

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS E INDUSTRIAS QUIMICAS

Contribución al Estudio de las
Harinas de Trigo en México

ESTE LIBRO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TESIS

QUE PRESENTA EL ALUMNO
AMADEO MOLINA Y GUTIERREZ
EN SU EXAMEN GENERAL
DE QUIMICO

MEXICO, D. F.
1933

1941



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Sumario

INTRODUCCION

CAPITULO I

Estudio somero de un molino de cilindros, para trigos.

CAPITULO II

Blanqueado y mejorado de las harinas.

CAPITULO III

Composición química de harinas y salvados.

CAPITULO IV

Análisis químico de los productos de los diversos pasos de la molienda.

CAPITULO V

Apéndice

INTRODUCCION

Dada la importancia cada vez mayor que la industria harinera, tiene en nuestra Patria, creí de interés, hacer el estudio que ahora presento a la consideración de este honorable Jurado; tanto más cuanto que he podido observar que nuestros industriales molineros, en su mayoría, se contentan durante la molienda, con hacer determinaciones muy superficiales de los caracteres organolépticos, de los productos de los diversos pasos, importándoles poco o nada, determinar las cualidades químicas y aún ignorando las ventajas que les traería el conocerlas, por medio de un control químico constante, que abarcara desde los trigos empleados, hasta las harinas obtenidas de ellos.

Esto les permitiría, indudablemente, mejorar sus productos; haciendo mezclas racionales de trigos y harinas de acuerdo con las exigencias del mercado y presentar una competencia ventajosa, como se hace actualmente en otros países.

Hay que tener en cuenta que a pesar de que el proceso para obtener harinas es esencialmente mecánico, la diferencia de composición química de las diferentes partes del grano de trigo, tiene como consecuencia que los productos de los pasos intermedios de la molienda, tengan entre sí, distintas cualidades. Bailey, Profesor de Química-biológica de la Universidad de Minnessota, ha dicho acertadamente que el principal papel del químico en el control de los molinos de trigos, no es el de preparar reactivos o determinar el curso de una reacción, como en otros procesos industriales, sino el de efectuar una medida cuantitativa de los caracteres de los diversos productos de la molienda, por medio de la cual pueda uno servirse para sugerir modificaciones en el procedimiento mecánico para obtener una separación más exacta de las diversas partes del grano de trigo, que es el ideal de la molinería.

Creo que no pasará mucho tiempo sin que nuestros molineros se den cuenta de esto, recurriendo al amplio campo que les brinda la Química, en provecho de sus intereses y de sus consumidores.

Para mayor explicación de la descripción de la parte mecánica, que hago del Molino de San Rafael, de Puebla, adjunto un plano de él, en el que he marcado con números encerrados en pequeños círculos

los lugares en donde efectué el muestreo, correspondiendo estos números a los que aparecen señalando las muestras analizadas, en la parte analítica. Sean para el señor Angel Taboada, progresista industrial molinero de Puebla y propietario del molino de San Rafael, mis agradecimientos por su cooperación poniendo a mi disposición su molino y amplios conocimientos en este ramo.

Para el señor Ingeniero Químico don Rafael Illescas Frisbie, actual Director de la Facultad de Ciencias e Industrias Químicas, por su sabia dirección en el desarrollo de mi tesis, así como también por haberme facilitado su Laboratorio Particular, en el que llevé a cabo mis trabajos prácticos; mi reconocimiento y gratitud.

Igualmente para mis profesores todos, y en especial a los que en el Instituto Spina de Puebla, donde hice mis estudios preparatorios, me impartieron sus sabias enseñanzas.

Con mi más grande cariño y veneración a la inolvidable memoria de mi padre, el señor don Miguel Molina y Molina; y a mi madre la señora doña Virginia G. Vda. de Molina.

A mis hermanos, a quienes debo en gran parte el haber concluido mis estudios, mi especial gratitud.

Y no quiero terminar sin dedicar también esta tesis a aquel girón del Estado de Puebla para mí tan querido, Zacapoaxtla, en donde nací y en donde tuve mis primeras ilusiones y mis más grandes afectos.

CAPITULO I

**ESTUDIO SOMERO DE UN MOLINO DE CILINDROS, PARA
TRIGOS**

Historia

La serie de procesos mediante los cuales se reduce el trigo a productos útiles para la alimentación del hombre, se llama molienda. Durante ella se separan las substancias que forman la almendra harinosa, que son las asimilables por el organismo humano, de la envoltura de él o salvado, por medio del cernido.

Desde la más remota antigüedad el hombre trituraba el grano que empleaba en su alimentación, valiéndose para ello de piedras a las que daba diferentes formas, es por esto que se ha dicho que la historia de los progresos de la molinería, marcha a la par con la historia del desenvolvimiento de la civilización.

La invención de los molinos de cilindros no es tan nueva como generalmente se cree, ya que en Inglaterra en 1753 un señor Wilkinson obtuvo una patente y en 1808 se otorgó otra a Charles Williams. Diez años después, un molinero francés llamado Berard, estableció en su molino el uso de pares de cilindros, con lo que creía substituir las muelas, pero no obtuvo los resultados que esperaba y se limitó a emplearlos sólo para extraer la tierra de las ranuras del trigo. Después de esto, ya no se hicieron nuevas tentativas para perfeccionar los molinos de cilindros en Francia.

En 1823, un americano llamado John Collier, obtuvo una patente de un molino de cilindros, colocados horizontalmente y dotados de un movimiento rotativo alrededor de su eje. Los dos cilindros eran de acero de diez centímetros de diámetro y de una longitud más o menos igual, que giraban en sentido contrario; debajo de ellos se colocaba una plancha de madera paralelamente al eje de los cilindros y apoyada en ellos por medio de una palanca, ésta plancha, formaba así una nueva superficie de frotamiento. El trigo se quebraba entre los cilindros y se acababa de pulverizar pasando sobre la línea de tangencia de la zapata de madera.

Benoit, molinero francés, gran conocedor en esta materia, observando un molino Collier de cilindros de fierro fundido de 0.40 a 0.41 metros de diámetro por 0.40 a 0.45 metros de longitud, con estrías longitudinales y girando uno a 60 revoluciones por minuto y

otro a 20, dijo que el resultado no era malo y que si aún perfeccionábase para obtener mejores resultados, podía predecirse que no pasaría mucho tiempo sin que todos los molinos de harinas se equiparan con cilindros.

En 1830, Benoist, molinero de Saint-Denis, hacía la molienda de sémolas por medio de un cilindro de piedra que giraba en una zapata del mismo material, que tenía la forma de un cuarto de cilindro. El cilindro ligeramente descentrado para obtener una molienda progresiva, estaba además estriado. La zapata por medio de un mecanismo elástico podía retroceder en caso de interponerse un cuerpo duro.

En la misma época, Sulzberger, de Frauenfeld, en Suiza, construyó un molino de cilindros de acero, estriados y dispuestos en tres pares superpuestos.

Sabidos los buenos resultados obtenidos por este molino, Sulzberger fué contratado para montar una fábrica según su nuevo procedimiento en Budapest, Hungría, la cual funcionó hasta el año de 1869 bajo la firma "Pester Jasep Walzmühl Güssellschaft". Uno de los cilindros de este molino se conserva en el Museo Húngaro de Tecnología Industrial de Budapest.

En el período comprendido entre los años de 1835 a 1855 hubo una gran cantidad de perfeccionamientos en los molinos de cilindros como lo comprueba el gran número de solicitudes de patentes.

En aquella época, la industria molinera húngara, había adquirido un gran desarrollo, siendo Ganz, el que ideó los cilindros de fundición de hierro endurecido, tal y como se usan actualmente.

Más o menos en la misma fecha, la casa Bodinier et Cié. de Suiza, ensayaba el uso de cilindros de porcelana, para moler sémolas, comprobándose que las harinas obtenidas por medio de estos nuevos cilindros, eran más blancas que las obtenidas por el sistema de muelas. Esto indujo a su inventor Frederic E. Wegmann a obtener patente; introduciendo esta invención en 1875 en Budapest. Hace pocos años todavía eran construídos estos molinos conocidos con el nombre de "Victoria".

Estos molinos se han substituído, poco a poco, por los molinos con cilindros de fundición, que se utilizan en toda la molienda.

A la casa húngara Ganz se debe el haber modificado las estrías de los cilindros para hacerlos aplicables a la molienda alta, siendo ella la creadora del tipo de molino usado universalmente.

Dados los buenos resultados obtenidos en Hungría, por los molinos de cilindros, poco a poco, fueron ganando terreno y extendiéndose-

se su uso en el mundo entero, con preferencia a los molinos de muelas.

En México, todas las instalaciones harineras que existen, cuentan con moderna maquinaria de cilindros.

LIMPIA DEL TRIGO

Dockage (1)

Los trigos llevados a los molinos traen consigo gran cantidad de impurezas que es necesario quitarlas antes de proceder a la molienda, si se quieren obtener harinas que reúnan buenas condiciones alimenticias e higiénicas, y para evitar que los cilindros sufran desperfectos a causa de las piedras, fierros, etc., que pueden encontrarse en el trigo. El Dockage es la determinación del tanto por ciento de impurezas y que se hace en el Laboratorio, dato importante que sirve para fijar el precio del trigo.

La limpia del trigo consiste en una serie de operaciones efectuadas por máquinas apropiadas que van separando los granos buenos de los germinados, averiados, picados de gorgojo, tizonados, etc.; de las semillas de distintas plantas, como: ajo de trigo, cizaña, ojo de perdiz, habas; de granos de cereales: cebada, avena, centeno; y de tierra, piedras, clavos, paja, granza, etc. A esta primera operación de limpia se da el nombre de "limpia previa"; la separación se hace por medio de cribas con agujeros de distinto diámetro y por medio de ventiladores

Después el trigo es tratado de manera de separar los cuerpos extraños adheridos a él como polvo, que es muy difícil de eliminar totalmente en la limpia previa, sobre todo el que lleva el grano en su ranura, estos polvos de no separarse, irían a la harina impurificándola, por esto es importante la determinación de cenizas, pues nos permite fijar la calidad de la harina y si la limpia se ha efectuado bien o no. Hay que procurar en cuanto sea posible, separar elementos constitutivos del grano como los pelos, cuya presencia en las harinas las hace bajar de calidad, por darles un aspecto moteado; el germen, que lleva un aceite que se enrancia, dando a la harina un olor sui generis, haciendo que ésta sea poco aceptada en el mercado e impidiendo almacenarla por largo tiempo. El aceite de germen además, siendo de un color amarillo subido, influye en el color de la harina dándole

(1) Todos los datos analíticos asentados a continuación, son promedios de los resultados obtenidos de cinco determinaciones distintas de cada uno de los diferentes análisis que tuvimos que efectuar.

un matiz amarillento, lo que actualmente se elimina por los agentes decoloradores. En los molinos más modernos se preparan alimentos sumamente ricos en vitaminas a base de germen de trigo, pues su aceite tiene en gran cantidad vitaminas liposolubles, encontrándose en mayor proporción las vitaminas E, que previenen la esterilidad.

Actualmente, la limpia del trigo se efectúa por dos procedimientos generales:

a).—Por vía seca, y

b).—Por vía húmeda.

Por este último procedimiento, la limpia es más eficiente puesto que el grano sufre un verdadero lavado, pero entre sus inconvenientes tiene que los trigos blandos sometidos a este tratamiento aumentan su grado de hidratación, lo cual hace difícil su moltura (en caso de no disponer de acondicionadores), pues si bien estos trigos reciben un ligero rociado, es con el objeto de dar fragilidad al pericarpio facilitando la moltura y no de efectuar un lavado, como lo expiicaremos más adelante en el acondicionamiento.

En el Molino de San Rafael, el procedimiento de limpia que se emplea es por vía seca. El trigo sucio es depositado en una tolva instalada en la parte inferior del molino, de ahí es conducido, por medio de un transportador de cangilones a la primera máquina limpiadora (que se encuentra en la parte superior del edificio, que consta de cuatro pisos), que está constituida por un aspirador de polvos y una serie de cribas superpuestas e inclinadas, con agujeros de diámetros distintos que por medio de un excéntrico reciben un movimiento de vaivén que hace resbalar el grano; en la primera criba, el ventilador acoplado manda el polvo a un ciclón colector; la segunda, retiene las cascarillas de los trigos atacados por el gorgojo, lazos y pedazos de madera; la tercera, separa las piedras, semillas grandes como: habas, frijol; en la cuarta, queda la granza, y por último, la quinta retiene el trigo dejando pasar la tierra, semillas chicas (cizaña, avena, etc.). Esta máquina es una separadora zig-zag.

El trigo después de esta primera operación es enviado a una segunda máquina pasando antes por un imán que retiene los clavos que ha arrastrado el trigo. Esta máquina que es otra separadora zig-zag, provista de un aspirador de polvos conectado con el ciclón, separa la granza que ha podido pasar, el trigo averiado, y combinado a ella está un tamiz metálico, troncocónico, horizontal, dentro del cual y en sentido contrario gira rápidamente un cilindro al cual están sujetas longitudinalmente unas paletas de fierro, el trigo que llega den-

tro del tamiz es azotado por las paletas contra las paredes de él; de esta manera se quita una parte de tierra que el grano lleva adherido, saliendo por los agujeros de la tela al ciclón; el trigo es transportado a una tercera máquina que termina el limpiado previo, y que consta de dos cribas superiores por donde pasa el trigo, cayendo después a un tambor vertical de chapa perforada, dentro del cual gira un cilindro también vertical provisto de batidores metálicos que lo azotan y despojan de la cascarilla que pudiera llevar aún, la cual es absorbida por un ventilador superior.

Aquí podemos decir que termina la limpia previa, que tiene por objeto separar del trigo las materias extrañas que lleva mezcladas, sin embargo, el trigo en estas condiciones todavía no está propio para la moltura y es necesario someterlo a la "limpia, propiamente dicha".

Hay infinidad de modelos de máquinas destinadas a este objeto. Las que pudimos observar en el Molino de San Rafael, son: una cepilladora horizontal, a la cual llegaba el trigo procedente de la última máquina de limpia previa; la cepilladora está constituida por un tronco de cono de chapa de acero agujereada, dentro de él gira un cilindro provisto longitudinalmente de cepillos de raíz de zacatón que llegan a muy poca distancia de la superficie de la chapa, el trigo pasa entre este espacio y es cepillado enérgicamente, quitándose así los restos de tierra que aún lleve el grano en su superficie, así como también limpiándose parcialmente la que lleva en su ranura lo que las máquinas anteriores no pueden efectuar. Esta operación es indispensable, pues se ha demostrado que las harinas de los trigos cepillados es superior a la de los que no lo fueron.

De la cepilladora, el trigo pasando por un segundo imán, va arrasado por un transportador elicoidal a las tolvas de reposo; pero antes de entrar en éstas, recibe un rociado con agua, con el objeto que veremos en el acondicionamiento.

Por último, de las tolvas, que se llenan y vacían alternativamente, el trigo pasa a una despuntadora-descortezadora, que consta de un cilindro guarnecido con una capa de esmeril, que gira a unas 450 revoluciones por minuto; una serie de batidores proyectan el trigo contra el esmeril y el grano sufre un fuerte roce contra él. El polvo que se produce es aspirado por un ventilador, y enviado a un ciclón colector, pasando el trigo entonces al primer paso de molinos.

Pudimos observar que al salir el trigo de la despuntadora llevaba consigo gran cantidad de polvo de pericarpio y de pelillos que el ventilador no bastaba a quitar y que impurifican la harina como más tar-

de pudimos comprobarlo microscópicamente en éstas, por lo cual creemos que aún es necesario emplear después de esta máquina una segunda cepilladora que deje el trigo en condiciones inmejorables para obtener harinas más puras.

La Despuntadora-descortezadora, como su nombre lo indica, quita al trigo, aunque no totalmente, las puntas y por consiguiente los pelos y el germen que se encuentra allí y la epidermis que no fué desprendida por las máquinas anteriores, que como ya dijimos al principio, son perjudiciales para obtener una buena calidad de harina.

La molienda que muestreamos fué una mezcla de once trigos, cuyo dockage fué el siguiente, para cada uno:

	Elementos extraños %	Trigo averiado %	Total impurezas %
Sonora	0.53	5.00	5.53
San Andrés	2.00	1.40	3.40
Tepeaca	0.95	1.20	2.15
San Martín I.	1.50	2.50	4.00
San Martín II.	0.85	3.00	3.85
Atlixco I.	1.00	1.35	2.35
Atlixco II.	1.25	2.00	3.25
Defiance	0.84	1.20	2.04
Parián	2.20	3.20	5.40
Acámbaro	0.65	4.00	4.65
Apam	4.45	5.20	9.65
		Total.....	46.27

Como se ve según el dockage, teóricamente la mezcla de los trigos debería tener un 4.2% de pérdidas. Prácticamente en el Laboratorio encontramos 3.5%, que casi corresponde con las pérdidas reales que son de 3.75%.

Hay que hacer notar que estos datos fueron obtenidos con muestras chicas.

Acondicionamiento del trigo

El acondicionamiento del trigo no es una parte del limpiado, sino que debe de seguir a éste.

Consiste en la adición de agua al trigo en determinadas proporciones según la clase de él, dejándole después reposar por algunas horas. Debe tenerse en cuenta para esta adición, la humedad, el espesor

y la dureza del grano de trigo tratado, estando en relación inversa con la primera y directa con el espesor y la dureza.

El objeto más importante que se persigue con el acondicionamiento es el de aumentar la elasticidad de la corteza del trigo evitando de este modo que el salvado se reduzca a polvo y vaya a impurificar las harinas, de modo que así se obtiene salvado ancho, fácil de separar por los tamices y de buena calidad, que alcanza un precio mayor en el mercado.

Además de esto, el agua adicionada al trigo produce un rendimiento mayor en harinas y salvados, admitiéndose en las primeras hasta 15% como máximo de humedad si se ha determinado en estufa de vacío y 13½% si ha sido con estufa de aire caliente.

El tiempo entre la adición del agua y la molienda es variado, según el trigo, pero ante todo debe procurarse el máximo de elasticidad de la corteza, con el mínimo de penetración del agua dentro de la endosperma, de lo contrario sufriría la calidad de la harina, pues sería ésta blanda y difícil de conservar por presentarse en ella fermentaciones reveladas por su mal olor en los depósitos.

Los trigos duros y los tiernos recolectados en años secos, si no se tiene el cuidado de acondicionarlos convenientemente, sus salvados se reducen a polvo y de este modo no son separados por los tamices, y se mezclan a las harinas, con lo cual baja mucho la calidad de ellas por adquirir así un color que no es eliminable por los métodos de decoloración empleados, y el poco salvado que se obtiene es remolido, irregular y sucio.

Cuando la humedad presente en el trigo es mayor que la normal basta con un reposo de una a dos horas; si ésta es igual a la normal de dos a cuatro horas, son suficientes, y si se trata de trigos duros que contienen menos de 13% de humedad debe agregarse agua por lo menos dos veces. Cuando se tienen trigos excesivamente duros con suficiente agua para sobrepasar la humedad normal de los trigos y dejándolos reposar por uno o dos días; después de este tiempo se vuelve a agregar una pequeña cantidad de agua y a dejar en reposo por unas horas antes de efectuar la molienda.

Para los trigos duros o tiernos recolectados en tiempo seco, es necesario una adición de agua hasta de 10%, en caso contrario basta 10% o menos de humedad, se obtienen buenos resultados agregando con un 4%. Sin embargo, éstas no son normas fijas, pues hay que tener en cuenta el esta higroscópico de la atmósfera.

En el Molino de San Rafael, el acondicionamiento se hace empí-

ricamente dejando caer un chorrito de agua mediante un grifo que se abre o cierra según sea necesario sobre el trigo conducido por un transportador helicoidal que a la vez revuelve para homogeneizar la humedad, cayendo después el trigo en las tolvas de reposo indicadas en el diagrama.

Este procedimiento exige del molinero una gran pericia, y conocimiento del trigo de que se trate para no errar por exceso o defecto en la cantidad de agua agregada. El control químico subsana estos inconvenientes, pues con él se puede en cualquier momento, determinar con absoluta precisión la cantidad necesaria de agua que deba agregarse al trigo problema.

Molenda

La moltura por cilindros puede considerarse en dos fases, trituration y compresión.

En la trituration se verifica la separación completa de las harinas y sémolas por un lado y del salvado por otro, procurando producir la menor cantidad de harina posible.

En la compresión se reducen a harinas las sémolas.

La trituration es la fase de la molienda que requiere mayor cuidado, puesto que hay que procurar que el grano sea disgregado progresivamente empleando para ello cilindros estriados que se acercan a medida que avanza la trituration en tanto que las estrias aumentan en número.

La compresión de sémolas se efectúa mediante cilindros lisos.

Tanto los cilindros de trituration como los de compresión giran a distintas velocidades siendo mayor la de los cilindros inferiores que la de los superiores, generalmente $2\frac{1}{2}$ revoluciones por segundo de los primeros por una de los superiores.

En el esquema adjunto está indicado que el trigo que procede de la despuntadora, ya limpio pasa entre dos cilindros estriados, con 14 estrias por pulgada cuadrada, llamados de primer paso, que trituran el grano, dando un producto sumamente grueso con poca harina y que aún lleva consigo algunos granos enteros, siendo llevado a un primer cerrador o plansichter.

Después de efectuarse la primera operación de cernido que separa la harina producida, las sémolas y los productos que no han atravesado los tamices son llevados por un elevador de cangilones al segundo paso o par de cilindros con 20 estrias por pulgada, y más

próximos uno del otro; éstos vacían el grano de la mayor parte de la almendra harinosa.

Un segundo cernedor separa las harinas y las sémolas, y las colas son llevadas al tercer paso. Los cilindros de éste están aún más unidos y tienen 24 estriás por pulgada, en este paso se termina la desagregación pero no debe ser demasiado forzada, puesto que es necesario que el salvado quede blanco por su cara interior, a fin de que permaneciendo intacta la corteza no aparezca ningún indicio de cerealina en las harinas recogidas de este paso, y a los que perjudicaría. (La cerealina que es muy soluble en el agua se diluye en la masa acutando como fermento, haciendo difícil que la masa levante, disminuyendo la elasticidad del gluten y transformando el pan blanco en gris).

El producto del tercer paso va a la correspondiente sección del plansichter donde se separan la harina, sémolas y salvado; este último va a la cepilladora que le quita la harina que pueda llevar aún adherida y que es enviada a los centrifugos, mientras el salvado ya limpio va a la separadora de salvado y salvadillo.

Las harinas de estos tres primeros pasos van al depósito general, mientras las sémolas son clasificadas en los purificadores y enviadas a los respectivos compresores.

El primer par de cilindros compresores está finamente estriado con sesenta estriás por pulgada cuadrada, el objeto de él es separar del salvadillo que ha pasado de los pasos anteriores las partículas de gránulos de sémolas y que sin esto serían impropias para obtener una buena harina blanca.

Como ya indicamos antes, la compresión es la fase de la molienda en la cual las sémolas procedentes de la trituración son reducidas a harina en cilindros lisos. El trabajo de estos cilindros es de tal modo, que las sémolas y semolinas se laminan y aplastan, para pulverizarlas sin desgarrar, a fin de no dividir los fragmentos de corteza que puedan llevar adheridos y que producirían motas en la harina.

La relación de velocidades de los cilindros rápidos y lentos es menor que en el caso de los trituradores, mientras la presión es mayor en las trituradoras que en los compresores y va creciendo de la primera a la última pasada.

El funcionamiento de los compresores es idéntico al de las trituradoras, y los productos resultantes van de cada paso a diferente sección del segundo plansichter, donde se separan las harinas de las semolinas que aún deben sufrir compresiones, las harinas van al de-

pósito general; los productos de cuarto y quinto pasos de compresores van a los centrífugos.

Podemos de antemano determinar la calidad de la harina que vamos a obtener de los distintos pasos de trituración o compresión, comparando el peso en gramos por litro de las sémolas o semolinas.

Por ejemplo, si pesamos las sémolas de los tres pasos de compresión, obtenemos los siguientes datos:

Compresión.	Peso en gramos por litro de sémolas.
Tercer paso	560
Cuarto paso	664
Quinto paso	620

Observando esta tabla, vemos cuáles son los productos que nos pueden dar al final de su tratamiento harinas mejores desde el punto de vista de su fuerza.

Por ejemplo, las sémolas del cuarto paso de compresión pesan 664 gramos por litro, esto nos indica que es de ellas de donde podemos obtener las mejores harinas, puesto que su peso es el mayor de todos y esto es verdad pues siendo los componentes generales de sémolas y semolinas, el almidón y el gluten; y siendo el gluten más pesado que el almidón, si la sémola de que se trata es la más pesada, será por contener más gluten que las otras en igualdad de volumen. (Dato aproximado).

Sería muy conveniente que cada molinero se construyera una tabla igual a la precedente para tener un control de sus sémolas y semolinas, y así poder mezclarlas proporcionalmente cuando se le soliciten harinas con determinadas condiciones.

Cernido

El cernido tiene por objeto separar en productos homogéneos, la mezcla harinosa que procede de la trituración del grano y compresión de las sémolas, obteniéndose así las harinas, semolinas y salvados de distintas clases.

En términos generales, ya que el servicio de cernido varía en cada instalación, se puede decir que se efectúa como sigue:

Trituración

- | | | |
|------------------------------------------------|---|-------------------------------|
| I.—Cernido de los productos
de trituración. | } | Harinas de trituración. |
| | | Harina en rama. |
| | | Salvados gruesos. |
| II.—Cernido de las harinas
en rama. | } | Harinas comerciales. |
| | | Sémolas. |
| | | Salvados finos o salvadillos. |

Compresión

Cernido de semolinas. } Hasta terminar la { Harinas comerciales.
 División de semolinas. } moltura.

La primera operación de cernido es la continuación de la trituración del trigo, su objeto es separar las harinas de las sémolas, semolinas y salvados producidos en ella; la segunda fase del cernido, separa del producto bruto obtenido de los compresores, la harina acabada, y retira las partes no agotadas destinadas a sufrir una o más operaciones de remolido.

Los cernedores usados actualmente en las instalaciones molineras de cilindros, son los cernedores planos o plan-sichter (del alemán: plan. plano; sichter, cernedor), inventado en 1887 por Ch. Haggemacher, molinero húngaro y director técnico de la Fábrica de Harinas Afen-Paster-Dampfmühle.

En el Molino de San Rafael pudimos observar el funcionamiento de uno de estos aparatos de movimiento rotativo, compuesto de dos cajas rectangulares de madera, dentro de las cuales están hechos varios compartimientos verticales en los que se colocan tamices desmontables, las cajas van sostenidas del suelo y reciben por medio de un excéntrico un movimiento circular horizontal, cuyo radio es el del excéntrico. En virtud de este movimiento circular horizontal, se produce un tamizado intenso de las mercancías extendidas sobre los tamices, que por ser de poco espesor se superponen varios en las cajas haciéndose así varias divisiones de productos con el mismo aparato.

En el fondo de las cajas se encuentran varios agujeros de salida para los productos de cernido, unidos a tubos destinados a transportar estos productos por mangas de tela.

La entrada de las mercancías se hace por la parte superior, también por medio de mangas de tela.

Cada caja está dividida en tres secciones y cada sección consta

de seis compartimientos de tamices como queda indicado en el diagrama.

Los productos que son acabados de pulverizar por los últimos cilindros compresores, se presentan bajo la forma de granos gruesos comprimidos, puesto que la harina es bastante plástica para aglomerarse al efectuarse la compresión de las sémolas.

Esta forma nueva que toma la harina, no permite el uso de cernedores planos para extraerla, puesto que estos gránulos no se desagregan fácilmente y como el movimiento de sacudidas de los plansichter no es muy enérgico no se podría obtener un buen rendimiento con ellos.

Esto ha hecho crear un nuevo tipo de cernedores en el cual la harina reciba una serie de choques suficientemente repetidos para desagregar los gránulos formados. Lo cual ha dado origen al cernedor centrífugo.

Estos aparatos son cilíndricos y colocados horizontalmente. Están formados por aros solidarios entre sí longitudinalmente por medio de varillas, tanto unos como otras pueden ser de fierro o madera.

Los aros sirven para soportar la enteladura que es de seda. El eje del cilindro tiene una serie de batidores terminados en paletas inclinadas en el sentido en que debe ir avanzando la harina, llegando estas paletas hasta cerca de la enteladura.

Los batidores giran en sentido contrario al cernedor y los productos son recogidos por las paletas y proyectados por la fuerza centrífuga contra la enteladura. La harina sale por ésta quedando el grano dentro. Una rosca sin fin la lleva hasta la abertura de salida de la caja de madera donde va encerrado el aparato.

En el diagrama pueden observarse las conexiones de las tres secciones del primer plansichter con los tres pasos de trituración y las tres secciones del segundo plansichter con los tres primeros pares de cilindros compresores, en tanto que los últimos están conectados con centrífugos A y B.

PURIFICACION

Hace apenas unos sesenta años, fueron introducidos en molinería los purificadores; éstos clasifican las sémolas procedentes de los diversos pasos de trituración, que han pasado ya por los plansichter, por medio de una corriente de aire.

Las sémolas que tienen más o menos un tamaño uniforme no son del mismo aspecto, unas son completamente blancas, mientras que

otras están aún adheridas a pedazos de pericarpio del trigo. Las primeras se llaman sémolas blancas, las segundas sémolas grises; hay también gran cantidad de salvadillo.

Si se procediera a la compresión de esta mezcla de sémolas, las harinas resultantes serían pardas y de mala calidad y las harinas blancas que hubieran resultado de las sémolas blancas se perderían. Por lo tanto, es necesario hacer una clasificación de las sémolas blancas, grises, e incluso separar las más grises de las menos, y del salvadillo, pudiéndose después proceder a la compresión o remolido separadamente de estos distintos productos.

El aparato empleado para esta clasificación se llama Purificador y su trabajo está fundado en la diferencia de densidades de los productos tratados, que al recibir una corriente de aire horizontal y convenientemente proporcionada se separan, quedando en primer término las sémolas blancas que son las más densas, luego las grises que disminuyen en densidad cuanto más cargadas de pericarpio se encuentran y por último, los salvadillos. Los productos muy ligeros son arrastrados por el viento y colectados en un ciclón.

Los purificadores pueden ser de dos tipos: por Impulsión de aire, y por Aspiración. Los empleados en el Molino de San Rafael son de estos últimos.

Además los purificadores tienen una serie de tamices planos que funcionan por medio de excéntricos que les proporcionan un movimiento de vaivén. Estos tamices terminan la purificación.

CAPITULO II

BLANQUEALO Y MEJORADO DE LAS HARINAS

BLANQUEADO

A simple vista se puede creer que todas las harinas tienen el mismo color blanco, sin embargo, esto no es así, pues observadas con detenimiento se aprecian graduaciones de color entre unas y otras, según el grado de extracción de ellas en el cernido y las clases de trigos de que provienen.

Como el valor comercial de las harinas, es mayor cuanto más blancas son, se han buscado los medios de obtener harinas lo más blancas que se pueda.

Los métodos empleados para este objeto, los podemos agrupar en:

- a).—Naturales,
- b).—Químicos, y
- c).—Fraudulentos.

El primero es el más racional y consiste en la limpieza perfecta del trigo, procurando que en la molienda se pulverice lo menos posible el pericarpio y se separen completamente de las harinas en el cernido, sobre todo el germen, (cuyo aceite es el principal factor del color amarillo de ellas).

Los métodos químicos son recomendables y no constituyen fraude, son generalmente gases que atacan las sustancias colorantes de las harinas, blanqueándolas.

Los últimos consisten en la adición de sustancias azules por ser complementarias del aceite anaranjado del germen, y de sustancias minerales muy blancas, pulverizadas (BaSO_4 ; CaO ; CaSO_4 ; etc); esto además de ser un fraude comercial por aumentar el peso de la harina, constituye un peligro para la salud pública y debe ser penado por las leyes.

El blanqueo por medios químicos a más de decolorar los elementos orgánicos que encierran las harinas, esteriliza éstas parcialmente.

El primer agente químico que se empleó en esta operación fué el Cloro en el año de 1879, con el doble objeto de decolorar y madurar la harina.

El ozono, que se había supuesto daría buenos resultados, tiene el inconveniente de dar a la harina un olor desagradable que no desaparece completamente aun después de mucho tiempo. Cuando se ozoniza el aire por descargas eléctricas, siendo este el fundamento de algunos procedimientos de blanqueo, no es únicamente el ozono formado quien hace éste, sino los compuestos oxigenados del N que se producen.

El blanqueo no es debido ni a la oxidación ni a la decoloración de los aceites, sino a que los óxidos de N se fijan en ellos combinándose y haciendo que las moléculas oleosas se vuelvan transparentes, de manera que a través del aceite nitrificado la blancura del almidón constitutivo de la harina aparecerá más blanco.

La experiencia ha demostrado que en tanto que las harinas de primera extracción se blanquean fácilmente, es más difícil esto a medida que se eleva en el producto la proporción de fragmentos de corteza; porque los decolorantes no tienen acción sobre ésta como ocurre con las harinas de segunda, etc. Se ha dado la explicación a este fenómeno, diciendo que debido a la presencia de partículas celulósicas que fijan el NO₂, éste se agota y no puede ejercer su acción sobre el aceite del germen.

De cualquier modo esta operación ayuda a la conservación de las harinas que han sufrido este tratamiento. Fleurent después de haber dosificado la acidez de tres clases de harinas, las blanqueó y conservó durante cuatro meses a temperaturas de 15 y 30°C., volviendo después a dosificar la acidez de ellas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

CLASE DE HARINAS	Acid. prim.	Acidez después de 4 meses.	
		a 15° C.	a 30° C.
Harina Flor no blanqueada	0.036	0.059	0.063
„ „ sí „	0.036	0.036	0.036
„ Primera no „	0.048	0.068	0.072
„ „ sí „	0.048	0.054	0.054
„ Segunda no „	0.060	0.112	0.127
„ „ sí „	0.060	0.093	0.108

Este cuadro demuestra que los óxidos de N formados y combinados con el aceite, retardan la oxidación de él; y por comparación de las cifras relativas a los tres tipos, demuestra que la acidez en las harinas blanqueadas aumenta tanto más, cuanto el producto es de inferior calidad; es decir, que el aceite ha fijado menos NO₂.

Entre los procedimientos empleados para el blanqueo de las

harinas se pueden citar el eléctrico de Teisset-Frichot-Mors. El aparato consta de:

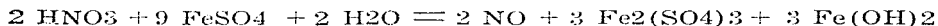
- a).—Una dínamo, de corriente continua y alta tensión,
- b).—Un gasógeno, para la formación de los gases nitrosos, bajo la acción de descargas eléctricas.
- c).—Un ventilador,
- d).—Un plansichter de dos tamices.

El aire atmosférico introducido en el generador, sufre una combinación de sus elementos constitutivos: O y N, produciéndose ozono y NO por combinación directa de N y O libres; el NO por oxidación posterior pasa a NO₂.

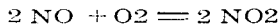
Los gases son enviados por el ventilador al plansichter y distribuidos por una tubería perforada colocada en el fondo de éste.

La harina sumamente dividida por el cernido, se encuentra con los gases que ascienden, poniéndose en contacto íntimo con ellos, sufriendo así la decoloración. Este aparato puede blanquear de 2 a 10 sacos de harina por hora y consume 2 caballos de fuerza, para blanquear 100 sacos en 24 horas.

En el procedimiento Andrews, se emplea el NO₂ desprendido de la reacción entre el HNO₃ y el FeSO₄:



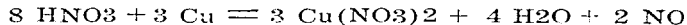
El NO desprendido en la reacción se oxida al contacto del aire pasando a NO₂:



Esto se hace dejando caer gota a gota y por separado en un vaso de gres, HNO₃ y una solución en agua de FeSO₄. Los vapores nitrosos son conducidos a una cámara donde se deja caer por la parte superior la harina en forma de lluvia.

El procedimiento de Williams, emplea la electrólisis del HNO₃ de 36°Bé., para producir el NO₂.

Aprovechándose también para el blanqueo de harinas el NO desprendido de la reacción entre el HNO₃ y algunos metales como el Fe o el Cu:



el NO al contacto del aire pasa inmediatamente a NO₂.

El resultado de numerosas experiencias ha demostrado que en el blanqueado de harinas húmedas es absorbido por ellas una gran

proporción de NO₂: una parte de este NO₂ absorbido, puede después encontrarse en la harina en forma de nitritos o ácido nítrico. Winton afirma que, solamente una quinta parte del NO₂ usado se transforma en nitritos, y Shepard dice que él ha podido recobrar en forma de nitritos de 10 al 14% del N empleado en la decoloración.

Cuando las harinas blanqueadas son almacenadas en un lugar exento de NO₂, desaparecen gradualmente los nitritos y el ácido nítrico, como lo comprueba la tabla siguiente hecha por Monier-Williams:

NO ₂ usado en blanquear 1 Kg de harina c. c.	NO ₂ absorbido por Kg. de harina. Gramos.	Nitritos [como NaNO ₂ . Partes por millón].		
		1 hora después del blanqueado.	20 días después del blanqueado.	62 días después del blanqueado.
0	0	0	0	0
5	.0011	4	3	3
10	.0040	6	51	5
15	.0064	10	7	6
20	.0083	12.5	12	8
30	.0133	20	20	11
40	.0192	30	30	15
60	.0277	45	42	17.5
100	.0502	90	63	25
160	.0841	150	92	25
230	.1182	225	100	20
300	.1579	330	103	17.5

Después de sesenta y dos días de almacenaje, todas las harinas tratadas con 15 c.c. o más de NO₂ han perdido cantidades apreciables de nitritos, siendo éstas tanto mayores, cuanto mayor ha sido la cantidad de NO₂ empleado en el blanqueo.

Fleurent, propuso un método seguro y fácil para reconocer si una harina ha sido blanqueada o no y consiste en extraer la grasa de 5 gr. de harina problema con éter de petróleo, dejando evaporar el éter a la temperatura ambiente en una cápsula; disolviendo después la grasa en 3 c.c. de una solución al 1% de KOH alcohólica. Si la harina no fué blanqueada, la solución permanecerá amarilla, en caso contrario aparecerá una coloración rojo-anaranjada más o menos intensa según el grado de nitrificación.

Por este medio se reconoce la adición hasta de 10% de harina blanqueada a otra que no lo ha sido.

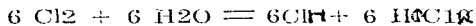
Se emplea también como decolorante el NOCl. Se obtiene ha-

ciendo borbotear una corriente de aire en una mezcla de HNO_3 y HCl la reacción es la siguiente:



Según Dunlap, el NOCl es uno de los decolorantes más efectivos para las harinas. Sin embargo, la dificultad de manejarlo ha hecho que su uso no se haya extendido mucho.

El método Agene para la decoloración de las harinas consiste en el empleo del NCl_3 , haciendo pasar una corriente de Cl a través de una solución de una sal de amonio; primero se forma ácido hipocloroso, el cual reacciona con la sal de amonio formándose el NCl_3 :



Como el NCl_3 es explosivo se emplea una corriente de aire para diluirlo y a la vez arrastrarlo al depósito de harinas donde se mezcla con ellas por medio de un agitador.

El NCl_3 no tiene influencia en el contenido de cenizas, ácidos y gluten de las harinas, como lo demuestra el análisis químico; sin embargo, tiene una acción definida como mejorador, puesto que la masa obtenida de las harinas tratadas con NCl_3 , aumenta su elasticidad y por lo tanto, el volumen del pan.

El Cloro es actualmente muy usado como blanqueador por los buenos resultados que da; son muchos los procedimientos que se emplean para usarlo como tal; sin embargo, tiene el inconveniente de que se requiere mucho cuidado en su manejo.

El Cl puede considerarse como un blanqueador y también como mejorador, pues ejerce una acción provechosa mejorando la calidad y fuerza de las harinas. Las harinas tratadas por él se maduran rápidamente y pueden almacenarse por más largo tiempo que las que no lo han sido. Esto, es seguramente debido a la esterilización que ejerce el Cloro en la harina.

Todos los blanqueadores mencionados anteriormente, son gases. Recientemente se han empezado a usar algunas sustancias orgánicas sólidas, como el peróxido de benzoilo, que se ha empleado ya anteriormente como decolorante de aceites y grasas.

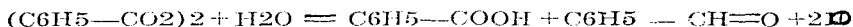
El $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$ es una sustancia blanca cristalizada, que funde a los 103.5°C ., calentada por encima de esta temperatura detona con pequeñas explosiones. Es insoluble en agua y algo en alcohol caliente, soluble en éter y cloroformo. También lo es en las grasas.

En México, se emplea ya en los molinos el Nevasca, que es una mezcla de peróxido de benzoilo y fosfato de calcio en la proporción de 25% del primero, por 75% de fosfato, pudiendo llegar las proporciones de la mezcla hasta partes iguales de ambos componentes; el fosfato tiene por objeto principal evitar que el peróxido se inflame espontáneamente, a la vez que sirve como alimento de las levaduras, dado que se trata de fosfato monocálcico.

El peróxido de benzoilo no afecta la composición de las harinas como pudimos comprobarlo durante nuestras investigaciones. Tampoco tiene acción sobre las levaduras, dada la pequeña cantidad empleada, por lo cual no interviene en la fermentación panaria.

Observamos que la acción decolorante no es rápida; se necesita dejar pasar por lo menos un día para poder apreciar los efectos del peróxido de benzoilo.

Se supone que el peróxido de benzoilo obra en la harina oxidando la carotina a alguno de sus derivados incoloros, por medio del oxígeno desprendido por él. Los derivados del peróxido de benzoilo que se pueden encontrar en las harinas después del blanqueo, son el ácido benzoico y el benz-aldehído. La hidrólisis se efectúa de acuerdo con la ecuación siguiente:



MEJORADO

(Por edad y procedimientos químicos)

Según opiniones obtenidas por nosotros, de industriales molineros, las harinas nuevas tienen menor valor panadero que las que han sido almacenadas algún tiempo. Esto se ha comprobado experimentalmente.

Se cree, aunque sin certeza, que bajo la influencia de ciertos fermentos, de la humedad y temperatura, parte de los hidratos de carbono y albuminoides presentes en la harina sufren una transformación que aumenta la calidad de ella, durante el almacenaje.

Cree Kuntz, químico alemán, que la facultad absorbente de la harina durante el amasado, no puede adquirirla por completo sino hasta después de pasado algún tiempo; y dependiendo de la cantidad de agua absorbida por la harina, el peso del pan, es evidente que sean mejores las harinas viejas que las nuevas, en la panificación.

El pan hecho con harinas nuevas es menor en volumen que el hecho con las mismas harinas después de almacenadas. La explicación de esto debe atribuirse al gluten ya que el almidón no determi-

na la capacidad de absorción de agua por la harina. Esta opinión dada por Lampaya, profesor de la Escuela de Molinería de Madrid, es muy acertada, y-a que durante la molienda las partículas del gluten son comprimidas fuertemente quedando así, y dado su pequeño tamaño pueden necesitar meses enteros para volver al primitivo y poder absorber bien durante el amasado el agua que les corresponda.

Esto puede dar también la explicación de la causa por la cual se blanquean las harinas durante su almacenaje. Las partículas del gluten, al dilatarse con el tiempo, ocupan mayor volumen para igualdad de masa y por lo tanto, su opacidad disminuye, dejando aparecer mejor la blancura del almidón que encierra.

La mejor época para aprovechar las harinas en panadería, es después de dos o tres meses de almacenadas, como lo demuestra el siguiente cuadro:

Clases de Harina		Temp C°	Glúten hum %	Glúten seco %	Color glúten	Elast. glúten	Vol. de los panes
La	Harina nueva.		30	8.3	amarillo	muy elástico	407 c. c.
La	misma después de	1 mes	7	29.3	8.9	..	440 ..
..	..	1 mes	13	29.8	9.1	..	453 ..
..	..	1 mes	22	30.04	9.4	..	456 ..
..	..	2 meses	13	30.9	10.1	amarillento	aumenta 463 ..
..	..	2 meses	18	30.5	9.9	..	474 ..
..	..	2 meses	26	31.2	10.6	..	474 ..
..	..	3 meses	19	31.0	10.6	..	443 ..
..	..	3 meses	23	30.8	10.0	..	473 ..
..	..	3 meses	28	31.7	10.9	..	501 ..
..	..	4 meses	19	31.0	10.0	..	456 ..
..	..	4 meses	23	30.8	10.0	..	453 ..
..	..	4 meses	28	31.7	10.9	..	457 ..

La harina empleada para este estudio fué la misma solo que conservada a distintas temperaturas. Se ve que después de dos meses de conservada la harina, el aumento del gluten es muy pequeño y de tres a cuatro meses no aumentó nada. Sin embargo, fué con harinas de tres meses de reposo con las que se obtuvo el mayor volumen de los panes hechos con 100 gramos de harina cada uno; los hechos con harinas del cuarto mes disminuyeron de volumen.

Mejoradores químicos

Sin embargo de lo expuesto, creemos más acertada la hipótesis química del mejorado de las harinas, que supone que durante el almacenamiento, los fosfatos neutros formados en la harina, por el desdoblamiento hidrolítico de la fitina por la fitaza son probablemente transformados en fosfatos ácidos. Por otra parte, bien sabido es que si se agrega fosfato ácido de calcio, a una harina, la masa obtenida de ella es más elástica y adquiere un gran volumen durante la fermentación, mejorando por lo tanto el pan en contextura y volumen. Los fosfatos neutros no producen esta acción. Sin embargo, en este caso la base no es el Ca sino el K; de aquí que el Nevasca a más de ser blanqueador es también mejorador.

Wood demostró que los fosfatos solubles tienen una influencia marcada en el estado coloidal del glúten. No se ha podido determinar aún cuál es la acción de estos fosfatos.

Puede suponerse también, que durante el almacenado, el blanqueo de la harina se verifica por la oxidación del aceite del germen que lo transforma en compuestos incoloros. Esto se demuestra por el experimento siguiente: Se tomó una cantidad de harina no blanqueada y se la dividió en tres porciones. La primera se guardó de la manera corriente, dentro de un saco. La segunda se puso dentro de un desecador con H_2SO_4 concentrado y una solución alcalina de pirogalol, el cual absorbe el oxígeno. La tercera fué colocada dentro de un bote lleno de hidrógeno.

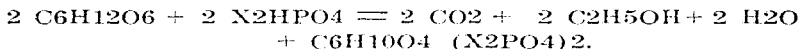
Después de dos meses, estas porciones de la misma harina fueron comparadas. La primera se había blanqueado completamente. La segunda se conservaba igual que al principio y la tercera, se había blanqueado casi imperceptiblemente. Lo cual demuestra que la acción oxidante del aire durante el almacenamiento es un agente blanqueador.

Los principales mejoradores minerales que se conocen actualmente y cuyos efectos y valor están bien determinados, son:

El fosfato monocálcico, es uno de los mejoradores que se ha empleado desde hace mucho tiempo; tiene dos acciones distintas. Sirve como alimento de las levaduras, lo cual hace que éstas funcionen mejor y además mejora la calidad del glúten. Todos los fosfatos son capaces de nutrir a las levaduras. El fosfato de NH_4 es especialmente empleado con este objeto. Cuando se calcina a las levaduras dejar

una ceniza cuyo componente principal es el fosfato de potasio.

Harden en sus estudios sobre la fermentación, encontró que los fosfatos son de especial importancia en este proceso. Demostró que en el período inicial de la fermentación, el azúcar es descompuesto con formación de una hexosa fosfatada:



Este compuesto doble es más fácilmente fermentado. Se usan también persulfatos, empleando especialmente los de NH_4 y K [$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ y $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$] Las sales de amonio aceleran la fermentación

Durante la fermentación de la masa los persulfatos sufren una descomposición gradual, dejando oxígeno en libertad, a esto se atribuye el blanqueo de la masa cuando se ha agregado un persulfato.

El KBrO_3 , es otro de los mejoradores cuyo poder es bien conocido, lo mismo que el del ácido succínico $(\text{CH}_2\text{-COOH})_2$ que es la substancia que da mejores efectos, pero que sin embargo, su precio la hace privativa.

Determinación de los blanqueadores y mejoradores en las harinas

Blanqueadores

NO_2 .—Las harinas tratadas con NO_2 contienen siempre pequeñas cantidades de nitritos que pueden ser determinados por medio del reactivo debido a Griess y mejorado por Ilsvay y que se prepara de la siguiente manera:

Solución número 1.—0.5 gramos de ácido sulfanílico se disuelven en 150 c. c. de ácido acético diluido al 20 por ciento.

Solución número 2.—0.1 gramos de alfa-naftilamina se calientan con 20 c. c. de agua, se filtra y al filtrado se agregan 150 c. c. de ácido acético diluido.

Las dos soluciones se guardan por separado.

Para efectuar la prueba, se agitan 10 gramos de la harina fuertemente con 100 c. c. de agua destilada exenta de nitritos, por unos diez minutos y se filtra cuando la harina se ha asentado. Se colocan 50 c. c. del líquido filtrado en un tubo de Nessler y se agregan 1 c. c. de la primera solución y 1 c. c. de la segunda y se calienta el tubo

en un baño maría a 70° C. por diez minutos. En caso de haber nitritos en la harina se producirá una coloración rosada.

Para determinar cuantitativamente los nitritos que se encuentran presentes en la harina, se toman varios tubos de Nessler con 50 c. c. de agua exenta de nitritos y se les agrega a cada uno cantidades variables de una solución standard de nitrito de sodio. Se agregan unos 2 c. c. del reactivo Griess-Ilosvay y se dejan reposar los tubos unos diez minutos. Se compara la intensidad de coloración entre los tubos que contienen cantidades conocidas de nitritos y el tubo que contiene el líquido de la harina.

La solución standard de nitrito de sodio se prepara disolviendo 0.405 gramos de AgNO_2 puro, en agua destilada y agregando NaCl también puro hasta precipitar la plata totalmente. Se completa a un litro y se deja asentar el precipitado. Se toman entonces 100 c. c. de la solución y se lleva a 1,000 c. c. Un c. c. de esta solución equivale a 0.000012 grs. NO_2 o a 0.000018 grs. de NaNO_2 .

Se pueden determinar también los nitritos por medio de una solución de metafenilen-diamina y unas gotas de ácido sulfúrico concentrado, si hay nitritos se producirá una coloración café, al cabo de 15 minutos, por formación de la materia colorante amidoazoica llamada moreno de Bismark.

Cl.—La determinación del cloro presenta algunas dificultades. Al mezclarse con la harina el cloro es absorbido por las grasas de ésta combinándose con ellas y es allí donde lo podemos determinar. Para esto se extrae la grasa con éter o cualquier otro disolvente de grasas. Se deja evaporar el éter y el cloro se reconoce cualitativamente tomando con un alambre de Cu una pequeña cantidad de grasa y quemándola en la base de la llama del mechero, si hay cloro aparecerá una coloración verde característica.

Cuantitativamente se determina el cloro por método de la A. O. A. C.; se pesan 75 grs. de harina y se ponen en un frasco de tapón esmerilado con 150 c. c. de éter de petróleo. Se agita vigorosamente por un minuto y se deja reposar una hora. Se vuelve a agitar y se deja hasta el día siguiente, se filtra. Del filtrado se toman 50 c. c. y se ponen en una cápsula de platino de unos 80 c. c. de capacidad; si no se tiene de estas dimensiones se evaporan los 50 c. c. a pequeño volumen en una cápsula de porcelana al baño maría y entonces se pasan a una de platino chica. Se agregan después 5 c. c. de solución alcohólica de NaOH y se evapora a sequedad en baño de vapor calentándose después el residuo en una mufla. Se tratan las cenizas por

dos veces con 20 c. c. de HNO_3 diluido (1:3). Se filtra y se lava el residuo dos o tres veces con agua. El filtro y el residuo se calcinan en la mufla, se lavan las cenizas con HNO_3 diluido (1:16) y se agrega esto con el líquido anterior. Se neutraliza todo con CaCO_3 y se agregan 5 c. c. de cromato de potasio como indicador y se titula con solución décimormal de AgNO_3 .

Cuando se emplea en el blanqueo el NCl_3 la dificultad de cuantear el cloro crece pues se requieren grandes cantidades de harina para efectuar la determinación por ser muy pequeña la cantidad del cloro presente.

Peróxido de benzoilo.—Se han propuesto numerosos métodos para investigarlo, uno de ellos debido a Rothenfuser, es el siguiente: Un tubo de vidrio de 0.8 cms. de diámetro y de 11 de largo se marca en tres partes iguales, se pone harina (unos 0.7 grs.) hasta la primera marca. Se agrega éter de petróleo hasta la segunda marca (2.5 c. c.) y se agita fuertemente hasta mezclar la harina y el éter. Se completa hasta la tercera división con una solución alcohólica al 1% de clorhidrato de p-diamino-difenilamina (1 c. c.) y se vuelve a agitar todo. Se deja el tubo en reposo y al cabo de algunos minutos se han separado dos capas, y si hay presente peróxido de benzoilo la capa superior aparecerá coloreada de verde.

Spencer en 1927 ha dado otra reacción para la investigación del peróxido de benzoilo en las harinas blanqueadas, el cual consiste en agregar unas gotas de solución alcohólica recién preparada de resina de guayacán al 3%, a la harina preparada como para el ensayo de Pekar, del cual tratamos más adelante, se hace la inmersión de la harina en agua y en el caso de existir peróxido aparecerán en la harina manchas azul verdosas pálidas.

Los dos métodos descritos se refieren a reacciones del peróxido de benzoilo, pero como antes decimos, éste se descompone durante el almacenado para efectuar su acción decolorante, pero entonces se podrá investigar su presencia por la pequeña cantidad de ácido benzoico que resulta de la descomposición.

Mejoradores.

Los mejoradores se determinan agitando una cantidad de harina con éter, fuertemente y por algunos minutos, la harina flota en tanto que las materias minerales van al fondo. Este residuo se pesa y se lleva a por ciento. Si se quiere determinar qué clase de substan-

cias se encuentran presentes, se procede según el análisis químico cualitativo. De este modo se comprueba la presencia de persulfatos, fosfatos, bromatos, etc.

Aunque algunos de estos compuestos pueden determinarse inmediatamente en las harinas, como por ejemplo los fosfatos; se procede de la siguiente manera: 2 grs. de harina y 20 c. c. de agua destilada se agitan fuertemente con 7 c. c. de HCl concentrado y 10 c. c. de solución de molibdato de amonio; se agregan unas gotas de cloruro estanososo recientemente preparado y en caso de haber fosfato se producirá una coloración azul intensa.

Los persulfatos se pueden investigar también directamente en la harina por medio de sus reacciones características, pero como son muy laboriosas, generalmente se usa la siguiente que aunque no específica sí indica claramente la presencia de estos compuestos. Para esto se humedece la harina hasta formar una masa floja a la cuál se le agrega una solución al 1% de benecidina en metanol, la formación de puntos azules indica que la harina contiene persulfatos.

Los bromatos se investigan en el residuo mineral poniendo éste en un tubo de ensaye y agregando H₂SO₄ concentrado, se desprenderán vapores de bromo que se reconocen por su olor característico.

Las sales de amonio se investigan tratando el residuo por KOH o NaOH que desalojan al NH₄. Se percibe claramente el olor de amoníaco.

CAPITULO III
COMPOSICION QUIMICA DE HARINAS Y SALVADOS

HARINAS

La almendra harinosa del grano de trigo o endosperma, está cubierta por dos capas. Del centro de ella se obtienen harinas de poco valor alimenticio, puesto que esta parte que es la más blanda del grano, contiene mayor proporción de almidón que de glúten. La capa que le envuelve inmediatamente es la que proporciona las sémolas blancas de donde se obtienen las harinas que mezcladas con la harina flor de primera nos da la harina comercial. La capa exterior es la que produce las sémolas grises, de donde se obtienen harinas con una proporción de glúten mayor que las anteriores.

La composición media de las harinas puede variar según la clase de los trigos empleados en la molienda, grado de extracción de las harinas y la mayor o menor limpieza que haya sufrido el grano. Las harinas que han sido imperfectamente cernidas, tienen un porcentaje mayor de glúten y de salvadillo y por lo tanto, de celulosa (fibra cruda).

Para hacer resaltar más la comparación de nuestra harina comercial con harinas extranjeras, damos al final de este Capítulo un cuadro, que ilustra mejor que cualquier cosa que pudiéramos decir a este respecto. En él ponemos datos de harinas americanas tomados del "The Northwestern Miller" y mexicanas que son el promedio de varios cientos de análisis hechos en el Laboratorio de Control Químico, donde hice mi Tesis.

Los datos americanos corresponden a las diversas clases de harinas obtenibles en la escala industrial y podemos apreciar claramente las diferencias entre Short Patent que equivaldría en nuestro medio a una harina flor de primera; Patent que equivale a una harina flor de segunda y que es de un poco calidad que la llamada Straight y que es la que preparan los molinos mexicanos y que corresponde al máximo de buena calidad comercial en las harinas, que se puede obtener mezclando todas las caídas de un molino, viniendo a ser una extracción de 70% o sea que de una carga de trigo mexicano de 161

kilogramos se obtienen $2\frac{1}{3}$ costales de 45 kilogramos de harina cada uno o sean $112\frac{1}{2}$ kilogramos de harina en total.

Las harinas llamadas en los Estados Unidos First Clear y Graham (harina de 100% de extracción), propiamente no tiene correspondiente en nuestro país, la primera es de un poco mejor calidad que el llamado granillo en México y del cual se hacen los típicos "pambazos".

SALVADOS

Los salvados son la envoltura de la almendra harinosa de los granos de trigo, no es ni se le puede emplear como alimento para el hombre por su gran proporción de celulosa, empleándose únicamente en su mayor parte para alimento de animales.

Debe procurarse para obtener una buena harina, que el salvado quede con una ligera capa de ella, de lo contrario la que está unida a él, al desprenderla llevaría consigo la cerealina contenida en el salvado y que como ya indicamos es un fermento, una oxidasa que disminuye la elasticidad del glúten impidiendo que la masa levante al panificar. La cerealina pura, es amarillenta, soluble en agua y a 70° C. se coagula.

En la tabla final ponemos la composición química media de los salvados mexicanos y americanos que nos servirán para comparar:

Harinas americanas

	%	%	%	%	%	%
Trigo de Primavera:	Humedad	Cenizas	Acidez	Proteínas	Glúten seco	Grasa
Short Patent	12.8	0.38	0.080	11.7	12.0	1.25
Patent	12.9	0.48	0.090	11.9	12.0	1.34
Sraight	12.9	0.52	0.092	11.9	12.3	1.40
First Clear	13.4	0.72	0.156	13.1	13.9	1.85
Graham	12.1	1.88	0.188	12.8	13.1	2.29
Trigo duro de Invierno:						
Short Patent	12.6	0.37	0.078	11.5	11.8	1.23
Patent	12.5	0.47	0.088	11.6	12.1	1.30
Straight	12.5	0.50	0.090	11.8	12.2	1.30
First Clear	13.2	0.69	0.159	13.0	13.8	1.81
Graham	12.8	1.83	0.180	12.4	12.6	2.25

Trigo blando de invierno:

Short Patent	12.5	0.33	0.074	9.4	9.2	1.02
Patent	12.6	0.40	0.082	9.4	9.2	1.10
Straight.	12.7	0.43	0.096	9.5	9.4	1.16
First Clear.	13.1	0.62	0.144	12.0	11.0	1.63
Graham	12.1	1.70	0.169	10.1	9.8	2.41

Trigo de la Costa del Pacifico:

Short Patent	11.5	0.38	0.071	9.5	9.3	1.00
Patent	11.6	0.43	0.089	9.5	9.5	1.06
Straight.	11.7	0.50	0.092	9.6	9.5	1.06
First Clear.	12.2	0.64	0.145	10.3	9.6	1.53
Graham.	10.6	1.92	0.165	10.9	9.7	2.19

Harinas mexicanas

Mezcla de diversos trigos:

Harina flor de primera.	11.40	0.46	0.080	8.90	9.65	1.01
Harina flor de segunda	11.73	0.54	0.092	8.92	9.75	1.20
Straight o Comercial	11.85	0.63	0.140	9.06	12.00	1.40
Granillo	11.49	1.49	0.216	11.43	10.00	3.00
Promedio obtenido en el L. de C. Q. de diversas harinas tipo Straight.	12.57	0.57	0.160	8.93	10.50	1.03

Salvados americanos

	% Humedad	% Cenizas	% Acidez	% Grasa	% Proteínas	% Celulosa
Grueso.	8.79	6.38	0.300	4.06	13.15	33.01
Salvadillo.	8.87	4.10	0.410	5.21	14.10	30.00

Salvados mexicanos

Grueso	11.35	5.46	0.206	1.968	12.50	32.99
Salvadillo	11.06	3.93	0.301	2.201	16.00	28.97

CAPITULO IV
ANALISIS QUIMICO DE LOS PRODUCTOS DE LOS DIVERSOS
PASOS DE LA MOLIENDA

ANALISIS DE LOS DIFERENTES TRIGOS DE LA MEZCLA

Los once trigos constituyentes de la mezcla empleada en la molienda, y cuyo análisis sigue al de ellos, han sido mezclados sin ninguna base científica, únicamente empleando los conocimientos empíricos adquiridos durante una larga práctica en estas manipulaciones.

El análisis de estos trigos hecho por los mismos métodos que seguimos para los productos subsiguientes, fué como sigue:

	%	%	%	%	%
	Humedad	Cenizas	Acidez	Grasas	Prot. cruda
Sonora	9.47	1.740	0.202	1.200	12.00
San Andrés, Pue.	11.80	1.696	0.180	1.012	10.60
Tepeaca, Pue.	12.53	1.572	0.310	1.507	10.89
San Martín, Pue. I.	13.32	1.444	0.186	1.000	9.80
San Martín, Pue. II.	11.59	1.416	0.210	0.816	9.81
Atlixco, Pue., I.	11.05	1.384	0.168	1.111	9.55
Atlixco, Pue. II.	11.47	1.784	0.195	1.016	11.05
Defiance, Son.	9.94	1.596	0.315	2.010	9.81
Parián, Oax.	10.33	1.564	0.170	1.900	9.48
Acámbaro, Mich.	10.33	1.968	0.163	1.213	9.57
Apam, Hgo.	12.11	1.264	0.218	2.112	10.14

Los datos están reducidos a 15% de humedad.

ANALISIS DE LOS DIFERENTES PASOS DE LA MOLIENDA

Color

Las harinas fabricadas por medio de cilindros, tienen un color blanco mate, ligeramente azulado cuando provienen de trigos blandos, en tanto que son amarillentos cuando los trigos son duros; el matiz de ellas varía según su grado de extracción y calidad.

El examen del color es de interés ya que está de acuerdo con las impurezas que lleva la harina, tales como fragmentos de salvado, pelos del trigo, germen, tierra, etc., etc., siendo muy importantes los

datos obtenidos de él, tanto para el molinero como para el panadero.

Algunos de los procedimientos para determinar el color de una harina se fundan en la comparación de ésta con un tipo standard, otros en la medición colorimétrica ya sea de la harina comparada con una substancia blanca pura como el yeso especial (Tintómetro de Lovibond), usando vidrios graduados, amarillos, rojos y azules.

Kent-Jones y Herd (1927), atribuyen el color de las harinas a dos pigmentos y usan dos extractos, uno con gasolina que extrae el pigmento amarillo de la carotina y que no afecta los pigmentos contenidos en el salvadillo, éste último contiene xantofila que se extrae con alcohol metílico que no tiene acción sobre la carotina, este procedimiento se debe a los estudios de Coleman y Christie (1926) que llegaron a la conclusión de que el valor de color de gasolina de la A. O. A. C. no correspondía con el contenido en cenizas. Según los autores se obtienen mejores resultados con su procedimiento para el cual han ideado un colorímetro especial en el que hacen la comparación con solución de cromato de potasio. Del extracto metanólico eliminan la glutenina llevando después a un pH de 6.4 de acuerdo con los estudios de Blish y Sandstedt, usando como indicador exterior el azul de bromotimol y alcalinizando luego para regenerar el color.

Pekar ha utilizado la propiedad que tienen las harinas de tomar un tinte más oscuro cuando se humedecen, proporcionalmente a la cantidad de impurezas que llevan. Esta prueba además nos puede dar un dato sobre la panificación de la harina. Pues si humedecemos al mismo tiempo dos harinas diferentes y observamos que una de ellas se seca más rápidamente que la otra, podemos deducir que aquélla se panificará mejor puesto que absorbe el agua con más rapidez que la otra. Además, nos da una idea acerca del color del pan resultante.

Consiste la manipulación en comprimir fuertemente una cantidad igual de las harinas problemáticas (10 grs. aproximadamente), con un cristal plano sobre una tablilla barnizada de negro, después con un cuchillo se recortan los bordes a las pastillas de harina obtenidas, procurando darles una forma rectangular uniforme, haciendo lo mismo con una igual cantidad de harina que se tomará como tipo. Se yuxtaponen los diferentes rectángulos de harina y se aliza para formar un todo homogéneo poniendo una señal a la harina tipo para no confundirla, y se va introduciendo la tablilla con precaución, de manera que las harinas se mojan progresivamente, en un recipiente con agua con 10% de H₂SO₄ de modo que ésta bañe la mitad del

ensaye. De este modo pueden apreciarse perfectamente la diferencia de colores entre harinas que antes de la operación parecían casi del mismo color.

Aimé Girard empleó un método fácil y rápido por medio del cual se puede determinar la naturaleza de las motas observadas en las harinas. Esto se hace lavando unos 20 gramos de harina como si se tratara de obtener el glúten, pero reteniendo las aguas del lavado, que arrastran el almidón e impurezas. Se filtran estas aguas en una tela de seda muy fina, de tal modo que sólo deje pasar el almidón reteniendo las impurezas que siempre son mayores. Se recogen éstas, se secan y se pesan, llevando el resultado a por ciento. Desde luego que cuando se trata de harinas muy blancas hay que operar con cantidades mayores de ellas y emplear el microscopio para contar su número y determinar su naturaleza.

Aimé Girard contruyó un cuadro en el que clasifica las impurezas en inactivos o que no influyen en la panificación y activas que perjudican a ésta:

Clases de Impurezas	Extracción y calidad de las harinas			
	% Flor	% Primera	% Segunda	% Tercera
Inactivas				
Pericarpio..	1.800	3.700	6.900	10.00
Pelos..	400	900	4.500	5.600
Activas				
Salvados..	—	—	6.100	6.500
Gérmenes	200	800	4.200	7.600
Total en 1 gr. de ha- rina..	2.400	5.400	21.700	29.700

En nuestras investigaciones usamos el Tintómetro de Lovibond, y obtuvimos los resultados siguientes, de las diversas harinas procedentes de:

Muestra No.	Procedencia	Color %
4	Primer paso de trituración	96.6
6	Segundo „ „ „	96.8
8	Tercer „ „ „	92.6
10	Primer „ „ compresión	92.8
12	Segundo „ „ „	92.8

14	Tercer	„	„	„	92.6
16	Cuarto	„	„	„	92.6
18	Quinto	„	„	„	92.6
20	Centrífugo C.				92.6
21	Mezcla antes del blanqueo				93.2
22	Mezcla después del blanqueo				93.8

La harina del primer paso de trituración, es de un color inferior a la del segundo, y esto se debe a que el trigo aún lleva en su ranura tierra que no ha podido ser extraída en la limpia y que como es natural impurifica la harina cuando la cantidad de tierra es mucha se obtienen de este primer paso las llamadas harinas negras.

El segundo paso de trituración da una harina más blanca, procedente del centro de la almendra harinosa del grano, se observan en ella menor cantidad de motas que en la anterior.

Estas harinas y las procedentes del Centrífugo C son harinas untuosas al tacto y sumamente finas.

Las de la tercera trituración y de los cinco pasos de compresión, dan harinas granulosas, variando su color más o menos con la presencia de fragmentos de pericarpio, pelos y aceite del germen.

En la mezcla de ellas para obtener la harina comercial predominan los caracteres de las harinas de compresión. (1)

Humedad

Entendiéndose por humedad la pérdida de peso que experimenta la muestra y que corresponde principalmente a H₂O, sustancias volátiles, grasas, etc.

La determinación de ella en las harinas, es un dato importante que debe conocer el molinero, puesto que del grado de hidratación de ellas depende de que se puedan conservar más o menos tiempo.

El método más usado actualmente para esta determinación, es el de la estufa de aire caliente.

Se toman cinco grs. de la muestra que se colocan en un pesafiltros de aluminio previamente tarado, se pone el pesafiltros dentro de la estufa a 130° C. durante una hora, se saca después tapándolo

(1) Los vidrios del Tintómetro de Lovibond vienen ya marcados en una escala especial pero como el dato de esta escala especial no explica nada a los molineros en el L. C. Q. se ideó el método siguiente: se suman los valores de los vidrios usados, se multiplican por 20 y se restan de 100 correspondiendo este valor al blanco puro del yeso tipo, del aparato.

antes dentro de la estufa y se pone en un desecador, pasándose cuando está ya a la temperatura del laboratorio; la pérdida de peso llevada a por ciento, es la cantidad de agua y substancias volátiles perdidas por la muestra contenida en 100. Este método fué el seguido por nosotros en nuestro estudio.

Obteniendo los datos siguientes:

Muestra No.	Procedencia	Humedad %
1	Trigo antes del acondicionamiento	12.19
2	„ „ después de la acondicionamiento	12.73
3	Primer paso de trituración	11.43
5	Segundo „ „ „	11.24
7	Tercer „ „ „	10.56
9	Primer „ „ „ compresión (sémolas)	11.10
11	Segundo „ „ „ „	9.98
13	Tercer „ „ „ „	11.94
15	Cuarto „ „ „ „	11.49
17	Quinto „ „ „ „	9.27
19	Colas para el Centrifugo C	11.95
23	Grano	11.94
24	Salvadillo	11.35
25	Salvado	11.35

Harinas

4	Del primer paso de trituración	11.73
6	„ segundo „ „ „	11.40
8	„ tercer „ „ „	10.93
10	„ primer „ „ „ compresión	11.21
12	„ segundo „ „ „	11.47
14	„ tercer „ „ „	11.55
16	„ cuarto „ „ „	11.97
18	„ quinto „ „ „	14.30
20	„ Centrifugo C	11.99
21	Mezcla antes del blanqueo	11.85
22	Mezcla después del blanqueo	12.25

Puede verse que la humedad de los diferentes productos de la molienda es sensiblemente la misma, en la mayoría de ellas; debiendo ir decreciendo a medida que ésta avanza, a causa del agua evapo-

rada por el calor producido por los cilindros, como en efecto se observa en los tres primeros pasos de trituración. Sin embargo, a partir del primer paso de compresión la humedad varía sensiblemente, y creo que esto se debe a la distancia que deben recorrer los productos para llegar al lugar donde se tomaron las muestras y al número de ellas, esto puede comprobarse examinando el plano. En esa distancia vuelven a tomar del aire la humedad perdida (2).

En las harinas la humedad es la misma para todas ellas, excepto en las de la quinta compresión en que aumenta: quizá se debe a contener éstas las que proceden del ciclón colector señalado en el diagrama y al que llegan todos los polvos de harina recolectados por los ventiladores de los cernedores y molinos, los de estos últimos tienen por objeto evitar un fuerte calentamiento en los cilindros que perjudicaría a la harina.

La lenta conducción de los polvos, del ciclón al centrífugo C, permite a éstos absorber mayor cantidad de humedad.

La diferencia de humedad entre el trigo antes del acondicionamiento y después es de 0.54%.

La humedad determinada en estufa de vacío siempre es mayor que en la de aire caliente y ésta a su vez mayor que la determinada con estufa de Chaqueta de Agua, siendo las diferencias aproximadas entre el primero y último métodos hasta de 1%.

Cenizas

Las sales minerales están repartidas diferentemente en los diversos productos de la molienda. Las harinas que se obtienen de los primeros pasos de trituración son las que tienen menor por ciento de cenizas en relación a las harinas obtenidas de la compresión de las sémolas.

(2) Moliendo trigo muy seco, con la molienda la superficie aumenta enormemente, así que al final de ella hay un equilibrio entre la humedad de la harina; para Minnessotta la humedad media es de 13% o sea que si se muele trigo con 13% de humedad no hay ni pérdidas ni ganancias por deshidratación o hidratación; en cambio, si se muele trigo con 11% de humedad hay un aumento de 1½% de humedad, nosotros quisimos determinar este dato para México, pero la falta del equipo correspondiente en la escala industrial nos lo impidió; además, que estos datos hay que determinarlos por un número grande de experiencias tanto en época de seca, como en tiempo de agua.

17	Quinto	"	"	"	"	1.868
19	Colas para el Centrifugo C					2.420
23	Grano					1.496
24	Salvadillo					3.928
25	Salvado					5.460

Harinas

4	Harina del primer paso de trituración					0.548
6	"	"	segundo	"	"	0.464
8	"	"	tercer	"	"	0.644
10	"	"	primer	"	"	compresión 0.748
12	"	"	segundo	"	"	0.628
14	"	"	tercer	"	"	0.660
16	"	"	cuarto	"	"	0.776
18	"	"	quinto	"	"	0.760
20	"	"	Centrifugo C			1.916
21	Mezcla antes del blanqueo					0.688
23	Mezcla después del blanqueo					0.650

El trigo después de limpio tiene como es natural, según se ve en los resultados obtenidos, un porcentaje de cenizas menor que el trigo sucio.

Del primer paso de trituración al tercero los productos gruesos que resultan tienen un porcentaje de cenizas cada vez mayor, debido a que después de cada trituración han sufrido el tamizado correspondiente, perdiendo harina y aumentando su tanto por ciento de salvado y siendo éste el que lleva la mayor parte de substancias minerales, como se ve en el análisis correspondiente, es lógico que mientras menos harina tenga y más salvado, habrá mayor cantidad de cenizas.

Los productos de compresión de las sémolas, tienen un tanto por ciento de cenizas más o menos igual aunque aumentando también del primero al último.

Las colas llegadas al centrifugo C procedentes de la tercera sección del segundo plansichter y de la cepilladora de salvado, tienen el tanto por ciento de cenizas más elevado de todas las sémolas, lo cual creemos que sucede porque tanto unos como otros están muy cargados de salvadillo, e indudablemente los procedentes de la cepilladora llevan bastante tierra aún, lo cual hace que la harina obtenida del centrifugo C tenga también el porcentaje de cenizas elevado.

Del grano al salvado aumentan también progresivamente.

Las harinas procedentes de la trituration son las menos impuras, puesto que su tanto por ciento de cenizas es el menor, siendo sensiblemente el mismo para todas ellas; puede notarse una estrecha relación entre los productos de donde provienen las harinas y las harinas mismas.

La mezcla de todas las harinas da la harina comercial con 0.664% de cenizas.

Acidez

La acidez varía en los diversos productos de la molienda, siendo menor en las harinas que en los salvados.

Las harinas nuevas son menos ácidas que las viejas o mal conservadas.

La acidez de harinas de trigos blandos es menor que la que proviene de trigos duros; una acidez excesiva va acompañada siempre de un cambio de caracteres organolépticos tan marcados que en la generalidad de los casos determinan un detrimento comercial grande.

La determinación de ella puede hacerse por varios métodos. El que nosotros empleamos fué el de la A. A. C. C. que consiste en poner 18 gramos de la harina en un Erlenmeyer, agregando 200 c. c. de agua destilada y calentando a 40° C. en baño maría 10 minutos, se deja enfriar agitando frecuentemente y se deja reposar una hora después de la cual se filtra, despreciando los 10 primeros c. c. y recogiendo los 100 siguientes.

Estos se titulan con NaOH/20, usando fenoltaleína como indicador.

La acidez encontrada en los diferentes productos de la molienda, fueron los siguientes:

Muestra No.	Procedencia	Acidez %
1	Trigo antes de la limpia	0.188
2	„ después de limpia	0.181
3	Primer paso de trituration	0.120
5	Segundo „ „ „	0.129
7	Tercer „ „ „	0.141
9	Primer „ „ compresión (sémolas)	0.073
11	Segundo „ „ „	0.075
13	Tercer „ „ „	0.087
15	Cuarto „ „ „	0.095
17	Quinto „ „ „	0.110

19	Colas para el Centrífugo C	0.138
23	Grano	0.216
24	Salvadillo	0.301
25	Salvado	0.206

Harinas

4	Del primer paso de trituración	0.175
6	.. segundo	0.168
8	.. tercer	0.185
10	.. primer compresión	0.080
12	.. segundo	0.092
14	.. tercer	0.115
16	.. cuarto	0.108
18	.. quinto	0.131
20	.. centrífugo C	0.156
21	Mezcla antes del blanqueo	0.140
22	Mezcla después del blanqueo	0.149

Comparando los resultados se ve que las harinas procedentes de la compresión de las sémolas, tienen un porcentaje de acidez menor que las de trituración, y que varia de acuerdo con la acidez de los productos de los diversos pasos. Debiéndose esto al mayor contenido de salvadillo y germen en estas últimas.

Grasa cruda

Como las materias minerales y la acidez, las materias grasas se reparten en proporciones variables en los diversos pasos y productos de la molienda.

Su proporción disminuye en las harinas, siendo mayor en los salvados y salvadillos.

Las harinas de primera comerciales pueden llevar de 0.75 a 1.20% de materias grasas. Admitiéndose hasta 1.60% en harinas procedentes de trigos duros.

Si al analizar una harina se encuentra que el tanto por ciento en grasas es mayor que estas cifras, puede hacernos suponer que el cernido ha sido efectuado con cernedores de mallas muy abiertas que han dejado pasar a las harinas fragmentos de salvadillo y germen.

A medida que aumenta la edad de la harina, el por ciento en grasas disminuye hasta llegar a ser nulo por haberse toda la grasa

probablemente saponificado o transformado por algún complejo proceso de enranciamiento.

El método empleado fué el de la A. A. C. C. y A. O. A. C. que consiste en extraer de 5 grs. de muestra la grasa, con éter de petróleo en un Soxhlet o en un Cottel-Underwriter, se pasa la solución de éter a una capsulita de porcelana tarada previamente y se deja evaporar el éter, secando después en la estufa y llevando el resultado a tanto por ciento.

Muestra No.	Procedencia	Grasa %
1	Trigo antes de la limpia	1.908
2	.. después de la limpia	1.508
3	Primer paso de trituración	1.160
5	Segundo	1.316
7	Tercer	1.265
9	Primer compresión (sémolas)	0.935
11	Segundo	0.898
13	Tercer	1.016
15	Cuarto	1.293
17	Quinto	1.102
19	Colas para el Centrifugo C	1.752
23	Grano	3.000
24	Salvadillo	2.201
25	Salvado	1.968

Harinas

4	Del primer paso de trituración	1.006
6	.. segundo	1.122
8	.. tercer	1.202
10	.. primer compresión	0.850
12	.. segundo	1.000
14	.. tercer	1.201
16	.. cuarto	1.103
18	.. quinto	1.016
20	.. centrifugo C	1.520
21	Mezcla antes del blanqueo	1.400
22	Mezcla después del blanqueo	1.316

Se puede observar desde luego que el porcentaje de grasa en el trigo antes de la limpia es mayor que en el trigo limpio, ésto se debe

indudablemente a la presencia en el primero del germen, el cual como sabemos es muy rico en grasa. El trigo limpio ha perdido parte del germen y por lo tanto, disminuye la cantidad de grasa que contiene.

Las harinas del primer paso de trituración son menos ricas en grasa que las otras dos de los pasos siguientes, esto sin duda se debe a que a medida que avanza la molienda, los productos son más fuertemente comprimidos, lo que hace que el resto del germen se rompa e impurifique el producto.

Antes de usar el blanqueamiento de las harinas el color de éstas era proporcional al contenido en grasa ya que como hemos dicho antes el color de la grasa del germen es anaranjado fuerte por haber ya sufrido con la molienda una oxidación incipiente. Este aceite fácilmente se enrancia, probablemente debido a la presencia de una enzima, tomando un color café oscuro, cosa que está de acuerdo con su elevado índice de yodo, ya que el aceite tiene 115.4 y los ácidos grasos insolubles que de él provienen 123.3

Proteínas crudas

Debido a su gran importancia en la constitución de los cuerpos orgánicos se les ha dado este nombre. (del griego: $\pi\rho\omega\tau\epsilon\omicron\upsilon$, igual a : semientes).

Los compuestos nitrogenados que se determinan globalmente y que reciben el nombre de Proteína Cruda, se pueden dividir en dos grupos: Insoluble y Solubles; aquéllos son la gladina y la glutenina que constituyen el glúten verdadero; éstos, solubles, llamados proteínas no glúten, son: la leuconina, edestina, y enzimas, entrando en este grupo los compuestos amínicos que son principalmente: asparagina, alantoina, betaína y colina.

Hay multitud de métodos para determinar cada uno de estos grupos y cada uno de estos individuos, pero lo laborioso de los procedimientos ha hecho que como dato comercial sólo se use el de Proteína Cruda, ya que de este dato, la casi totalidad del N corresponde a las proteínas del glúten verdadero. Los factores que usamos en este trabajo para obtener el dato de proteína se deben al ilustre químico cerealista inglés Kent-Jones y son para harinas 5.7 y para trigos 5.83.

El indicador que empleamos en la titulación fué el rojo de metilo cuyo pH es de 4.4 a 6.0 virando del rojo-anaranjado-amarillo.

La determinación de proteína es de suma importancia pues la llamada fuerza de la harina depende de la proporción que hay en el glúten de gliadina y glutenina. Aunque no se ha dicho la última pa-

labra sobre la proporción en que deben de encontrarse las proteínas insolubles, se acepta como regla general que la fuerza de la harina es directamente proporcional a la proteína cruda, siempre que no se trate de trigos duros del tipo "Durum" y anotando también que ningún trigo da un glúten bueno, o como se llama en la industria balanceando, para obtener un buen pan. En la formación de la óptima mezcla de trigos de que se dispone en una región, tanto desde el punto de vista económico, como desde el de la calidad de la harina es donde el control químico desarrolla su principal papel, completando su obra, con la producción de las harinas que necesita el mercado, cosa que aún en nuestro medio no se acostumbra pues como antes hemos dicho sólo se produce el tipo de harina Straight ya que en la enorme mayoría de nuestros hogares siempre se compra el pan hecho, pues no son suficientemente populares entre nosotros ni los biscuits (harinas de poca proteína y poca fuerza, de trigos blandos); self raising flour (harina que ya tiene mezclados los polvos para hornear); Graham flour (harina de trigo completo de 100% de extracción) y con la cual se hace el llamado pan negro, mucho más rápido e higiénicamente más conveniente para la alimentación humana, y que en cierto modo corresponde a nuestros sabrosos pambazos hechos con granillo.

Usamos el método Kjeldahl-Gumming-Arnold, empleando para ello 1 gr. de muestra más o menos. Obteniendo los resultados siguientes:

Muestra No.	Procedencia	Proteínas %
1	Trigo antes de la limpia	9.91
2	.. después de la limpia	10.31
3	Primer paso de trituración	9.31
5	Segundo	10.91
7	Tercer	11.93
9	Primer compresión (sémolas)	9.47
11	Segundo	8.97
13	Tercer	10.32
15	Cuarto	9.99
17	Quinto	9.75
19	Colas para el Centrifugo C	11.90
23	Grano	11.43
24	Salvadillo	16.00
25	Salvado	12.50

Harinas

4	Del primer paso de trituración	7.80
6	.. segundo	7.58
8	.. tercer	8.78
10	.. primer compresión	8.90
12	.. segundo	8.74
14	.. tercer	8.93
16	.. cuarto	9.85
18	.. quinto	10.12
20	.. centrifugo C	10.62
21	Mezcla antes del blanqueo ..	9.06
22	Mezcla después del blanqueo	9.00

En los tres pasos de trituración el porcentaje de proteínas aumenta progresivamente debido a que se va eliminando la parte emilácea del grano concentrándose por lo tanto la proporción de pericarpio, el cual puede llegar en nuestro caso hasta un máximo que puede ser hasta 3% mayor más o menos de las proteínas del trigo empleado dependiendo por lo tanto, del número de pasos, pues como se ve en la tabla anterior el aumento es alrededor de 1% en cada uno de ellos. De esto se concluyó alguna vez, que el valor alimenticio del pan sería mayor si se uniese a las harinas la envoltura de la endosperma, habiéndose obtenido con esto el llamado pan integral; sin embargo, más tarde se comprobó que el salvado al atravesar el aparato digestivo no abandona, más que proporciones ínfimas de materias nitrogenadas, sin embargo, al no digerirse la celulosa se obtiene un material inerte que abulta las materias fecales, siendo este medio uno de tantos pero el más natural para corregir la constipación crónica. El salvado y salvadillo son los productos más ricos en materias nitrogenadas.

En cuanto a las harinas, las primeras son las más pobres en proteínas, porque proceden de la porción central del grano, la cual es muy rica en almidón, pero pobre en substancias nitrogenadas. En los pasos siguientes de trituración y compresión el porcentaje de proteínas aumenta progresivamente.

Las colas llegadas al centrifugo C, tienen el tanto por ciento de proteínas más elevado, desde luego, podemos prever que la harina que se obtenga de ellas será también la más rica en proteínas, puesto que observando los resultados analíticos se comprueba una relación entre las harinas y los productos de la molienda de que provienen.

Absorción

Se llama absorción a la cantidad de agua que absorben 100 partes de harina para formar una masa de consistencia panadera.

La importancia de la determinación de la absorción de agua por la harina es innegable, ya que el peso del pan obtenido, su volumen y calidad están relacionados íntimamente con la cantidad de agua empleada en el amasado.

Por lo tanto, éste es un dato que en nuestro medio sólo interesa al panadero; sin embargo, hay que tener presente que como en México no se compra el pan por peso, prácticamente este dato no tiene la importancia que debiera.

Hechas las determinaciones, encontramos para cada una de las muestras los datos siguientes:

Muestra No.	Procedencia	Absorción %
4	Harina del primer paso de trituración	47.00
6	„ „ segundo „ „ „	47.50
8	„ „ tercer „ „ „	48.00
10	„ „ primer „ „ „ compresión	49.00
12	„ „ segundo „ „ „	47.50
14	„ „ tercer „ „ „	48.50
16	„ „ cuarto „ „ „	51.00
18	„ „ quinto „ „ „	50.50
20	„ „ compresor C	51.00
21	Mezcla antes del blanqueo	48.50
22	Mezcla después del blanqueo	48.30

Debemos decir que hay dos clases de absorción en la harina, la determinada al hacer la masa para hacer la determinación de los glútenes húmedo y seco y la llamada "verdadera", obtenida midiendo el agua al hacer la masa en la prueba de la panificación.

Ambas generalmente más pequeñas que las obtenidas en escala industrial por los panaderos al hacer sus masas.

Glúten crudo

La proporción y calidad del glúten crudo, varía con la calidad y variedad del trigo.

Las harinas procedentes de trigos tiernos y blandos dan un tanto por ciento de glúten muy bajo, en tanto que las de las harinas de trigos duros lo tienen elevado.

El glúten es una substancia blanda, gomosa, elástica, de color blanco-amarillento, sin gusto. Expuesto a la humedad se hincha y se pudre, lo cual determina también la descomposición de las harinas. El glúten seco es frágil y duro. A él se debe en la panificación la formación del esqueleto duro que da forma al pan, por haberse coagulado; seco pierde su elasticidad.

Sin embargo, si antes de secarlo se le mezcla un 40% de harina y se reduce a polvo después, conservará sus propiedades y servirá si se quiere para aumentar el glúten de harinas pobres de él, haciéndose esto sobre todo en las fábricas de pastas y empleando las harinas ricas en almidón, en galletas.

Siendo el glúten un factor muy importante en la panificación, ha sido muy estudiado y se ha llegado a la conclusión de que para que una harina tenga las mejores condiciones, el glúten debe estar compuesto por:

Gliadina	75%
Glutenina	25%
<hr/>	
Total.	100%

según Fleurent; pero según Jago y Kent-Jones las proporciones deben ser otras.

La dosificación del glúten es operación muy conocida por la cual la pasamos por alto, haciendo hincapié únicamente en los factores que influyen en ella.

Desde luego la temperatura del agua influye grandemente sobre la cantidad del glúten obtenido. Arpin, químico del sindicato de panaderos franceses, obtuvo los siguientes resultados con aguas a distintas temperaturas:

Temperatura del agua de malaxado	Glúten Húme.o %	Glúten Seco %
5 grados	23.98	7.83
15 ..	25.26	8.08
25 ..	26.42	8.24
35 ..	26.41	8.46

El aumento del glúten al aumentar la temperatura parece que se debe a que a mayor temperatura el glúten se coagula mejor, rete-

niendo más agua. Por lo tanto, hay que hacer las determinaciones a temperaturas iguales del agua de lavado para obtener datos comparables.

La pureza de las aguas es otro dato importante; las aguas muy puras eliminan al lavar algo del glúten por disolución, en tanto que las cargadas de sales de calcio aumentan el peso del glúten.

Fleurent por una serie de experimentos, confirmados después por Lindet, ha demostrado que un glúten con más de 75% de gliadina pierde por un lavado prolongado más gliadina que glutenina y viceversa cuando el glúten tiene más de 25% de glutenina.

Puede concluirse de esto que no debe lavarse el glúten con exceso y que para comparar los pesos del glúten de diferentes harinas debe procurarse emplear para cada uno de ellos el mismo tiempo.

Otro factor es el tiempo que se abandona la pasta de harina antes de extraer el glúten; se puede ganar en glúten húmedo después de una hora hasta 0.5%; sin embargo, la cantidad de glúten seco no varía:

	Glúten Húmedo %	Glúten Seco %
Lavado inmediato	25.26	8.08
Lavado después de 15 minutos	25.25	8.03
" " " 30 "	25.76	7.99
" " " 1 hora	25.78	7.96
" " " 2 horas	25.67	7.96
" " " 3 "	26.14	7.89
" " " 4 "	26.72	8.00

Los trigos buenos dan un peso de glúten que varía entre 23 y 45%, que se estira sin romperse volviendo a su forma primitiva.

De harinas de trigos echados a perder no se puede obtener, sino muy poco glúten o nada y el que se obtiene no es elástico debido a que las fermentaciones destruyen esta propiedad y además no se conglomeran y se va con las aguas del lavado.

Una harina en estas condiciones no dará buenos resultados en la panificación. Sin embargo, entre varias harinas que tienen el mismo tanto por ciento de glúten húmedo, serán mejores en la panificación aquéllas cuyo glúten sea elástico, estirándose en hebra larga sin romperse, que las que tienen un glúten llamado de hebra corta, que se rompe fácilmente al estirarse.

No obstante esto, puede también suceder que trigos que tienen un buen glúten, después de la molienda la calidad de éste es mala, lo cual se debe a que se les ha hecho sufrir una molienda más intensa de lo necesario con lo que se obtiene una harina sobre molida y recalentada, el glúten de esta harina es gris, corto y la harina panificada se cuece mal.

La cantidad de agua de hidratación del glúten es un dato que permite apreciar también las cualidades de éste. El glúten seco pierde de 60 a 70% de su peso con respecto al húmedo cuando es de buena calidad, cuando la pérdida es menor de 60% puede considerarse como malo. Cuanto mayor es la cantidad de agua absorbida por el glúten, tanto más elástico es éste y por lo tanto la harina será buena en la panificación.

Se han ideado aparatos como el Aleurómetro Boland y el Fariómetro Kunis con el objeto de poder apreciar las cualidades físicas del glúten.

En nuestras determinaciones empleamos el método sencillo de lavado con agua, a la temperatura de 18° C. durante doce minutos; la dureza del agua fué de 14 grados hidrométricos franceses. El secado se efectuó en estufa de aire caliente a 130° C. durante dos horas, cortando la superficie del glúten al poco tiempo de introducido en la estufa, con el fin de facilitar su secado.

El glúten que obtuvimos de las diferentes muestras era en todas ellas de buena calidad, blanco-amarillento, elástico, homogéneo; los resultados fueron como sigue:

Muestra No	Procedencia	Húmedo	Seco	H ₂ O	Glúten % de Hidratación
4	Primer paso de trituración	23.75	7.75		67.37
6	Segundo	25.15	7.65		69.58
8	Tercer	33.20	11.60		65.06
10	Primer compresión	28.75	9.10		68.35
12	Segundo	28.50	9.00		68.42
14	Tercer	28.70	9.35		67.42
16	Cuarto	30.70	11.20		63.51
18	Quinto	27.20	9.85		63.97
20	Centrífugo C	33.85	11.70		65.29
21	Mezcla antes del blanqueo	29.00	12.00		65.62
22	Mezcla después del blanqueo	33.00	11.25		66.40

Como en el caso de las proteínas, las harinas de los dos primeros pasos de trituración son las menos ricas en glúten, debido también

a que proceden de la parte central del grano, muy rica en almidón pero pobre en glúten, ya que estos dos constituyentes de la harina están colocados en el grano inversamente, es decir, que la proporción del glúten en el grano disminuye de fuera hacia dentro, en tanto que el almidón más abundante en el centro lo es menos en la parte exterior de la endosperma.

A medida que la molienda avanza, aumenta el porcentaje de glúten en las harinas, puesto que éstas proceden de la parte rica en glúten del grano. Se puede observar una estrecha relación entre las proteínas y el glúten, aumentando éstas cuanto más aumenta aquél...

Debemos decir que la determinación del glúten en manos expertas es de tomarse en consideración, pues de la cantidad inicial de glúten se puede perder en el lavado de 10 a 16% de él, pérdida compensada por el almidón que nunca se llega a eliminar totalmente, así como por algunos otros de los constituyentes de la harina, tales como: grasas, fibra, etc.

Cuadro Analítico General

Muestra	Procc. encla		%	%	%	%	%	%	%	Glúten		
			Color	Humedad	Cenizas	Acidez	Grasa	Proteínas	Absorción	C. húmedo	C. seco	H ₂ O Hidra
4	Harina	del primer paso de trituración	96.6	11.73	0.548	0.175	1.006	7.80	47.00	23.75	7.75	67.37
6	"	" segundo " " "	96.8	11.40	0.464	0.168	1.122	7.58	47.50	25.15	7.65	69.58
8	"	" tercer " " "	92.6	10.93	0.644	0.185	1.202	8.78	48.00	33.20	11.60	65.06
10	"	" primer " " compresión	92.8	11.21	0.748	0.080	0.850	8.90	49.00	28.75	9.10	68.55
12	"	" segundo " " "	92.8	11.47	0.628	0.092	1.000	8.74	47.50	28.50	9.00	68.42
14	"	" tercer " " "	92.6	11.55	0.660	0.115	1.201	8.93	48.50	28.70	9.35	67.42
16	"	" cuarto " " "	92.6	11.97	0.776	0.108	1.103	9.85	51.00	30.70	11.20	63.51
18	"	" quinto " " "	92.6	14.30	0.760	0.131	1.016	10.12	50.50	27.20	9.85	63.97
20	"	" centrífugo C.	92.6	11.99	1.016	0.156	1.520	10.62	51.00	33.85	11.70	65.29
21	"	mezcla antes del blanqueo	93.2	11.85	0.688	0.140	1.400	9.06	48.50	29.00	12.00	65.62
22	"	mezcla después del blanqueo	93.8	12.25	0.650	0.149	1.316	9.00	48.30	33.00	11.25	66.40
1	Trigo	antes del acondicionamiento		12.19	1.492	0.188	1.908	9.91				
2	"	después " " "		12.73	1.328	0.181	1.508	10.13				
3	Primer	paso de trituración		11.43	1.504	0.120	1.160	9.31				
5	Segundo	" " "		11.24	2.040	0.129	1.316	10.91				
7	Tercer	" " "		10.56	3.592	0.141	1.265	11.93				
9	Primer	" " compresión (sémolas)		11.10	1.104	0.074	0.985	9.47				
11	Segundo	" " "		9.98	1.028	0.075	0.898	8.97				
13	Tercer	" " "		11.94	1.588	0.087	1.016	10.32				
15	Cuarto	" " "		11.49	1.456	0.095	1.293	9.99				
17	Quinto	" " "		9.27	1.868	0.110	1.102	9.75				
19	Colas	para el centrífugo C.		11.95	2.420	0.138	1.752	11.90				
23	Grano.			11.94	1.496	0.216	3.000	11.43				
24	Salvadillo			11.06	3.928	0.301	2.201	16.00				
25	Salvado			11.35	5.460	0.206	1.968	12.50				

Datos reducidos a 15% de Humedad

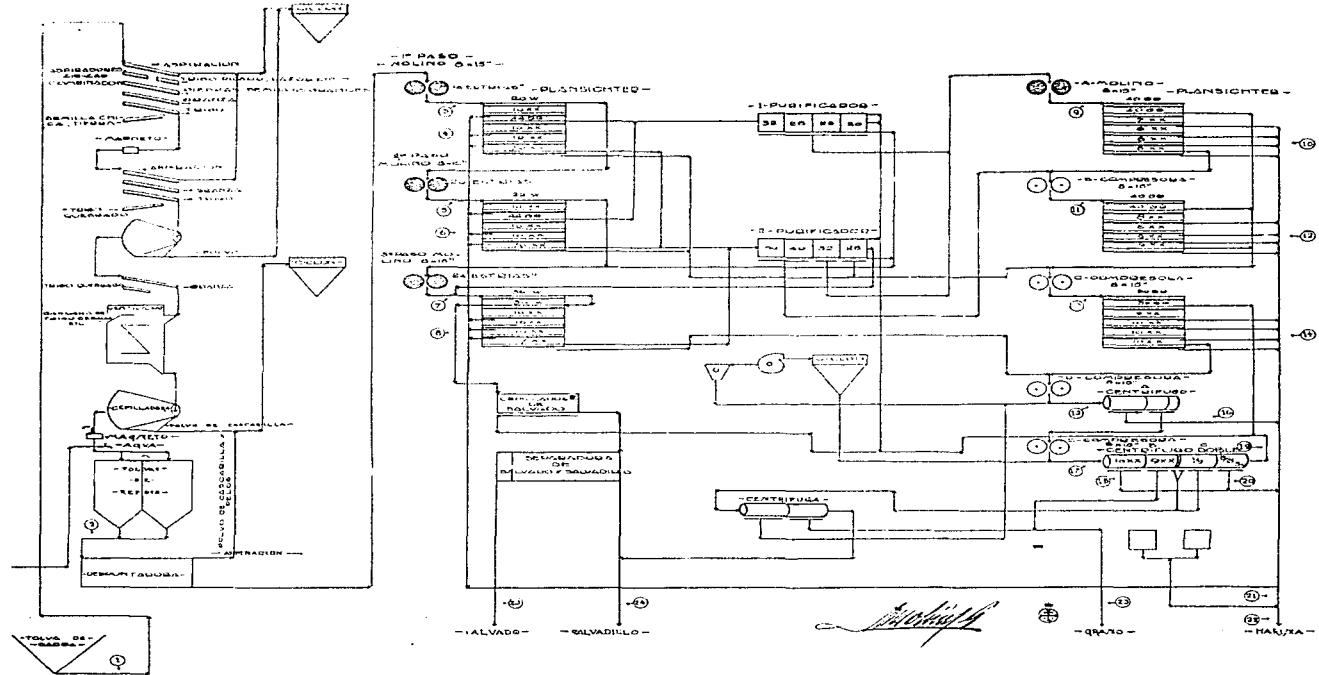


Diagrama del Molino de Trigos «San Rafael» de Puebla, Pue.

CAPITULO V

APENDICE

CONCLUSIONES

De todo lo dicho anteriormente podemos concluir:

a).—Que no estando reglamentado en México el comercio de los trigos, no hay tipos definidos genuinamente mexicanos, a los cuales hacer referencia; y en cuanto a elementos extraños y granos dañados no hay subdivisión en clases, por lo tanto si el trigo tiene mucho "Dockage" y granos averiados, el comprador rebaja el precio proporcionalmente. Se empieza ahora en nuestro medio industrial a analizar los trigos para las transacciones comerciales, siendo el dato fundamental el de proteínas, pues a los de humedad y dockage no se les da la importancia que debiera. Y debido a que el muestreo lo hace el vendedor en la mayoría de los casos sin las reglas precisas que hay para este objeto; muchas veces al llegar la mercancía a manos del comprador, no corresponde ésta a la muestra presentada originalmente.

b).—Que las harinas mexicanas en su casi totalidad son del tipo Straight, es decir, el máximo de extracción de harina comestible.

c).—Que los molinos al no tener control químico no pueden hacer contratos por tiempo determinado sobre cierta clase de harina que ha sido obtenida de una mezcla de trigos que por casualidad, resultó inmejorable; por lo tanto, la harina mexicana es dentro de su calidad de Straight, de tipo variable.

d).—Por lo que a datos analíticos se refiere, concluimos: 1).—Que las proteínas de harinas mexicanas son bastante más bajas que las de las harinas americanas que hemos tomado como tipo de comparación y lo mismo pudiera decirse respecto de su "fuerza". 2).—La humedad oscila entre límites relativamente pequeños, siendo el promedio en harinas comerciales de 12.57%.

3).—Los datos que propiamente dan la clase de harina: cenizas, grasa y absorción, son relativamente variables, dependiendo del primero del equipo para limpieza del trigo, del molino; pero en general, el dato promedio es de 9.57%. El dato de grasa depende del esquema de molienda siendo el promedio de 1.03%, y en cuanto al

de absorción es difícil de precisar por qué no todos los panaderos trabajan con el mismo grado de hidratación en sus masas, variando entre 55 y 65%, siendo un promedio aceptable el de 61%. En cuanto al dato de acidez, el cual sirve para orientar acerca de la edad de la harina es como promedio: 0.160% A. A. C. C. Hacemos notar que en muchos casos no se deja envejecer la harina los tres meses clásicos.

e).—Es por lo tanto innegable la importancia del papel que está llamado a desempeñar el químico en la industria molinera, no sólo para determinar el estado y calidad de las harinas sino para efectuar un control de los diferentes pasos de la molienda y fijar las constantes industriales que permitan al molinero mejorar cada vez más sus productos, obteniendo mayores rendimientos y presentando así una competencia ventajosa.

BIBLIOGRAFIA

"Flour Milling".—Peter A. Kozmin.

"Traité de Chimie Analytique Appliquée".—Vittorio Villavecchia.

"Análisis Químico".—J. Casares Gil.

"Tratado de Molinería".—R. Lampaya.

"The Chemistry of Wheat Flour".—C. H. Bailey.

"Manuel du Constructeur de Moulins et du Meunier".—F. Baumgartner.

"Manuel du Constructeur de Moulins et du Meunier".—F. Baumgartner et L. Graf.

"Modern Cereal Chemistry".—D. W. Kent-Jones.