

CONFERENCIAS SOBRE MOLINERIA Y PANIFICACION

DADAS EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA PLATA

POR EL

Ingeniero HENRY d'ANDRE

I. — *Los estudios cerealistas*

El desarrollo industrial y el progreso técnico alcanzados, hasta la fecha, por las industrias transformadoras del trigo: la Molinera y la Panadera, justifican ampliamente el interés que se ha puesto siempre en los estudios que tienen por finalidad la más fácil producción, el mayor rendimiento y la mejor calidad, tanto del cereal utilizado como de los productos elaborados.

En la transformación de los sistemas de cultivo del trigo, en la substitución de los tipos nativos heterogéneos por las nuevas variedades creadas por hibridación artificial, en la implantación de medios mecánicos más perfeccionados y en la aplicación de procedimientos industriales más productivos encontramos siempre el fruto de una labor de estudio alentada por los resultados obtenidos en el campo agrícola e industrial.

Lógicamente la mayor producción y el más rápido adelanto industrial han beneficiado a los países que más contribuyeron a los estudios cerealistas, es decir, a los países que más difundieron los conocimientos adquiridos en el campo y en el laboratorio. Todo el enorme material de información técnica conseguido por los estudios cerealistas, fué efectivamente producido en su mayor parte en Estados Unidos, en Inglaterra, en Canadá, en Australia, que son también los países en los cuales la producción y la industrialización trigueras han alcanzado el más alto grado de perfección.

Para nosotros, debemos hallar, en el 5º lugar que ocupa la República Argentina dentro de la producción mundial, el justificativo de la contribución que debemos aportar a los estudios cerealistas, dedicándose los jóvenes ingenieros agrónomo-

mos a la especialización industrial que requieren las prácticas de la molinería y de la panificación, tanto en el laboratorio como en la industria.

Para incitar a esta necesaria orientación, hemos aceptado de dar estas rápidas conferencias, por cuanto los temas a tratar comportarían un mucho mayor desarrollo, no sólo teórico, pero muy especialmente experimental ya que es solamente con la práctica que se resuelven las dificultades.

Tres temas distintos han de tocar estas pláticas. En el primero, examinaremos cuáles son las cualidades requeridas en los trigos para lograr de ellos una más valiosa y más perfecta utilización; en el segundo y en el tercero, cuáles son los medios más apropiados para obtener esta mejor utilización desde el punto de vista de su transformación industrial, es decir, sucesivamente en la Molinería y en la Panificación.

TRIGOS

II. — Clasificación genética y clasificación comercial de los trigos

La harina que, mediante la molienda, se consigue de las distintas variedades de trigos, varía sensiblemente en sus características esenciales, y muy difícil sería dar de aquellas variedades una apreciación de conjunto o una clasificación equitativa, por cuanto la opinión de los entendidos en la materia presenta notables divergencias. No es raro, en efecto, escuchar juicios poco concordantes sobre tipos definidos de trigos, de parte de los molineros y panaderos que diariamente pueden comprobar las cualidades típicas de los trigos y harinas que utilizan.

Los mismos estudios de laboratorio suelen presentar también divergencias de opinión por cuanto los métodos seguidos para la experimentación son distintos y por esta razón, es difícil agrupar todas las variedades de trigos y clasificarlas mediante una estimación uniforme de sus cualidades o características.

Estas características son distintas a causa de las diferencias existentes en la estructura, en la forma y en el color de los granos y a causa, sobre todo, de ciertas condiciones bio-

químicas de las plantas. En cualquiera de las nueve-cien-tas y tantas variedades de trigos que se conocen en el mundo, las cualidades o características son determinadas, en primer lugar, por el origen propio de los trigos, es decir, por su descendencia o cruzamiento, y en segundo lugar por la influencia del medio (clima y suelo) en que se obtienen o se reproducen los trigos.

Diferentes clasificaciones modernas de las variedades existentes han sido indicadas, y para no citar más que las principales: por Hackel (1887), por H. de Vilmorin (1900) y por Tschermak (1914).

Esta última clasificación reúne todos los trigos en 3 grupos: *Triticum monococcum*, (einkorn o engrain: 1-grained wheats), *Triticum dicoccum* (emmer Durum, turgidum, poulard, y polonicum), y *Triticum spelta*, que incluye las razas *T. vulgare* (trigos de pan) y *T. compactum* (Club wheats).

Este sistema de agrupación ha permitido explicar ciertas diferencias entre las propiedades de las harinas y la razón de sus distintos usos entre un grupo a otro. Las harinas de los trigos del segundo grupo (*T. durum* y *T. polonicum*), son efectivamente similares y de cualidades esencialmente distintas de las del tercer grupo que incluye solamente los trigos panificables.

Con este sistema se ha probado que es posible que la clasificación realizada sobre una base genética coincida con la clasificación basada en las características que rigen, en definitiva, la aceptación comercial de los trigos.

Prácticamente la mejor clasificación es la que toma más en cuenta las cualidades industriales de los trigos, especialmente si ésta clasificación logra la agrupación de las razas y variedades con una finalidad de aplicación comercial. Tal ejemplo de clasificación comercial se halla en vigor en los Estados Unidos, donde la promulgación de los "Federal standards" para trigos, ha establecido 5 grupos distintos de las variedades en cultivo:

1º grupo. — Trigos colorados duros de primavera (Hard red Spring — en su mayoría variedades de la especie *T. vulgare*: Kota, Marquis, Dakota).

2º grupo. — Trigos duros para "semolina" (*Triticum*

durum, con las variedades: Kubanka, Kahla, Monad, Peliss, etcétera).

3º grupo. — Trigos colorados duros de invierno (Hard red Winter, en su mayoría *T. vulgare*, con las variedades Kanred, Kharkoff, Turkey, etc.).

4º grupo. — Trigos colorados blandos de invierno (Soft red Winter, en su mayoría *T. vulgare* y algunas variedades de la especie *T. compactum*).

5º grupo. — Trigos blancos (White wheats, de las especies *T. vulgare*, *T. compactum* y *T. turgidum* — poulards wheats).

La ventaja de esta clasificación comercial sobre la clasificación genética o de agrupamiento exclusivo de las especies, estriba en que se consideran reunidos todos los trigos de aptitudes industriales análogas, permitiendo obtener en esta forma un término medio de cualidades que representa efectivamente el valor industrial de cada clase o grupo.

III. — Importancia y aplicación de la clasificación comercial

Los múltiples ensayos que se efectuaron para establecer el valor comparativo de los tipos oficiales (Federal standards) de trigos americanos, se hallan representados en forma concreta por los trabajos de Thomas (1917) y de Shollenberger y Clark (1924), habiendo sido los últimos datos conseguidos en 7 años consecutivos de experimentación (de 1915 a 1921 inclusivo). De entre las varias características estudiadas, tomaremos solamente el tenor de materias proteicas totales del trigo y el volumen del pan que proporcionó, término medio, cada clase.

Clasificación sobre "Tipos oficiales de trigos"	Riqueza en proteína (N x. 5, 7)	
	Thomas	Shollenb y Clark
Trigos "Hard red Spring"	12,9	13,6
" " "Hard red Winter"	12,1	12,6
" " "Soft red Winter"	10,6	11,3
" " "Durum"	14,3	14,9
" " Blancos	—	12,0

El distanciamiento de cualidades de una clase a la otra, prueba que la clasificación racional de las diversas variedades de trigos adaptables a un país, sólo puede lograrse en base a las aptitudes que demuestran en su utilización industrial.

Es imposible, pues, definir o simplemente nombrar las diferentes variedades de trigos sin referirse a sus cualidades típicas que una vez conocidas sirven para establecer su valor comparativo exacto, basado en la consideración en conjunto de todos los factores determinantes de estas aptitudes.

Una rápida reseña de la experimentación que ha permitido llegar a la clasificación oficial americana, hará ver toda su importancia e utilidad práctica.

Ya desde el año 1899, Hays y Boas utilizaban en la Estación experimental de Minnesota las determinaciones del tenor en gluten y el volumen de pasta fermentada para sus trabajos de selección y de hibridación de los trigos de pan.

Estos primeros trabajos genéticos apoyados en la panificación experimental, aconsejaron la propagación de dos excelentes trigos: el Glyndon Fife y el Haynes'Bluestem.

Más tarde William Farrer se esforzaba en Australia de producir trigos híbridos que tengan en un alto grado esta "fuerza" tan deseada en los trigos australianos, y efectivamente, Guthrie y Norris (1907) hallaron que las variedades creadas por W. Farrer (variedades Bobs, Comeback, Federation, etc.), se comportaban de tal manera que demostraban un poder de retención de su "fuerza" precisamente en los distritos en los cuales se notaba para los demás trigos una tendencia a perder gradualmente sus cualidades.

Desde estos primeros trabajos se afianzó la necesaria cooperación del trabajo experimental de panificación con los trabajos de selección, y sucesivamente todas las variedades ensayadas e ulteriormente adoptadas en Estados Unidos, en Canadá y en Australia lo fueron de acuerdo a los resultados de pruebas satisfactorias de molienda y de panificación.

Con semejante técnica se comprobó la destacada aptitud panadera de las variedades "Turkey Red" y Kharkoff (Hard Winter), Red Rock (selección de la variedad Plymouth Rock). Red Rife, White Fife, Banatkt, etc. El Wisconsin de Pedigree N° 2 (Turkey Red) fué hallado similar al Marquis; el

Kanred demostró también un porcentaje de proteína aun superior al Turkey y al Kharkoff.

Desde 1920, los trabajos experimentales se intensificaron en todos los Estados Unidos. Es así que se estableció que la afamada variedad Kota, se caracterizaba por producir en North Dakota un pan de desarrollo y de contextura algo inferiores al Marquis, y en otras partes también un pan algo más chico y más amarillento que el Marquis. En varios años de experimentación se confirmó que el grupo "Hard Winter" producía trigo de más bajos valores molinero y panadero que el grupo "Hard Spring".

Las experiencias de Thomas habían dado, en término medio:

Clasificación sobre "Tipos oficiales" de trigos	Volumen del pan en c. c.	
	Thomás	Shollenb y Clark
Trigos "Hard red Spring"	2420	2140
" " "Hard red Winter"	2220	2120
" " "Soft red Winter"	1965	2000
" " "Durum"	2070	1945
" " Blancos	1905	1870

Por este motivo, se eligió el "Marquis" en 11 estaciones experimentales como término de comparación para los estudios de calidad y efectivamente el Marquis fué hallado casi siempre superior por el desarrollo del pan, por más que se presentaba a veces con porcentajes inferiores de proteína.

No solamente estos trabajos favorecieron la propagación de las mejores variedades, sino que sirvieron también de argumentos decisivos para combatir las variedades de deficientes aptitudes.

Ya en 1911, Fishburn y Calven establecían en el Estado de North Idaho, que si las variedades Little Club y Red Russian eran substituídas por las variedades Turkey Red y Bluestem, muy pocas quejas podrían ser formuladas en contra de las harinas molidas en aquel Estado.

La variedad Alaska (poulard) fué también hallada, por sus cualidades molinera y panadera aún más inferior a las variedades de tipo "Durum". Entre los trigos blancos, el "Hard Federation", fué hallado superior, desde el mismo

punto de vista, a las variedades Early Baart y Pacific Blues-tem, mientras que las variedades Sonora y Little Club se con- taron entre las más inferiores.

En el último estudio general de los tipos oficiales de tri- gos americanos que fué presentado por Shollenberger y Clark (1924), se hallan consignados los datos de molienda y de pa- nificación experimental referentes a 75 distintas variedades:

17	variedades de tipo	Hard red Spring
12	„ „ „	Hard red Winter
15	„ „ „	Soft red Winter
19	„ „ „	White wheat
12	„ „ „	Durum wheat

con compilación de los resultados obtenidos en 7 cosechas con- secutivas, por la que se demuestra la importancia de los traba- jos realizados. En la clase Hard red Spring, por ejemplo, se encuentra que 13 variedades sobre 17 son superiores al Mar- quis en riqueza proteica, cuando 2 variedades solamente lo su- peran en aptitud panadera.

En la clase Hard red Winter, la variedad Kharkoff to- mada como término de comparación es superada solamente por 2 variedades y es también igualada en aptitud panadera por el Kanred.

En los demás países, exceptuando los trabajos de Saun- ders en Canadá, del profesor R. H. Biffin y de A. E. Humph- ries en Inglaterra, sobre trigos de la India, poco o nada ha sido producido en materia de experimentación molinera y pa- nadera de los trigos que tenga un valor comparativo con la extensa bibliografía descripta por los investigadores norte- americanos.

IV. — *Factores que determinan la aceptación industrial de los trigos*

La aceptación industrial es incontestablemente regida por los principales factores de “calidad” exigidos por las prác- ticas de la Molinería y de la Panificación.

De ninguna manera pueden estimarse los trigos en base a su solo aspecto o a los simples datos físicos que, sin embargo,

han sido siempre hasta ahora los únicos medios de apreciación que se utilizan para la elección industrial y a veces también para la clasificación de semillas.

De acuerdo a las exigencias de la industria, el trigo de "buena calidad" es el que produce un alto porcentaje (superior o equivalente a 70 o/o del trigo molido) de harina sana, bien blanca y de comportamiento satisfactorio a la panificación.

Para juzgar estas aptitudes, deberá considerarse, como mínimo, los factores siguientes:

- a) el peso hectolítrico del trigo antes y después de la limpieza del trigo.
- b) el porcentaje de impurezas y de trigo inapto para la molienda.
- c) el rendimiento en harina del trigo, que se halla íntimamente ligado al color de esta misma harina.
- d) el porcentaje de materias proteicas existentes en el grano entero y en la harina.
- e) la absorción de agua que tiene la harina.
- f) el volumen del pan obtenido según una determinada fórmula de panificación.
- g) la contextura y el grado de blancura del mismo pan.

De la superioridad demostrada en sólo algunos o en la mayoría de estos factores puede depender la conveniencia de suspender o aumentar la propagación de una variedad determinada, pero en todos los casos, la fijación de estos factores es indispensable para poder establecer el "valor de utilización" industrial de un tipo de trigo y apreciar sus condiciones de adaptación.

a-b) *El peso hectolítrico* puede ser utilizado como término de comparación sólo en el caso de que los trigos tienen un grado de limpieza equivalente; de lo contrario, puede resultar que un trigo bien granado y excepcionalmente rendidor a la molienda, pero recargado de algún cuerpo extraño, tenga un peso hectolítrico inferior a un trigo relativamente limpio, pero achuzado y de poca utilidad y valor para la molienda. En realidad, la indicación del peso hectolítrico no debería nunca ser separada de la especificación del porcen-

taje de impurezas que contiene el trigo. Sin esta condición, el peso hectolítrico no puede constituir un índice, aun cuando aproximado, del probable rendimiento del trigo a la molienda; para esta información, el peso hectolítrico del trigo sucio puede ser substituído con ventaja por el peso hectolítrico del trigo ya pasado a la limpieza.

c) *El rendimiento harinero* o sea la cantidad de harina de blancura satisfactoria que puede conseguirse con el trigo es siempre, desde el punto de vista industrial, el más importante factor de apreciación. El rendimiento en harina y el color de esa misma harina deben ser siempre considerados conjuntamente pues son, comercialmente, dos factores inseparables.

Para colocarse en una base comercialmente y económicamente aplicable se debe calcular el rendimiento harinero relacionándolo, en primer lugar, a 100 partes del trigo sucio, tal cual ha sido adquirido y en segundo lugar a 100 partes del trigo limpio, considerado como si tuviera el grado de humedad inicial del trigo adquirido.

En el primer caso, el rendimiento harinero expresa más exactamente la cantidad de harina blanca susceptible de ser obtenida de 100 partes de trigo tal cual se ha comprado; en el segundo caso, el rendimiento harinero representa la "ganancia" o la "pérdida" del molino al referirse al porcentaje de harina total y de residuos obtenidos sobre 100 partes de trigo tratado, por cuanto la limpieza es susceptible de hacer perder o ganar de peso el trigo después que haya sufrido sucesivamente la "limpieza seca" y el "acondicionamiento" húmedo que se requieren para la molienda.

El sistema de *evaluación del color*, que se utiliza tanto para apreciar el color de la harina extraída como para apreciar el color del pan elaborado, es basado en una escala arbitraria en la cual las más altas cotizaciones son 100 y las más bajas 50, fijándose previamente la gradación de la escala de acuerdo a los cotejos que se hacen con harinas (o con panes de harinas) correspondiendo a tipos comerciales controlados y conocidos por su extracción y composición medias.

d) *El porcentaje de materias proteicas* existentes en el

trigo constituye un valioso medio de información para juzgar la aceptación molinera de los trigos, por cuanto es difícil conseguir la uniformidad en la calidad de las harinas sin la previa uniformidad del tenor en proteína en la mezcla de los trigos. Una vez establecido el conjunto de cualidades que requiere la elaboración de las harinas, es fácil: 1.º determinar las variedades cuyas cualidades típicas responde a la elaboración, y 2.º) acordar la mezcla de aquellas variedades en base a su respectiva riqueza en materias proteicas, de manera que el porcentaje término medio de materias proteicas de la mezcla corresponda a la cifra requerida.

La estimación y la utilización de los trigos tiene necesariamente que basarse en este importante factor, toda vez que, dentro de una misma variedad es el factor que se relaciona más directamente con el desarrollo del pan, es decir, que bajo condiciones similares de suelo y de clima, a mayor porcentaje de proteína debe corresponder un mayor volumen de pan.

Si, por otra parte, se requiere comparar las aptitudes de dos variedades distintas, la más valiosa variedad será casi siempre la que proporciona el mayor volumen de pan en relación al mismo tenor de materia proteica.

Es pues perfectamente explicable que los países más adelantados hayan hecho de esta riqueza proteica un factor básico para la compra y la venta de los trigos.

Dentro de cada clase y sub-clase indicadas por su designación oficial y que contienen variedades definidas y un tanto por ciento de granos de determinadas condiciones físicas, se establece una primera escala de pesos específicos y dentro de cada categoría así formada, se indica la cotización comercial calculada o estimada según el tenor proporcional en proteína. Los boletos diarios de cotizaciones de los mercados cerealistas americanos pueden de esta manera informar escrupulosamente al agricultor o el vendedor de trigos del precio exacto que alcanza su mercadería, colocándolo fuera de la equivocada o arbitraria estimación del comprador. Para el comprador interesado en pagar una mercadería que responda a su debida utilización, este pro-

cedimiento constituye la garantía del precio justo y del resultado que se persigue en la utilización industrial.

e) La capacidad de *absorción de agua* que demuestra la harina a la panificación es de una cierta importancia comercial a causa de su relación con el peso final del pan. Siendo determinada por la medida de la cantidad de agua agregada durante el amasamiento, este factor podría hasta cierto punto, ser considerado como una expresión de la "fuerza" de la harina; sería sólo necesario acompañar esta capacidad de absorción, del volumen específico del pan, ya que este último se relaciona directamente con la contextura y la ligereza del pan. La capacidad de absorción de agua y el volumen específico del pan son efectivamente los indicios más seguros de un alto rendimiento de pan proporcionalmente a la cantidad de harina empleada.

f) La medida del *volumen del pan* o de las dimensiones del pan constituyen la primera y la más importante evaluación de la "fuerza" de las harinas. Basando esta medida sobre una misma unidad de peso de harina (100 gramos) o de pasta (650 gramos), las cifras indicadas en centímetros cúbicos son absolutamente comparativas y pueden ser tomadas como la primera apreciación exacta de la aptitud panadera del trigo o de la harina por cuanto los demás factores de apreciación tienen una importancia mucho menos preponderante.

g) La estimación de la contextura del pan es como factor de importancia la segunda evaluación de la "fuerza" de la harina; su fijación es más dificultosa en razón de la obligación de considerar a la vez la regularidad, la multiplicidad y la igualdad de distribución de los "ojos" de la miga. Para que un pan sea de buena contextura es necesario que las paredes de las pequeñas células de la miga sean delgadas y casi transparentes, teniendo también en cuenta que el mayor número de células hace la miga más esponjosa y más elástica.

La medida del grado de blancura del pan se hace como la estimación de la contextura del pan sobre una escala arbitraria de evaluación basada en el tipo ideal que se representa por 100.

V. — *Trigos “fuertes” y trigos “flojos”*

Conociendo los factores que determinan la apreciación molinera y panadera, es fácil definir la “fuerza” de los trigos como siendo la cualidad que, en las harinas que derivan de aquellos, permite conseguir un pan de gran volumen y de contextura satisfactoria mediante el empleo de procedimientos adecuados, es decir, utilizando un amasamiento, una fermentación y una cocción convenientemente regulados. Por oposición al término “fuerte”, un trigo se calificará de “flojo” si su harina — en molienda única — proporciona un pan de reducido volumen y de contextura regular o deficiente. Apoyándose en esta definición, aparece lógico que la “fuerza” es una cualidad de gran importancia para la elaboración del pan de pasta fermentada. En cambio, para otros productos alimenticios que también utilizan la harina de trigo, esta cualidad no es necesaria ni tampoco deseable como en realidad sucede en la elaboración de productos que incluyen agentes químicos en substitución de la levadura de pasta o de “granos”.

Efectivamente las harinas de trigos flojos (sin fuerza), son preferibles en la confección de los bizcochos, galletitas y en general de toda pastelería que tiende a la obtención de productos libres de compacidad o de rigidez poco conveniente, toda vez que los productos elaborados son naturalmente frágiles y deben desmenuzarse con facilidad. Además con semejantes harinas, se requiere en la elaboración menos “grasa” en relación a la cantidad que sería necesaria si se empleaban harinas “de fuerza”.

Para la elaboración de las pastas alimenticias: fideos, tallarines y productos similares no se requiere el empleo de harinas de “fuerza” ni tampoco de harinas de trigos “flojos”. Las harinas más convenientes para esta elaboración son las que se obtienen en la molienda de los trigos tipo “Durum”, es decir, de los trigos de corte enteramente vidrioso que si bien no demuestran en general buenas condiciones para la panificación corriente, revelan en cambio una naturaleza tal que pueden convertirse en una harina granulada, de tacto grueso (semolina), que es siempre muy glutinosa y de alta riqueza proteica. La dureza particular de estos trigos facilita par-

tiкулярmente la elaboración mecánica de las semolinas, al mismo tiempo que la naturaleza glutinosa de estas últimas, es de mucha necesidad para impedir la desintegración de los productos elaborados (fideos) durante su cocción.

VI. — *Características industriales de las principales variedades y tipos de trigos*

1º) *Trigos Norteamericanos.* — En la clasificación oficial de los trigos americanos, entra ya agrupadas por sus características la casi totalidad de las variedades cultivadas, algunas de las cuales son de gran rendimiento y de aptitudes industriales destacadas.

La importancia de los trigos norteamericanos en la producción mundial, estriba no sólo en su mayor cuantía, sino también en la fama que han ganado en los mercados europeos y hasta sudamericanos, que son consumidores tanto del trigo como de la harina que en igual demanda se exporta.

Para favorecer esta exportación y consumo, los nombres comerciales han substituído en parte las designaciones de variedades y si se hablan en los mercados y en los molinos de “Marquis” de Kanred, de Bluestem, es solamente por referencia a las variedades dominantes o de mayor “fuerza” que se incluyen en los tipos comerciales.

En realidad, los consumidores sólo conocen los tipos siguientes. Northern Spring, Manitoba, Hard Winter, Red Winter, Pacifics y Durum.

a) Los Northern Spring son reputados por ser los trigos de “mayor fuerza” del mundo; como son exportados bajo una rigurosa clasificación oficial, tienen características constantes, llevan pocas impurezas y son siempre cotejables con los tipos establecidos.

El grano que es chico, bien lleno, bastante subido de color y semividrioso, rinde de 72 a 75 o/o de harina, de tacto muy semoloso y de aspecto algo amarillento. De riqueza proteica destacada, estos trigos tienen un alto porcentaje de gluten (14 a 16 o/o) con carácter particularmente firme y granular. El pan obtenido es siempre bien desarrollado, de olor y sabor particularmente satisfactorios, con buena textura y buen color.

b) Los “Manitoba” son los trigos de “fuerza” cana-

dienses más populares y de mayor cotización en Europa, en parte también porque son cuidadosamente cosechados y clasificados. El grano es muy semejante en color y en corte al "Northern Spring", pero es algo más largo, proporciona un alto porcentaje de harina netamente semolosa, que se panifica con una fuerte absorción de agua y logra un alto rendimiento de pan, siempre bien desarrollado.

c) Los "Hard Winter" resultan inferiores a los anteriores pero son todavía trigos provistos de un buen tenor de proteína. El grano, aunque medio colorado y semi-duro requiere un buen acondicionamiento, produce de 72 a 74 o/o de harina fina, lisa y poco amarillenta que se panifica mucho mejor con un envejecimiento moderado.

d) Los "Red Winter" suministran una harina un poco floja pero con un alto rendimiento harinero (alrededor de 74 o/o) y en buenas condiciones de color y de sabor. Con estas últimas cualidades, demuestran ser superiores a los Hard Winter aun cuando de menor fuerza.

De mayor humedad natural que los Hard Winter requieren también un menor acondicionamiento.

e) Los "Pacíficos" reúnen un conjunto de variedades Blue Stem, Oregón, Walla Walla, etc., que proceden todas de regiones del Oeste de los Estados Unidos, en las cuales el suelo es arenoso y más bien pobre y el clima seco y constantemente caluroso. Estos trigos son por lo tanto muy secos, quebradizos y livianos, generalmente bien limpios y de naturaleza más bien almidonosa. Como rinden con extrema facilidad un alto porcentaje de harina (74-76 o/o) y son, con pocas excepciones de débil "fuerza", su empleo más indicado, fuera de las mezclas con trigos semi-duros, consiste en la elaboración de harinas para pastelería y galletitas. Su característica más saliente es indudablemente la blancura destacada y el tacto suave y liso de la harina que producen. Son generalmente trigos blancos y excepcionalmente contienen variedades de grano colorado, pues en este caso se venden con el nombre de "Hard Pacific, Pacific Hard Winter o Pacífico Hard Spring".

Los "Durum" incluyen las principales variedades de trigos duros (como nuestro Candeal) algunas de las cuales como el Khala, el Kubanka, el Monad, el Peliss son bien conocidos. Los granos son particularmente alargados, vidriosos, casi trans-

parentes y muy amarillos. Aun cuando tengan un grado de humedad de cerca de 11 o/o, requieren un acondicionamiento prolongado para ablandar el grano y facilitar la separación de la cáscara en la molienda. De no realizar este conveniente ablandamiento del grano, es posible que se llegue a considerarlos como trigos flojos, pero tratándolos con mucha agua y prolongado reposo, es fácil conseguir de ellos mayor "fuerza", ya que su riqueza proteica es siempre bastante elevada.

El mejor conocimiento que se tiene de sus aptitudes por un tratamiento adecuado, hace que se consideran como trigos provechosos para el molinero, y en estos últimos años algunos grandes molinos de Inglaterra han podido incorporar hasta el 40 o/o de estos trigos en las mezclas de molienda, lo que proporciona una buena ganancia en razón del menor precio de estos trigos (un chelín 6 por 480 kilos).

Los trigos de tipo "Durum" son generalmente de bajo peso específico y sólo proporcionan a la molienda un rendimiento mediano de harina (66-69 o/o), que es excepcionalmente amarilla y de sabor ligeramente dulce; esta harina contiene efectivamente un porcentaje elevado de "azúcares" (maltosa y sacarosa), condición que puede ser aprovechada en beneficio de su calidad con la aplicación de un "acondicionamiento" adecuado, lo mismo que resulta siempre de mucho efecto en aquella harina la aplicación del blanqueamiento artificial para aminorar el color amarillo tan acentado que se nota en el pan.

Trigos de la India. — Las principales procedencias de estos trigos son Karachee, Bombay y Calcutta. Son trigos de características idénticas, en extremo secos (8 a 9 o/o de humedad), vidriosos, duros y quebradizos. Como absorben una enorme cantidad de agua, son trigos muy provechosos; requieren un prolongado lavaje y un largo acondicionamiento que pueden realizarse con toda amplitud, por cuanto son trigos de suacidad proverbial (barro, piedras, detritus, cebada).

El tipo Calcutta es siempre blanco; el Bombay y el Karachee reúnen los tipos blancos y colorados. El tipo Bombay es sensiblemente más flojo que los otros dos, pero con todo y en igual medida, estos trigos se agregan con ventaja a la mezcla de molienda para dar una mayor estabilidad en las harinas. La característica saliente de las harinas que se obtienen con estos trigos, es su color gris sin brillo ("muerto") y un

olor y sabor a tierra; se advierte con ellas un elevado porcentaje de “azúcares” pero son más bien pobres en “enzimas proteolíticas”, tal vez a causa de la aspereza y de la dureza de los gránulos de la harina. Por este motivo se requiere acondicionar ampliamente estos trigos para acrecentar, si es posible, la actividad diastásica de estas enzimas, mediante una humedad abundante y el empleo de temperaturas más bien bajas. Es costumbre, en general remojarlos bien dos o tres veces y dejarlos estacionados en esta forma algunos días antes de enviarlos a la limpieza del molino.

De un peso específico más bien bajo producen sin embargo un buen rendimiento harinero (70-74 o/o) de harina arenosa, semi-amarillenta que no es conveniente emplear en exceso en las mezclas a causa de su aspereza y falta de fineza.

Trigos de la Rusia. — Antes de la guerra, los trigos rusos tenían un extenso consumo en Europa por su afamada “fuerza” justificada por sus altos porcentajes de gluten, por más que este último sea, a veces, de carácter bastante fofo, liso y de escaso cuerpo. Los trigos de este carácter (del Norte de Rusia) tienen generalmente un grado de humedad natural bastante elevado.

En cambio los trigos de Crimea (Azima, Berdianska), son de “más cuerpo” y en numerosos cargamentos se ha podido cotejar su “fuerza” con la de los “Manitobas”. Su peso específico es variable y marcan de 12 a 14 o/o de humedad.

La harina que se obtiene es escasamente granulada, de un color más bien oscuro y deslucido, faltándole brillo y además presentan un gusto y olor poco satisfactorios. La mayoría de ellos son colorados y de corte semi-vidrioso, siendo su rendimiento variable (67 a 72 o/o de harina). Son habitualmente bastante sucios, con piedras, tierra y a veces con mucho centeno.

Trigos australianos. — Estos trigos son conceptuados generalmente como trigos “flojos” a causa de la acentuada blancura, fineza y suavidad de su harina. Sin embargo, muchas variedades han mejorado su “fuerza”, particularmente los Western.

El rendimiento harinero de estos trigos es siempre elevado (de 74 a 77 o/o), el grano es bien lleno, seco (10 o/o de humedad), pero no aguanta un lavaje un poco abundante, por

cuanto se empapa fácilmente con exceso y se seca con dificultad.

El pan hecho con estos trigos alcanza un buen desarrollo, pero toma difícilmente color al horno. Un exceso de estos trigos en una mezcla de molienda, da al pan una corteza pálida, de aspecto, color y dureza comparables a la galleta que se elabora con trigos flojos. La miga del pan es a menudo amarillenta y a veces más amarilla de lo que parece indicarlo la harina.

Estos trigos son particularmente aprovechables en mezcla con trigos colorados y vidriosos, por cuanto permiten acrecentar la extracción molinera, precisamente para la obtención de las harinas de mayor blancura.

Trigos argentinos o del Plata. — En Europa, no es posible formarse un concepto claro de las variedades de trigos argentinos, no sólo porque llegan a manos de los compradores con muchos nombres que incluyen también el del puerto de embarque (Rosario, Buenos Aires, Bahía Blanca, etc.), sino también a causa de las “mezclas” que se hacen en los puertos y Elevadores, con el único criterio de alcanzar un peso específico determinado.

Sólo se conoce el trigo argentino llamado del Plata (Plate Wheat) bajo tres tipos distintos: el Rosafé, el Barusso y el Baril.

El Rosafé es de mucho el mejor tipo para la industria molinera. Aun cuando su apariencia y su riqueza proteica varían sensiblemente de un año al otro, se le considera de calidad bastante homogénea. En algunas cosechas (1921), la “fuerza” de la harina que produjeron ciertos cargamentos, era apenas superior al trigo común de Inglaterra, tal vez aquel año de calidad mejor que la normal. En otros años el Rosafé ha sido, sin embargo, particularmente buscado, pero nunca pudo conseguir cotizaciones tan valorables como los Hard Spring y los Manitoba.

El juicio de los consumidores europeos debe ser tenido más en cuenta, especialmente cuando los molineros afirman que por el hecho de que “el Rosafé es muy a menudo un trigo valioso y de mucho provecho, el mayor cuidado debe ser puesto en su selección para evitar que sus variaciones de calidad sean tan grandes”.

Se cree generalmente que la causa de estas variaciones estriba en la desmesurada área de cultivo del Rosafé, en la cual ha de regir forzosamente condiciones asaz diferentes del suelo y del clima, que influyen en la producción del mismo tipo de trigo.

En cambio, sabemos más bien aquí que la causa de las variaciones de calidad es la siembra de trigos "mezclas" (Barletta-Húngaro-Rieti, etc.), sin variedad dominante o bien caracterizada, lo que hace que, según las condiciones climatéricas del año se desarrolle en mayor proporción una u otra raza. Esta variación en la "calidad" por el predominio de unas u otras cualidades típicas es agravada por la falta de "standardización" oficial y por las mezclas comerciales.

En realidad, estas deficiencias del Rosafé se repiten en todos los trigos que exportamos, pero el perjuicio es más patente en el caso del Rosafé que es considerado un tipo superior de trigo sudamericano.

El Rosafé es, en general, un trigo de buen peso específico (76 a 80 kgs.), con grano chico, delgado, alargado, bastante subido de color y de cáscara casi siempre muy fina. Es así que el rendimiento llega fácilmente a 72-73 o/o de harina blanca con trigos de 78-80 kgs. de peso hectolítrico; la harina obtenida es muy blanca, poco amarillenta, medianamente granulada y con glúten de bastante elasticidad.

El grado de humedad del Rosafé varía de año en año, pero oscila entre 10.5 y 13.5 o/o; sus mayores impurezas son la avena y la cebadilla, a veces muy pesada.

El tipo Barusso es designado también con las letras BBBR que significan Bahía Blanca Barletta Ruso; es de calidad muy constante y más segura que el Rosafé, con un tenor de proteína generalmente más elevado, pero no por eso suele proporcionar un pan superior, por cuanto la harina demuestra menos desarrollo y un color netamente más amarillo y más oscuro.

El tipo Baril es de apariencias y características físicas similares al Barusso, pero no procediendo de Bahía Blanca

no goza del mismo renombre de "fuerza" aun cuando resulta más limpio y no tan recargado de cebadilla y avena.

Es difícil precisar con exactitud las variedades que forman estos tipos comerciales. Si en el Rosafé predominan generalmente el Barleta y el Húngaro, en los demás tipos formados con trigos de la Pampa y del Sud de la Provincia de Buenos Aires predomina el Francés, el Rieti y el Ruso, con el agregado de las nuevas variedades de pedigree platense: Universal, Favorito, Record, etc., y de algunos tipos importados: Ardito, Apulia, Marquis, Kanred, etc., para los cuales las bolsas cerealistas no han hecho, hasta hoy, ninguna distinción por el desconocimiento de su verdadera aceptación comercial.

Son, sin embargo, los nuevos trigos de pedigree platense los que se hallan destinados a substituir en un breve plazo a los antiguos tipos nativos o adaptados en razón de su mayor pureza de origen, de su mayor resistencia, mucho mayor rendimiento y de sus más constantes y adecuadas cualidades para la industria.

Hasta estos últimos años el concepto europeo de "calidad" respecto a nuestros trigos ha sido más bien favorable, considerándolos normalmente dotados ("good filling wheats") por cuanto si no resultan bastante "fuertes" como para reforzar rápidamente los trigos "flojos" del Oeste y Centro de Europa, en cambio no necesitan ser ayudados por otros trigos "fuertes".

Tipos nativos y variedades puras. — En estas dos categorías pueden ser divididos los trigos actualmente sembrados.

Los primeros se forman de los trigos de origen indeciso con largos años de aclimatación y que posiblemente resultan de hibridación natural; raras veces son productos de la selección genética, casi siempre son descendientes de mezclas que han encontrado buena aceptación en el comercio cerealista.

El agricultor los mantiene creyendo que representan el mejor trigo o el trigo más productivo, susceptible de conseguirse en su zona; sin embargo, cuando se siembran en cotejo con alguna nueva variedad pura, sea importada, sea creada en el país, recién entonces el agricultor se per-

cata de su escasa resistencia, de su débil rendimiento o cuando menos, de su más desfavorable aceptación.

Se los designa con el nombre de "Común", siempre más exacto que una calificación de variedad (Barleta, Rieti, etc.), ya que es muy difícil, sino imposible, sin un examen detenido de la espiga y de la planta asegurar cuál es el nombre que conviene aplicar a un tipo nativo.

En cambio, la clasificación o caracterización de los trigos descendientes de variedades puras es más fácil por el aspecto del grano y la mayor seguridad que puede tener el productor de su verdadera clase. Como su siembra es relativamente reciente, se requiere la comprobación de su comportamiento tanto agrícola como industrial y es por eso que el gran número de las variedades que se han adoptado en estos 3 ó 4 últimos años, no ha alcanzado todavía a cubrir un porcentaje apreciable de la producción que sigue en base al cultivo de los tipos nativos.

De entre los tipos nativos, el más destacado es el Barleta, cuya aptitud para la panificación es ciertamente óptima desde el punto de vista del desarrollo del pan, "empuje" de la pasta al horno, contextura y blancura del pan.

Si un trigo que se designa como Barleta representa efectivamente el tipo Barleta, deberá poseer las cualidades típicas de esta variedad, es decir, que deberá demostrar una excepcional aptitud panadera, y en esta aptitud descansa la mejor seguridad que se puede tener de que el trigo pertenece a la raza Barleta.

Algunos ejemplos con Barletas típicos lo demuestran.

Número y procedencia Trigos Barletas (Cosecha 1926)	Proteína % en la harina	Volúm. neto del pan	Contextura del pan	Valor Panadero
573—Castilla	9,24	2.120	97	95,5
599—Tres Arroyos	12,23	2.730	103	112,8
601—Alto de Sierra	12,65	2.440	100	104,7
626—Moldes	13,71	2.670	101	110,5
682—Bellville	11,70	2.410	96,5	100,8
684—Devoto	9,56	2.130	96,5	93,1
685—Devoto	10,57	2.230	95,5	96,7
703—Ranchos	11,61	2.270	99	100,1
293—Campeón Palermo 1925	12,20	2.410	102	105,2
804—Camp. Palermo 1926 .	11,24	2.160	95	95,5

La observación de estas cifras nos permite deducir que la actitud característica del Barleta se funda tanto en el alto volumen de pan que se obtiene en relación al porcentaje de proteína existente, como en la óptima contextura del pan resultante.

En todos estos trigos se consigue un volumen de pan que oscila entre 192 cc. (trigo 804) y 229 cc. (trigo 573) por cada por ciento de proteína existente en la harina que ha proporcionado el pan. Precisamente el trigo que marca el menor volumen proporcional (192 cc.) y la cifra más baja en la contextura del pan, es el Barleta declarado Campeón Palermo 1926, lo que no tiende a justificar el alto premio acordado, cuando esto supone la pureza del tipo y la máxima calidad; ha sido un Campeón por el peso específico (83.15 k.), es decir, por la vista, pero no ciertamente por la "bondad" y pureza del tipo.

Por lo visto, con las pruebas experimentales de molienda y de panificación se dispone de un medio de control valioso para la clasificación de los trigos. En el caso particular del "Barleta", por ejemplo resultaría difícil calificar un trigo como representante perfecto de esta raza si no demuestra tener todas las cualidades características del Barleta, en una palabra, si carece de la "sangre" del Barleta, ya que las aptitudes de este tipo de trigo pueden definirse por:

- a) la producción de una harina fina, lisa, de tacto más bien suave, de escasa granulación y casi siempre de un alto grado de blancura.
- b) un glúten siempre liso, más o menos firme y elástico, pero siempre de buena hidratación.
- c) una absorción de agua más bien reducida en el amasamiento de la harina.
- d) un muy acentuado "empuje" de la pasta (oven spring) en su primer levantamiento a la cocción.
- e) un alto volumen de pan en relación al tenor en proteína de la harina.
- f) un aspecto poco amarillento de la miga del pan con una óptima contextura de la misma.

La aptitud general del "Barleta" a la panificación o "valor panadero" del Barleta es casi siempre superior a 95 y alcanza sus más altas cotizaciones (de 104 a 110) en las zonas de mejor adaptación de este tipo de trigo.

Ya el año pasado, en experiencias realizadas sobre trigos "Barleta" de la cosecha 1924-25, señalábamos la carencia de estas cualidades típicas en algunos trigos designados como "Barleta", observando que "el hecho de que un trigo, de aspecto físico similar al "Barleta", se presenta con una aptitud panadera mediocre (alrededor de 90) y especialmente si el trigo ofrece un buen porcentaje de proteína o de gluten seco (alrededor de 12 o/o), este hecho constituye una apreciación suficiente para asegurar que el trigo así panificado no pertenece a la variedad "Barleta", puesto que la calificación de la raza "Barleta" involucra una óptima aptitud panadera que es precisamente la justificación de su fama.

Tipos Rieti, húngaro, ruso, etc. — Los tipos nativos que responden a estas denominaciones son en general, de buenas aptitudes industriales por su larga y bien probada adaptación.

Aún cuando sean mucho menos valorables y de calidad menos segura y constante que el verdadero "Barleta", suelen alcanzar con todo una buena clasificación en la panificación experimental.

El Rieti y el Húngaro son trigos de grano más grande y más lleno que el Barleta y están en buenas condiciones para proporcionar a la molienda un alto rinde harinero; sin embargo, tienen una cáscara mucho más gruesa y de terminación más difícil que el Barleta, lo que aumenta el peso y la proporción de los residuos. Esto se advierte principalmente en los trigos del Sud de la Provincia de Bs. Aires, donde el Rieti y el Húngaro predominan sobre el Barleta.

El color de la harina que suministran el Rieti y el Húngaro, es también menos satisfactorio que el color de la harina del Barleta. El aspecto amarillento que acusa generalmente la harina de los dos primeros tipos de trigos, se acentúa mucho más en el tipo "Ruso", lo que permite a veces distinguir en las harinas de los molinos de ciertas zonas el origen o la clase de trigos utilizados en la molienda. La contextura del pan del Rieti, del Húngaro y especialmente del Ruso, es menos elástica, más gruesa y mucho menos "espumosa" que la contex-

tura del pan del Barleta, lo que contribuye singularmente a rebajar el color del pan.

La justificación del cultivo de esos tipos es, tal vez, su mayor rusticidad en las zonas donde van sembrados hace años y también la preferencia que le dedican los molineros por su aspecto más granado, su buen rinde harinero y el mayor conocimiento que tienen de sus cualidades panaderas. No obstante es difícil asegurar que cumplen el anhelo del mejoramiento del cultivo triguero, por cuanto no son trigos resistentes ni trigos de gran rendimiento para el agricultor, como tampoco pueden demostrar que producen, en un mismo cultivo, trigos de mayor fuerza que otras variedades más productivas e igualmente adaptables.

Trigos "mezclas" o "trigos de zona". — Una gran diversidad de trigos comunes, adaptados a cada zona, se halla diseminada en nuestra extensa región triguera.

En el Norte, hallamos el tipo "Brasileño" (Entre Ríos, Corrientes, Misiones y el Norte de Santa Fe); en el Centro y en el Oeste, hallamos el Tucela y el Arrieta; en el Sud, el tipo Chubut. En todas partes existe el tipo "mezcla" o trigo común (llamado también equivocadamente trigo híbrido).

El trigo "común" es sencillamente una mezcla indefinida de razas (comprendiendo trigos con y sin aristas), con predominancia, a veces de un tipo destacado como el Barleta o el Rieti.

Sería muy difícil precisar las cualidades peculiares de estos tipos a la molienda y a la panificación. Las variaciones anotadas en el volumen y en el color del pan que se encuentran entre las distintas muestras de una misma variedad pura, cuando proceden de diferentes lugares de cosecha, se hallan aún más marcadas entre las distintas procedencias de los trigos "mezclas", a causa de la desigualdad de desarrollo de una u otra de las razas preexistentes, con motivo de las condiciones climáticas más o menos favorables del año.

Restringida e insegura la influencia del factor "semilla" o raza predominante, ha de ser forzosamente decisiva la influencia del lugar de cosecha para determinar la aptitud industrial de los trigos comunes.

El desconocimiento que se tiene de la aptitud de aquellos trigos por falta de un origen definido obliga a la estimación

comercial a valerse de la “procedencia” del trigo, es decir, totizar el trigo de acuerdo al concepto que se tiene de su procedencia, base que falla necesariamente por la diversidad de los tipos sembrados en un mismo lugar y por las variaciones que se observan en las condiciones climáticas de una cosecha a la otra.

En realidad, con los trigos “mezclas” no puede anticiparse nada con respecto a su aptitud industrial y en especial “panadera” conociéndose aquella solamente “a posteriori” de su utilización. Esta ignorancia de las cualidades típicas de los trigos “mezclas”, inhabilita, pues, tanto el agricultor como el molinero y es un argumento más en favor del abandono del cultivo de estos trigos.

Trigos de pedigree platense. — La creación y la propagación de nuevas variedades de trigos, más resistentes, más rendidoras y de tan buena o mejor aptitud industrial que los más destacados tipos nativos, ha sido siempre una necesidad apremiante para el país.

Gracias a la dedicación de los genetistas oficiales y particulares para llegar a tal finalidad, podemos contar que en breve tiempo dispondremos de un extenso y selecto surtido de variedades puras, de aptitudes no solamente conocidas, pero también constantes, lo que asegura, dentro de un mismo tipo, las mismas características de “calidad” que requiere la elaboración harinera.

Los mismos cultivos que presiden a su formación y estudio, establecen su facultad de adaptación a una determinada zona, con el debido conocimiento de su capacidad de rendimiento y de resistencia a las condiciones imperantes en la zona de siembra.

Las primeras variedades de pedigree platense nos han sido proporcionadas por el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional de La Estanzuela (Departamento de Colonia), que desde el año 1913 se dedica a los estudios de adaptación de cereales rioplatenses, a la selección científica de plantas ya adaptadas a las condiciones naturales rioplatenses, a experiencias sobre la época de siembra y a ensayos con abonos artificiales.

De los trabajos efectuados se consiguió la producción de un grupo de variedades obtenidas tanto por selección indivi-

dual como por hibridación, que lograron suministrar semillas de mayor rendimiento y de cultivo mucho más seguro que cualquier otro tipo nativo de trigo rioplatense.

A la base del plantel hallamos los dos principales tipos nativos uruguayos: el Americano y el Pelón, que convenientemente sembrados proporcionaron por primera vez "líneas genealógicas" y más adelante "líneas puras". Del material obtenido con las multiplicaciones de 1º, 2º y 3º grado, merecen recordarse las siguientes familias:

Americano 26 n (origen del primer Universal argentino).

Americano 25 e (utilizado como padre en numerosas hibridaciones posteriores).

Americano 25 d (utilizado como el anterior).

Americano 44 d (origen del ya muy difundido Universal II argentino).

Pelón 33c (origen del no menos conocido Favorito argentino).

Con este primer material y con algunas selecciones individuales de trigo "Barleta" que dió en líneas puras más de 38 familias destacadas, se hicieron cruzamientos obteniéndose numerosos híbridos, de los cuales se multiplicaron para su propagación:

El Híbrido III a, denominado "*Artigas*", producto del cruzamiento del Americano 26 n con el Americano 25 e.

El Híbrido IV c, denominado "*Larrañaga*", producto del cruzamiento del Pelón 33 c con el Americano 25 e.

El Híbrido VII ap, denominado "*Pérez Castellano*", producto del cruzamiento del Barleta con el Americano 25 e.

Los híbridos III a y IV c, fueron reproducidos y seleccionados en Plá (Partido de Alberdi), por el Ingº Agrº don Enrique Klein, que los introdujo en los cultivos argentinos con las designaciones de "Record" y de "General San Martín", respectivamente, en forma análoga a la que se observó anteriormente para:

1º) El Americano 26, que después de 4 selecciones individuales, fué difundido con el nombre Universal o Universal I.

2º) El Americano 44 d, que después de 5 selecciones individuales, fué difundido con el nombre de Universal II.

3°) El Pelón 33 c, que después de 4 selecciones consecutivas, fué propagado con el nombre de Favorito.

Uteriormente con el Universal II como padre y el "Barleta" 7 d, se obtuvieron varios híbridos destacados como el IX at (Ceres), el IX bh (Titán), el Sin Rival y el Vencedor, estos dos últimos de buenas aptitudes para la panificación.

El cruzamiento del Favorito con el Americano 2⁵ e, como padre, dió el híbrido IV y, denominado Mammuth.

Muchos otros híbridos están en cultivo y en las multiplicaciones preparatorias para el estudio experimental de sus cualidades, habiéndose ya examinado:

Los híbridos XII (Favorito y General San Martín) los híbridos XIII: Híbridos naturales del Favorito, reconociéndose entre ellos uno sin arista y otro aristado como de aptitud panadera muy superior al Favorito, mientras que los demás fueron descartados.

En fin, el híbrido Nbd (por cruzamiento del Favorito con el Universal II, comprobó ser también un trigo de calidad valorable.

A la obra tan meritoria de la Estanzuela y del Ingeniero Klein, creando estas variedades de pedigree platense, han venido a agregarse los trabajos de la Comisión Oficial de Genética del Ministerio de Agricultura, creando los híbridos 38, 28, 110, derivados del cruzamiento del trigo Barleta con un trigo de Manchuria, todos de buenas condiciones panaderas, pero con un calificativo especial para el comportamiento panadero del 38.

Otros híbridos y trigos seleccionados están en cultivo y multiplicación en las chacras experimentales, pues varios son trigos de difusión limitada en su zona, no obstante lo cual han dado mayores rendimientos y mejor aptitud panadera que los trigos comunes de la región. Entre otros señalaremos el Barleta 23, de la zona de Pico, que superó al Kanred en rendimiento.

Una parte del material seleccionado en los años 1910-12 por el Ing. Agrónomo. D. Guillermo Backhouse fué seguido, y más tarde hibridado en Pontaut por el Ing. Agrónomo D. Enrique Amos, obteniéndose nuevos trigos que se multiplican actualmente en la Chacra Experimental del

Ferrocarril del Sud y en la Chacra de la Sociedad Cooperativa "La Previsión", de Tres Arroyos.

Mencionaremos las variedades Excelsior y Pagador que superan en un 100 o/o los rendimientos de los mejores trigos de la zona. En la cosecha 1925 estos trigos habían dado proporciones muy elevadas de proteína (16,5 a 18,8 o/o) y tal vez por eso resultados mediocres a la panificación.

Con porcentajes más equilibrados (13 a 13,5 o/o), obtenidos en 1926, estas mismas variedades superaron en aptitud panadera a los mejores tipos nativos de la zona (Excelsior, con 2.660 cc. de pan y 110 de valor panadero; Pagador, con 2.460 cc. de pan y 105,4 de valor panadero).

Otras variedades están también en multiplicación (el "Soma", que ha dado este año en las pruebas 104,5 de Valor Panadero, el Príncipe de Gales, con 93,4 de Valor Panadero) y otras en preparación como productos del cruzamiento del "Ardito" del Profesor N. Strampelli con el Pagador.

El Ing. Klein cruzó también el Ardito (de paja corta, fuerte e inmune a los ataques del polvillo) con sus propias variedades.

En todas partes, pues, se trabaja a la obra de dotar al país de trigos propios, con pedigree argentino y que podrán difundirse con amplitud dado el control previo a que se someten para dilucidar sus aptitudes industriales.

Universal II. — Esta variedad se presenta casi siempre con un buen porcentaje de proteína, mayor en un mismo lugar que los trigos nativos existentes. De corte semi-duro, suministra una harina algo granulada, muy poco amarillenta en relación al grado de limpieza del trigo. El "empuje" de la pasta a la cocción en esta variedad es apenas menor que el que se observa en el Barleta y la contextura del pan alcanza muchas veces a la contextura del pan de Barleta.

En la cosecha actual (1926) y en la anterior (1925) se registraron las características siguientes:

Universal II.	Cosecha 1925	Cosecha 1926
Término medio.....	20 muestras	8 muestras
Proteína o/o en la harina	12,4	12,3
Volumen neto del pan	2.180 cc	2.240 cc
Contextura del pan	98,6	98,0
Valor Panadero	97,5	98,3
Volumen del pan por 1 o/o proteína . .	176 cc	182 cc

Favorito. — La característica más aparente de esta variedad es su muy acentuada pobreza en proteína y en gluten, siempre en relación con los trigos nativos cosechados en el mismo lugar.

Con el corte netamente harinoso y raras veces semi-duro de su grano, se obtiene una harina de tacto liso, suave, muy suelta, que sobresale por su blancura y ausencia de aspecto amarillo.

En cambio, como demuestra suma dificultad para desarrollar un pan de volumen aun siquiera satisfactorio, mucha deficiencia se advierte en el color y en la contextura del mismo. La pasta fermentada produce muy escaso volumen de gas, y careciendo de cohesión se rompe y se abre con tanta más facilidad que la superficie exterior tiende a researse muy rápidamente: de allí la dificultad de retener los gases producidos, ya mucho antes de haberse alcanzado la maduración de la masa.

Los resultados comparados de este año y del año anterior son típicos al respecto.

<u>Favorito</u>	Cosecha 1925	Cosecha 1926
Término medio de	14 muestras	5 muestras
Proteína o/o en la harina	10,82	8,68
Volumen neto del pan	1.710 cc	1.755 cc
Contextura del pan	92,4	89,8
Valor Panadero	80,3	80,5
Volumen del pan por 1 o/o de proteína	158 cc	202 cc

La última cifra indicada aparece como la característica del año 1926, que produjo trigos muy achuzados por las

contingencias climatéricas desfavorables que se conocen. Se observa por el volumen de pan relacionado a cada por ciento de proteína que la calidad de esta última (aun cuando fué mucho menor en cantidad) ha sido muy superior a la del año anterior.

Sin embargo, el comportamiento de la variedad no se ha modificado en cuanto a la contextura del pan y a la aptitud panadera en general.

Variedades Record, Sin Rival, Vencedor. — En el orden mencionado, se clasifican las 3 variedades citadas por su aptitud industrial. Mientras el Record proporciona una harina muy suave y bien blanca, el Sin Rival y el Vencedor suministran una harina semi-granulada, de aspecto más amarillento. El Sin Rival parece superar netamente al Vencedor en aptitud panadera, mientras sucede lo contrario para la resistencia y el rendimiento cultural del trigo.

Los términos medios de las mismas características son los siguientes para la presente cosecha.

Variedad	Record	Sin Rival	Vencedor
Proteína o/o en la harina	10.95	10.33	10.41
Volumen neto del pan	2.145 cc	2.155 cc	2.040 cc.
Contextura del pan	97.5	96.3	96.5
Valor Panadero	96.7	95.8	93.5
Volumen del pan por 1 o/o proteína .	196 cc	199 cc	196. cc.

Variedad "General San Martín". — En las pocas muestras conseguidas de esta variedad se ha comprobado una aptitud panadera netamente superior al Record y al Sin Rival.

Por la fineza, la blancura y la poca absorción de agua de su harina, el General San Martín parece recordar al Favorito de que deriva, pero la pasta fermentada presenta mucho mayor cohesión y tiene una actividad diastásica comparable por lo menos al Record. El "empuje" de la pasta a la cocción iguala al Barleta, habiéndose obtenido hasta 2.240 cc. de pan con sólo 9.16 o/o de proteína existente en la harina, lo que da un volumen de 244 cc. de pan por cada por ciento de proteína existente en la harina.

Híbrido 38. — Es esta variedad la que ha presentado mayor homogeneidad de calidad y mejor aptitud panadera en las pruebas. Debido a su cultivo aún reducido, no ha sido posible experimentar muchas muestras, pero podrá advertirse la “bondad” de este nuevo trigo por el término medio de los mismos factores anotados en 6 muestras procedentes de distintos lugares de la zona Norte del país.

Términos medios de la Variedad	Híbrido 38
Proteína o/o en la harina	11.61
Volumen neto del pan	2.390 cc
Contextura del pan	98.5
Valor Panadero	102.5
Volumen del pan por 1 o/o de proteína	206 cc

En esta variedad se halla indudablemente reproducida y aun mejorada la afamada calidad de nuestro Barleta, lo que viene a valorar singularmente los resultados anotados en el cultivo, en el rendimiento y en el aspecto físico del grano excepcionalmente conveniente este último para la molinería.

Trigos importados. — Como se ha advertido ya en los cultivos de los últimos años, van demostrándose con mayor certeza cada año, la poca adaptabilidad de los trigos extranjeros.

Con excepción, tal vez, del Kanred, el comportamiento cultural de las variedades norteamericanas e italianas se muestra deficiente y difícilmente también puede hallarse en aquellos trigos una aptitud panadera que pueda sostener la comparación con los nuevos trigos de pedigree platense y aun con los trigos comunes.

Marquis. — En la cosecha del año 1925 esta variedad ha dado, como término medio, de 14 procedencias distintas, los siguientes datos:

Valor Panadero	89.3
Volumen del pan	1.905 cc.
Contextura del pan	93.7
Proteína o/o en la harina	11.19
Volumen del pan por cada por ciento de proteína	170 cc.

El porcentaje de proteína en la harina molida varió de 8,17 o/o hasta 15,73 o/o.

En los trigos de la última cosecha se anotó para un Marquis, 18,4 o/o de proteína en la harina, con un volumen de sólo 2.360 cc., lo que da un volumen proporcional de 128 cc. El mayor volumen relacionado al porcentaje de proteína fué de 176 cc.

Como el Kanred, el Marquis ofrece una contextura netamente vidriosa que se revela en la molienda por una harina muy semolosa, densa y de aspecto arenoso. El color muy amarillento de la harina se advierte también en el pan, especialmente si el desarrollo adquirido no corrige sensiblemente esta carencia de blancura.

En razón de la fuerte cohesión del glúten del Marquis se requiere una maduración completa de la pasta fermentada, advirtiéndose que muchas veces la actividad proteolítica de las harinas es débil para este fin.

Las divergencias de condiciones climáticas de nuestro país con los del país de origen del Marquis son suficientemente grandes para explicar las fallas observadas en la aptitud de este trigo de difícil adaptación aquí.

Kanred. — Con mejores resultados culturales se ha revelado el Kanred, pero la aptitud panadera media de esta variedad se presenta, con todo, inferior a los nuevos trigos argentinos de pedigree.

En la experimentación completa que se hizo de 61 muestras de Kanred, cosechadas en 1926 como producto de la semilla distribuída por el Ministerio de Agricultura en 1925, se comprueba que el número de muestras de aptitud panadera destacada (superior a 95 en valor panadero), es relativamente escaso (18 o/o). El término medio de los factores, que hemos considerado hasta ahora, resultó para la variedad Kanred:

Proteína o/o en la harina	11.44
Volumen neto del pan	2.010 cc.
Contextura del pan	93
Valor Panadero	90.8
Volumen del pan por cada 1 o/o de proteína	176 cc.

Con cifras tan poco destacadas no es posible considerar la aptitud panadera del trigo Kanred como superior a la de un buen trigo de zona. Su incorporación a una mezcla de molienda podrá mejorar el rendimiento harinero y el porcentaje de proteína, pero deberá contarse al utilizarlo con la ayuda de un trigo de mejor "calidad", como posible correctivo del desarrollo del pan y del grado de blancura de la harina y del pan.

Ardito. — Por ser la variedad de origen italiano que mejores resultados dió en los cultivos, bien poco satisfactorio se ha anotado su comportamiento en las pruebas de molienda y de panificación. Ya castigada por un peso específico casi siempre bajo, esta variedad proporciona una harina bastante oscura, especialmente si acusa un porcentaje elevado de glúten. La única característica favorable de esta variedad es efectivamente su tendencia a suministrar muy altos porcentajes de glúten, pero por lo visto, sin mayor beneficio para el desarrollo del pan que siempre resulta regular (alrededor de 2.000 cc.). La contextura del pan del Ardito es francamente mediocre y se tendrá una idea del valor de esta variedad mencionando que un trigo Ardito de 14,3 o/o de proteína en la harina dió un volumen de pan de 2.010 cc. con un valor panadero de 89,2, cuando otra muestra de solo 9, 8 o/o de proteína en la harina dió un volumen de pan de 2.060 cc. y un valor panadero de 87,5.

Con semejantes cifras aparece difícil aconsejar el cultivo de esta variedad cuando se requiere especialmente una buena calidad, por de pronto no reñida con un alto rendimiento y un buen comportamiento cultural.

INFLUENCIA DEL MEDIO SOBRE LA COMPOSICION DEL TRIGO

En la determinación de las aptitudes típicas de una misma variedad de trigo, se advierte siempre — dentro de un comportamiento similar — divergencias sensibles, no solo en el tenor de proteína y en otros componentes esenciales de las harinas, pero también en la facilidad de desarrollo del pan, en su grado de blancura, en el gusto y sabor del pan, etc.

Todas estas diferencias en la mayor o menor acentuación de las cualidades típicas son motivadas por la influencia del medio que rodea al trigo desde la germinación de la semilla hasta la maduración del nuevo grano.

Este medio es determinado por un tan gran número de factores que resulta difícil de precisar la influencia exacta de cada uno.

La influencia del clima — el más importante — puede ser estudiada tomando en cuenta las variaciones habidas en las temperaturas, en la humedad ambiente, en la precipitación de lluvias, en la velocidad del viento, en el número de días y horas de sol y de tiempo nublado, en la presión barométrica y en los accidentes climatéricos (heladas, golpes de sol, etc.) que influyen grandemente sobre el crecimiento de la planta y la maduración del trigo.

El suelo es también un factor importante por la flora bacteriana que contiene, por la composición y el grado de permeabilidad del terreno, etc.

A causa principalmente de la relación existente entre el suelo y el clima, puede decirse que ciertas cualidades del grano que son atribuidas a la influencia de un mismo clima no son modificadas sensiblemente por la influencia del terreno, por cuanto el clima es, en gran parte responsable de los cambios habidos en el subsuelo.

Una muy extensa literatura que se publicó a partir de 1880 en Francia y de 1899 en Estados Unidos describe las observaciones que se efectuaron realizando cultivos comparativos de trigos bajo climas distintos y en suelos naturales o fertilizados convenientemente.

Las condiciones climatéricas son las causantes principales de las variaciones halladas en la composición de los granos y eso con mayor amplitud que cualquier otro factor, con excepción tal vez de la irrigación.

Con veranos frescos, que se han caracterizado especialmente por ser lluviosos y que han motivado así un alargamiento del período vegetativo, se consiguen trigos pobres en proteína y en gluten y por consiguiente de contextura muy harinosa o rica en almidón.

Con veranos secos y calurosos, se obtiene en cambio trigos pocos granados, pero de alta riqueza proteica.

De un modo general, la proporción de almidón existente en el grano, o sea inversamente el tenor en proteína del trigo depende de la mayor o menor cantidad de lluvia caída durante el período de vegetación que procede inmediatamente a la maduración del grano.

Por más que una semilla haya demostrado tener un elevado porcentaje de proteína, se cosechará solo un trigo de bajo porcentaje de gluten si dicha semilla ha sido sembrada en una zona que tiene habitualmente una fuerte precipitación lluvial que corresponde necesariamente a un largo período de vegetación del trigo.

Esta semilla, rica en gluten, dará en este caso un trigo que no resultará más provisto de gluten que un trigo derivado de una semilla de la misma variedad pero pobre en gluten.

Así por ejemplo, la semilla de trigo Kanred que fué importada en 1924 de Estados Unidos y distribuída para su siembra en la zona Oeste Nord-Oeste y Sud-Oeste de la provincia de Buenos Aires acusó un porcentaje de proteína de 13,35 o/o para el trigo y un porcentaje de gluten seco de 12,93 o/o existente en la harina obtenida en molienda única.

De esta misma semilla, se han conseguido trigos cuyo tenor en proteína osciló entre 9,04 o/o y 18,73 o/o y cuya proporción de gluten seco varió de 8,10 o/o hasta 19,95 o/o a causa de las divergencias de clima y de suelo.

Recordando que las variaciones habidas en las caídas de lluvias producen variaciones en la humedad del suelo que, a su vez influye sobre el porcentaje de proteína del trigo, es lógico admitir que la irrigación influencia en igual modo la riqueza proteica del trigo y por lo tanto su valor industrial.

La adición limitada de agua a un suelo mediante la irrigación, acrecentará el rendimiento en grano por unidad de superficie cultivada, pero por más que el trigo aparezca más granado y posiblemente más pesado, resultará de más bajo tenor en proteína que si no hubiera mediado la irrigación. De un modo general, el tenor en proteína del grano variará inversamente a la proporción de agua que aportará la irrigación.

La naturaleza del suelo influye, por su parte, sobre la composición del trigo según la aptitud del suelo para facilitar o retener mayor o menor humedad para la planta. A mayor

humedad corresponde una menor proporción de proteína en el trigo, pero también mayor cantidad de trigo cosechado.

Un aporte limitado de humedad durante los últimos períodos de crecimiento de la planta, contribuirá a la producción de trigos de alto porcentaje de proteína, pero cosechados en más reducida cantidad.

La preparación del suelo influye sobre el tenor de proteína del trigo a causa de la mayor proporción de nitrógeno utilizable que deja en el suelo.

Cualquier factor — como, por ejemplo, un tiempo anormalmente frío — que retarda la formación y la utilización del nitrógeno en el suelo, conduce a la producción de trigos tiernos, pobres en proteína, pero facilita en cambio la producción de rendimientos elevados en cereal.

La riqueza natural o artificial del suelo en nitratos o fertilizantes nitrogenados, especialmente en forma orgánica, proporciona trigos de alto tenor en proteína, mientras que los suelos arenosos, más permeables y carentes de nitratos, producen sólo trigos de bajo tenor en proteína.

Es interesante señalar que se comprobó en cultivos experimentales que los mayores aumentos verificados en el tenor de proteína de los trigos, se lograron retardando la aplicación de los nitratos hasta el tiempo de la floración.

La aplicación liberal de fosfatos a los suelos ha conducido a la producción de trigos de más bajo tenor en proteína que cuando los fosfatos no fueron aplicados.

Los abonos potásicos no afectan mayormente la composición del trigo, salvo en el caso de que la proporción de ácido fosfórico sea también elevada.

Como regla general, se estableció que el uso de fertilizantes comerciales no aparece producir suficientes cambios en la cantidad y en la calidad del gluten del trigo como para justificar su empleo, exceptuando el incremento de la cantidad de trigo cosechado que se logra con su uso. En cambio, la rotación de cosechas de legumbres y forrajeras apropiados suministra medios más prácticos y más económicos para aumentar la concentración de los nitratos en el suelo y lograr, por consiguiente, la producción de cosechas de mayor riqueza en proteína.

RELACION DEL PESO ESPECIFICO AL RENDIMIEN- TO HARINERO DEL TRIGO

Es una costumbre comercial corriente relacionar el peso específico del trigo con su valor industrial.

A juicio de muchos molineros, un trigo de grano bien lleno y de peso específico elevado es un trigo de alto valor para la molinería, pues lo consideran bien provisto del gluten y de alto rendimiento harinero.

Entre los estudios efectuados al respecto Bailey & Hendel (1923) y más tarde Mangels & Sanderson (1925) comprobaron que no existe relación alguna entre el tamaño del grano o su peso específico y la riqueza proteica del trigo.

En cambio existe una relación más positiva entre el peso específico del trigo y su rendimiento en harina.

Sanderson fué el primero en dar datos concretos obtenidos en la molienda de trigos "Hard Spring" durante 5 cosechas consecutivas (1911-1916); los rendimientos en harina variaban de 72 o/o aproximadamente por un trigo de 80 k. de peso hectolítrico hasta 62,2 o/o de harina por un trigo de 61, 1 k. de peso, lo que corresponde a una merma de 1/2 o/o (0,50 o/o) en el rendimiento de harina por cada kg. de disminución en el peso del trigo.

Thomas en 1917, al relacionar el rendimiento en harina con el peso hectolítrico, obtiene graficamente una curva que es una línea casi recta. Con trigos de 66 kgs. obtiene 64, 6 o/o de harina y con trigos de 83 kgs. obtiene 74,5 o/o de harina, lo que corresponde a una merma de 0,60 o/o en el rendimiento de harina por cada kg. de merma en el peso hectolítrico.

El Laboratorio Howard de Minneapolis comunicó en 1920 los datos conseguidos sobre varios miles de ensayos:

Por trigos de	57,8	k.	se	obtuvieron	53,5	o/o	de	harina
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"

Shollenberger (1925) encuentra que trigos ya limpiados de 81,5 k. de peso aproximado suministran 68,9 o/o término medio de harina, mientras que trigos de un peso mínimo de 60,9 k. dan aproximadamente 58 o/o de harina, lo que corresponde a una merma de 0.53 o/o de harina por cada kg. de merma en el peso.

Los resultados de los dos primeros años de marcha del "State Testing Mill" de Estado de Minnesota fueron concretados por Bailey (1924), hallando que la curva de relación del peso específico al rendimiento no es una simple línea recta, sino una hipérbola. La merma en el rendimiento de harina es de 0,63 o/o por una disminución de 1 kg. en el peso específico.

Estas observaciones pueden cotejarse con la escala de rendimiento que estableció durante la guerra la Comisión de control de la Alimentación (U. S. Food Administration) en Estados Unidos para los Molinos Harineros, con sujeción a una extracción mínima (reglamentos del 22 de Julio de 1918).

Peso del trigo	Extracción harinera	Cantidad de trigo para elaborar 100 kg. de har.
74,5	74,3	134,7
73,2	73,2	136,7
71,9	72,1	138,7
70,6	71,0	140,8
69,3	69,8	143,3
68,1	68,6	145,9
66,8	67,2	148,9
65,5	65,8	152,0

DEFECTOS E IMPUREZAS DE LOS TRIGOS

El trigo que llega a la molienda industrial contiene frecuentemente granos averiados o en mal estado de conservación, (granos verdes, brotados, helados, ardidos, revolcados, etc.) y mezcla de semillas extrañas, granos ensuciados por las caries, granos o esporos de carbón (ustilago) y otras impurezas.

Una limpieza seca, efectuada en forma enérgica, puede eliminar las semillas extrañas y la mayor parte de la suciedad adherente al trigo. El lavaje posterior del trigo, precedido de una buena flotación descarta el carbón y los granos livianos

(triguillo, granos chuzos, fuertemente brotados o vaciados por gorgojos) que el zarandeo y la aspiración de las máquinas separadoras no alcanzaron a eliminar completamente.

Los demás granos averiados (helados, ardidos) pueden sin embargo difícilmente, eliminarse y casi siempre son molidos con el trigo sano, si no se ha podido apartarlos por una clasificación anterior.

La falta de información que se tiene del daño causado al trigo molido obliga al molinero a considerar siempre con recelo estas impurezas y defectos de los trigos, en razón de las deficiencias que traen en la calidad de las harinas, pues no siempre el daño real puede apreciarse por la inferioridad aparente.

Por este motivo se adoptaron en Estados Unidos y Canadá métodos de "Standardización" para la valorización comercial de los trigos, teniendo en cuenta, en cada clase o "grade" el porcentaje mínimo tolerable de cuerpos extraños, granos averiados y granos de trigos que pertenecen a un tipo distinto.

Conociendo las variaciones y la importancia de cada uno de estos defectos, más fácilmente se evitará sus efectos en la molienda.

Trigo helado. — El trigo helado es el grano achuzado por la interrupción de su desarrollo causado por la helada que cayó antes de su maduración.

Mayor ha sido el interválo de tiempo comprendido entre la helada que causó el daño y la época de maduración normal, mayor será la merma de calidad hallada en las harinas. El aspecto del grano helado es el de un grano cubierto de ampollas, lo que hace que el grano fuertemente helado es como achicharrado.

Si se observa que la parte dañada corresponde solo al dorso del grano, es posible que no se advierta ninguna merma en la calidad de la molienda.

El grano afectado por la helada ofrece siempre un mayor porcentaje de proteína y de celulosa que el grano normal. Blish encontró (1920) que los componentes nitrogenados del grano helado se caracterizan por una proporción más elevada de nitrógeno no-proteico.

Un trigo que fué afectado por la helada cuando el grano se hallaba aún en estado lechoso contenía 10,56 o/o nitróge-

no no-proteico y 4.85 o|o de alfa-amino-nitrógeno relacionado al total de nitrógeno existente en el trigo.

El mismo tipo de trigo, que por siembra temprana había ya alcanzado la maduración, afectado por la misma helada dió solo un tenor de 1.84 o|o de nitrógeno no-proteico y 0.27 o|o de alfa-amino nitrógeno.

En 1925, Sharp, observa que la proporción de amino-nitrógeno contenido en una harina de trigo que había sido helado y deshelado ulteriormente (por 36 horas de permanencia a 25° c) era siete veces mayor que la proporción de amino-nitrógeno hallado en la harina del mismo trigo no helado.

El rendimiento harinero es naturalmente mermado por la molienda del trigo helado. El pan puede sufrir en su desarrollo y a veces en su contextura.

Birchard (1920) encuentra que si el trigo ha sido fuertemente helado, el volumen del pan se reduce sensiblemente y que este último toma un color gris o por lo menos más oscuro.

El trigo que sufre la helada parece aumentar ligeramente de peso y tiene tendencia, siendo submergido, a absorber más rápidamente el agua.

Trigo Atacado por la "Roya". — La infección de los trigos por la "Puccinia graminis" y la "Puccinia triticina" rogos por la "Puccinia graminis" y la "Puccinia triticina" (ro-la planta que impide a la misma planta retener el agua en sus tejidos para mantenerlos normalmente hinchados, lo que contribuye a dificultar la formación del almidón en el grano.

Análisis comparativos del mismo trigo atacado y sano comprueban que el trigo atacado contiene una mayor proporción de cenizas, de humedad, de proteína y de celulosa que el trigo sano; en cambio resulta netamente menor la proporción de almidón en el trigo atacado que en el trigo sano.

Aún cuando no haya seguridad de hallar trigo atacado por la "roya" en todo trigo liviano y achuzado, puede suceder que, en los años de fuertes ataques por el polvillo, una buena parte del trigo afectado por esta enfermedad haya procedido de plantas infectadas y es indudable que este defecto causa siempre una cierta disgregación y pérdida de fuerzas en el gluten de las harinas, que se traduce por una merma de la aptitud panadera.

Trigo "brotado" o germinado. — En los años lluviosos y en todos los casos en los cuales no se protege suficientemente las parvas o pilas de trigos contra las lluvias, se acrecenta la humedad del grano hasta un tenor tal que empieza el grano a germinar.

La pérdida progresiva de peso que sufre el trigo a medida que se intensifica la germinación ha sido indicada por Teller (1896) que refiere que en 3 días esta merma alcanza el 6 o|o del peso inicial del trigo.

Las consecuencias que puede acarrear la germinación más o menos acentuada del grano son dignas de considerarse para comprende mejor la razón que aconseja dar al trigo un buen acondicionamiento.

Ya en 1911, Harcourt efectuó pruebas de panificación sobre trigos brotados con diferente intensidad.

Se observó un marcado mejoramiento en la calidad del pan obtenido cuando el trigo fué germinado hasta que la "plúmula" igualó el largo mismo del grano.

Cuando la "plúmula" llegó hasta 2 veces y más el largo del grano, la aptitud panadera, tal como lo revela el volumen del pan y su contextura, fué sensiblemente mermada.

Esta observación fué más tarde confirmada por Corbould (1921) que experimentó, 1°) con trigo normal, 2°) con trigo brotado hasta que la plúmula alcanzase la mitad del largo del grano y 3°) con trigo brotado de manera que la plúmula sea mayor que el largo del grano. Los rendimientos de estos tres trigos en harina fueron respectivamente de 70,8 o|o, 65,9 o|o, 56,6 o|o y los volúmenes de pan correspondientes de 2.000 cc. — 2.125 cc. y 1.975 cc.

La conclusión del trabajo fué, que con una germinación moderada que no permita a la plúmula desarrollarse más allá de la mitad del largo del grano se puede obtener resultados beneficiosos para la aptitud panadera de las harinas resultantes.

Stockham (1920) había encontrado, por otra parte, que la cantidad de gas, que produce a la fermentación una pasta hecha con harina de trigo brotado, era mayor que la que produce una pasta de harina del mismo trigo no brotado, pues se comprobó que la actividad proteolítica de la harina de trigo brotado era también mayor. Por esta razón, Sherwood ha

sugerido mezclar una pequeña proporción de granos germinados con el trigo sano que suele demostrar una débil actividad diastásica.

Trigo ardido. — El trigo que se recalienta en parvas o en silos puede llegar a afectar la calidad del trigo sano al cual se halla mezclado. En este caso, el grano toma un color netamente más oscuro y hasta un olor a “tufo”. Como el daño es proporcional a la intensidad del recalientamiento, la pérdida de cohesión del gluten y el cambio operado en las propiedades organolépticas de la harina molida son los medios usados para apreciar rápidamente el perjuicio causado.

La prueba de panificación suministra aún mejores indicaciones y con mayor seguridad permite resolver el destino del trigo así afectado.

“Panza Blanca” en los trigos. — Es muy frecuente la modificación del color de los granos en los trigos de cáscara coloreada y de textura vidriosa. Los granos de “panza blanca” como los llaman en el comercio cerealista, se caracterizan por su corte y textura más harinosa y su endospermo tierno y poco amarillento que contrastan con el aspecto más oscuro, más duro y más vidrioso del grano normal.

Snyder fué el primero (1904) que observó la diferencia de composición que presentaba el grano “panza blanca” (llamado yellow-berry en Norte América). Separando, en una misma muestra, los granos normales y los granos “panza blanca”, halló que los granos uniformemente vidriosos y coloreados presentaban siempre un porcentaje mayor de proteína que los granos “panza blanca” y la merma que acusaban estos últimos era de 14, 0|0 a 17 0|0 del tenor de proteína de los granos normales.

Las causas de esta producción de granos “panza blanca” fué estudiada por muchos investigadores. Lyon Keyser atribuyeron la proporción de “panza blanca” a las condiciones del clima y del suelo anteriores a la cosecha.

En las investigaciones que efectuó Headden en la Estación Experimental del Colorado (1918) sobre 7 cosechas consecutivas se comprobó que la merma de proteína verificada para el grano “panza blanca se relacionaba también con una merma en el volúmen y en la calidad del pan.

En las conclusiones de su trabajo dice: “La panza blan-

ca no es motivada, como muchos creen, por una maduración excesiva del grano, ni causada por una exposición del grano al sol después del corte, ni debida tampoco a una tendencia hereditaria en el trigo. No existe ningún fundamento para creer que las condiciones climatéricas dan lugar a la producción de “panza blanca” o solamente favorecen su desarrollo.

“La “panza blanca” no es el indicio de un suelo agotado, en el sentido de decir que este suelo no podrá producir abundantes cosechas; en cambio, significa que existe en el suelo un exceso de potasa, fuera de la cantidad necesaria para formar con el nitrógeno utilizable en el mismo suelo una relación ventajosa, y hasta cierto punto constante, para la obtención de un grano normal, duro e uniformemente vidrioso y colorado.

La “panza blanca” puede ser disminuída en una proporción notable y aún eliminada totalmente por la aplicación al suelo de una cantidad suficiente de nitrógeno utilizable; en cambio, su producción se verá acrecentada por la aplicación al suelo de potasa.

En estas condiciones, la presencia de granos “panza blanca” en un trigo que ha de calificarse como una “degeneración” de su calidad comercial puede culparse exclusivamente al productor, ya que su obtención o su eliminación se hallan bajo su control.

Los medios de que se dispone para impedir su producción son: la preparación adecuada de la tierra con el entierro de los rastrojos, el trabajo temprano y sí posible la aplicación de estiércol guano y salitre, la rotación de cosechas en las cuales el maíz, el alfalfa y las leguminosas preceden al trigo y en fin el cultivo de tierras vírgenes.

Comercialmente el trigo con granos de “panza blanca” sufre una desvalorización y los molineros cuidan siempre su proporción en la mezcla de molienda. Se ha observado que la harina obtenida con trigos que contienen una fuerte proporción de “panza blanca” es más amarillenta que la harina obtenida de los solos granos vidriosos e uniformemente coloreados.

Deficiencias provocadas por las semillas extrañas del trigo. — Es bien conocida la dificultad que existe para lograr la separación completa de las semillas extrañas que acom-

pañan el trigo cosechado. Cuando el trigo es suficientemente granado, el equipo habitual de limpieza (separadoras, trios a cilindros o a discos, flotadora y aspiración) realiza fácilmente esta tarea.

Pero con ciertas semillas (yeton, joyo, enredadera, arvejilla silvestre), y más aún si éstas se hallan mezcladas a un trigo achuzado o simplemente de peso específico bajo, la separación es muy laboriosa y es siempre posible que un cierto porcentaje de estas semillas sea molido con el trigo.

Es interesante, por eso, conocer la influencia de estas semillas sobre la calidad molinera y panadera del trigo.

Las semillas extrañas más comunes, la avena y la cebada (cebadilla), no producen un efecto sensible a la panificación si su proporción no pasa del 1,5 %, tenor que se considera un máximo tolerable para un trabajo normal de limpieza. En la molienda, la merma de rendimiento es a veces muy sensible, no tanto por la reducción del porcentaje de harina, sino a cause del grave inconveniente que produce la pelusa de la cáscara de la avena en los cernidores y sasores, llegando a tapar los canales de aspiración, impedir la limpieza conveniente de las sémolas y dificultar la cernidura, obteniéndose entonces una harina sucia e inferior en blancura que provoca la merma de extracción en las harinas superiores.

El centeno, cuando es mezclado al trigo, es de separación más difícil, pero su presencia dificulta menos el trabajo y el resultado de la molienda. Según las investigaciones del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, cada por ciento de centeno en el trigo molido rebaja el rendimiento harinero de 0,33 o/o aproximadamente, merma debida a la diferencia de espesor de la cáscara entre el centeno y el trigo.

El color de la miga del pan es también mermado por la presencia de centeno en la molienda, calculándose que 3 o/o de centeno rebaja el color del pan de medio punto.

Como la harina de centeno no ofrece un gluten extractible por el agua, una proporción mayor de 3 o/o hace perder sensiblemente la cohesión del gluten y como consecuencia la pérdida de elasticidad de la pasta hace que el pan se desarrolle cada vez menos a medida que aumenta el porcentaje de centeno.

En la admisión de sucedáneos que se incorporaron al trigo como medida de restricción económica, fué tolerada una proporción de 5 o/o de centeno conjuntamente con otro 3 o/o de harinas de habas, cebada y mandioca.

Algunas semillas extrañas son peligrosas para la mollienda en razón de su composición y naturaleza tóxica.

El joyo, en particular, contiene un principio tóxico aun poco conocido, pero que se ha manifestado por los efectos causados en la alimentación humana y en los animales.

Wehmer (1911) indicó la presencia en el yeton de un glucoside, la "sapogenina", que se desdobla para dar la "saponina" tóxica.

Más de 2 o/o de yeton en el trigo provoca una merma sensible en el volumen del pan, en su color y en su textura. El amasamiento y el manipuleo de una harina que contiene 3 o/o de yeton producen una irritación de la piel de las manos.

En la semilla de arvejilla silvestre, Bertrand encontró un glucoside productor de cianógeno en la proporción de 0.9 c/o. Gortner (1920) halló que 100 gramos de arvejilla proporcionan 3 miligramos y medio de ácido cianhídrico. Es necesario 1 o/o de semilla de arvejilla en el trigo para percibir en la pasta o en la harina mojada el olor característico de ácido cianhídrico.

El agua caliente desarrolla este olor que pronto desaparece para hacer lugar al olor de "benzaldehida" que persiste hasta en el pan.

Muchas semillas oloríferas que crecen con el trigo y se hallan mezcladas con él en parvas y en bolsas comunican un olor fuerte a las harinas. Es suficiente de 0.5 o/o a 1 o/o de estas semillas, como el trébol dulce o trébol de olor, para que se perciba el defecto en la harina y aun en el pan enfriado.

El ajo silvestre suele también causar muchos perjuicios a los molinos, no solo porque al molerlo engrasa y empasta los cilindros, pero especialmente por el olor que deja en las harinas, las cuales deben ser mezcladas nuevamente.

Se ha indicado que el ajo puede ser eliminado del trigo secando la mezcla en una corriente de aire caliente: basta ventilar fuertemente el trigo después para que los bulbos de

ajo desecado, más livianos, sean llevados por la corriente de aire.

La presencia de los granos y esporos de carbón (ustilago) es también muy dañina para el trigo a causa del olor desagradable (trimetilamina o aceite rancio de pescado) y de la inferioridad de color que acarrea para las harinas. Los molineros eliminan el carbón rompiéndolo con despuntadoras, o mejor todavía por flotación y lavaje con abundancia de agua.

MOLIENDA

I. — *Aspecto técnico de la molienda*

El trabajo que trata de realizar la Molienda industrial se concreta en la mejor separación posible de la *cáscara fibrosa* y del *germen* (o embrión) del grano del trigo, y seguidamente en la pulverización del *endospermo* o parte central del grano, en partículas de tamaño uniforme que constituirán la harina.

Cada una de estas tres partes esenciales del grano de trigo: cáscara, germen y endospermo, ofrece caracteres físicos diferenciales que son utilizados precisamente para lograr, en forma progresiva o consecutiva, la separación mecánica de aquellas.

Gracias a su constitución celulósica, la cáscara puede, en efecto, adquirir una cierta flexibilidad y tenacidad, si se trata convenientemente el grano por una acción combinada del agua y del calor. El germen, por su parte, se deja aplastar y reducir a láminas con suma facilidad por una ligera presión de los cilindros, en razón de su alto contenido de materia grasa.

La notable friabilidad del “endospermo” o núcleo almidonado del grano será también aprovechada para reducirlo en un polvo de fineza tal que su pasaje a través de un tejido lo dejará libre de toda partícula aparente de cáscara o tegumento interno.

Si examinamos la cáscara externa (o pericarpio) del grano de trigo, comprobamos que está formada de tres envolturas. La más externa (la epidermis) y la mediana (el epicarpio) son muy delgadas, apenas coloreadas, casi transparentes; durante el tratamiento energético de limpieza preliminar del grano, son generalmente destruidas o por lo menos fuertemente ras-

padas por los aparatos de limpieza y son tan livianas que se encuentran en todas las aspiraciones de las máquinas.

La tercera envoltura, el endocarpio, es en cambio muy gruesa, más resistente y de color amarillento; es esta última envoltura que constituye con una pequeña parte de las dos anteriores la cáscara fibrosa o afrecho.

Abajo del pericarpio se hallan los tegumentos internos que protegen al embrión o germen. El primero, el "testa", es de color morenuzco, a causa de los dos pigmentos (amarillo y anaranjado) que contiene, predominando el pigmento anaranjado en los granos bien maduros o subidos de color. El segundo tegumento, el "epispermo", es, en oposición al anterior, excepcionalmente delgado, casi transparente y cubre como una fina seda la última capa interna formada de células de "aleurona" que protege el núcleo central y bolsa de harina del grano. Es esta última capa adherida al epispermo que se encuentra en el residuo de molienda llamado "pavesa" o semitín, producto semi-blanco, de tacto y de composición intermedia entre el afrecho y la harina.

Como la "rotura" o abertura del grano se hace progresivamente y como el desmenuzamiento resultante se efectúa del centro a la periferia del grano, es posible obtener una eliminación casi completa — aun cuando no cuantitativa — de la cáscara para las harinas de alta extracción que proceden del centro del grano, mientras que una parte apreciable de los tegumentos internos y del germen suele encontrarse en las colas y en las harinas de los pasajes terminales de la molienda. Es así que de los 82 a 85 o/o de harina o materia almidonosa que contiene el "endospermo" sólo se puede conseguir, con el trabajo de los cilindros, de 72 a 75 por ciento de harina comercialmente utilizable. Estos 10 o/o que se pierden se hallan incorporados a los residuos de la molienda y en cierta manera constituyen el justificativo de su precio, ya que su tenor en almidón puede relacionarse con su cotización comercial, por cuanto el *afrecho*, que contiene más o menos 12 o/o de almidón, vale, en condiciones normales, \$ 4.50 los 100 kgs.; el *afrechillo*, que contiene alrededor de 16 o/o de almidón, vale \$ 5.50 y el *semitín* o *pavesa*, que contiene alrededor de 32 o/o de almidón, vale hasta \$ 8.50.

El ideal de la molienda sería de pelar y de degerminar enteramente el grano, para pulverizar ulteriormente al endospermo así descorticado, pero todavía no se alcanzó tal finalidad y en esto estriba la diferencia existente entre el aspecto teórico y el aspecto práctico de la molienda.

II. — Limpieza y acondicionamiento del trigo para la molienda

La limpieza preliminar del trigo se realiza mediante dos tratamientos consecutivos: 1° la limpieza “seca” efectuada en una o dos etapas (en el Elevador y en el Molino), y 2° la limpieza “húmeda” o lavaje del trigo, que también se efectúa teniendo en vista la mejor preparación física o sea el mejor acondicionamiento del grano para la molienda.

En la limpieza seca se persigue la eliminación de todas las semillas o materias extrañas al trigo, tratando también de dejar el grano libre del polvo o tierra adherente al grano y a las barbas que cubren la punta opuesta al germen.

Para eso, se utilizan sucesivamente las siguientes máquinas:

1° — Las *separadoras*, que trabajan utilizando dos camisas o chapas metálicas perforadas (una camisa con agujeros más finos que el grano de trigo y otra con perforaciones más gruesas que el grano) y que disponen también de dos aspiraciones o corriente aspiradora de aire, una aspiración que trabaja a la entrada del trigo a la máquina y otra aspiración que trabaja a la salida del trigo de la máquina. Con la primera “camisa” se elimina la arena o tierra suelta, la “granza fina”, el triguillo y las semillas pequeñas; con la segunda “camisa”, se espera la “granza gruesa” (trozos de paja, granos de maíz, trigo vestido, cuerdas, excrementos, etc.); con la aspiración se elimina el polvo o tierra liviana, los granos vacíos, el triguillo liviano, las espiquillas, etc.

2° — Los *triores* o separadoras de semillas extrañas, que suelen ser de dos tipos distintos, el trior de cilindros rotativos y el trior de discos. Estos triores utilizan la diferencia de tamaño existente entre el grano de trigo y las semillas extrañas al trigo. Las alveolas de que son provistas los cilindros o los discos son o bien *más chicas* que el grano

de trigo (cuando se quiere eliminar las semillas de menor tamaño: nabo, yeton, enredadera, rábano, etc., pues aquéllas se alojan en las alveolas y se extraen por efecto de la rotación de la máquina) o bien *del mismo tamaño* que el grano de trigo (cuando se quiere eliminar las semillas más largas que el grano: avena, cebada etc. pues, en este caso, es el grano de trigo que se coloca en las alveolas y que se extrae de la máquina). Cada grupo de triores que efectúan, pues, un trabajo distinto, tiene una o dos máquinas “de reprise”, es decir, otras máquinas que tratan el rechazo de un mismo grupo de máquinas para evitar que se desperdicie el trigo, completando o perfeccionando el trabajo anterior.

3º — Las “*despuntadoras*”, llamadas también “monitores” (scourers) a causa del gran número de revoluciones (de 850 a 1.000 R. P. M.) que tiene el batidor o eje central de la máquina. Este eje está provisto de paletas que lanzan con fuerza el trigo contra las paredes interiores de un tambor formado por un tejido metálico grueso o por una chapa perforada a fin de permitir la acción de un ventilador que aspira, sobre toda la periferia exterior del tambor, el polvo o las impurezas desprendidas en este enérgico sacudimiento del trigo. La aspiración del mismo ventilador actúa también sobre la caída del trigo en el caño de salida.

4º Las “*esmeriladoras*”, que trabajan de un modo análogo a los monitores, pero en las cuales el tambor metálico perforado es substituído por una “camisa” circular de esmeril, de tacto áspero, que raspa fuertemente el grano. En este tipo de máquina, una aspiración trabaja también en la parte superior y a todo lo largo del tambor que contiene la camisa de esmeril y trabaja también a la salida del trigo de la máquina. Los aparatos magnéticos para la eliminación de piezas de metal, clavos, etc. se utilizan habitualmente antes de las despuntadoras.

El uso de las “*esmeriladoras*” es sin embargo algo distinto del uso de las despuntadoras, pues mientras estas últimas se emplean siempre en el tratamiento del trigo “seco” o tal cual, la acción de las “*esmeriladoras*” es mucho más eficaz cuando se efectúa sobre el trigo ya lavado o por lo menos ablanda-

do por una adición de agua y un descanso prudencial de algunas horas, operación que se llama "tempering".

En los molinos que utilizan solamente la limpieza "seca" se considera indispensable hacer pasar el trigo por lo menos tres veces en las separadoras y dos veces por las despuntadoras, siendo por lo tanto, necesario disponer de un número suficiente de máquinas para realizar este trabajo en forma continua y automática.

Muchos molinos utilizan también para terminar la limpieza una máquina "cepilladora" en la cual el trigo se abre paso entre dos cepillos circulares de forma semicónica, que logran pulir el grano y quitarle la pelusa o polvo adherido que han levantado los monitores o esmeriladoras. En realidad, no existe mayor utilidad en realizar este trabajo que por efecto de la dureza del cepillo puede dañar el grano en el surco medio y actualmente no se considera en los molinos modernos la cepilladora como una máquina indispensable.

El grado de eficiencia de la limpieza que realiza el Molino depende no solo del tipo de máquinas utilizadas que ha de ser adecuado a la clase de semillas o materias a eliminar, pero especialmente del número de estas máquinas, por cuanto cada una debe trabajar sin ser recargada en su capacidad; solo de este modo se logra una buena limpieza.

En algunos Molinos se consigue eliminar por ejemplo el "carbón duro", rompiendo los granos con una despuntadora de camisa especial y habiendo mezclado previamente el trigo con un poco de cal apagada al aire que hace desaparecer el olor fétido que el "carbón" comunica al trigo, pero el mejor procedimiento de eliminación total es incontestablemente el lavaje del trigo.

La *limpieza húmeda* del trigo, que sigue inmediatamente a la limpieza seca, consiste en un lavaje del trigo con abundancia de agua seguido de un secamiento rápido del mismo mediante una fuerte centrifugación y un segundo secamiento más lento mediante una corriente de aire caliente y posteriormente por aire frío.

El lavaje del trigo se efectúa, sea por inmersión forzada y agitación si existe aún tierra a eliminar, o sea por simple flotación si existen todavía en el trigo piedritas del mismo ta

maño que el grano o bien cuerpos livianos como el carbón que no se sumergen tan rápidamente como el grano sano de trigo. En general la duración del lavaje o de la inmersión del trigo en el agua no influye mayormente en la absorción de agua porque esta operación es efectuada siempre con rapidez y por que el trigo pasa inmediatamente con la corriente del agua a la centrífuga que deja el trigo completamente escurrido.

En realidad el lavaje del trigo no es más que una continuación del trabajo de limpieza y por eso mismo debe efectuarse con energía y según lo requiere el estado de suciedad del trigo.

El "acondicionamiento" del trigo que consiste en colocar al cereal en un estado físico más adecuado para la molienda sigue inmediatamente a la "limpieza seca" y llega a formar parte integrante de la "limpieza húmeda" si se lava todo el trigo.

En los Molinos que no lavan el trigo, el acondicionamiento se concreta solo en "remojar" el trigo, agregándole una mayor o menor proporción de agua durante el corto trayecto de una rosca y dejándolo en descanso varias horas. En los molinos que lavan todo el trigo, el acondicionamiento principia realmente a la salida del trigo escurrido de la máquina centrífugadora.

Es mediante la regulación de la duración y de las condiciones de la desecación: temperatura, velocidad y grado higrométrico del aire utilizado en las columnas secadoras, que se llega a obtener el grado higroscópico y de humedad que es deseable para que el trigo tenga asegurado un buen acondicionamiento que adquiere por un descanso ulterior en los cajones o silos durante un período de tiempo que varía desde 2 hasta 120 horas, según el tipo de trigo tratado, la temperatura aplicada en el secamiento y la humedad que se requiere en el trigo a moler.

La cantidad de agua que se agrega directamente al trigo seco o que se incorpora al grano durante el lavaje ha de variar forzosamente según el grado de humedad inicial del trigo, el tamaño o aspecto más o menos granado del trigo y su textura más o menos vidriosa.

Teniendo en cuenta que una humedad media de 15 a 15,5 o/o es necesaria al grano para que su cáscara adquiriera la flexibilidad y la tenacidad deseada para dejarse desgarrar y raspar sin peligro de desmenuzarse en exceso, es fácil calcular la

cantidad de agua a incorporar al trigo y prever la ganancia de humedad que ha de cobrar el trigo seco.

La aplicación de calor durante el tiempo más o menos prolongado de desecación comunica al trigo una cierta temperatura que ha de guardar durante su estacionamiento en los cajones del Molino y esta temperatura es aprovechada para modificar favorablemente las condiciones físicas de la cáscara y acelerar la influencia de la diastasa del germen sobre el endospermo.

Humedad, temperatura y tiempo (que transcurre entre la adición de agua y la molienda) son pues los tres factores que permiten regular el acondicionamiento del trigo y realizar el doble objetivo de dar toda la tenacidad y flexibilidad a la cáscara y de evitar que el endosperma sea dañado por una excesiva humedad que haría apelsonar la harina, lo que causaría, por una mala cernidura, la pérdida de la harina en los residuos y colas.

III. — *Influencia de la humedad en la molienda*

La importancia que tiene el agua en la molienda industrial ha empezado solamente a ser tenida en cuenta desde el día en que las determinaciones químicas fueron corrientemente aplicadas al control de la calidad de los productos elaborados.

Siendo los elementos constituyentes del grano de trigo de naturaleza coloidal, su imbibición provoca en ellos un fenómeno de "hinchazón" haciéndolos menos friables, y aun cuando el agua agregada al trigo no llegue nunca a modificarlos hasta lograr un "gel", el tenor de 2, 3 o 4 o/o de agua agregada es susceptible de provocar un cambio físico importante en las harinas y alterar la acción de las enzimas o fermentos contenidos en el embrión.

Prácticamente la penetración del agua a través de la cáscara es muy lenta y si el grano no ha sido lastimado por un trabajo demasiado violento de limpieza se requiere alrededor de 72 horas de descanso para llegar a la distribución uniforme de la humedad en el grano, es decir hasta la imbibición uniforme del endospermo.

Con un trigo de humedad normal (12,5 a 13 o/o) un descanso de 4 a 6 horas es generalmente suficiente para dejar

la cáscara húmeda y flexible sin que el endospermo haya sido todavía afectado por la humedad. En estas condiciones el afrecho no llegará a pulverizarse, sino que se separará con facilidad en láminas anchas que podrán cernirse con rapidez.

Una mayor duración del tiempo de estacionamiento del trigo hará el endospermo menos friable, pero favorecerá el estado coloidal del gluten de la harina y los cambios que tienen lugar durante la germinación del grano.

Estos cambios se advierten por el crecimiento del germen bajo la influencia de un grado de humedad mayor, crecimiento que por mínimo que sea, provoca, desde que empieza, la actividad de los fermentos (enzimas: *amylasa*, *peptasa* y *tryp-tasa*) contenidos en el "scutellum" o envoltura que tapiza el fondo de la concavidad ocupada por el germen. Al mismo tiempo que se modifica la contextura del núcleo amiláceo que se vuelve más blando y más hinchado, se realiza la transformación, aun cuando parcial, muy lenta y progresiva, del almidón insoluble en almidón soluble y ulteriormente en dextrina, en glucosa y, finalmente, en maltosa (acción de la *amylasa*).

Las enzimas *peptasa* y *tryp-tasa* transforman las proteínas insolubles en proteínas solubles que pueden ser aminoácidos, peptonas y proteosas. Todos estos cambios susceptibles de efectuarse demuestran la real importancia del acondicionamiento del trigo bajo la acción combinada del agua y del calor.

Una excesiva humedad incorporada al grano puede, no solamente aumentar la tensión de vapor de agua existente en la atmósfera de los aparatos de molienda (cilindros, caños, cernidores), dificultando el trabajo normal, pero puede también ablandar con exceso el endospermo y apresurar la germinación en detrimento de la calidad ulterior de la harina.

Un calor excesivo en el secamiento o en el trigo estacionado puede coagular y endurecer las sustancias solubilizadas por la acción de los fermentos, defectos que no se advertirán en la harina, pero que habrá que esperar hallar en la panificación.

En un acondicionamiento juiciosamente conducido, el gluten, que es aumentado en cantidad y mejorado en calidad.

ayuda a la transformación parcial del almidón en azúcar, resultando beneficiada la aptitud panadera de la harina.

Un trigo de contextura vidriosa y que produce una harina oscura y áspera se volverá una vez bien acondicionado, particularmente apto para producir una harina más lisa, más blanca, sin perder nada de su "fuerza". Un trigo blando o tierno en exceso, podrá, con un acondicionamiento adecuado, perder una buena parte de su humedad y ser suficientemente endurecido para ser luego molido en buenas condiciones.

Un molinero experimentado debe estudiar el estado del tiempo antes de acondicionar y mezclar sus trigos. En efecto, las influencias atmosféricas repercuten sobre el ambiente del molino y se advierten por sus efectos en el trigo, a veces mucho antes de que sean notadas exteriormente.

Un trigo bien acondicionado requiere también una fuerza motriz menor para ser molido, y esta reducción puede variar del 2 al 10 % de la fuerza motriz necesaria para moler el trigo seco.

La mayor humedad dada al trigo por el acondicionamiento viene también a compensar las pérdidas de humedad que se producen como consecuencia de la evaporación que sufren el trigo molido y las harinas en sus diversos pasajes por las máquinas. El calor desarrollado en la mercadería por la acción mecánica de los cilindros y por los rozamientos sobre las sedas y batidores de las máquinas cernidoras, es la causa de esta evaporación, que se intensifica por la aspiración que ejerce en cada máquina una corriente aspiradora de aire utilizada para combatir la elevación de temperatura y aminorar las pérdidas de mercadería liviana.

Como son muy numerosos los pasajes que recorre el trigo molido para llegar al final de su transformación, se observa una disminución constante de humedad en los productos, siendo las harinas superiores más húmedas que las harinas inferiores y estas últimas más húmedas que los residuos de molienda. Excepcionalmente en un trigo que ha tenido un acondicionamiento rápido se puede observar mayor humedad en el afrecho, ya que la humedad se concentró en la cáscara, sin penetrar en el endospermo.

La mayor o menor humedad del trigo a su entrada al

primer cilindro tiene, pues, una influencia directa sobre el mayor o menor rendimiento de los productos elaborados, y si se calcula el rendimiento de la molienda relacionándolo al tenor de humedad inicial del trigo antes de su acondicionamiento, se comprobara cuán beneficiosa es para el molinero la ganancia que resulta del aumento de peso de los productos, aumento que será tanto mayor cuanto más seco haya sido el trigo antes de acondicionarlo.

En el "State Testing Mill" del Estado de Minnesota, se ha comprobado (1924) que con un trigo de 13 % de humedad no hubo ni ganancia ni pérdida en la molienda, siendo la pérdida por evaporación y aspiración compensada por la mayor humedad dada por el acondicionamiento. En cambio, a cada por ciento de humedad, que fué inferior en el trigo sucio a 13 %, se obtuvo una ganancia media de 0,75 % en el rendimiento total de los productos.

Se comprende fácilmente, pues, que para combatir esta pérdida de humedad se hayan hecho esfuerzos para mantener en el ambiente del molino un estado higrométrico uniforme mediante pulverizaciones de agua en los distintos pisos del molino. Un procedimiento industrial difundido, el "Humphires Process", se funda precisamente en la introducción de humedad al interior de las máquinas bajo forma de niebla. Realizando la molienda en un ambiente de alta humedad, se reduce no solamente la evaporación y la pérdida invisible de peso de la mercadería, pero se consigue también mejor trabajo de cernidura y consecuentemente una harina más blanca. La calidad de la harina producida en una atmósfera húmeda (65 a 75° H.) es superior a la harina obtenida en ambiente más seco y el tenor en cenizas de la harina es también reducido. Sin embargo, el color y la contextura del pan de harina obtenida en condiciones semejantes de limpieza con una atmósfera más seca (35 a 39° H.) han sido sensiblemente superiores.

IV. Rotura y reducción del trigo

El quebrantamiento del grano de trigo se llama "rotura" y los cilindros o máquinas de molienda destinados a este

objeto se designan por “pasajes de rotura. Este trabajo, fundamental para la conducta de la molienda, se realiza en 4, 5 ó 6 pasajes sucesivos del trigo o de la mercadería molida en otros tantos grupos de máquinas, comprendiendo cada una de ellas un par de cilindros rayados, movidos en sentido inverso, a una velocidad diferencial que es más o menos de 2 1/2 a 1. Las rayaduras que siempre llevan los “cilindros de rotura” varían en profundidad y en distancia de acuerdo a la intensidad del raspaje o desgarramiento que se quiere producir. El número de rayaduras y su inclinación sobre el eje del cilindro varían también de un molino a otro, y se considera que en el ajustamiento de todos estos detalles técnicos reside una condición de éxito en la producción de harinas de alta calidad.

Como regla general, puede decirse que el número de rayaduras se regula de la siguiente manera:

Número de rayaduras por pulgada (0,25 m.)

1ª rotura	12
2ª „	14
3ª „	17 1/2
4ª „	21
5ª „	24

Para los cilindros de 250 mm. de diámetro, por ejemplo, el número de rayaduras por cilindro puede variar desde 275 rayaduras en el pasaje de 1ª rotura hasta 625 en el pasaje de 5ª rotura; pero cualesquiera que sean las disposiciones adoptadas, el secreto de una buena fabricación estriba en tener siempre una rayadura “viva” y cortante. La profundidad de la rayadura es tal que el lado cortante forma con la vertical un ángulo de 18° y con la horizontal un ángulo de 21°.

La inclinación de las rayaduras sobre el eje horizontal del cilindro varía de 4,15cm. hasta 6,25 cm. por metro lineal.

El trabajo de los cilindros se regula por el intervalo que los separa de acuerdo con el grado de rotura que se quiere obtener: en la 1ª rotura, se persigue solamente abrir el grano, la 2ª rotura rompe completamente el grano en fragmentos gruesos que la 3ª y 4ª roturas terminan de desgarrar. En

la 5ª rotura sólo se raspa la cáscara ya bien aislada del resto del grano.

La mercadería que se consigue después de cada rotura es enviada sobre un cernidor provisto de 3 tamices: de arriba abajo, un tamiz metálico de mallas gruesas, un cedazo de seda de mallas medianas y un cedazo de seda de mallas tupidas.

El primer tamiz metálico separa en cada rotura la mercadería más gruesa que es enviada directamente al pasaje de rotura siguiente. El cedazo intermediario de mallas medianas retiene la "sémola" o fragmentos gruesos del endospermo ya aislados, y esta sémola es enviada primeramente a un divisor o clasificador de sémolas y después a los sasores para ser limpiada antes de su transformación en harina. En fin, el cedazo de seda más fino separa, dejándola pasar por sus mallas, la harina fina y ya terminada que libera cada uno de los pasajes de rotura. Esta harina, cernida por sedas números 11, 12 y 13 XX lleva el nombre del pasaje de rotura de donde procede.

La división de la mercadería molida en los pasajes de rotura puede definirse, pues, por la dimensión de los cedazos utilizados.

Pasajes	Tamis Metálico que separa la mercadería gruesa	Tamices utilizados para separar la "Semola"		Tamiz utilizado para aislar la harina terminada
		Nro. Tamis	a Sasor	
I.ª Rotura	18 M	30 M 50 S 9 XX	N.º 1 N.º 2 N.º 3	11 XX
II.ª "	24 M	36 M 50 S 70 S	N.º 1 N.º 2 N.º 3	11 XX
III.ª "	30 M	40 M 54 S 70 S	N.º 1 N.º 2 N.º 3	12 XX
IV.ª "	30 M	40 M 60 S 9 XX	Centr. Cil. N.º 4	13 XX
V.ª "	24 M	50 S 9 XX	Cent. Cilin.	13 XX

La proporción de mercadería gruesa que después de cada rotura vuelve a la rotura siguiente puede definirse así:

Pasajes	Mercadería gruesa en ojo de la entrada	Mercadería fina que pasa a la seda seda 7 XX
I. ^a Rotura	40 %	6 %
II. ^a "	42 %	9 %
III. ^a "	32 %	12 %
IV. ^a "	20 %	9 %
V. ^a "	44 %	8 %

Terminada la roturación del trigo, se obtiene al final de la última rotura y como rechazo del cedazo 24 M el afrecho, que sólo requiere ser cepillado y cernido (por 30 M) para ser embolsado.

Cada rotura ha suministrado, pues, 3 categorías de productos: los *gruesos*, que han sido remolidos hasta dar el afrecho final; los *finos*, que constituyen las "harinas de rotura", y los *medianos*, que son ulteriormente clasificados por su tamaño en "sémolas" y "semitas". (Sémola vestida, gruesa, media, fina.—Semita gruesa, semita fina).

En la 1^a y en la 2^a roturas han sido aislados los fragmentos gruesos que contienen el germen y parte de "sémolas" llamadas "vestidas" a causa de su aspecto colorado y envoltura celulósica. Estos productos que se encuentran como rechazo de los cedazos 30 y 36 M son enviados sobre un cilindro liso de velocidad diferencial de 1 1/4 a 1 y muy poco apretado. El germen se aplasta fácilmente en películas amarillentas y adquiere un tamaño mucho mayor (como un afrecho grueso, pudiendo entonces ser aislado con una pequeña proporción de afrechillo, por la seda 18 ó 20, mientras se eliminará la pequeña cantidad de harina formada (5 a 8 %) con una seda 72 Gg. u 8 XX.

Si el germen no tiene una utilización directa, su destino final es el afrechillo, y es por eso que en muchos molinos el germen es separado por el 40 Gg. y enviado directamente sobre el pasaje de la IV^a rotura.

Purificación. — las "sémolas" y "semitas" previamente clasificadas son enviadas entonces sobre los "sasores" o purificadores. En estas máquinas la mercadería es volcada so-

bre un tamiz rectangular, ligeramente inclinado y animado de un rápido movimiento de vaivén mediante un excéntrico. Las mallas de este tamiz son de tamaño distinto: al principio, la mercadería encuentra mallas finas; al centro, un paño de mallas más abiertas y al final, es decir, a la descarga, otro paño de mallas más gruesas. Resulta, por lo tanto, una clasificación de la mercadería que en su recorrido sobre el tamiz es atravesada, además por una corriente ascendente de aire producido por un ventilador colocado en la parte superior de la máquina o por una aspiración central. Esta corriente de aire levanta las partículas livianas, fibrosas o celulósicas, que ensucian las sémolas; se produce una clasificación por densidad, y las materias más livianas (canales) pueden ser recogidas separadamente de las que provienen del rechazo de las sedas (colas).

De una misma mercadería (sémola sucia) que entró en el "sasor" se obtienen 3 clases de productos: una sémola limpia, una mercadería aun harinosa, pero más colorada (colas) y un producto celulósico muy liviano, casi terminado (canales).

Reducción. — Las sémolas y semitas así purificadas pueden ser entonces convertidas en harinas con la seguridad de que proporcionarán un producto harinoso ya libre de partículas extrañas al endospermo. Este trabajo de "convertisaje" o reducción es efectuado por los cilindros lisos y se necesitará disponer de tantos grupos de esas máquinas como se ha conseguido tamaños distintos de sémolas o semitas. Se mantiene en los rollos, mediante resortes adecuados, una presión suficiente para reducir la sémola o la semita a harina, y se entiende que una sola reducción no bastará para librar el residuo o cola de toda la harina extractible, pero es siempre la primera conversión o pasaje la que proporciona la harina más pura y exenta de materias celulósicas.

Cernidura. — Después de cada reducción la mercadería es enviada sobre un "cernidor", que puede ser un tambor o cilindro octogonal recubierto de paños de seda (centrífugo) o que puede ser una caja oscilante provista de tamices planos superpuestos (planchister o plansifter).

Los centrífugos proporcionan generalmente 3 clases de

productos: la harina fina terminada, un producto semi-granulado aun muy harinoso, llamado "dunst" y un producto celulósico, de tacto áspero, poco harinoso, llamado "cola".

Los "planchisters" proporcionan siempre 4 ó 6 productos distintos, realizando una mayor división entre los productos semi-granulados o no concluídos que son enviados nuevamente a la molinenda separadamente o conjuntamente con productos similares provenientes de otros pasajes.

A medida que adelanta la reducción, los productos separados contienen cada vez mayor proporción de cáscara o tegumentos y la harina obtenida resulta cada vez más oscura, amarilla o rojiza. La terminación de los productos así convertidos se juzga suficiente cuando su aspecto físico corresponde al aspecto y a la terminación de los productos comerciales. La conveniencia de acortar o de alargar la clasificación y la reducción sucesiva de las sémolas y semitas debe ser considerada, pues, desde un punto de vista comercial, pero cualquiera que sea la capacidad del molino y la extensión de sus pasajes, se impone siempre la consecución de harinas de la mayor blancura y pureza posibles, y eso no se consigue siempre con la ayuda de una maquinaria numerosa o complicada, sino con el conocimiento de las mercaderías en curso de elaboración.

V. Diagrama de molinenda y su composición

Considerando que la molinenda es un tratamiento mecánico progresivo, se comprende que la rotura y la división gradual del grano proporciona productos de aspecto, tamaño, composición y naturaleza distintos.

Las diferentes divisiones o pasajes sucesivos constituyen el "diagrama de molinenda" y las características físicas y químicas de los diferentes productos — que sean éstos simplemente clasificados (extracciones) o terminados (harinas finales y residuos) — son precisamente las que definen la "composición" del diagrama.

Mientras la extensión del diagrama de molinenda podrá dar una idea clara de la repartición de la mercadería y del número de productos distintos factibles de conseguir, la "com-

posición” del diagrama dará razón de la perfección alcanzada en la elaboración y en la terminación de los productos.

Un molino que efectúa 5 roturas sucesivas tiene generalmente 9 divisiones distintas de sémolas y semitas y dos o tres clasificaciones de productos gruesos (uno de ellos conteniendo el germen), que necesitan ser reducidos sobre cilindros de rayaduras muy finas, llamados “desagreguers”.

El número de harinas debidamente terminadas que se recogen de los cernidores varía de 12 a 28, según la extensión del diagrama, y es con este material que el molinero debe componer las harinas comerciales (en número variable de 2 a 5), que embolsará con sus marcas.

Indiscutiblemente el mejor procedimiento para conseguir harinas comerciales de composición adecuada y uniforme, es tomar por base la composición de las diferentes harinas del diagrama.

Por el examen de estas 20 y tantas harinas distintas se puede apreciar cuál será la pureza, la blancura o la calidad de las harinas comerciales y cuál ha de ser la mejor manera de reunir las en 2, 3 ó 4 conjuntos que serán librados a la venta.

El conocimiento constante de la composición de su diagrama es, pues, de suma importancia para el experto molinero.

En el tenor, en la repartición progresiva del gluten y en su aparente “calidad” se podrá verificar la justeza de la división de los productos, por cuanto su mismo origen indica aproximadamente cuál ha de ser la aptitud panadera distinta de cada harina. En el grado de blancura de los diferentes pasajes del diagrama se encontrará la clasificación real de las harinas y la razón de las deficiencias que pueden ocurrir por una limpieza incompleta del trigo molido, por el trabajo mal regulado de un cilindro, por el exceso y la falta de carga de una máquina o por alguna rotura en las sedas de los cernidores.

Por las variaciones del porcentaje de cenizas de las distintas harinas del diagrama, se apreciará su grado de extracción relativa y, por consiguiente, cualquier anomalía del trabajo de la molienda.

Las informaciones que proporciona la composición del

diagrama de molienda son el complemento necesario de los datos de rendimiento, y ninguna indicación puede reemplazarlas mejor para la apreciación de la calidad o el comportamiento de una nueva mezcla de trigos.

Es únicamente con las cifras proporcionadas que pueden aconsejarse en este caso los cambios a efectuarse en la extracción o en la conducta de la molienda para poder conservar la requerida uniformidad de calidad en los productos.

VI. *Formación, clasificación y composición de las harinas y sub-productos*

Las distintas harinas del diagrama de molienda se consiguen mediante el trabajo de cilindros de 3 diferentes tipos. Su agrupación se hará, pues, de acuerdo a su origen: en pasajes o harinas de rotura, pasajes o harinas de cilindros lisos y pasajes o harinas de reducción.

En cada uno de estos grupos se observa una gradación bien marcada de las características esenciales de las harinas: tenor en gluten, blancura física, tenor en cenizas, en grasas, en residuos celulósicos, etc. De acuerdo a estas características puede procederse a una clasificación de las harinas y repartirlas adecuadamente en las harinas comerciales que se embolsan.

Es así que de las 5 harinas de rotura, la primera (harina de 1ª rotura), a causa de su deficiente color, irá a constituir la clase especial, cero o segunda; la segunda (IIª rotura) y la tercera (IIIª rotura) se destinarán, por lo menos en parte, a la clase de harina superior (triple cero), la cuarta (IVª rotura) irá a la especial y la última (Vª rotura) a la harina baja "segunda".

Un criterio análogo hará proceder a la clasificación de las distintas harinas de cilindros lisos sabiendo que los mejores productos derivan de las sémolas originadas en el 2º y 3er. pasajes de rotura (20., 30., 40. y 50. lisos) y los más inferiores comprenden las harinas de los lisos 7, 10, 11, 12 y 13.

La clasificación, que se hará de las harinas del diagrama sobre la base de sus características físico-químicas, debe hallarse confirmada en las harinas comerciales, pero con varia-

ciones de mucho menor intensidad por resultar aquéllas una mezcla de distintos pasajes.

Se comprende, pues, que el control del diagrama de molienda faculta al molinero para poder mantener la necesaria uniformidad en sus harinas por todo cuanto se refiere a calidad, blancura y extracción, ya que la combinación de mezclar las distintas harinas en las roscas de las embolsadoras puede hacerse a voluntad.

Se apartará de la formación de las harinas panificables las últimas harinas de cada grupo de productos si así lo requiere el color, la calidad o la excesiva extracción de las mismas. Con estas 3, 4 o 5 últimas harinas se formará la clase "segunda", inapta para panificación, pero apta para usos industriales.

Es también conveniente conocer el porcentaje de harina que es susceptible extraer de cada pasaje o sistema de diagrama con una carga determinada de trigo sobre el molino. Con este dato es fácil conocer en cualquier momento la extracción total de una harina comercial, basándose en los pasajes que la componen.

Los tipos de harinas más difundidos en el comercio son los que indicamos a continuación, con algunas de sus principales características, que varían naturalmente de un molino a otro y también de acuerdo a la mezcla de trigos que utiliza:

Tipos comerciales	Triple Cero	Doble Cero	U. M. 6 Entera
Límites de extracción s/tr. molido	0-45 %	0-55 65 %	0-72 %
Gluten seco	10, 80 12, 00	11, 50 12, 50	11, 00 12, 50
Cenizas	0, 36 0, 40 %	0, 42 0, 46 %	0, 48 0, 52 %
Materias grasas o/o	1, 00 1, 08	1, 14 1, 20	1, 20 1, 30
Residuos celulósicos o/o	0, 140 0, 170	0, 170 0, 200	0, 190 0, 230

Tipos comerciales	Especial	Cero	Segunda
Límites de extracción s/tr. molido	45-70 %	55-70 %	70-74,5 %
Gluten seco	11, 50 13, 50	12, 00 13, 80	7, 50 16, 00
Cenizas o/o	0, 56 0, 66 %	0, 68 0, 78	1, 20 2, 10
Materias grasas o/o	1, 34 1, 56	1, 58 1, 80	2, 20 3, 40
Residuos celulósicos o/o	0, 220 0, 310	0, 350 0, 500	0, 900 1, 500

Los sub-productos de la molienda se dividen, por lo menos, en dos clases comerciales: afrecho y rebacillo y a lo sumo en 4 clases, que se denominan: afrecho, afrechillo, semitín o pavesa y semita o harinilla.

Su composición es muy variable y resultan tanto menos blancos o harinosos cuanto mayor ha sido el número de reducciones y extracciones.

Mientras el afrecho procede directamente del rechazo o extracción más gruesa de la última rotura, el afrechillo reúne todo el afrecho desmenuzado, la aspiración de los sasores y los residuos de la desintegración de las sémolas.

El semitín (remoulages) se forma de la reunión de las colas de los pasajes terminales y puede elaborarse en 1 o 2 categorías distintas. El rebacillo es constituido habitualmente por la reunión del afrechillo (12 a 16 partes) y del semitín (3 a 6 partes).

La semita o harinilla es el producto elaborado por los molinos de diagrama corto o reducido y en realidad es constituida por un sub-producto no terminado, equivalente en composición a la harina segunda y al semitín.

Las características término medio de los sub-productos y los límites entre los cuales puede variar su extracción, son las siguientes:

Sub-productos	Afrecho	Afrechillo	Semitia
Límites de extracción	89-100	77-92	73-79
Cenizas o/o	5,80-6,30	5,00-5,70	3,40-4,00
Grasas o/o	4,80	5,50	5,20
Residuos celul.	54 o/o	50 o/o	30,50 o/o
Almidón	12-14 o/o	16-18 o/o	29-33 o/o

VII. *Cambios observados en las harinas después de su elaboración*

Todo consumidor de harinas sabe que la harina recién molida no se presta para desarrollar sus cualidades panaderas en condiciones satisfactorias, vale decir, que su comportamiento no satisface tanto como lo hará una utilización similar de la misma harina algunas semanas más tarde.

Las modificaciones que pueden sufrir las harinas con su “envejecimiento” o mejor dicho con un estacionamiento prolongado, no han sido siempre bien conocidas y tampoco bien definidas, pero es fácil comprobar que la harina “estacionada” absorbe más rápidamente mayor cantidad de agua (absorción facilitada por una mayor desecación de la harina) y proporciona también una pasta de mayor elasticidad, que produce mayor volumen de gas y cobra mayor volumen en la panificación que lo haría la misma harina “fresca” y de reciente elaboración.

Los primeros cambios que se advierten en la harina durante su “reposo” o estacionamiento son las variaciones de peso de la harina y el sensible “blaqueamiento” o pérdida gradual del color amarillento característico que presenta la harina recién molida.

Los numerosos experimentos practicados sobre harinas depositadas han permitido comprobar que la harina es muy higroscópica y que su tenor en humedad y, por consiguiente, su peso varían con la humedad del ambiente que la rodea.

El control de la humedad atmosférica es, pues, de gran importancia para asegurar una buena conservación del producto, evitando pérdidas sensibles en atmósferas demasiado secas e impidiendo rápidas alteraciones en atmósferas demasiado húmedas o calurosas.

Es efectivamente el estado higrométrico de la harina el principal regulador de las modificaciones sufridas por las harinas en su tenor de acidez, en la solubilización o desintegración parcial del gluten, en la "intensidad" de la acidez (es decir, en la concentración en ions-hidrógeno), en el blanqueamiento natural de la harina, etc.

Pocos de los investigadores que han estudiado las modificaciones que se producen en las características físico-químicas de las harinas las han relacionado con las condiciones higrométricas del ambiente en el cual fueron conservadas las harinas, pero esto es, sin embargo, un factor esencial. En los ensayos de panificación que se realizaron sobre harinas de diversos tipos guardadas más de un año se comprobó siempre que el "estacionamiento" mejora notablemente la aptitud panadera, cada vez que se juzga aquella por la extensión, la contextura y las cualidades aparentes del pan obtenido.

Swanson, Willard y Fitz (1915) hallaron que este mejoramiento aumenta hasta los 125 días de la elaboración, llegando la aptitud panadera a disminuir con un mayor estacionamiento, pero con todo al cabo de un año la "aptitud panadera" de las harinas ensayadas era superior a la que tenía al día siguiente de su elaboración.

El porcentaje de acidez es el que mayor incremento demuestra en el envejecimiento de la harina, especialmente si la harina estacionada tiene o adquiere un tenor elevado de humedad.

El porcentaje de grasas disminuye también con el tiempo de conservación, pero mientras el porcentaje de gluten seco merma solamente después de varios meses, el porcentaje de gluten húmedo normalmente extractible disminuye rápidamente como consecuencia de una pérdida de la hidratación del mismo.

En cuanto a la concentración en ions-hidrógeno, las experiencias clásicas de Jessen-Hansen habían ya establecido (1911) su incremento con el envejecimiento, atribuyendo el mejor comportamiento panaderil de las harinas estacionadas — en relación a las harinas frescas — a su mayor concentración en ions-hidrógeno, pues se pudo comprobar la equivalencia del mayor pH de las harinas viejas con el pH artificial-

mente aumentado, en las harinas frescas, por adiciones crecientes de ácidos. Desde la realización de estas experiencias, que hubieran de ser ampliamente descritas para poder apreciar toda su importancia, se ha comprendido la necesidad de un "estacionamiento" suficientemente prolongado de las harinas para lograr el mejoramiento de su 'aptitud panadera', y es precisamente la consecución inmediata de este mejoramiento que tratan de obtener los diversos tratamientos industriales aplicados a las harinas elaboradas.

VIII. *Procedimientos industriales de mejoramiento*

La comprobación de sensibles deficiencias que se manifiestan en las harinas elaboradas como consecuencia de fallas inevitables en la calidad de los trigos ha incitado siempre a mejorar o, por lo menos, a corregir el comportamiento panaderil de las harinas durante o después de su elaboración. Desde la adición del sulfato de cobre en la pasta de pan (1 parte por 30.000 de pasta) y del alumbre (1 parte por 900 de pasta), puesta en práctica al final del siglo XVIII, se ensayaron numerosos procedimientos que pueden clasificarse de acuerdo a los dos objetivos principales que se persiguen:

1° Aumentar el grado de blancura aparente de la harina y del pan (procedimiento de blanqueamiento), y

2° Mejorar la "calidad panadera" de las harinas por modificación del estado físico de los constituyentes (procedimientos de "maduración").

Los más eficaces son indudablemente los segundos, por cuanto el mejoramiento del comportamiento de las harinas a la panificación se acompaña casi siempre de una mejoría en el color del pan, como consecuencia natural de un mayor desarrollo y de una mejor contextura del mismo. Es por esta razón difícil considerar separadamente los diversos tratamientos por los efectos producidos, ya que la correlación existente entre el color y la calidad del pan es tan estrecha.

a) *Procedimientos de blanqueamiento.* — El blanqueamiento natural de la harina después de su elaboración es motivado por la oxidación de la "carotina" o pigmento que co-

lorea la grasa y cuyas soluciones etérea o clorofórmica son de un amarillo color oro.

Se ha comprobado efectivamente la causa de este blanqueamiento natural de la harina embolsada, comprobando su color después de 2 meses con la misma harina conservada en el vacío y la misma harina conservada en una atmósfera de hidrógeno (Kent-Jones, 1924).

Mientras la primera perdió mucho de su aspecto amarillento, la segunda no se modificó en nada absolutamente y la última cambió muy poco.

Los cristales de "carotina", que funden a 168° C., blanquean inmediatamente por oxidación y basta un tercio de su peso de oxígeno para decolorarlos completamente.

Lo que produce lentamente el estacionamiento prolongado de la harina, y más rápidamente la exposición de la harina a la luz solar, puede conseguirse en pocas horas por la aplicación de sustancias químicas que pueden ser sólidas o simplemente gases, siendo efectivamente estos últimos los primeros en utilizarse para el blanqueamiento artificial de las harinas.

Ya en 1879 Beans tomaba una patente para emplear el gas "cloro" como agente de blanqueamiento, y en 1898 Fritchot, en Francia, indicaba el empleo de una corriente de aire atravesando el arco voltaico productor de "ozono" como medio de blanqueamiento. En realidad, el blanqueamiento era motivado, más que por el "ozono", por el peróxido de nitrógeno formado.

Andrews (1902), en Inglaterra, utilizaba también el peróxido de nitrógeno producido por reacción química (sulfato ferroso y ácido nítrico), pero sólo se llegó a una aplicación industrial del blanqueamiento en mayor escala con la difusión del "Alsop Process" (1904), basado en la producción eléctrica del peróxido de nitrógeno y en la condensación de este último NO_2 en tetra-óxido N_2O_4 más activo, logrando esta condensación por la producción del arco voltaico en una cámara metálica que utiliza la alta temperatura del arco.

El "Alsop Process" demuestra tener un efecto marcado sobre los 45 primeros porcientos de harina, es decir, sobre la harina de calidad superior que no requiere un blanqueamiento muy acentuado, salvo en los casos de empleo de ciertas

variedades de trigos. Las harinas medianas y de segunda clase pierden también algo de su aspecto amarillo, pero la mejora en el blanqueamiento es menos visible, por cuanto resulta más aparente después el fondo rojizo o gris de las harinas inferiores.

El pan de harina tratada aparece sensiblemente mejorado en color, y en algunos casos en su desarrollo, ya que la corriente de aire tratado que atraviesa la harina favorece su "aereación", pero no hay modificación alguna en el estado de los componentes de la harina.

Exceptuando el gas "cloro" y sus derivados que proporcionan a las harinas, no sólo un blanqueamiento, sino una verdadera "maduración", no se ha logrado aplicar otro compuesto que resulte eficaz, por más que se hayan experimentado muy diversos agentes, como el oxígeno "naciente" (con H^2O^2), los vapores de bromo, el anhídrido sulfuroso, etc.

Ultimamente se han aplicado sustancias sólidas para lograr el blanqueamiento. El más conocido, el "Novadel Process" utiliza un polvo blanco llamado "Novadelox B", que no es otro que una mezcla de 25 partes de "hiperóxido benzoico" (C^6H^5CO) $^2O^2$ y de 75 partes de fosfato de cal. Mezclando este producto con la harina a su salida de las máquinas (en proporciones que varían de 8 a 20 gramos por 100 kilogramos de harina), se comprueba el efecto máximo del blanqueamiento después de 36 horas. Al precio básico de 4 dólares por kilogramo de producto, el tratamiento viene a costar algo más de 9 centavos papel por cada 100 kilogramos de harina, mientras que la aplicación del blanqueamiento por el procedimiento Alsop es de sólo 3 centavos papel por 100 kilogramos de harina. El procedimiento que utiliza el "hiperóxido benzoico" ha sido criticado por la naturaleza explosiva del producto que se descompone con explosión cuando es calentado hasta 105°C., es decir, un poco más arriba del punto de fusión de los cristales del producto puro. Sin embargo, la proporción de este producto en la harina es solamente de 32 partes por un millón, y su mezcla con el fosfato cálcico anula prácticamente el peligro de ignición espontánea.

b) *Procedimientos de "maduración"*.—En el tratamiento de las harinas por sustancias sólidas se procura incor-

porar sustancias químicas, de reacción fuertemente ácida, susceptibles de modificar la concentración en ions-hidrógeno de las harinas “frescas” para aproximarlas a la concentración que tendrían estas mismas harinas después de un prolongado estacionamiento. Con el aumento del pH se persigue la consecución de un mayor grado de “dispersión” del gluten, al que obedece la mejoría verificada en la panificación de las harinas tratadas.

El producto más conocido, el “Salox”, es un persulfato de amonio obtenido por vía electrolítica. Su fuerte reacción ácida (contiene alrededor de 7 % de anhídrido SO_3) y su pH elevado de 3.50, justifican su acción sobre las harinas recién elaboradas, por más que la cantidad que se incorpora (una parte de Salox por 4000 partes de harina, término medio), es muy pequeña. Como todos los agentes oxidantes, el persulfato vuelve el gluten más coherente y más elástico y eso se advierte por el hecho de que la pasta de la harina tratada se reseca más rápidamente y requiere más agua que la misma harina sin tratar.

Los fosfatos ácidos de calcio, utilizados solos o en combinación con otros productos se consideran también como agentes de “maduración”, debiendo producir su mayor efecto en la panificación.

Sin embargo, los procedimientos de “maduración” de mayor eficiencia hasta la fecha han sido los diversos tratamientos de las harinas por el gas cloro y sus derivados.

El primero, en cuanto a la fecha (1907) utilizó el cloruro de nitrosilo NOCl diluído en una cierta cantidad de aire. Wesener patentó este procedimiento que trataba por una corriente de aire una mezcla de ácidos hidrocloreico y nítrico para conseguir cloro y cloruro de nitrosilo, de acuerdo a la reacción siguiente:



El cloruro de nitrosilo es uno de los agentes más violentos de blanqueamiento que se conoce; se requiere apenas 2 partes de este gas por un millón de partes de harina para blanquearla totalmente.

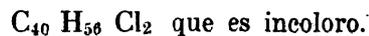
Muy difícil de manipular, el cloruro de nitrosilo fué más

tarde (1914) utilizado en mezcla de 0.5 o/o con 99.5 o/o de gas "cloro" anhidro, siendo esta mezcla comprimida en cilindros de hierro para su más fácil empleo; es el procedimiento conocido por el nombre de "The Flour Maturing Process" que explota "The Industrial Appliance Co.", con varias licencias en Europa.

El cloro utilizado es producido por electrolisis de una solución de cloruro de sodio. Un kilowatt 8 de energía eléctrica es suficiente para obtener 450 gramos de cloro que bastan para blanquear normalmente 38 bolsas de harina.

Utilizando el gas cloro solo, se requiere de 312 a 468 partes de gas por un millón de partes de harina, comparativamente al blanqueamiento simple por el peróxido de nitrógeno que requiere de 3 a 11 partes de este último gas por un millón de partes de harina.

El blanqueamiento de la harina resulta a causa de la formación de un compuesto diclorado de la "carotina"



La acción de "maduración" que se observa en las harinas tratadas, es la consecuencia de la gran afinidad del cloro por el agua y varios constituyentes de las harinas.

Con el agua, el cloro forma ácidos hidrocórico e hipocloroso, que se reduce ulteriormente en hidrocórico. El tratamiento por el cloro aumenta, pues, la acidez y la concentración en ions-hidrógeno en los extractos acuosos de harina. Pero al mismo tiempo que aumenta la acidez (de 0.112 a 0.151 en ácido láctico, por ejemplo) la estabiliza, por cuanto la acidez de la harina tratada no sufre alteración en relación a la acidez de la misma harina no tratada, que sigue aumentando siempre; esto es la consecuencia de la acción del cloro sobre las "enzimas" de las harinas.

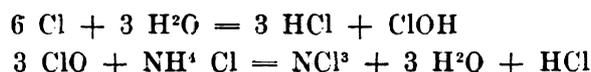
Bailey y Johnson (1922) demostraron que los aumentos observados en el pH eran proporcionales a las cantidades de cloro utilizadas en el tratamiento. El mejoramiento inmediato de la "aptitud panadera" no puede ser atribuido exclusivamente al solo incremento del pH, como puede suceder en el "envejecimiento" lento de las harinas. Sin embargo se comprobó que el volumen del pan de una harina fresca e inme-

diatamente tratada era tan grande como el volumen del pan de la misma harina sin tratamiento después de un envejecimiento de 116 días.

En las harinas medianas y bajas, la acción beneficiosa del cloro es más marcada que en las harinas superiores, por más que el mayor poder "buffer" (o tampon) de estas harinas exija una mayor cantidad de cloro para conseguir un incremento suficiente del pH.

En 1920 fué patentado un procedimiento combinado de las harinas con cloro y después con amoníaco anhidro (es el tratamiento Fegan y Sasse).

En fin, en 1921, fué patentado el "Agene Process", que utiliza como agente activo el tricloruro de nitrógeno, obtenido de acuerdo a las reacciones siguientes:



que comprueban que solamente la mitad del cloro utilizado se requiere para formar NCl_3 , del cual se necesita 1 gr. 1/2 a 5 gramos para tratar 90 kgs. de harina. Un tratamiento con 4 gramos de NCl_3 , por barrica de harina, requiere sólo 7 gramos de cloro, mientras que el tratamiento de una cantidad equivalente de harina por el cloro sólo necesitaría 28 gramos.

En este procedimiento no se observan variaciones en la acidez y en el pH de las harinas tratadas, sino sólo un incremento de la viscosidad específica. El mejoramiento de la blancura y de la aptitud panadera ha sido comprobado en varios ensayos como consecuencia del tratamiento. La instabilidad del NCl_3 y su tendencia a explotar han sido prácticamente eliminadas por la dilución del gas en un gran volumen de aire húmedo (alrededor de 1 o/o del gas).

PANIFICACION

I — Teoría de la fermentación panaderil

Los principios básicos de la fabricación del pan se conocen prácticamente desde hace muchos años, pero la explicación científica de los fenómenos que se producen durante la

elaboración, es relativamente reciente. A pesar de eso, el mejoramiento de la técnica ha sido, en estos últimos tiempos, muy lento y los métodos usados en la actualidad presentan modificaciones que sólo se refieren al detalle de las operaciones, al empleo de materias primas de mejor calidad y a la mayor economía realizada con aparatos mecánicos más rápidos.

La panificación o transformación de la harina en pan se reduce a tres operaciones principales:

- 1°) La preparación de la pasta, o *amasamiento*.
- 2°) El desarrollo y crecimiento de la pasta, o *fermentación*.
- 3°) La división y solidificación de la pasta, o *cocción*.

En la práctica, estas operaciones forman un círculo cerrado, por cuanto la preparación de la pasta se realiza casi siempre tomando como punto de partida una pequeña parte de pasta (madre o levadura) procedente de una elaboración anterior.

La adición de agua, en proporción conveniente, a la harina tiene por efecto disolver los *elementos solubles* (dextrina, glucosa, sales, etcétera) y de hidratar los *elementos insolubles* (gluten y almidón), provocando su hinchazón. La malaxación o amasamiento realiza ulteriormente la homogeneidad de la pasta, a la cual se ha agregado, por separado, una cierta proporción de sal (cloruro de sodio) por el buen gusto del pan y una cierta cantidad de fermento o levadura.

El fermento utilizado puede ser levadura de pasta (panificación común o trabajo Francés) o bien levadura de cereal artificialmente preparada (panificación de lujo o trabajo Vienés, llamado también Alemán).

En cualquiera de las dos clases de panificación, que las panaderías practican indistintamente, utilizando al efecto métodos operatorios diversos y fermentos de origen distinto, el crecimiento y el desarrollo continuado de la pasta se consigue mediante un *proceso de fermentación alcohólica*, fermentación basada en la transformación de una substancia clasificada como "azúcar" (sucrosa, dextrina o glucosa, etc.) y en la producción consiguiente de gas anhídrido carbónico.

Las burbujas de este último gas, que se forman en toda la extensión de la pasta, no pueden desprenderse libremente

como lo harían en el seno de un líquido; sólo alcanzan a levantar la masa, binchándola y haciéndola más porosa y más liviana, lo que cumple el propósito de la elaboración panadera que busca tener un producto, no sólo nutritivo por sus constituyentes, pero también de fácil digestión y completa asimilación.

La fermentación alcohólica es una fermentación “anaerobia”, es decir, que se realiza al abrigo del aire por un microorganismo viviente: la “célula de levadura”, que para vivir y multiplicarse requiere, sin embargo, aire y oxígeno. Su energía le es comunicada siempre por la transformación del “azúcar”, de que dispone, en alcohol y gas ácido carbónico, pero la “levadura fermento”, de vida anaerobia, se comporta muy distintamente de la “levadura vegetal”, de vida aerobia.

En las condiciones generales que presiden al desarrollo de la fermentación alcohólica, debe recordarse que la “célula de levadura” se comporta, en presencia del aire, como un vegetal: se nutre, respira y se multiplica. Al abrigo del aire, continúa nutriendo su protoplasma, pero disminuye su multiplicación, y transforma mayor proporción de “azúcar” en alcohol y ácido carbónico.

La escasez de oxígeno que atrasa la multiplicación de la levadura hace, en cambio, más activa la fermentación, pero siempre se requiere oxígeno para favorecer la actividad celular y la elaboración de lo “zimasa”. Esta “zimasa”, que se halla en el jugo estrujado de la levadura, es el verdadero agente que provoca y acelera las reacciones de transformación de la fermentación alcohólica. Como se encuentra sin modificación después de la fermentación, puede considerarse como un “catalizador” de las reacciones, llamándola “enzima” en razón de su carácter orgánico.

Sabemos, desde los trabajos de Fischer y de Thierfelder, que solamente son susceptibles de fermentar los “azúcares” cuyo número de átomos de carbono es un múltiplo de 3:

glicerosas ($C^3 H^6 O^3$) - Hexosas ($C^6 H^{12} O^6$) -
nonosas ($C^9 H^{18} O^9$)

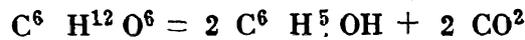
Los bisacaridos en C^{12} (sucrosa o azúcar común), los trisacaridos en C^{18} y los polisacaridos (como el almidón, la

inulina, el glicógeno) deben transformarse en hexosas, antes de poder fermentar.

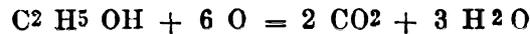
El almidón, para fermentar debe ser transformado en dextrina y luego esta última transformarse en maltosa. La maltosa, por hidrolisis, se transformará en "glucosa-d" o "dextrosa":



La ecuación de Gay-Lussac que explica el fenómeno de la fermentación alcohólica de la "glucosa"



no puede explicar, con una fórmula tan sencilla, un fenómeno de orden biológico tan complejo, por cuanto no se toman en cuenta los productos secundarios (glicerina, ácidos acético y succínico, etc.) que se forman durante la fermentación. La fórmula de Gay-Lussac explica sola la acción de disociación de la "zimasa" sobre el azúcar que tiene lugar en ausencia de oxígeno, pero en una segunda fase, el alcohol formado sufre una combustión completa, gracias al oxígeno del aire y a la acción de la "oxidasa", ecuación



que explica la respiración propia de la célula de levadura ya que el alcohol producido no sería sino un producto intermedio de esta función.

El panadero que utiliza la levadura alcohólica bajo forma de pasta fermentada o de levadura artificial para conseguir el ácido carbónico que hará levantar su pasta, emplea, pues, una técnica similar a la que utiliza el productor de alcohol o de cerveza, salvo que el gas ácido carbónico es para aquél un producto sin valor, mientras que la producción de alcohol es fundamental para las destilerías y cervecerías, que en lugar de harina emplean la malta de cebada y los cereales como materia prima azucarada.

La formación de alcohol en la fermentación panaderil es un fenómeno que puede ser advertido aún por los más profanos, pero es innegable que este alcohol va desapareciendo poco a poco a medida que se prosigue la fermentación, en

parte por evaporación, en parte por combustión y en parte por acidificación.

La fermentación panaderil consiste, pues, esencialmente en una fermentación alcohólica por transformación del “azúcar” preexistente en la harina (en proporciones variables de 0.90 a 3 o|o) y de una pequeña proporción de materia azucarada (dextrina y dextrosa) que se forma por la sacarificación de una mínima parte de los hidratos de carbono de la harina.

Algunos investigadores no admiten la formación de “azúcar” en cantidad apreciable a expensas del almidón. Dumas en su Tratado de Química (1843) había calculado ya, por el solo aumento del volumen de la pasta durante la panificación, que es necesario un peso de “azúcar” inferior al 1 o|o del peso de la harina para lograr la cantidad de gas ácido carbónico suficiente para un pan bien desarrollado. Aimé Girard encontró que se necesita 2.5 gramos de gas CO² por kilogramo de harina y por otra parte la fórmula química de la fermentación nos indica que sólo se requieren 5 gramos de glucosa por kilogramo de pan (o sea 640 gramos de harina), es decir, menos de 1 o|o.

Sin embargo, no se puede desconocer que el azúcar preexistente en el grano puede ser aumentado sensiblemente durante el acondicionamiento del trigo para la molienda, como resultante de la acción de la enzima “diastasa” sobre el almidón, acción que se favorece con la adición de agua y la aplicación de cierta temperatura.

Este azúcar adicional es muy a menudo necesario al panadero, no solamente a causa del sabor que se halla bonificado (sabor azucarado que recuerda la avellana), pero también por el hecho de procurar una mayor provisión de gas en la fase terminal de la panificación, cuando los azúcares preexistentes han sido ya convertidos en gas.

Al lado de la fermentación alcohólica, que es el procedimiento fundamental que se sigue para lograr la producción de gas en la panificación a base de pastas fermentadas, se desarrollan en la “levadura de pasta” o “pasta agriada” de los panaderos una fermentación acética y una fermentación láctica, que son en realidad fermentaciones secundarias, produciéndose como consecuencia de una oxidación del alcohol for-

mado y de una transformación de las sustancias proteicas de la harina en peptonas, bajo la acción de bacterias.

La célula de levadura y las bacterias son, sin embargo, antagonistas y estas últimas que tienden a disolver el gluten, lejos de hacer levantar el pan, impiden su desarrollo. Su presencia se advierte en el pan, por la mayor acidez de la miga, su olor y sabor de vinagre, el blanqueamiento y el principio de licuefacción que producen en la miga y la misma textura coriácea de esta última una vez terminado el estado de frescura del pan que se endurece también más rápidamente.

Una levadura suficientemente activa y agregada en cantidad suficiente se adelanta a los bacilos en su desarrollo, pues estos últimos no logran multiplicarse sino cuando la fermentación alcohólica es terminada. De allí la necesidad que tienen los panaderos de “refrescar” o “rejuvenecer su levadura” mediante culturas sucesivas que los panaderos llaman “fundiciones” y que no tienen otra finalidad que devolver a la levadura alcohólica la predominancia que había perdido en la pasta agriada o en el amasijo viejo, parando así la fermentación ácida que iba desarrollándose.

Además la levadura alcohólica protege el gluten contra la acción de las bacterias, como se advierte por el hecho de que la pasta en plena fermentación alcohólica contiene una proporción mayor de gluten extractible que la pasta vieja o agriada, de la misma harina, cuando predomina la fermentación ácida.

Indudablemente las bacterias de la pasta son inútiles y hasta nocivas, alteran el gluten, acidifican la pasta y dan razón de los deficientes resultados que se observan en las panaderías en la época de los fuertes calores, cuando la temperatura del ambiente sobrepasa la temperatura óptima (25°-27° C) de actividad de la levadura alcohólica y favorece sólo el desarrollo de las bacterias.

La presencia de las bacterias en la “pasta de pan” se explica, sin embargo, por la “presentación” y el gusto peculiar del producto que se desea elaborar. El “pan común” en trabajo francés requiere una miga más blanca y un cierto pequeño gusto acidulado que no se encuentra en el pan hecho con pura levadura alcohólica: su corteza debe abrir bien al “corte” que se hace antes de hornearlo y eso se obtiene siem-

pre con una pasta bien madurada y un principio de disgregación del estado coloidal del gluten, que se consigue más rápidamente en el trabajo francés, de más largos períodos de fermentación.

Pero la misma conducta del trabajo que ha de regular la fermentación panaderil debe tener siempre en cuenta que solamente la levadura alcohólica es el agente que provoca el levantamiento de la pasta y que su multiplicación impedirá que la pasta se vuelva demasiado ácida y tome el olor butírico de las pastas sobrefermentadas.

Levaduras y bacterias

La “levadura” o mejor dicho “las levaduras alcohólicas” utilizadas en la panificación pertenecen a la familia de las “sacaromices”, que tienen sus “ascoporas” de una sola membrana y se reproducen por esporulación.

Aun cuando se puede elaborar pan con la “levadura alta”, común de cervecería (sacaromices *cervisiae* de Hansen), no se utiliza dicha levadura, sino especies vecinas del tipo *cerevisiae* (levadura de Carlsberg), que presentan células grandes y que son muy activas, resistiendo bien a temperaturas elevadas y produciendo fermentaciones rápidas y completas. Estas especies hacen fermentar la sacarosa, la dextrosa y la maltosa, pero no la lactosa.

En la levadura preparada artificialmente se encuentra también otro sacaromices (*S. exiguus* de Reess.) que produce fermentaciones más lentas y hace fermentar la sacarosa, la dextrosa y la dextrina, pero es sin acción sobre la maltosa.

En la “levadura de pasta” se encuentra el “sacaromices minor” de Engel, característico por sus células esféricas de 6 “mu” de diámetro, reunidas en cadena o en grupos de 6 a 9 células. Esta levadura engendra fermentaciones rápidas, aun cuando incompletas. Al lado de estas levaduras se encuentran otras dos especies sin poder fermentativo, del género “micoderma”, una de ellas análoga al micoderma *cervisine* de Hansen, que produce ácido acético por oxidación del alcohol. Estas últimas levaduras son muy raras en amasijos “refrescados”, mientras que se multiplican muy rápidamente y sobre todo a la superficie en las levaduras viejas o muy ade-

lantadas; deben considerarse, pues, como una impureza más bien que como un elemento normal.

De las diversas bacterias que se hallan en la "levadura de pasta" de los panaderos, algunas son incapaces de producir fermentaciones con desprendimientos de gases, pero en cambio secretan diastasas que disuelven el gluten y atacan el almidón, otras pueden producir fermentaciones y gases.

Emilio Laurent ha descrito un "Bacillus panificans" al cual atribuye la propiedad de disgregar y disolver el gluten, produciendo gas ácido carbónico.

W. L. Peters (1889) aisló 5 especies de bacterias, algunas de ellas susceptibles de disolver el almidón y que siendo cultivadas en un caldo de levadura, lo acidifican, produciendo sea ácido láctico (bacilo B), sea ácido acético (bacilo C). El más importante por su resistencia a altas temperaturas es el bacilo E, cuya temperatura óptima es de 35° C; este bacilo disuelve el gluten, sacarifica el engrudo de almidón y no altera la glucosa.

Señalaremos, además, el "Bacillus levans", descrito por Lehmann, que produce grandes dosis de ácidos acético y láctico y el "Bacillus mesentericus" de Flugge, descrito por W. Vignal y dotado de propiedades químicas similares al bacilo E, de Peters.

Para la mejor caracterización y observación de estos fermentos se puede operar en la forma siguiente:

Un poco de "levadura de pasta" de panadería es amasada y lavada bajo un chorrito de agua azucarada; las células de levadura son arrastradas con los gránulos de almidón, pero a causa de su débil densidad se depositan después de aquéllos en el fondo del tarro. Lavando varias veces la parte superior del almidón depositado en el fondo se consigue una cantidad suficiente de levaduras. Para el examen microscópico, basta diluir sobre un porta-objeto un poco de pasta en agua destilada; después de haber hecho secar la preparación, se colorea con una gota de solución de Violet-metil en agua de anilina, se elimina el exceso de colorante por el alcohol, lava nuevamente con agua, se hace secar y se observa la preparación en el bálsamo de Canadá. Los gránulos de almidón permanecen incoloros, mientras que las células de levadura y las bacterias se distinguen por su coloración oscura.

II — Preparación y empleo de las “levaduras”

Cualquiera que sea el modo de elaborar el pan, el producto final deberá ser nutritivo, sano, agradable al gusto y de fácil digestión. Para llegar a este fin, se emplean procedimientos muy distintos de elaboración que varían de un país a otro y aun de una provincia a otra, pero todos los métodos usados se concretan a dos tipos o maneras de conseguir el “fermento”, sobre el cual se hará la panificación.

Se distinguirá, pues, la *panificación a base de fermento natural* o levadura de pasta, y la *panificación a base de fermento artificial*, que se llama comercialmente levadura prensada, levadura fresca de cereal o levadura de granos.

La primera panificación constituye la “panificación francesa” o trabajo francés y se practica en Francia, Italia, España, América Española, etc., y no es otro que el antiguo método ejecutado con mayor prolijidad. La segunda panificación constituye la panificación vienesa o trabajo alemán y se practica en todo el centro de Europa, en Inglaterra, en Norte América y de preferencia en todas las grandes ciudades a causa de la rapidez de su elaboración y de la facilidad que da de incorporar a la pasta leche, extracto de malta, fécula, etc., haciendo variar así la calidad de los productos.

a) *Levadura de pasta.* — La levadura de pasta se consigue reservando de la panificación o elaboración anterior una parte de la pasta fermentada, que por esta razón se llama “levadura madre” o simplemente “madre”. Como este fermento se halla en plena actividad de fermentación, cuanto más a menudo sea renovado o refrescado, cuanta más fuerza fermentativa adquirirá, logrando dar al pan un mayor desarrollo. Estas renovaciones sucesivas de la “levadura madre” — que se llevan a cabo disolviendo la madre en una cierta cantidad de agua a la cual se agrega después una cantidad de harina un poco menor que el doble del agua empleada — constituyen los “amasijos” que son, generalmente, en número de 3: amasijo “de primera”, amasijo “de segunda” y “reciente”.

Un fermento inicial es, pues, necesario; si el panadero no pudiera disponer de esta “madre” debería recurrir al fermento natural que lleva toda harina, haciendo fermentar una pasta de harina y agua en la cual se habrá disuelto azúcar

común o glucosa y un poco de amoníaco, pero siempre sería preferible principiar la fermentación con levadura de granos o en su defecto con una decocción de malta.

La “*levadura madre*”, que se conserva de un día al otro, debe representar en peso más o menos la sexagésima parte del peso total de pasta de la primera horneada que se desea obtener. La “*madre*” se preleva generalmente sobre la segunda horneada y media hora después del amasamiento de esta última; su fermentación debe ser mantenida en una forma tal que consiga, para ser “*a punto*”, el doble de su volumen inicial al cabo de 5 a 6 horas. Debe conservar en este momento una cierta tenacidad y tener un olor alcohólico o espirituoso bien marcado.

Obtenido este punto de fermentación, se “*funde*” o deslíe la “*madre*” en agua, agregando después harina de manera a conseguir una pasta excesivamente firme que será 4 veces mayor que la “*madre*” en invierno y 5 veces mayor que la “*madre*” en verano; se obtiene así el *amasijo “de primera”*, que deberá fermentar de 10 a 12 horas, resistiendo este período de tiempo sin llegar a una completa disgregación del gluten. La cuadruplicación o la quintuplicación de la “*madre*” no se realiza siempre en una sola vez: muchas panaderías sólo duplican la “*madre*”, pero lo hacen 2 ó 3 veces a intervalos constantes, especialmente cuando la temperatura ambiente es elevada; de esta manera, se quita la “*agruza*” de la levadura, que se vuelve de reacción y olor más alcohólicos.

El *amasijo “de segunda”* duplica simplemente el *amasijo “de primera”* y se consigue de un modo análogo, es decir, por una nueva “*fundición*” o desleimiento; su tiempo de fermentación oscila de 1 hora $1\frac{1}{4}$ a 1 hora $1\frac{1}{2}$. Como este *amasijo* no es más que el doble del peso del “*amasijo de primera*”, y que debe fermentar más rápidamente, es necesario que sea, al opuesto del anterior, bastante blando y trabajado más tiempo.

Con el “*amasijo de segunda*” se prepara el último *amasijo* o “*reciente*”; las cantidades de agua y de harina que se deben agregar se calculan de manera que el “*reciente*” obtenido incluya el 30 o/o de su peso en “*amasijo de segunda*”

$$\text{amasijo de segunda} \times \frac{100}{30} = \text{reciente}$$

Es con el “reciente” — cuyo tiempo de fermentación varía de 1 hora $1\frac{1}{4}$ a 1 hora $1\frac{1}{2}$ — que se prepara la masa final que habrá de fermentar también alrededor de 2 horas antes de proceder a su división o torno y a su “punteo” final que precede inmediatamente a la cocción.

Por las operaciones descritas que constituyen las prácticas diarias, es fácil deducir que la preparación de las “levaduras” de pasta natural supone una gran experiencia en la apreciación de la calidad y estado de fermentación de los amasijos. El trabajo se regula necesariamente sobre las condiciones del ambiente (temperatura y grado de humedad exterior) y de la misma materia prima, por cuanto las cualidades diferenciales de las harinas tienen una influencia enorme sobre la fermentación.

Es así que las harinas “estacionadas”, secas o ricas en gluten requieren una “levadura de pasta” fresca o en estado de fermentación poco adelantado, mientras que las harinas húmedas o recién molidas necesitan una “levadura” fuerte o avanzada y en proporción mayor.

La habilidad práctica del operario panadero se funda, pues, en una serie de observaciones que ha podido hacer sobre las variaciones del trabajo diario, en cuanto a la apreciación rápida que efectúa de la “calidad” y clase de las harinas y del estado de la atmósfera. Además su habilidad en juzgar el momento preciso en que el gluten va a alcanzar su máximo de cohesión en las “levaduras” y en las pastas le permite realizar habitualmente un buen trabajo, pero no está siempre a cubierto de un fracaso por el desconocimiento de los fenómenos de la fermentación dependientes de condiciones bien determinadas.

La regulación de una temperatura fija (o por lo menos conocida y constante) y de un grado higrométrico apropiado, constituye una ayuda eficacísima para el trabajo de fermentación y, sin embargo, muy pocos panaderos conocen el uso del termómetro y del higrómetro, lo mismo que no tienen nociones precisas del estado de acidez de sus amasijos.

En el trabajo francés, la fermentación de las “levaduras” se efectúa generalmente alrededor de 21° C y la temperatura de la pasta no debe pasar nunca de 28° C si se quiere mantener la integridad de las cualidades del pan.

En algunas panaderías se suprime el amasijo “de segunda”: en este caso, el “amasijo de primera” representa 5 veces el peso de la “madre” y su grado de firmeza será tal que podrá esperar de 7 a 10 horas. El “reciente” cuadruplicará el amasijo de primera, debiendo tener alrededor de 3 horas de fermentación antes de amasar la pasta que será horneada.

b) *Levadura artificial.* — La levadura prensada o levadura alcohólica de cereal es la base de la preparación de las levaduras en el trabajo vienés o alemán.

Esta levadura se obtiene por una cultura de diferentes razas (sacaromices) de levadura alcohólica en una decocción de malta (cebada malteada) y de cereal (sea trigo o maíz, o cebada, o centeno, o avena) groseramente molidos.

Esta levadura permite realizar una panificación mucho más rápida que el trabajo francés, por cuanto constituye un fermento que puede incorporarse directamente a la harina a panificar o bien puede utilizarse para hacer una pasta fermentada semi-líquida (pouliche o sponge) sobre la cual se amasa la pasta final.

Este amasijo muy flúido se prepara con una proporción de $3\frac{1}{4}$ partes, (0.75) de levadura de cereal por cada 100 partes de harina que se requiere en total para la elaboración del pan.

La levadura se disuelve y se bate bien en los $2\frac{1}{3}$ del agua total a emplear; se agrega después harina en proporción que es una vez y media mayor que la cantidad de agua. La pasta obtenida es dejada a fermentar de 3 a 4 horas, según la temperatura (25° a 27° C), y luego se procede al amasamiento de la pasta final que se dejará fermentar una hora antes de confeccionar los panes.

Esta última preparación del fermento caracteriza la panificación llamada “vieneses” o “sponge dough method”, que produce un pan de miga fina y espumosa, vale decir, de textura superior al trabajo francés.

III — *Distintos métodos de panificación*

El buen éxito de la panificación corriente que produce el pan francés estriba, como se ha visto, en la adecuada prepa-

ración de las distintas levaduras o amasijos sucesivos. Algunas veces se acelera la actividad de las levaduras de pasta, agregando levadura de cereal a la pasta final de cada horneada (80-100 gramos de levadura prensada por cada 140 kilos de pasta). En esta forma se adelanta el período de fermentación de la "levadura de pasta", se logra aminorar con el sabor de una levadura alcohólica fresca la posible "agrura" de las fermentaciones anteriores y se consigue un mayor aumento del volumen del pan, ya que la levadura agregada produce solamente al final, es decir, al horno, el efecto deseado.

La panificación vienesa o trabajo alemán, a base de levadura de granos deberá su buen éxito no solamente a la "calidad" de la levadura comercial utilizada, pero también al método empleado en la elaboración. La incorporación directa de la levadura a la harina en un solo amasamiento se utiliza poco en la industria; es en cambio el método preferido por los laboratorios de panificación experimental a causa de la conexión que más fácilmente se puede establecer entre la fermentación producida y los factores "tiempo" y "temperatura" que la regulan. Los panaderos prefieren amasar sobre una pasta semi-líquida ya fermentada, como se ha mencionado, pero se encuentran muchas variaciones en los métodos, algunos empleando en la elaboración agua fría y otros agua caliente. Es posible que el pan salga con buen color y desarrollo en un caso como en el otro, pero el pan hecho con agua fría resultará demasiado seco y el pan hecho con agua caliente demasiado pesado. Lo más importante en el trabajo con levadura consiste en mantener la actividad de la levadura conservando la pasta a una temperatura siempre uniforme (27°-28° C) durante su fermentación y efectuando el "punteo" del pan a una temperatura mayor (32°-33° C).

En Inglaterra y Estados Unidos se utiliza el método de panificación directa (straight dough method) con la levadura de granos incorporada a la harina, evitando la pérdida de cohesión de la pasta, que provoca siempre la acción fermentativa directa de la levadura, mediante la adición de papas cocidas en "purée" y de azúcar a la levadura y la cocción del pan en hormas metálicas.

Existe también un método de panificación que prescinde del uso de la levadura alcohólica; es la panificación química

que se realiza sea introduciendo en el amasamiento de la harina ciertos productos químicos (ácido tartárico, bicarbonato de soda, fosfato ácido de cal, etc.) ya mezcladas bajo forma de polvos comerciales (yeast powders), sea utilizando harinas que tienen ya incorporada una cantidad adecuada de estos mismos productos. Estas harinas, cuya venta es considerable en Inglaterra y Estados Unidos, se denominan "self-raising flours" y suelen utilizarse no solamente para la confección de pasteles y bizcochos, pero también para la panificación casera y comercial. Esta panificación química proporciona un mayor rendimiento de pan (de 5 a 14% de aumento) que la panificación sobre pastas fermentadas y suministra un pan de mayor blancura; en cambio, su precio de costo es mayor especialmente cuando las harinas son de precio poco elevado.

IV — *Conducta de las operaciones sucesivas de la panificación*

1°) *Amasamiento.* — Una vez obtenido el fermento o última levadura que servirá a la elaboración, se procede al amasamiento final, operación durante la cual se agregan la cantidad de agua que es necesaria para lograr la firmeza deseada de la pasta y la proporción conveniente de sal previamente disuelta en esa misma agua.

La cantidad de sal que requiere el pan es bastante variable: oscila de 0,3 a 0,4 o/o en el pan francés hasta 1.55 o/o y 1,80 o/o en el pan alemán o inglés, calculando esta proporción sobre la totalidad de la harina empleada.

La adición de sal debe hacerse siempre evitando el contacto directo de la sal con la levadura, por cuanto su acción retarda la actividad de la levadura y da mayor tenacidad a la pasta, propiedad que se utiliza en el trabajo de las harinas de trigos nuevos. La cantidad de agua necesaria al amasamiento variará según el estado físico de la harina, es decir su grado de humedad, su granulación y su blancura, según la cantidad y la capacidad de hidratación del gluten de la harina, según la temperatura y el estado higrométrico del ambiente y según la variedad o calidad distintiva de los trigos que han servido para la elaboración de la harina.

La temperatura del agua empleada en el amasamiento

debe regularse sobre la temperatura que se desea obtener en la pasta elaborada; en otras palabras, es necesario establecer con la temperatura del agua agregada un equilibrio entre la temperatura de la harina empleada y la temperatura del ambiente.

En general, la panificación sobre levadura artificial requiere agua de temperatura más alta (35° a 40°) que la panificación sobre "levadura de pasta" a causa de la mayor actividad y rapidez con que debe principiar la fermentación.

En el trabajo francés, se utiliza generalmente agua fresca (15° a 18°) y pocas veces agua tibia (28° a 32°); en verano se requiere muy a menudo el uso de agua fría (8° a 10° C) para moderar la fermentación y evitar la propagación de las bacterias.

Antiguamente en el amasamiento a mano se observaba una técnica bastante complicada para mezclar y hacer más homogénea la pasta; se hacía el desleimiento, la vuelta, la contravuelta, el desplazamiento, el remojo y el golpeo de la pasta técnica que tiene su razón de ser en vista de que consigue dar "cuerpo" a la pasta y acelerar la imbibición del gluten sin romper la cohesión del mismo.

Actualmente, las amasadoras mecánicas facilitan enormemente este trabajo de homogeneidad, habiendo algunos tipos de máquinas que reproducen fielmente las diversas operaciones del trabajo a mano.

La duración del amasamiento es también una cuestión de apreciación que depende del estado de las levaduras, de la fuerza" de las harinas empleadas, del tipo de máquina utilizada, es decir del número y movimiento de los brazos y del número de revoluciones de los brazos y de la batea.

Las amasadoras mecánicas de tipo europeo son habitualmente de movimiento lento y acompasado, y necesitan de 7 a 15 minutos de trabajo, siendo necesario, a veces, repetirlo después de un período de descanso dado a la pasta para dejar la pasta "lista". En cambio las amasadoras de fabricación norteamericana son de movimiento muy rápido y algunas tienen brazos huecos por donde llega el aire que se inyecta o insufla en la pasta; la duración del amasamiento varía entonces de 3 a 7 minutos en total.

2º). — *Fermentación*. — La puesta en fermentación de la pasta de pan puede efectuarse ya cuando se le ha dado la elasticidad y la flexibilidad necesarias para desarrollarse igualmente en todas sus partes.

En el trabajo común de las panaderías que trabajan menos de cincuenta bolsas diarias de harina se utiliza como solo auxiliar de la fermentación la temperatura del local resguardando la masa de las corrientes de aire.

En el trabajo industrial o de mayor importancia que requiere un manipuleo casi enteramente mecánico se emplean cámaras fermentadoras cerradas, de doble puerta como las cámaras frigoríficas, provisto de aparatos productores de humedad, de aspiradores para eliminar el exceso de humedad y de cañerías de aire caliente o frío para regulación de temperatura y aceleración y disminución de la tensión del vapor de agua del ambiente. En estas condiciones se puede anticipar y prever exactamente cual será el tiempo de fermentación adecuado de una levadura o llegar en un tiempo determinado al grado de fermentación deseado.

Se comprenderá la importancia y la necesidad de esta regulación en la panificación industrial, en cuanto representa el control técnico de las operaciones en substitución de la práctica rutinaria más o menos hábil del panadero.

3º). — “*Torno*”. — Encontrándose ya la pasta en un estado avanzado de “disgregación”, se procede al “torno”, es decir a la división de la pasta y a la confección de los panes.

En esta operación se hace la división de la pasta sea a mano (para el pan chico) cortando la masa estirada en rollos de dimensión adecuada al tamaño del pan, sea con máquinas divisoras que suministran, de un peso determinado de pasta, 30, 50, 80 trozos iguales.

La forma que se da al pan exige, si se hace a mano, una cierta habilidad en el manipuleo de las pastas, no solo para obtener una buena forma, sino también para corregir, en cuanto sea posible, los defectos del trabajo anterior, evitar de parar el desarrollo del pan especialmente en el trabajo francés en el cual la actividad final es más intensa y además conseguir una miga de contextura uniforme.

Para alcanzar un peso determinado en el pan cocido, se cuenta, como término medio, una pérdida del 10 o|o.

4°). — “*Punteo*” del pan. — Es el “punteo” el último levantamiento de la pasta de pan antes de su cocción. Terminado este último desarrollo, se encuentra la pasta en un estado muy frágil, con el gluten disgregado y estirado por el gas que lo hincha. La habilidad del “maestro de pala” no reside tanto en la manera de hornear el pan sino de apreciar el “punteo” es decir el momento más oportuno de pasar la pasta a la cocción.

5°). — “*Cocción*”. — La cocción determina la volatilización de una cierta cantidad de agua y de alcohol producido durante la fermentación. En los 5 a 10 primeros minutos de horneamiento, el calor dilata las burbujas de gas ácido carbónico y provoca el levantamiento de la masa hasta que la acción del calor solidifique el gluten y determine la forma final del pan.

Este levantamiento o empuje de la masa al horno (oven spring) que se prosigue hasta 10 y 12 minutos es bastante marcado para ser advertido con solo 1|2 minuto de observación visual. La rapidez de este empuje y su alcance total es muy variable y depende especialmente del grado de extracción molinera de la harina elaborada y del tipo o variedad a que pertenecen el trigo o los trigos que suministraron la harina. El grado de la fermentación que ha tenido la pasta influye también mucho en este desarrollo final: una fermentación “joven” pero suficiente produce siempre un mas marcado “empuje”, mientras que una fermentación adelantada o excesiva producirá un “empuje” más reducido, seguido muy a menudo de un decaimiento o contracción de la pasta que hace el pan de volumen más chico que el que tenía la pasta al ser horneada.

A la temperatura que alcanza la pasta en la cocción, el almidón se hincha y se hidrata, evitando así que la miga sufra una contracción; parte del almidón se convierte en dextrina que toma con el gluten desecado y ligeramente tostado un color morenuzco y forma una corteza bastante dura que adquirirá un color tanto más oscuro como mayor haya sido la proporción de agua existente en la masa y mayor haya sido la temperatura de cocción del pan. Esta temperatura varía entre 220° y 250° C según el tipo de pan y el tamaño del hor-

no; esta temperatura puede ser un poco menor para los panes de grandes dimensiones y mayor para los panes de tamaño chico.

Los panes bien cocidos y de buena calidad en trabajo francés contienen después de 8 horas de enfriamiento de 33 a 34 % de agua; en trabajo sobre levadura de cereal esta proporción se eleva a 37-39 %, a causa de la fermentación más rápida de la masa que provoca una pérdida menor de humedad.

La proporción de miga y de corteza en el pan es generalmente de 43 % y de 18 % respectivamente.

V.—*Apreciación de la calidad del pan.*

Si bien las características externas del pan (desarrollo y simetría de la forma exterior, uniformidad de la cocción, buen color y aspecto de la corteza, etc.) son las que determinan la elección del producto, las características internas (blancura y contextura de la miga, sabor y aroma del pan) son las que fijarán de preferencia su aceptación.

Algunas de estas características, como el volumen del pan, la blancura y la contextura de la miga, son propias y distintivas de la "calidad" de las harinas o de los trigos de que derivan los panes, y considerándose por eso mismo esenciales son el objeto de una apreciación especial. Sin embargo, la obtención, en un grado más o menos favorable, de esas características depende siempre de un factor personal, por cuanto la mano del operador interviene siempre en el manipuleo de las pastas y no existe hasta ahora la posibilidad de eliminar este factor humano, si bien existe la posibilidad de regular y limitar la fermentación con el uso de determinaciones físico-químicas.

En la apreciación del pan, debe tratarse pues de substituir, en todo lo posible, las escalas arbitrarias por cifras derivadas de determinaciones concretas; esto se ha logrado hasta ahora para el desarrollo del pan, cuyo volumen exterior se expresa en cc., para la blancura de la miga, mediante la estimación por el Tintómetro, para la esponjosidad y ligereza del pan, cuya valorización es dada por la cifra del volumen específico.

Agregando a estas tres características, la contextura de la miga, que puede apreciarse comparativamente a una clasificación previa de los diversos aspectos que suele presentar en la práctica se tendrá los 4 elementos más importantes en la cotización del pan y su evaluación, en conjunto con la absorción de agua de la harina al amasamiento y el tenor de agua que “retiene” el pan después de su cocción, fijará la aptitud general de la harina a la panificación, vale decir, su “valor panadero”.

Con un menor coeficiente de apreciación por su menor importancia se tomarán también en cuenta los factores que completan la “presentación” del pan, juzgándolos de acuerdo a una escala arbitraria pero uniforme que constituye el “score” más generalizado para semejante valuación:

Características externas (sobre 30)	}	Volúmen del pan.....	10	}
		Color de la corteza	8	
		Simetría de la forma.....	3	
		Igualdad de la cocción	3	
		Carácter de la corteza.....	3	
		Fractura y deficiencias	3	
Características internas (sobre 70)	}	Homogeneidad del grano.....	10	}
		Color de la miga	10	
		Sabor (aroma) del pan	15	
		Gusto del pan.....	20	
		Contextura de la miga	15	

VI. — Valor nutritivo e industrial del pan

Para el consumidor habitual de pan, el mayor valor del producto reside, indudablemente, en las más altas notas que otorga la expresión industrial, las únicas que aseguran efectivamente la mejor estimación comercial y el más alto coeficiente de digestibilidad que requiere también el valor nutritivo del pan.

Mucho se ha experimentado y discutido sobre el valor nutritivo del pan. El profesor Fleurent (1911) demostró, al respecto, que el “valor energético” más elevado corresponde

al pan de harina superior o de primera (2620 calorías por kilogramo de pan) en oposición, como se cree generalmente, al valor energético del pan de harina más inferior o de segunda (2350 calorías).

En la nutrición del organismo humano que debe reponer constantemente su desgaste diario, tres substancias esenciales deben intervenir y, por eso mismo, deben hallarse en los alimentos ingeridos; esas substancias son las grasas, las materias albuminoideas o proteicas y los hidratos de carbono. La enorme proporción (mayor del 60 %) de hidratos de carbono que contiene el pan y el mayor número de calorías que aportan estas substancias (3 calorías 88 por gramo) permiten considerar que el pan es uno de los alimentos más aptos a reponer las 2300 a 3500 calorías diarias que requiere nuestro organismo. La proporción de materias proteicas aportadas por los 9 a 12 % de gluten seco que contienen las harinas superiores constituye una cantidad suficiente para la nutrición, al mismo tiempo que esta proporción asegura un equilibrio de composición para elaborar un buen pan.

Si efectivamente la proporción de gluten es menor de 9 %, el exceso de almidón impide a la pasta de ligarse y el pan carece de desarrollo. Si la proporción de gluten es, en cambio, demasiado elevada (superior a 14 o 10) la harina requiere mucha agua y la fermentación debe prolongarse excesivamente para llegar a la suficiente "disgregación" del gluten, lo que agotará prontamente la actividad diastásica y la producción de gas, con el resultado obligado de un pan pesado, mal desarrollado y poco digestible.

El mejor pan es en definitiva el pan elaborado con harinas que conservan un cierto equilibrio entre sus dos principales constituyentes (gluten y almidón) de manera a producir el pan de mayor desarrollo y de mayor blancura posibles. En esta forma serán satisfechos los desiderata de conseguir el pan de "valor energético" más elevado y el pan de mayor digestibilidad, ya que la blancura certifica, con una mayor pureza, el origen (la porción central y mediana del

grano) de donde proceden las harinas más aptas para la panificación.

En cuanto a la afirmación de que el pan de harina superior no posee el valor nutritivo del pan de "trigo entero" que tiene como mejor aporte el germen (que contiene un alto tenor de grasa, ácido fosfórico, vitaminas) y toda la harina adherida al afrecho, las experiencias de Harry Sinder (1901-1903) de Minnesota prueban, entre otras, que el pan de harina superior desarrolla en su asimilación mayor energía y que es mucho más digestible.

VII. — *Panificación experimental*

La panificación que practican los laboratorios para experimentar la aptitud panadera de los trigos y de las harinas industriales debe efectuarse naturalmente en condiciones un poco diferentes de la panificación industrial.

Si las cantidades ensayadas (desde 100 hasta 500 gramos) de harina son menores, en cambio la apreciación de la capacidad de absorción, de las harinas y de las "cualidades" que presentan el manipuleo y el trabajo fermentativo de las mismas es más perfecta, ya que es posible de asegurar un control adecuado y permanente de las condiciones (temperatura y grado higrométrico) en las cuales es efectuada la fermentación. La cocción realizada en hornos eléctricos es también más uniforme, pero es especialmente en el detalle de la apreciación de la calidad del pan que se destaca la superioridad de la panificación experimental para lograr un juicio exacto de la aptitud panadera de las harinas ensayadas.

El método de panificación utilizado es el trabajo "directo sobre levadura" alcohólica de cereales, con un amasamiento único en el cual principia la fermentación. La producción de gas y la homogeneización de las pastas son facilitadas por la renovación de las superficies exteriores cada vez que la pasta ha duplicado su volumen. La cocción de la pasta fermentada se hace en moldes que permiten el desarrollo del pan en una sola dirección, lo que asegura la constancia de la forma del pan y facilita la toma del volumen del mismo. A

pesar de los múltiples detalles que requiere su práctica lo mejor que puede decirse de la panificación experimental es, que no solamente reproduce los resultados de la panificación industrial, sino que permite definir y hallar el correctivo de las deficiencias de la misma y eso es ciertamente la mayor justificación en pro de la difusión de su empleo.