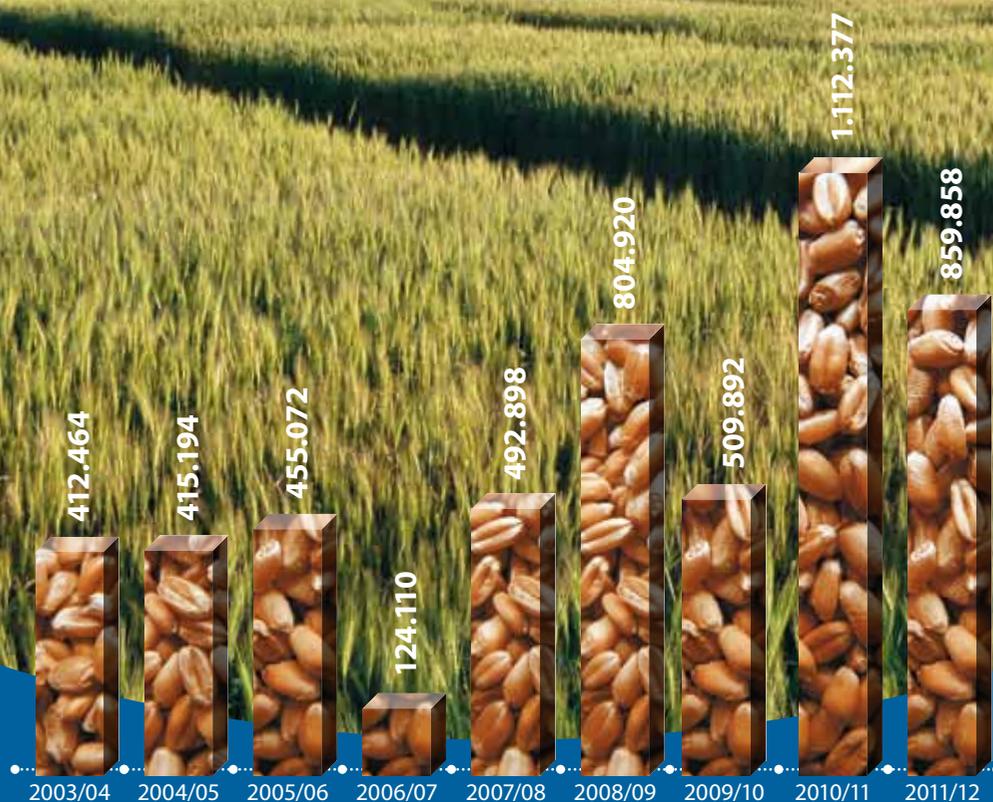


CUARTO SEMINARIO NACIONAL DE TRIGO

“Del grano al pan”

Man Mohan Kohli, Luis Enrique Cubilla, Graciela Cabrera

EDITORES



EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES DE TRIGO PARAGUAYO
(Toneladas)



CÁMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES Y COMERCIALIZADORES DE CEREALES Y OLEAGINOSAS “CAPECO”

La Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas “CAPECO”, es una entidad de carácter gremial, sin fines de lucro, fundada el 20 de Febrero de 1980 y su personería jurídica fue reconocida por decreto N° 25.339 del 18 de mayo de 1981. Su misión fundamental es aunar a las empresas para cooperar integralmente en el desarrollo de sus intereses, ejerciendo la representación legal en gestiones de beneficio colectivo.

Agrupar a los principales exportadores de cereales y oleaginosas, cuyo volumen de exportación representa el 90% de la cantidad total de granos y derivados exportados por el país.

Los agro negocios del sector cereales y oleaginosas (Sistema Soja - Trigo - Maíz - Girasol), representan 81% del PIB agrícola y el 63% del ingreso de divisas por exportaciones, US\$ 3.000 millones en inversiones y 250.000 puestos de trabajo. Actualmente, el sector es el motor de la “Economía Real del País”. En la última zafra, el sector movilizó alrededor de 2.008 millones de dólares.

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA “INBIO”

El Instituto de Biotecnología Agrícola es una asociación civil sin fines de lucro, con el propósito de promover un adecuado acceso al país de los productos derivados de la biotecnología agropecuaria y la incorporación ordenada de los mismos a la producción nacional, así como para la promoción y desarrollo de la investigación de biotecnología nacional.

Son fines y objetivos del INBIO contribuir a la prosperidad y bienestar del agricultor paraguayo mediante la promoción de un ambiente favorable para la inversión en investigación y desarrollo, innovación y adopción de productos y procesos biotecnológicos, compatibles y en armonía con los principios básicos de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental, y seguridad para la salud humana y animal; promover las buenas prácticas agrícolas, a fin de proteger la salud de los trabajadores rurales y la inocuidad de los productos agropecuarios derivados de la biotecnología; promover el fortalecimiento de los recursos humanos disponibles en áreas claves para la investigación y desarrollo de la biotecnología; establecer y promover alianzas estratégicas con organismos/instituciones/empresas nacionales e internacionales, involucradas en investigación y desarrollo de biotecnología; cooperar con el Gobierno Nacional, en las negociaciones internacionales que se refieran directa o indirectamente a las materias de genética y biotecnología.

El INBIO está integrado por seis gremios de la producción: APS, APROSEMP, CAP, CAPECO, FECOPROD, UNICO-OP.

El INBIO realiza sus funciones por medio de tres pilares programáticos: Información, Comunicación, Difusión; Capacitación de recursos Humanos e Investigación y Desarrollo agrícola.

Citación correcta: Cuarto Seminario Nacional de Trigo: Del Grano al Pan.

Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Graciela Cabrera. 2013. CAPECO/INBIO, Asunción, Paraguay. p 182

Palabras Claves: Trigo, *Triticum aestivum*, Investigación, Producción, Mejoramiento, Calidad, Mercado, Industrialización, Panificación, Cultivos Extensivos en Paraguay.

ISBN 978-99953-2-683-8

Dewey 633.11

AGRIS F01

CUARTO SEMINARIO NACIONAL DE TRIGO

“Del grano al pan”

EDITADO POR

Man Mohan Kohli

Luis Enrique Cubilla

Graciela Cabrera

CÁMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES Y COMERCIALIZADORES DE
CEREALES Y OLEAGINOSAS, CAPECO

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA, INBIO

Asunción, Paraguay

Mayo de 2013

Seminario Nacional de Trigo: del grano al pan

Conferencias / Man Mohan Kohli; Luis Enrique Cubilla y Graciela Cabrera, editores.

Asunción: CAPECO/INBIO, 2013.

182 p.

ISBN 978-99953-2-683-8

1- Trigo. 2- Triticum aestivum. 3- Cultivo. 4- Investigación. 5- Producción. 6- Mejoramiento. 7- Calidad. 8- Mercadeo. 9- Control de calidad. 10- Paraguay. I. Kohli, Man Mohan; Cubilla, Luis Enrique; Cabrera, Graciela editores. II. CAPECO/INBIO. III. Título.

AGRIS F01

Dewey 633.11

Contenido

<i>Prólogo</i>	I
<i>Palabras de bienvenida</i>	II
Avances en el mejoramiento de trigo y perspectivas futuras Mohan Kohli, Graciela Cabrera y Luis E. Cubilla	1
Mejoramiento de la calidad de trigo en ambientes de estrés abiótico Roberto J. Peña	15
El impacto de la fusariosis de la espiga sobre la calidad industrial de trigo Daniel Vázquez	31
Buenas prácticas en la poscosecha de trigo Ricardo Bartosik	43
Requerimientos de la molinería nacional Ricardo Torres	59
Calidad del trigo requerido por la molinería y el mercado brasileño Marcelo Vosnika	69
Fabricación molinera de pre/mezclas de trigo Jose Nadal (presentada por el Dr. Kohli)	83
Panificación: la harina en el proceso de panadería Gustavo Mancebo	89
La experiencia de la panadería Bimbo en Paraguay Myriam Lezcano y Tulio Hernández	99
Avances en la segregación de la cosecha de trigo por su calidad Wilfrido Hempel	109
Análisis de los mercados para la harina de trigo y sus conveniencias para Paraguay Sonia Tomassone	119
Clausura del Cuarto Seminario Nacional de Trigo Palabras del Dr. Kohli	133
Palabras del Ing. Agr. Luis E. Cubilla	134
Palabras del Ing. Agr. Marcos Villalba	135
Anexo I: Evolución de la calidad industrial del trigo en el Paraguay Graciela Cabrera Arredondo y Mohan Kohli	137
Anexo II: Harinas y sus características Myriam Lezcano	155

Prólogo

El cultivo de trigo en Paraguay ha transitado un largo camino durante la última década. Apenas hace poco era difícil creer que seríamos autosuficientes en la producción del cereal y no necesitaríamos de las importaciones e inclusive estaríamos exportando de manera confiable y continuada. En el año 2003, cuando CAPECO quería apoyar al programa de investigación de trigo, hubo fuertes voces de desacuerdo, no solo porque la investigación y producción no era el mandato de la Cámara, sino porque pocos pensaban en el éxito de este emprendimiento y más bien la experiencia apuntaba a un rotundo fracaso. Uno tiene que admirar a los directivos y autoridades de este periodo, ya que a pesar de la oposición interna decidieron embarcarse en un proyecto llamado “Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Trigo en Paraguay” junto con el sector público, en este caso el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Fue esta asociación público-privada que en poco tiempo de investigación aportó resultados favorables que sentaron las bases para el progreso futuro. Sin lugar a dudas hubo otros actores; los semilleros, los representantes de insumos agrícolas, los de maquinarias etc., pero los más importantes entre ellos fueron los productores y sus cooperativas los que se arriesgaron una vez más sembrando masivamente un cultivo que estaba lleno de desastres históricos. Todos estos esfuerzos, junto a los nuevos conocimientos de la tecnología, ayudaron a aumentar la producción año tras año, primero logrando la autosuficiencia del cereal y posteriormente exportando a pequeña escala. No se puede olvidar la contribución clave de CAPECO en este punto, quien fue activa no solo en identificar los mercados potenciales de exportación, sino también negociando las ventajas comerciales con varios países. Actualmente este mercado abarca 35 países que están abiertos a recibir el trigo paraguayo, identificándolo por tener buena calidad. Con la formación del Instituto de Biotecnología Agrícola, INBIO, en 2006, éste se asoció con los esfuerzos ya encaminados y sigue siendo proactivo logrando avances.

Se pueden resumir los hechos de esta década así: la superficie bajo el cultivo se ha duplicado, el rendimiento promedio nacional es comparable con otros países trigueros de la región y la producción se ha casi cuadruplicado. El país logró exportar más de un millón de toneladas de grano en 2010/11 y los datos del Banco Central señalan la entrada de 237 millones de dólares por exportación del trigo en 2010. Son logros que nos hacen sentir orgullosos por haber apoyado al programa.

Considerando los avances logrados y que el país está en la lista de exportadores mundiales de trigo, se imponen ciertas responsabilidades que no podemos eludir. Los países importadores tienen sus exigencias de calidad que debemos tratar de cumplir si queremos seguir operando en el mercado y negociando con precios ventajosos. Aquí no solo se trata de la calidad o la calidad específica, sino de la credibilidad que el país como exportador debe mantener en el mercado. Para el mercado de importación es inconcebible que estemos forzados a vender nuestra producción un año y ausentes el siguiente; que un año tengamos una calidad envidiable y al siguiente enviando mezclas. Son estos hechos, aunque pocos, los que pueden arruinar nuestra credibilidad como país exportador de este cereal. Por esta razón, los trabajos técnicos incluidos en este volumen deben ser considerados con mucha seriedad y atendidos en todos sus aspectos posibles. La adopción de las recomendaciones señaladas aquí será nuestro camino a seguir para el progreso de este cultivo en el futuro.

Entre los próximos pasos a seguir, cabe la conversión del trigo grano a la harina a nivel nacional para el cual estimamos urgente la participación de CAPAMOL en este proyecto. Es la única manera de ocupar la proporción ociosa de la industria molinera nacional y también crear nuevas fuentes de trabajo en industrias aliadas y otros. Los datos señalados por los expositores de este seminario no solo aprecian la calidad de harina nacional que impulsa a una empresa internacional como BIMBO a apostar en una industria automatizada de gran velocidad en el país, sino también los retornos económicos ventajosos que el país puede lograr exportando harina en lugar de trigo grano. Los compromisos con la calidad asumidos por la Cooperativa Colonias Unidas Ltda., deben servir como ejemplo para negocios futuros de una calidad pactada y entregada a los clientes. Una masificación de estos esfuerzos aislados, seguramente resultará en una mayor demanda de trigo nacional trazando su camino hacia el frente.

Nos sentimos muy complacidos por la participación del IPTA, la CAPECO y del INBIO en el avance del cultivo de trigo a nivel nacional y esperamos que estos esfuerzos y los impactos creados hasta ahora tengan una buena acogida por otras entidades nacionales relacionadas con la producción y el público en general. Estamos conscientes de que aún hay un largo camino que recorrer para duplicar la producción en la próxima década, pero estamos seguros de que todos nuestros socios, y especialmente los productores saben cómo hacerlo. Solo necesitamos seguir acompañándolos con los avances tecnológicos y abriendo nuevos mercados como se ha estado haciendo hasta ahora. Lo vemos como un compromiso con el progreso del país.

Ulrich Bauer
Presidente, CAPECO

Ricardo Wollmeister
Presidente, INBIO

Sr. Cristhian Cieplick, presidente CAPAMOL y Sr. Ulrich Bauer, presidente CAPECO, en el acto de apertura del Cuarto Seminario.



Lic. Graciela Cabrera, Dr. Mohan Kohli, Dr. Javier Peña, Dr. Daniel Vazquez, Dr. Ricardo Bartosik, Lic. Sonia Tomassone, Ing. Agr. Wilfrido Hempel, Ing. Gustavo Mancebo y Ing. Agr. Luis E. Cubilla.



Palabras de bienvenida

Sr. Ulrich Bauer

Presidente de la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO)

¡Buenos días y bienvenidos a esta su casa! Este encuentro del “grano al pan”, ya es un clásico digamos de rendición de cuentas de lo que se hizo a través de Capeco y también, constituye un informe de avance de lo logrado. Cuando yo llegué a este país, hace unos 40 años, el pan que Paraguay comía era hecho con trigo importado de Argentina. Entonces el Gobierno implementó una política de sustitución de importaciones, con el objetivo de conseguir una autosuficiencia en trigo, financiando al comienzo los cultivos en Misiones, lo que fue un rotundo fracaso, por falta de agricultores mecanizados que conocieran el rubro. Más tarde, según recuerdo un experto del Gobierno alemán vino a cultivar trigo por su cuenta en San Pedro, consiguiendo rendimientos de 400 kilos por hectárea.

Desde ese momento, creo que hemos caminado un largo trecho. Felizmente ya existía un mercado obviamente interno, que en cualquier momento bien podía sustituir las importaciones, aunque la calidad del trigo paraguayo, no daba para una buena harina. Los molineros lo mezclaban con el mejor trigo importado de Argentina. Así nació este proyecto de mejoramiento de la calidad del trigo, con el cual muy pronto Paraguay, llegó a auto abastecerse. Luego, no había más mercado interno porque se saturó. Entonces había que pensar en la exportación, pero la calidad a causa del clima errático del Paraguay, no era uniforme en cada año.

Por eso, los importadores de otros países no podían confiar en un suministro regular.

De ahí nuestra iniciativa, de tratar de conseguir una calidad mejor en el campo para que el agricultor pueda colocar su producción. Para ello, no se requerían inversiones porque la tierra ya es de rotación con un cultivo de verano de soja; ya existen las maquinarias y las personas idóneas para el cultivo. Entonces hay que crear nuevos mercados, pero no el nacional porque ya están cubiertos. Para eso, habría que mejorar la calidad del trigo y eso es lo que Capeco inicio, con medios propios de los asociados. Después, el programa se expandió y fortaleció. Y sobre eso vamos a escuchar ahora: sobre lo qué se hizo y lo que se piensa hacer en el futuro. Gracias.

Sr. Cristhian Cieplick

Presidente de la Cámara de Molineros del Paraguay, CAPAMOL

Ante todo, agradezco la invitación de Capeco. Para nosotros como sector interesado, es importantísimo el trabajo que se está realizando, sobre todo en la parte investigación, que en nuestro país está muy poco apoyada y desarrollada. Para nosotros es fundamental el trabajo que se está haciendo desde esta Casa en los convenios mencionados y sobre todo, teniendo a personas tan empeñadas y tan particularmente interesadas como lo es el Dr. Mohan Kohli: un lujo que él este con nosotros en todo este Proyecto. Y les quiero

comentar la situación de la molinería paraguaya, que sería el natural comprador del esfuerzo y de los resultados que se están llevando a cabo a nivel de investigación en cuanto a mejoramiento de trigo.

Hoy en Paraguay hay 37 molinos y la Cámara tiene 28 socios, que representan el 95% de la comercialización e industrialización del trigo en Paraguay. De los 37 molinos, hay 3 en inactividad, 2 en construcción, con lo que la capacidad instalada de la molinería nacional está en unas 3.200 toneladas de molienda por día, que equivalen a alrededor de 920 mil toneladas de trigo/año, pero con una pequeña diferencia, pues estamos moliendo alrededor de 600 mil toneladas, que equivalen al 62% de la capacidad instalada. Esto nos hace suponer que gran parte de la diferencia, se debe a un competidor que tenemos, que no tiene molino y que se llama “contrabando”, que normalmente viene de la República Argentina en harina. En realidad, la industria molinera es un símbolo de sobrevivencia nacional, porque el contrabando es un flagelo que venimos combatiendo desde que tengo memoria y tiene una participación como ustedes están observando, importante en nuestro mercado. Y es increíblemente el “techo” del crecimiento de este sector que es la industria molinera: parte de una cadena productiva inmensamente importante, porque finalmente somos una de las pocas cadenas completas, donde aprovechamos desde el suelo hasta el producto final dándole ese famoso valor agregado aquí en nuestro país y generando también la muy conocida mano de obra.

Entonces a esta fuerza de trabajo, hay que trasladarla a otro país, teniendo capacidad instalada ociosa, tecnología de punta y teniendo hoy, gracias a una tarea que se viene haciendo hace muchos años, un excedente exportable. Esto significa que hoy, la producción de trigo está alrededor de 1.200.000 a 1.400.000 toneladas/año y nosotros apenas estamos reteniendo alrededor de las 600.000 toneladas para la molinería, lo que nos indica que bien podríamos aplicar el 100% de nuestra capacidad, teniendo nuestra propia materia prima y todavía habría un excedente exportable como para no generar ningún tipo de inconveniente. A pesar de esta situación de la molinería en cuanto a la competitividad en el mercado, tenemos previsto para el año que viene un aumento de la capacidad instalada, en alrededor de unas 600 toneladas/día, a más de contar con diferentes molinos en diversas partes del país, principalmente en Campo 9, Caaguazú; también en Alto Paraná e Itapúa. Hoy día, podemos apreciar el resultado del trabajo desarrollado, en los rindes de nuestras industrias y en los campos, con lo cual hoy la calidad del trigo paraguayo es bien conocida y reconocida en el mundo entero.

Para nosotros como molinería, el trabajo de Capeco con los convenios acordados sobre todo con un entusiasta como Mohan Kohli, realmente es valioso y lo queremos aprovechar y apoyar. A nosotros nos da la tranquilidad, saber que vamos por buen camino. Como lo señalara el Presidente. de Capeco Don Ulrich Bauer, años atrás estábamos peleando para tener el trigo suficiente para la molinería porque no había la producción necesaria y era una pelea entre exportador y molinero. Hoy realmente debido a los buenos rindes; a la buena genética que se está aplicando; y también a los precios que evidentemente tienen mucho que ver; a más del buen clima que acompañó las últimas cosechas, fue posible contar con un excedente exportable de primera y también una materia prima para la molinería de primera como pocas veces se ha visto. Por último les quería agradecer el trabajo: yo sé que ustedes en el campo hacen este trabajo y nosotros desde el molino lo apreciamos y lo vemos y somos luchadores igual que ustedes, pero en diferentes ámbitos, porque la molinería es complicada. Así que sean bienvenidos a este Seminario y espero que sea de provecho para los presentes y ojala que tengamos este tipo de emprendimiento durante muchos años. Muchas gracias.

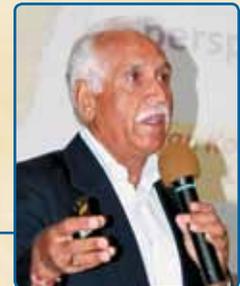
Avances en el mejoramiento de trigo y perspectivas futuras

MOHAN KOHLI¹, GRACIELA CABRERA² Y LUIS E. CUBILLA¹

¹⁾ CAPECO, Av. Brasilia 840, Asunción y ²⁾ CIHB/IPTA, km 48,5 Ruta 2, Caacupé

Contacto: mmkohli@gmail.com

Resumen



La inclusión sostenible de Paraguay entre los países productores y exportadores de trigo durante esta década ha sido un esfuerzo conjunto de agricultores, técnicos de investigación y divulgación y representantes de distintas empresas de insumos necesarios para el cultivo. Como resultado, la superficie sembrada se ha duplicado y la producción se ha triplicado y el rendimiento promedio ha tenido un aumento de casi 60%. Se ha logrado sostener una producción de más de un millón de toneladas en los últimos cuatro años, permitiendo exportar más de la mitad de ésta, logrando así una entrada de divisas importantes al país. Mientras tanto, las investigaciones locales sobre el cultivo siguen adelante. Éstas muestran resultados promisorios no solo bajo el punto de vista de la creación de variedades nuevas, mejor adaptadas a distintas regiones productoras, sino también por la diversidad de la calidad disponible a la industria nacional e internacional. En promedio, la calidad del trigo paraguayo se puede caracterizar como buena panadera y alta en proteína. Sin embargo, se observa una interacción muy fuerte entre años, localidades, variedades y su manejo y la calidad final que se produce. Por este motivo existe una urgente necesidad de manejar y reducir estas interacciones no sólo a nivel de campo sino también en el manejo post cosecha de granos. Los principales aspectos que causan inestabilidad en la calidad de trigo producido están relacionados con la fecha adecuada de siembra, fertilización balanceada y la siembra de variedades resistentes a enfermedades o su control eficiente. Los aspectos climáticos, especialmente las heladas y lluvias en la cosecha, son otros factores difíciles de manejar. Los desafíos futuros relacionados con el cambio

climático e incremento de las enfermedades (nuevas y viejas) sobre la productividad y calidad de granos necesita un esfuerzo colaborativo entre todos a nivel global. Con el objetivo de avanzar en estos temas, el país está participando en diferentes redes mundiales de investigación para características específicas. Se estima que el desafío más importante que el país tiene es llenar la brecha de producción y calidad entre los buenos agricultores y aquellos que aun necesitan mejorar sus prácticas de manejo del cultivo. La participación activa de la industria nacional en orientación a los trabajos de la investigación y producción es clave para los avances que se propone lograr en el futuro.

Abstract

Advances in wheat breeding and future perspectives

The inclusion of Paraguay among wheat producing and exporting nations during this decade has been possible due to combined efforts by the farmers, research and extension as well as various input distributors. As a result, the wheat area has doubled, the production has tripled and the average productivity has increased by almost 60%. A sustained production of over 1 million tons during the last four years permits an export of almost half of it thereby contributing to the national economy. Promising results have been achieved in the creation of new varieties better adapted to different regions and also with diversified industrial quality nationally and internationally. Overall Paraguayan wheat can be characterized of bread making quality with high protein content. However, strong interactions among the years, localities, varieties and management practices are responsible for the final quality produced. Therefore, it is urgent to improve the management practices not only during the crop season but also in the post harvest period which will allow Paraguay to become a credible exporter. The major factors that cause instability in wheat quality are related with inadequate date of seeding, imbalanced fertilization, and efficient control of diseases and insect pests. Climatic factors such as frost and rains during the harvest period are difficult to manage. The future challenges include all aspects related with the climate change, which not only favor increased disease pressure or the loss of productivity, but also the quality of the grain produced. With an objective to advance in these aspects, the National Program is participating in several international research consortiums for specific objectives. The most important challenge the country faces is to fill the gap of productivity and quality between good farmers and those that need to improve their management practices. An active participation of the industry in guiding the research objectives will be a key to achieve further advances in producing better quality wheat in the future.

ANTECEDENTES

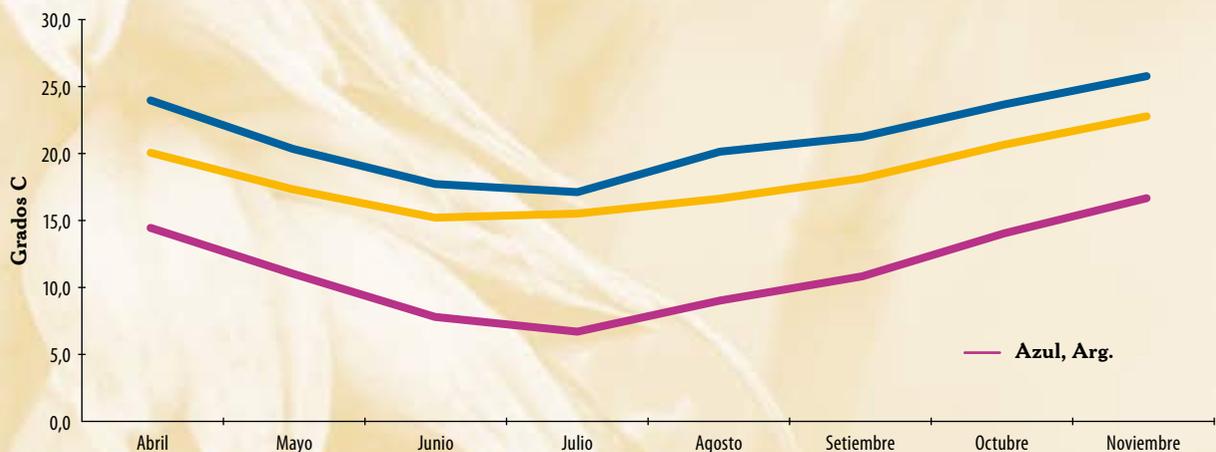
Muchas gracias por participar de esta cuarta versión del Seminario Nacional de Trigo con enfoque sobre la calidad industrial y espero que desarrollemos una buena jornada con mucha discusión sobre un tema tan importante para el agro paraguayo. Hoy estamos llegando a una etapa en la rueda de seminarios donde nos acercamos al final de la cadena que es la parte agroindustrial. Después de este encuentro y con lo que discutamos, vamos a llegar a un consenso sobre lo que se puede hacer en la parte agrícola y la producción junto con la de industrialización. Los dos aspectos son muy importantes y tenemos que trabajar juntos para que Paraguay siga progresando en este sector.

A mi me toca exponer sobre la visión de lo que está pasando en la investigación. Considerando que hay algunas personas que participan por primera vez, es muy importante presentar algunos antecedentes; comentar acerca de los resultados y después tratar de definir cómo podemos llamar al trigo paraguayo. Esta es una interrogante que planteamos todos los días: ¿Cómo es el trigo paraguayo? ¿Cómo podemos calificarlo? ¿Cómo podemos vender el trigo paraguayo? La idea es al final, hablar de algunos de los desafíos que se tienen y las acciones futuras a emprender.

Me gustaría comenzar con un comentario del Dr. Moisés Santiago Bertoni, sabio, botánico y naturalista suizo que vivió en Paraguay y que escribió una innumerable cantidad de obras, con lo cual dio una base científica a la agricultura a nivel nacional.

Sus comentarios sobre el cultivo de trigo señalan que ningún país situado bajo las líneas isotérmicas del Paraguay, ha podido hasta ahora, resolver la problemática de su cultivo. Y realmente es así porque el país está casi próximo al trópico y el trigo es un cultivo de clima templado, con una temperatura ideal entre los 8° C y 10° C. Tomando a Azul, Provincia de Buenos Aires, Argentina, como ejemplo, se encuentra en la zona triguera por excelencia y que tiene temperatura promedio ideal para el buen desarrollo del cultivo de trigo (Fig. 1). En Paraguay ¿qué es lo que produce la alta temperatura? ¿Cómo afecta al cultivo? Por supuesto afecta el desarrollo del cultivo: Las plantas crecen mucho más rápido y allí se encuentra la dificultad nuestra o de los agricultores: la de no conocer las necesidades hídricas y nutricionales de la planta en distintos estadios de crecimiento. Si tuviéramos un indicador claro que nos señalara los momentos críticos para agregar agua o nutrición, no habría problemas, pero lamentablemente no tenemos esa capacidad. Entonces las plantas sufren un estrés hídrico-nutricional y como resultado hay una baja productividad. Hay otros factores adicionales como sequía, helada; lluvia durante la cosecha que también pueden afectar la productividad.

Fig. 1. **Temperatura media durante el cultivo de trigo**



Con el objetivo de resolver estos aspectos productivos desde el punto de vista de la investigación, el MAG-CAPECO-INBIO formuló este Proyecto, que apunta al fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo de trigo en Paraguay. Esta es la segunda fase del proyecto. El primer periodo fue del 2003/2007; el segundo periodo comprende del 2008/2012. En el próximo año vamos a evaluar qué es lo que logramos y lo que falta para seguir avanzando. El primer objetivo del proyecto fue desarrollar variedades de alto potencial de rendimiento y adaptadas a las condiciones locales. Segundo, optimizar la tecnología de producción para cumplir con la demanda del mercado nacional y de exportación.

RESULTADOS SOBRESALIENTES

El desafío inicial fue determinar regiones trigueras en base a la temperatura (Fig. 2). Paraguay es un país relativamente pequeño, pero con marcadas diferencias entre las temperaturas de las diferentes zonas geográficas: sur, norte, central y este, las que afectan de manera diferente sobre el cultivo de trigo. Basado en este conocimiento, fue posible regionalizar la liberación de variedades Itapúa para la zona sur; Canindes para la zona norte y el IAN 15 para los suelos ácidos.

Una vez que se cuenta con las variedades definidas para cada zona y para cada régimen de temperatura, es mucho más fácil que el agricultor entienda lo que puede hacer y aquello que no es recomendable. Por ejemplo, ya se sabe que no es conveniente sembrar variedades Canindé en el sur; o las variedades Itapúa en el norte, salvo algunas excepciones indicadas. De este modo, el agricultor puede reflexionar acerca de las decisiones y manejos agronómicos que adopta. Los resultados de esta estrategia fueron bastante alentadores, con una producción desde el período 2008 a 2011 que ronda más de 1.000.000 de toneladas (Fig. 3). Desde el inicio del proyecto, el país antes importador, ha logrado su autoabastecimiento en trigo y actualmente se ha convertido en un país exportador, vendiendo más de 1.100.000 toneladas este año, a un total de 17 mercados.

Si comparamos los ocho años de trabajo del Proyecto de fortalecimiento, con un periodo igual al anterior, observamos que el área de cultivo se ha casi duplicado; el rendimiento se ha incrementado en un casi 60%; y la producción nacional se ha incrementado en un casi 200%. (Cuadro 1).

Fig. 2. Temperatura media durante el cultivo de trigo

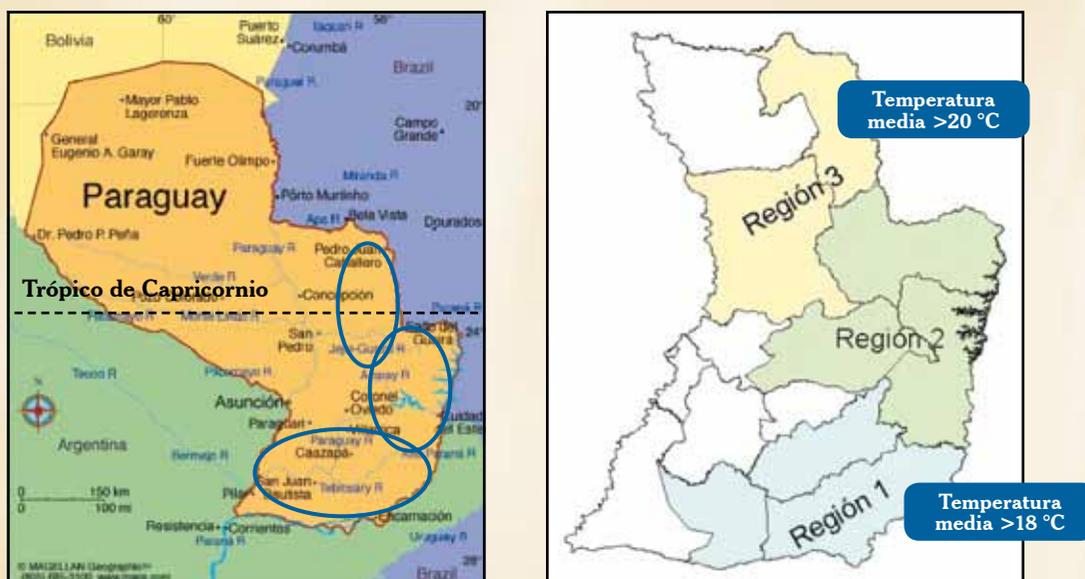
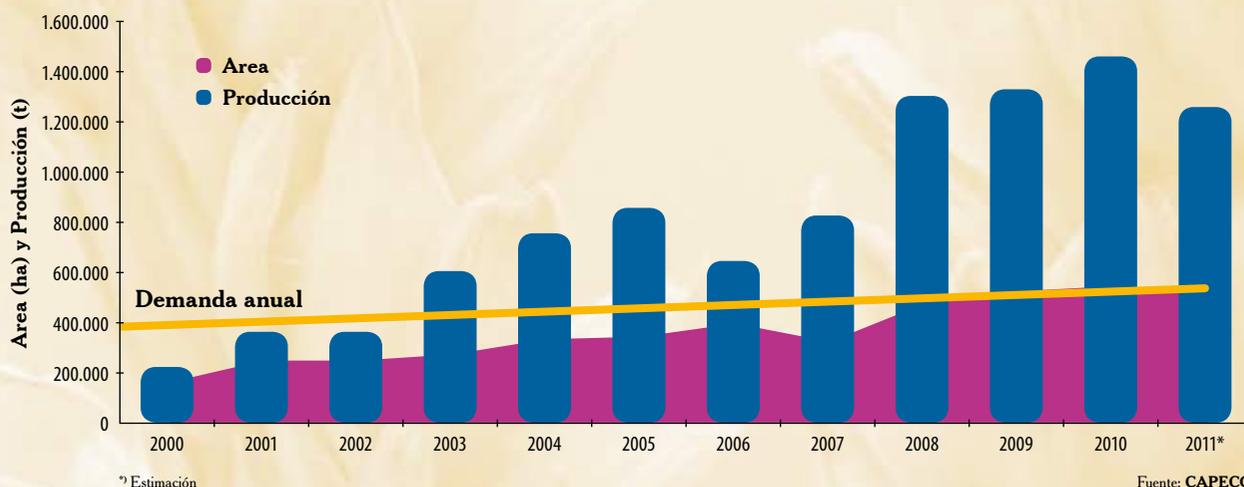


Fig. 3. Evolución del trigo nacional



Cuadro 1. Impacto de la investigación triguera

	1995-2002	2003-2010	Incremento %
Área (ha)	201,488	397,750	97%
Producción (t)	309,914	971,750	214%
Rendimiento (kg/ha)	1515	2,398	59%

LECCIONES APRENDIDAS

Durante este periodo hemos aprendido que cada año es diferente y que hay una fuerte interacción entre: año, localidad, rendimiento, y calidad. Puede caer granizo un año; sequía al otro y helada al siguiente. Aun en el mismo año el comportamiento climático puede variar de una región a otra o dentro de la misma región. Dependiendo de estos factores y el manejo del cultivo adoptado por los agricultores, va a afectar la productividad y la calidad del trigo.

Tomando como ejemplo este año, las Figs. 4 y 5 muestran el impacto de la fecha de siembra sobre la productividad y el peso específico de 9 variedades sembradas en el CICM, Capitán Miranda, Itapúa. ¿Cómo interactuaron las nueve variedades con las ocho fechas de siembra? Uno puede pensar que habrá variedades mucho más estables en cuanto a la producción, pero no fue así. Dependiendo de la época de siembra, la variedad 1 puede producir 1.000 kg/ha o puede alcanzar los 4.000 kg/ha. La variedad 2 tuvo una variación desde 2.000 kg/ha., hasta 4.500 kg/ha., y así sucesivamente en todas las variedades evaluadas. En otras palabras, hay que entender la gran diferencia en rendimientos de distintas variedades de acuerdo con la fecha de siembra. El agricultor tiene que aprender, qué variedad sembrar y cuál es la mejor época de siembra para su propia zona. Los resultados de investigación de varios años nos confirman que en la región sur, la mejor época de siembra de trigo es el mes de mayo y en algunos años principios de junio, pero evitando las siembras anticipadas en el mes de abril, como se está haciendo en muchos casos. La misma siembra en esa fecha, también tiene efectos sobre el peso específico de los granos. Este año se puede comprobar que el 2 de mayo, se logró el rendimiento máximo; de igual modo para el peso específico de las variedades.

Una conclusión muy importante es que el agricultor no tiene que equivocarse en su conocimiento sobre cuál es la mejor época de siembra para cada variedad.

Fig. 4. Interacción entre fecha de siembra y rendimiento, 2011

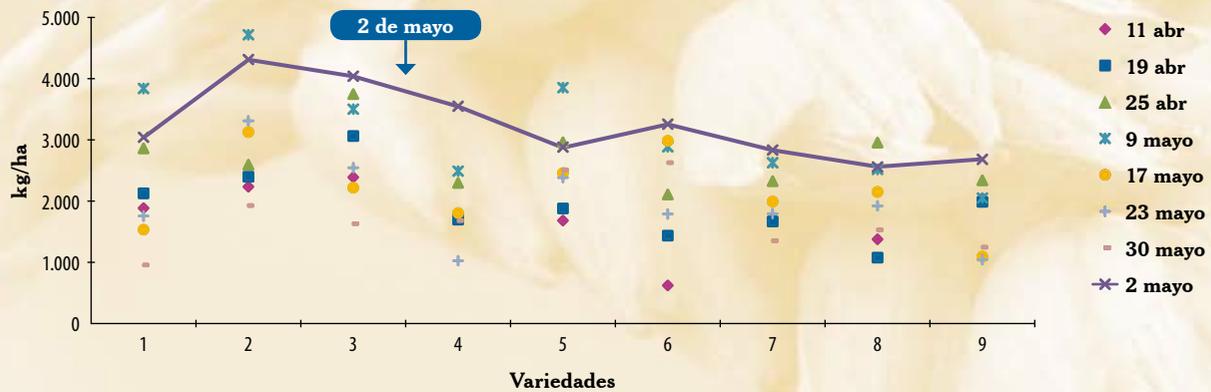
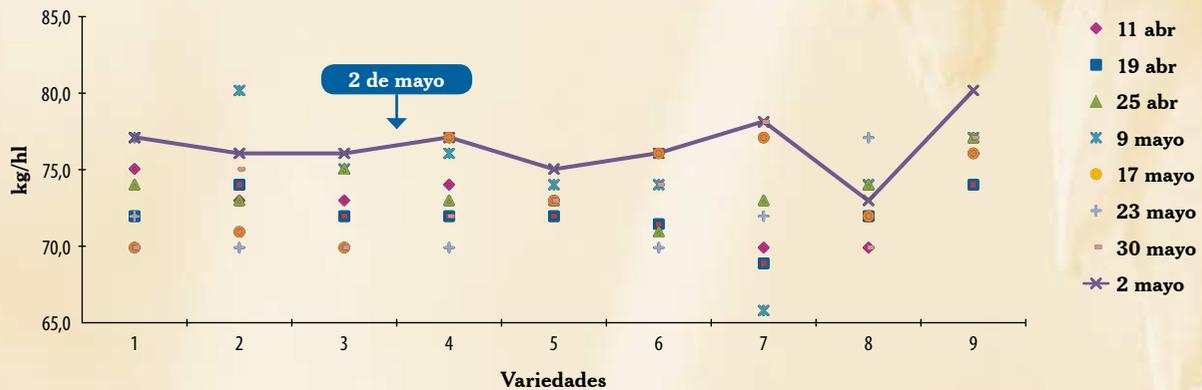


Fig. 5. Interacción entre fecha de siembra y peso específico, 2011



Otro aspecto que aprendimos este año, que tuvo condiciones muy específicas para cada localidad, es que en la zona norte, donde hubo heladas, éstas afectaron a las variedades de ciclo corto y no tanto a las de ciclo largo que todavía no habían espigado. Lo que observamos es que todos los materiales genéticos de ciclo largo, de 80 a 83 días de espigazón, resultaron con máximo rendimiento de 5.000 kg/ha y así sucesivamente. Las variedades precoces de ciclo corto, 60 días de espigazón o menos, perdieron casi 1,5 toneladas por hectárea por la helada.

En un año seco, estas variedades precoces pueden ser más rendidoras que las de ciclo largo, que sufrirían por falta de agua. Es una interacción muy fuerte, que vale la pena de entender. También por el problema de sequía y de helada, hubo interacciones en todos los ensayos en distintas partes del país. Con un coeficiente de variación alto, de 10 a 17, hace difícil confiar de los datos obtenidos. Por eso, hay que insistir en la observación de campo; relacionar el rendimiento con el factor climático preponderante. Es una práctica muy importante que el agricultor debe aprender y mejorar con su experiencia.

A pesar de estos inconvenientes, existe una buena selección de variedades a nivel nacional. Se ha identificado una colección de alrededor de 40 materiales genéticos que rindieron mejor que los testigos (Cuadro 2). Estas líneas tienen un mayor potencial de rendimiento en comparación con lo que existe en el mercado actualmente.

Cuadro 2. Líneas avanzadas con mejor potencial de rendimiento en distintos ensayos en el norte y sur del país

Ensayo	Líneas en el 1er grupo estadístico	Rendimiento (kg/ha)	Ensayo	Líneas en el 1er grupo estadístico	Rendimiento (kg/ha)
RY11	2	4586-4902	PTAY	4	4606-4739
RT11	6	3724-3907	PTBY	1	4497-5253
RC11	7	2783-3216	PTAC	2	4282-4477
IY11	2	4908-5196	PTBC	6	4055-4283
IC11	7	3025-3476	PTCC	4	3422-3668

INTERACCIÓN RENDIMIENTO X CALIDAD INDUSTRIAL

Se sabe que, en general, existe una relación negativa entre el potencial productivo y la calidad industrial de una variedad. Sin embargo, es posible identificar variedades de alto potencial de rendimiento con buena calidad, aceptado por el mercado. Además del peso específico, el otro parámetro considerado por la industria es el Falling Number, FN, que mide la actividad enzimática de un trigo. En años normales, el FN no es un problema ya que casi todas las variedades poseen buenos valores del mismo. Sin embargo, en los años lluviosos, especialmente en la cosecha, los valores de FN pueden caer muy bajos iniciando el brotado en el grano, aspecto que es negativo para la industria.

Recientemente, la fuerza del gluten medida por la alveografía (W) ha sido incorporada como un parámetro de evaluación por la industria. La variedad Canindé 1, que es reconocida por su excelente calidad en un año normal (W entre 350-400 10^4 J) puede sufrir seriamente por problemas climáticos. Por ejemplo, en el año 2006, esta variedad afectada por helada en la parte sur y central del país, tuvo valores menos de 200 de W. En otras palabras, donde hubo helada el W del Canindé 1 cayó 100 puntos (Cuadro 3). En este caso, el productor y el molinero, tanto nacional como extranjero, sufren las consecuencias de los eventos climáticos. Ante esto, es importante recalcar: “Señores, tuvieron helada o tuvieron sequía; por favor no mezclen la cosecha de distintas variedades”. “Traten de entender cuáles son las condiciones del año y no mezclen las variedades” sin conocer su calidad.

Cuadro 3. Interacción Año x Localidad x Calidad (Canindé 1)

Año	FN (seg)			W (10^4 J)		
	CRIA	CETAPAR	YJOVY	CRIA	CETAPAR	YJOVY
2005	293	275	128	587	395	376
2006	203	397	318	171	192	324
2007	380	350	-	424	332	-
2009	368	-	226	374	-	304
2010	-	516	339	-	348	294
2011	376	270	280	367	256	340

CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES PARAGUAYAS DE TRIGO

Los valores promedios de distintos parámetros de calidad en variedades nacionales son resumidos en el Cuadro 4. Cuando uno pregunta, ¿cuál es el promedio de la calidad del trigo paraguayo? La respuesta, sin excepción es la alta proteína que define al trigo nacional. Esta es la primera característica que uno puede mencionar. La segunda característica, que a través de los años hemos mejorado el peso específico. Sin embargo, las altas temperaturas al final del ciclo, especialmente en las siembras tardías, pueden crear problemas. En siembras normales es fácil ver pesos específicos bastante más altos.

Cuadro 4. **Promedio de calidad de variedades paraguayas de trigo (2006-10)**

Variedad	P.H kg/hl	P.M.G g	Prot. %	Extr. Har. %	Ceniza %
Itapúa 40	77	29.3	14.3	69.0	0.5
Itapúa 65	79	35.5	13.9	70.2	0.5
Itapúa 70	78	36.6	13.7	69.8	0.6
Itapúa 75	76	31.8	15.0	65.3	0.5
Canindé 1	78	36.4	14.8	66.4	0.5
Canindé 3	78	32.3	15.3	68.3	0.5
Canindé 11	78	37.8	13.7	70.3	0.5
Canindé 12	79	39.5	13.8	70.0	0.6
Canindé 13	78	38.7	14.1	72.3	0.5

Cuadro 4 (contd.) **Promedio de calidad de variedades paraguayas de trigo (2006-10)**

Variedad	F.N. seg	W 10 ⁻⁴ J	P/L
Itapúa 40	382	199	1.2
Itapúa 65	387	248	1.0
Itapúa 70	337	272	1.0
Itapúa 75	356	273	0.9
Canindé 1	334	351	1.0
Canindé 3	356	284	1.7
Canindé 11	385	181	1.3
Canindé 12	378	185	1.1
Canindé 13	384	208	1.0

En los años anteriores algunos molineros nacionales mostraron su preocupación por el bajo peso específico y el peso de mil granos refiriendo su impacto sobre la baja extracción de harina. Estos parámetros han sido modificados significativamente durante los últimos dos años y seguirán mejorando en el futuro. Además, implementamos la prueba de extracción de harina, a fin de mejorar su rendimiento. Sin embargo, hay una variación muy significativa en el manejo de este parámetro de molino a molino y requiere una respuesta ge-

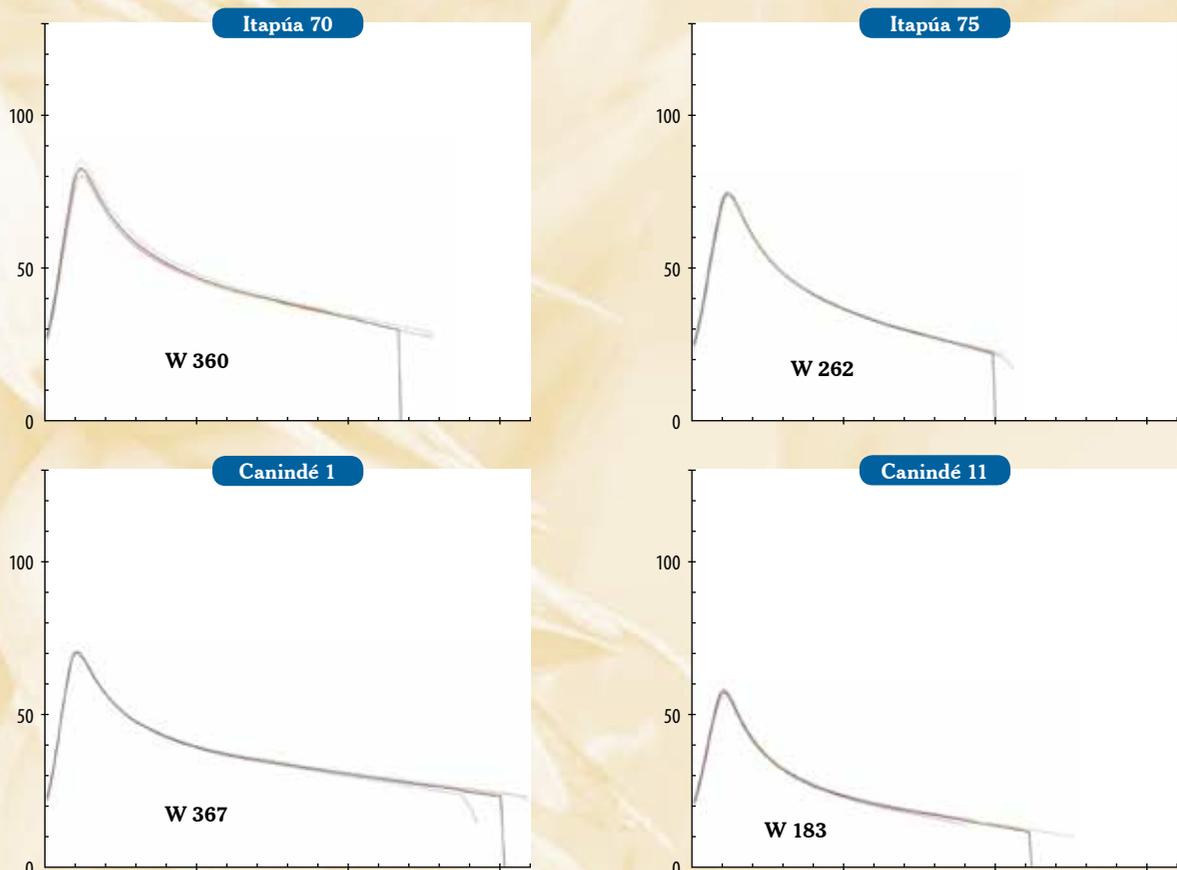
neralizada. Lo único que se puede decir aquí es que la información de la industria está siendo aplicada en la investigación para lograr mejores resultados para los agricultores.

Cabe señalar que el agricultor debe tener en cuenta las características de la variedad a sembrar y la interacción de su calidad con la época de siembra. Una variedad exitosa como la Itapúa 75, de ciclo largo, si no está sembrada en época temprana, va a sufrir las altas temperaturas en la cosecha. Como resultado, va a bajar su peso específico; reducir el peso de 1000 granos y se obtendrá una baja extracción de harina. Por eso, es muy importante entender cómo manejar la variedad Itapúa 75, porque de lo contrario, todos los años vamos a tener el mismo problema.

Es importante mencionar las fuertes interacciones que hay entre los distintos parámetros de calidad. Un aumento en el fragmento de almidón para mejorar la extracción puede causar un impacto negativo sobre la proteína y su calidad, que es responsable de la calidad panadera. Hasta ahora el programa de mejoramiento ha tratado de mejorar el valor alveográfico (W), pero este progreso ha sido lento debido al incremento en el peso de mil granos. Como resultado las últimas variedades tienen un mejor rendimiento harinero pero el valor de W es de 200 o menor. Esperamos que las siguientes variedades tengan una mejor combinación de estos dos parámetros para la industria nacional y de exportación.

A modo de resumen, gracias a la colaboración de la Cooperativa Colonias Unidas Ltda., y anteriormente, Hilagro, cuyos técnicos nos apoyaron en realizar el test de alveografía de las variedades nacionales, estamos en condiciones para seleccionar materiales superiores a ser adoptados por el mercado en el futuro. Actualmente tenemos variedades con un amplio rango de valores de W como: Itapúa 70 con un valor de 360; Itapúa 75 con valor de 262 y el Caninde 11 con un valor de 183 (Fig. 6). Esto significa que existen variedades de distintas calidades disponibles en el mercado. Lo único que el agricultor debe cuidar es de no mezclar una W=183 con otra de 300, porque se va a arruinar la calidad de las dos.

Fig. 6. **Diversidad de valores alveograficos en variedades nacionales de trigo**



DESAFÍOS FUTUROS

El primer desafío que tenemos es tener al programa nacional en la vanguardia del cultivo de trigo en cuanto a la alta temperatura, a nivel mundial. Lo que sufrimos aquí, también lo van a estar sufriendo Brasil, Argentina, Sudáfrica, India y todos los países productores de trigo. Pero calidad y rendimiento es el desafío que tenemos y que debemos ofrecer a nuestros productores y molineros. Para eso, no tenemos modelos hechos para el hemisferio sur pero sí hay modelos desarrollados para el hemisferio norte, que incluso estiman que entre los años 2000 a 2100 habrá pérdidas en rendimiento de una a dos toneladas por hectárea, por la alta temperatura. En otras palabras, debemos prepararnos para hacer frente a estas eventualidades.

A pesar de tener un régimen de precipitación muy favorable, existe una inestabilidad anual que afecta seriamente el crecimiento de los cultivos (Fig.7). Por otra parte, hay lluvias que caen dentro de un período muy corto o con vientos fuertes o con granizo mostrando su impacto negativo sobre el cultivo.

Por ejemplo, observando las precipitaciones a lo largo de 12 años en el CICM, Capitán Miranda, Itapúa, se puede ver que apenas cuatro años estuvieron encima del promedio de precipitación; ocho años estuvieron por debajo del promedio (Fig.8). Además parece que los efectos del cambio climático, es un problema que va a continuar. Es así, que cuando aumentan las lluvias en la cosecha, es ahí donde tenemos otro tipo de problemas. Nuestra respuesta a estos problemas es principalmente colaborar con la red global de colaboradores y tratar de identificar materiales genéticos resistentes a la sequía y al brotado tanto a nivel local como también en la red global.

Fig. 7. **Inestabilidad anual de precipitaciones en Paraguay durante 1985 y 2005**

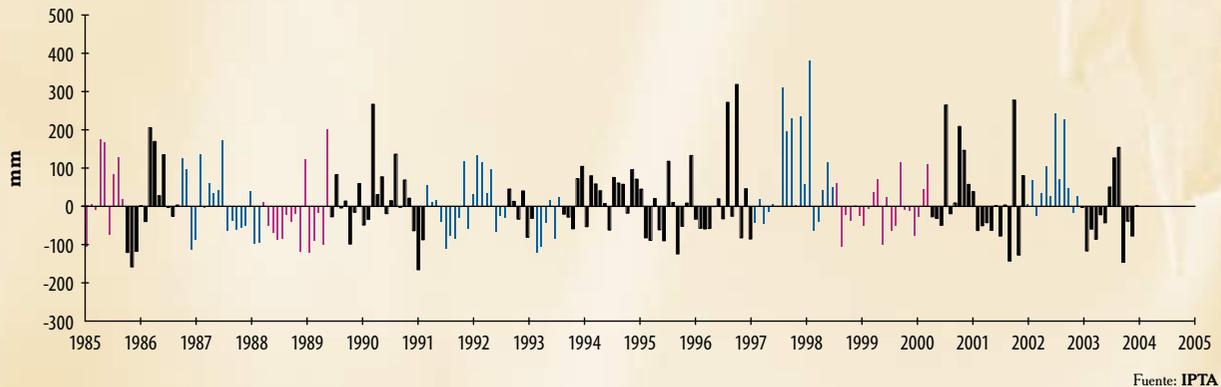
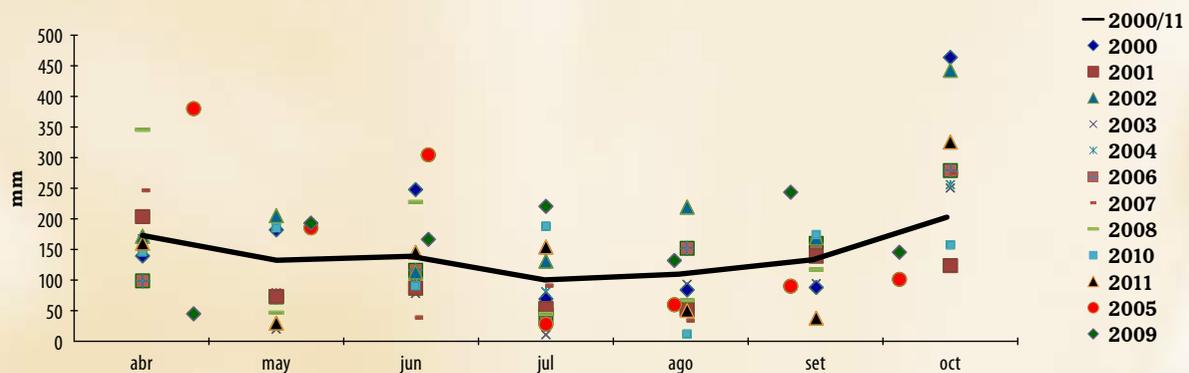


Fig. 8. **Precipitaciones durante el cultivo de trigo en el CRIA, Cap. Miranda, Itapúa**



El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México, se dedica a crear y evaluar materiales genéticos con buen rendimiento para áreas semiáridas. La evaluación de estos materiales en un año seco como 2011, nos permite seleccionar aquellos que pueden adaptarse a las condiciones locales y tener un mayor potencial de rendimiento que las variedades nacionales (Fig. 9). Los datos presentados en la Fig. 9., son de un solo año y necesitan ser repetidos para confirmar la tolerancia a la sequía y el potencial de rendimiento del material seleccionado. En todo caso, este material ya puede formar parte del programa de mejoramiento futuro para ser empleado en nuestras condiciones de clima. También existe la posibilidad de seleccionar poblaciones bajo condiciones de sequía: plantas ya muertas y espigas vivas, con las que se daría comienzo a una selección local y llevar adelante cuantificando y mejorando los resultados en el futuro (Fig. 10).

Fig. 9. **Resultados del material genético específico para tolerancia a sequía. Yjovy, 2011**

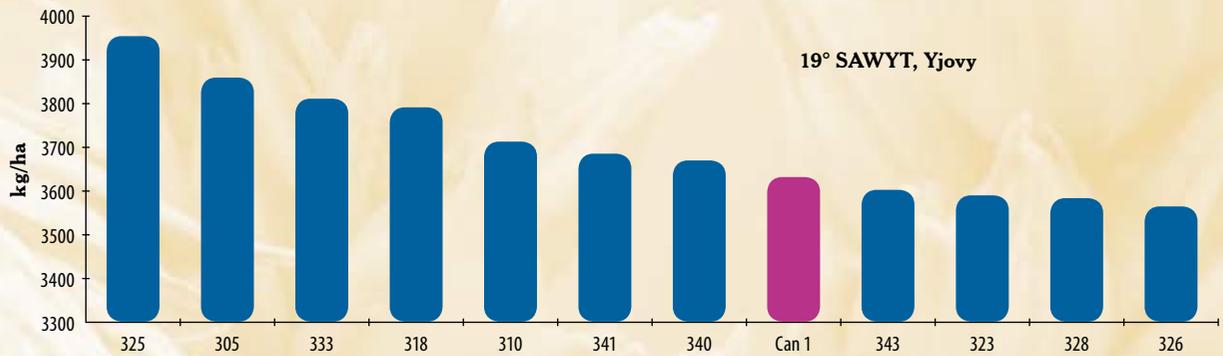


Fig. 10. **Selección de poblaciones locales bajo condiciones de sequía**



Las enfermedades de un cultivo afectan tanto la productividad como la calidad. Lamentablemente, no es solo una enfermedad la que causa daño en el trigo, sino un conjunto bastante amplio de enfermedades. Además, dentro de la misma enfermedad pueden existir cepas distintas del hongo que cambian con los años y cada vez con mayor rapidez. Estas cepas son las que determinan la vida útil de una variedad. Antes hablábamos de variedades de trigo que tenían cinco años o más de permanencia; actualmente las tenemos con menos de tres a cuatro años.

Con el objetivo de demorar los cambios de las cepas, el programa ha introducido la resistencia de las plantas adultas. Este tipo de resistencia provee una seguridad contra los cambios que ocurren de año a año; con lo que esperamos que tengan una vida útil más larga. Así, las primeras dos variedades que fueron liberadas el año pasado: el Caninde 12 y Caninde 13, tienen esa característica de mayor resistencia, por lo menos para la roya de la hoja. Además, se ha enviado a una profesional como becaria del INBIO, para hacer su maestría principalmente para estudiar la roya y hacer trabajos acá, algo que hasta ahora no se ha hecho.

Otra enfermedad a preocupar en el futuro, es la roya del tallo, que fue muy importante en el pasado. La variedad Itapúa 35 fue descartada por los productores por causa de la roya del tallo. Actualmente hay amenazas de nuevas cepas de esta enfermedad, que hasta ahora son limitadas al continente Africano. ¿Qué le importaría a Paraguay una raza que esté presente en África? Creo que es importante por las posibilidades de migración que pueda darse. Ustedes han escuchado que las cenizas del Volcan Chaiten, en el sur de Chile, están llegando a Australia. Si es así, no tenemos seguridad alguna de que estas cepas africanas de la roya del tallo también puedan llegar al continente americano. Hay motivos para preocuparse entonces. Además, esta raza de la roya que fue identificada en África, ya existen cuatro distintos genotipos; cuatro distintos subtipos y es por eso que existe el temor de poder afectar la vida de millones de personas.

Al respecto, el programa nacional ha iniciado su colaboración con los colegas africanos en Kenia, donde los colaboradores del mundo entero están evaluando sus materiales genéticos de trigo contra esa raza. Cuando en este año, llegaron los resultados, comprobamos que Itapúa 40, Itapúa 65, Canindé 1 y otras variedades locales son susceptibles a esta raza en África. Imagínense el día que esta cepa llegue aquí y nosotros tardamos casi 10 años para crear una nueva variedad de trigo.

En síntesis, aumentamos el rendimiento del trigo en el trópico, pero afrontamos el problema de las enfermedades no típicas, como es el caso de la pircularia. Esta enfermedad tiene el potencial de causar pérdidas de 80% a 100% de la producción si ataca a la parte basal de las espigas. Con el apoyo del CIMMYT, se ha lanzado una iniciativa internacional, con la participación de numerosos países como: Alemania, Francia, Bélgica, Paraguay, Bolivia, Brasil, Argentina y Uruguay, que recientemente han creado un Consorcio Mundial para avanzar la investigación en pircularia. Esperamos que el próximo año, comencemos a tener fondos y colaboraciones establecidas, para fortalecer las actividades locales en esta enfermedad.

No obstante, una de las enfermedades que ha tomado mayor importancia actualmente es la fusariosis de la espiga, FE. Más allá de sus efectos sobre el rendimiento, la calidad física e industrial, la FE también introduce micotoxinas en el grano, que es una preocupación. La mayor parte de las exportaciones de trigo paraguayo son dirigidas hacia Brasil, que recientemente aprobó una nueva disposición sobre el límite de toxina deoxinivalenol (DON) en el grano. El límite del DON en la harina en el 2012, es de 1.7 partes por millón (ppm); en el 2014, 1.2 ppm; y en el 2016, 0.75 ppm, (Cuadro 5). Si nosotros no cuidamos el nivel de DON en la cosecha, puede resultar difícil exportar trigo a Brasil en el futuro.

Cuadro 5. **Limites máximos tolerados de DON ($\mu\text{g}/\text{kg}$) aprobados por Brasil**

	Trigo	Harina
2012	-	1750
2014	3000	1250

Fuente: 73ISSN 1677-70421, ANEXO II - Aplicação em janeiro de 2012

Como primer punto, debemos eliminar variedades comerciales altamente susceptibles de la siembra y conocer la base de resistencia manejada en el programa. Para lograr esto será clave entrenar a una persona en el uso de marcadores moleculares y determinar aquellos marcadores que funcionen. Los marcadores utilizados actualmente explican un bajo nivel (20% a 25%) de la variabilidad de la resistencia, lo que requiere un trabajo

de mayor envergadura a nivel mundial. En segundo lugar, necesitamos iniciar las mediciones de toxinas a nivel nacional y buscar las fuentes de resistencia que también estén menos afectados por las toxinas.

El más grande desafío que afrontamos es acortar la brecha tecnológica que existe entre los agricultores. Hay productores que alcanzan rendimientos de 4 a 5 toneladas/ha en rendimiento; cuando el promedio es de 2.500 a 2.700 kg/ha. Si se reduce esta brecha un poco, el país lograría mayores ingresos anuales. Sin embargo, el problema no solo es esta brecha, pues existe otra en la parte de la calidad, que puede reducirse haciendo la siembra en la época adecuada y fertilizando conforme sea necesario.

Los ensayos locales señalan que para lograr un buen rendimiento y la calidad adecuada se necesita al menos 80 kg/ha de nitrógeno; pero los agricultores colocan la mitad de esta dosis. Razón por la cual, no se puede esperar ni el rendimiento ni la calidad deseada. Aparte, hay que tener en cuenta, que hay una interacción entre nitrógeno y fósforo. Existen zonas donde el fósforo es un importante componente del suelo y en estos casos, si se puede colocar los 80 kg/ha de nitrógeno. Pero si el tenor de fósforo es escaso o insuficiente, el agregado de nitrógeno, no va a tener el impacto esperado. Existe una interacción entre estos elementos y hay que tratar de entenderla.

Otro aspecto sobre la calidad de la cosecha, especialmente en la región norte es la temperatura durante el llenado de grano. Normalmente no hay problemas con la calidad cuando las temperaturas altas de setiembre estén entre 25° C a 32° C. Sin embargo, cuando la temperatura es más alta que 32° C por unos días, ya se inicia la desnaturalización de la proteína y consecuentemente la pérdida de la fuerza del gluten; lo que afecta a la calidad panadera.

Este problema también puede ocurrir en el secado del grano con altas temperaturas. Un estudio del INTA de Argentina con el secado de granos a distintas temperaturas, concluyó que el secado hasta 50° C es aceptable, pero al momento de llegar a 70° C el gluten comienza a no ligar (Cuadro 6).

En resumen, Paraguay ha sido exitoso en producir trigo; hay buena calidad panadera y potencial para diversificar, pero se requieren ajustes en el manejo y por supuesto la calidad es clave para cualquier venta que se haga en el futuro. Mercado existe ya que a nivel de América Latina, se importa alrededor de 20 millones de toneladas por año, esperándose que en los próximos 10 años alcance unos 22 millones de toneladas. Paraguay puede captar una porción significativa de este mercado, pero hay que hacerlo de manera estudiada y predecirlo en la forma correcta. Es la mejor manera para duplicar la producción de este cereal en la próxima década. Muchísimas gracias a todos los actores de la cadena trigo que nos han ayudado y a ustedes por su atención.

Cuadro 6. **Efecto de la temperatura de secado sobre la calidad del trigo**

Temperatura del grano °C	Peso Hectol. kg/hl	Rend. Harina %	Gluten Hum. %	Alveograma		Vol. Pan c.c.	Valor Panad.
				W	P/L		
Testigo	78.00	69.0	36.5	394	7.6	622	95
50 °C	77.15	68.7	36.4	374	6.8	605	93
70 °C	75.10	68.9	No liga	295	9.1	425	85
90 °C	74.65	66.5	No liga	250	10.5	405	84
110 °C	72.60	64.8	No liga	230	12.2	350	82
140 °C	72.40	63.0	No liga	227	13.6	-350	82

Datos: Dra. Martha Cuniberti, INTA, Argentina

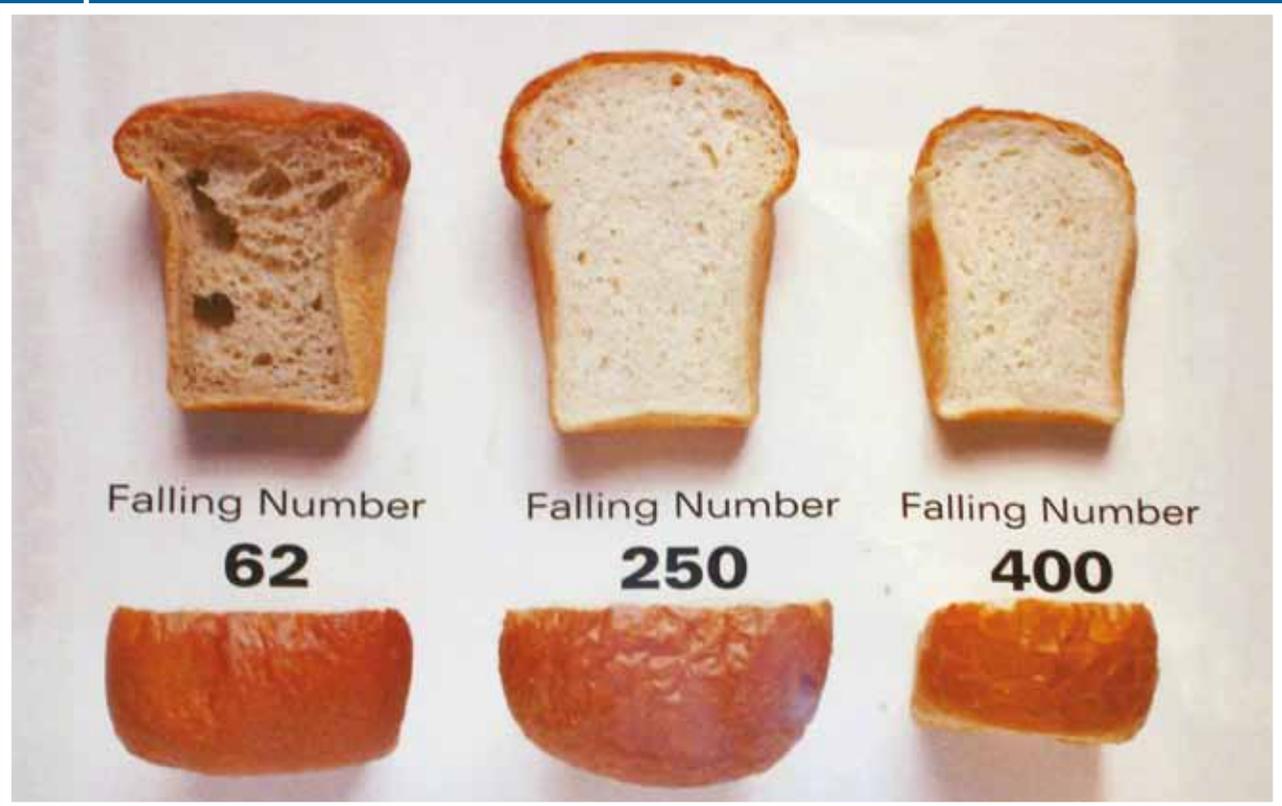
AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente al personal técnico-operativo y administrativo del IPTA, la CAPECO y del IN-BIO por su valioso apoyo en el desarrollo de las actividades del Proyecto Trigo. Sin este apoyo el progreso reportado aquí no hubiera sido posible. El presente trabajo fue realizado con el apoyo financiero del INBIO y la CAPECO.

El equipo de NIR para la medición de proteína y otros parámetros de calidad.



La calidad del pan de acuerdo al valor del Falling Number.



Mejoramiento de la calidad de trigo en ambientes de estrés abiótico

ROBERTO J. PEÑA

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, Int.
Km 45 Carretera México-Veracruz Col. El Batán, Texcoco, Estado. México C. P. 56130
E-mail: jpena@cgiar.org

Resumen



El trigo es la fuente principal de calorías y proteína para la población de varios países en el mundo; se consume principalmente en diversos productos de panificación, galletas y pastas para lo cual se utilizan diferentes procesos de elaboración. Para satisfacer las necesidades de procesamiento y de calidad del producto final, se deben desarrollar variedades de trigo con características específicas de composición de grano a través del mejoramiento genético. En el mejoramiento por calidad es necesario combinar genes y/o variantes genéticas (alelos) que determinan caracteres de grano tales como textura del endospermo, composición de proteínas de gluten; del almidón, entre otros. En la selección por calidad deben usarse tanto marcadores moleculares para definir la presencia de genes que afectan la dureza del endospermo, así como aquellos que indican la composición del almidón. Así mismo, es recomendable utilizar marcadores moleculares para identificar la presencia de gluteninas de alto y bajo peso molecular que sean difíciles de identificar en los perfiles que resultan del análisis electroforético de las proteínas. Para seleccionar por la acción conjunta de las variantes genéticas introducidas a través de cruzamientos bien dirigidos (combinación de genes para resistencia a enfermedades, tolerancia a estreses abióticos y potencial de rendimiento), es necesario aplicar métodos rápidos no moleculares tales como la espectroscopia NIRS, la sedimentación (prueba que estima la calidad general del gluten) y pruebas reológicas diversas que permitan determinar tanto la composición del grano como el desempeño de las masas de panificación o de otro producto de interés (galletas, pastas). El ejercer presión de selección sobre líneas que muestren resistencia a enfer-

medades, adaptabilidad y potencial de rendimiento deseables, permitirá obtener nuevas variedades que satisfagan tanto al productor (alto potencial de rendimiento) como al mercado (calidad de procesamiento y de producto final). Sin embargo, se debe considerar que la expresión del potencial de calidad (igual que sucede con el potencial de rendimiento), es modificada por condiciones ambientales debido al fenómeno de interacción genotipo-ambiente. Tanto la incidencia de altas temperaturas por tiempos prolongados, como el estrés hídrico durante la etapa final del cultivo, pueden influenciar negativamente el llenado de grano y el rendimiento harinero en los molinos. Adicionalmente, otras características de composición, tales como la fuerza y la extensibilidad del gluten pueden ser desbalanceadas, principalmente por las proteínas que se generan como respuesta de la planta al estrés térmico. Es por esto que en el mejoramiento de la calidad, se deben efectuar cruzamientos que incluyan progenitores que posean los caracteres agronómicos, de resistencia a enfermedades y de parámetros de calidad deseables. Adicionalmente, debe efectuarse selección bajo condiciones ambientales (de estrés biótico y abiótico) bajo las cuales se pretende cultivar el trigo comercialmente. Finalmente, las tecnologías de cultivo utilizadas, tales como métodos y fechas de siembra (plano o surco), labranza convencional o limitada y fertilización, también ejercen influencia sobre caracteres de composición de grano y expresión de la calidad intrínseca del cultivo de trigo.

Abstract

Breeding for bread wheat quality under abiotic stress environments

Wheat is the major source of calories and protein for the population in various countries. It is consumed in diverse products such as bread, cookies, pasta which are made by utilizing different elaboration processes. To satisfy the needs of processing and the final quality, different wheat varieties with specific characters and grain composition must be developed through genetic improvement. In the grain quality improvement, it is necessary to combine genes or genetic variants (alleles) which determine the characters such as endosperm texture, composition of gluten proteins, and starch among others. It is also possible to utilize molecule markers to determine the presence of genes that affect the endosperm hardness or the starch composition. Utilization of these markers is also recommended to evaluate the presence of high and low weight glutenins which are difficult to identify in the protein electrophoretic gels. In order to select for combined action of introduced genetic variants through hybridization, it is necessary to apply non molecular rapid methods, such as near infrared spectroscopy, sedimentation and rheological evaluations, that determine the grain composition as well as the bread making quality or the quality of other products (cookies, pastas). Such selection pressure on breeding lines with high yield, adaptation and disease resistance, etc. will permit identification of new varieties to satisfy the farmer (high yield potential) as well as the market (processing quality and final product). However, it must be understood that the expression of quality is modified through environmental conditions and strong interaction between genotype and environment. The incidence of high temperatures for prolonged periods or a drought stress during the final stages of a crop can negatively affect the grain development and the flour extraction potential. Additionally, other grain composition characters such as gluten strength and extensibility can also be imbalanced mainly due to the generation of proteins as a response to the thermal stress. For this reason, the breeding for quality must consider utilizing parents that include not only agronomic and resistance characters, but also those carrying desirable quality parameters. It is important to conduct selection under biotic and abiotic stress conditions where these varieties are supposed to be grown commercially. Finally, the agronomic practices such as seeding date, type of tillage and fertilization also exercise their influence on the grain composition and the intrinsic expression of wheat quality.

INTRODUCCIÓN

Quiero agradecerles por darme la oportunidad de estar en esta reunión y poder hablarles sobre los aspectos que el Dr. Mohan Kohli expuso y que son muy importantes.

En primer término, déjenme decirles que el éxito de una cadena, como la de este tipo de alimentos como los cereales, depende de la conciencia de la acción y de la integración de todos los factores. Por lo tanto, vamos a hablar de aspectos varios: algunos conciernen más a los productores, otros a los investigadores y otros a los industriales. Por eso es importante tomar conciencia de lo complejo que es el negocio de desarrollar variedades de trigo. A partir de aquí hablaremos sobre, producción, abasto, consumo componentes principales que definen la calidad. Una cosa es cómo está compuesto el trigo; otra es cómo funcionan los procesos; el control genético de los principales parámetros y después, algo de mucha importancia, la acción o reacción de las variedades con factores sobre todo abióticos.

Actualmente hay una gran preocupación en el mundo, acerca de lo que pasará con la producción de cereales, no solo para negocio sino para satisfacer las necesidades mínimas de nutrición de mucha gente pobre en el mundo. En la Fig.1, podemos observar que la producción difícilmente va a poder alcanzar al consumo, en unos cuantos años, si es que no aceleramos el trabajo de investigación para producir los cereales bajo condiciones de cambio climático. Las reservas de los países importantes con relación a la importación, tienden a bajar y en el momento en que alcanzan niveles peligrosos como ocurrió en el período 2006 a 2008, los precios de los cereales suben.

Fig. 1. **Producción y consumo**



Hay países que a ningún precio pueden comprar cereales y hay gente que no puede tener tres alimentos al día, a veces ni siquiera un alimento al día. Y esto es lo que le importa al CIMMYT, que tiene la misión de coordinar; conectar a todos los que están involucrados en el trabajo de mejoramiento de trigo, porque solo juntos es que podemos tratar de lograr buenos resultados. Sabemos también que en muchas partes del mundo, la población rural está disminuyendo y esa población rural disminuye porque no encuentran oportunidades en la producción del cereal; se van a las ciudades y ahí lo que encontramos es que existe gente que demanda alimentos procesados de bajo costo y de buena calidad nutricional. Por eso, es necesario incrementar la producción de trigo para alimentos procesados. Por muchas décadas, el trigo era un alimento básico y los productos a partir del trigo se hacían en casa, en muchas partes del mundo. Ahora la actividad, la dinámica económica, hace que mucha gente dependa de alimentos procesados. Hay muchos alimentos procesados, pero lo que muchas veces no entendemos o no sabemos, es que no todos los productos se preparan con el mismo tipo de trigo.

CARACTERÍSTICAS DE DISTINTOS TIPOS DE TRIGOS

Hay diferencias básicas, las cuales tienen que ver con la textura del grano; cuánta proteína tiene el grano y cuáles son las características, principalmente las del gluten (Fig. 2). No podemos hacer tortas, pasteles o galletas con trigo para hacer pastas ni viceversa; esto es imposible desde el punto de vista del procesamiento. Entonces, en el mejoramiento de trigo hay que tomar en cuenta estos factores. ¿Cuál es la composición del trigo o los aspectos que hay que tomar en cuenta? El Dr. Kohli ya mencionó la importancia de poder cultivar variedades que sean tolerantes al problema de brotamiento. Esto es lo que pasa con un pan que utiliza un trigo que tiene valores de falling number muy bajos (Fig. 3). Es importante este factor: si las variedades son susceptibles al brotamiento, ya no hay necesidad de hacer más pruebas de calidad, porque el grano está dañado; ese grano ya no sirve para ser procesado.

Fig. 2. Características de calidad y usos del trigo

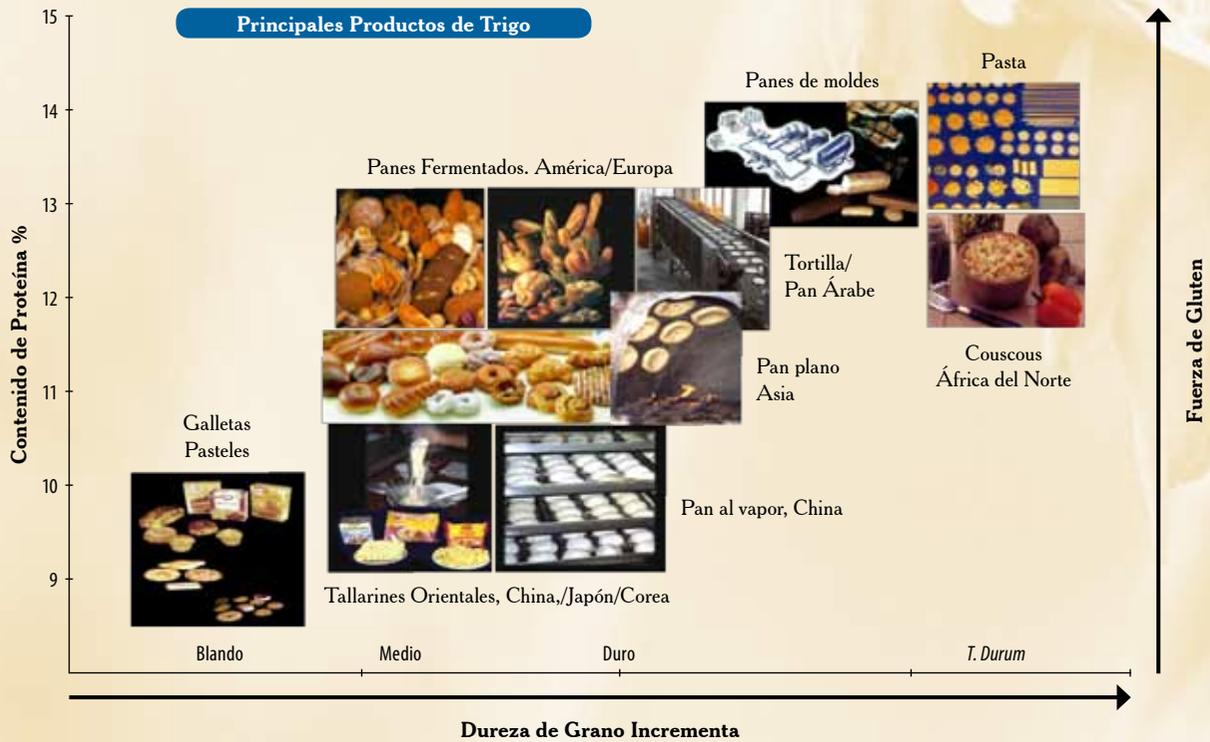


Fig. 3. Resistencia al Brotamiento (germinación en espiga)

El endospermo de grano brotado produce altos niveles de enzima (Índice de caída, FN <180 seg) que dañan al almidón, la proteína y la calidad de panificación



Además, las características físicas son muy importantes (Fig. 4). Normalmente para comercializar, importan el peso hectolítrico y el peso de 1.000 granos. Estas características, definen la calidad de molienda y a la vez son un índice del potencial de rendimiento en el campo, pero sobre todo del rendimiento harinero. Para un buen rendimiento harinero, de harina o de sémola, primero es necesario que el producto no supere el 14% de humedad, si es así tiene que ser secado. Los granos deben estar llenos; la parte ventral tiene que ser grande; no debe ser profunda. Es mejor que sea ovalado y no largo; que tenga un peso hectolítrico de por menos 78. El Dr. Kohli nos comentó que se están mejorando el peso de 1.000 granos, pero nosotros queremos llegar a 40 gramos o más de 45 gramos de peso de los 1.000 granos.

Fig. 4. **Características físicas**

Las características físicas del grano definen la calidad de molienda (potencial de rendimiento harinero):

Para buen rendimiento de harina/sémola se requiere:

- Humedad (<14%)
- Grano bien lleno; grande; parte ventral poco profunda, ovalado y no muy largo. Peso hectolítrico >78Kg/hl y peso de mil granos > 45g
- Un grano arrugado y pequeño, con aristas profundas en su parte ventral, produce bajos pesos hectolítrico y de mil granos
- El peso hectolítrico es un parámetro físico utilizado en la comercialización de trigo.



Un grano arrugado y pequeño, le va a causar problemas al molinero. En cuanto al rendimiento, el peso hectolítrico como ya lo indique, es uno de los factores más importantes, que de alguna manera captura las características físicas que nosotros estamos buscando.

También la textura del grano es incluso muy importante (Fig. 5). El gránulo de almidón tiene una membrana. Esa membrana previene la adhesión de la proteína del gluten con el almidón en el endosperma. Cuando hay molienda, al no haber adhesión el gránulo de almidón se separa fácilmente y no se rompe. Sin embargo, existen variantes genéticas que hacen que la consistencia y la integridad de esa membrana varíen, de un genotipo a otro y eso es lo que hace que tengamos trigos muy blandos, semiblandos, semiduros y duros. Sabemos que hay un control genético para esas características. La importancia principal es que de una molienda de trigo duro, se obtienen ciertos niveles de almidón dañado. Este almidón dañado va a ser mayor cuando el trigo sea más duro.

Fig. 5. **Textura (dureza) del grano**



Los gránulos de almidón están cubiertos por una membrana que evita adhesión con la proteína. Variantes genéticas causan cambios en la continuidad de la membrana ocasionando diversos grados de dureza de grano

Trigo Suave (blando): la adhesión es muy limitada

Trigo Duro: la adhesión es considerable. En la molienda se genera daño en los gránulos de almidón

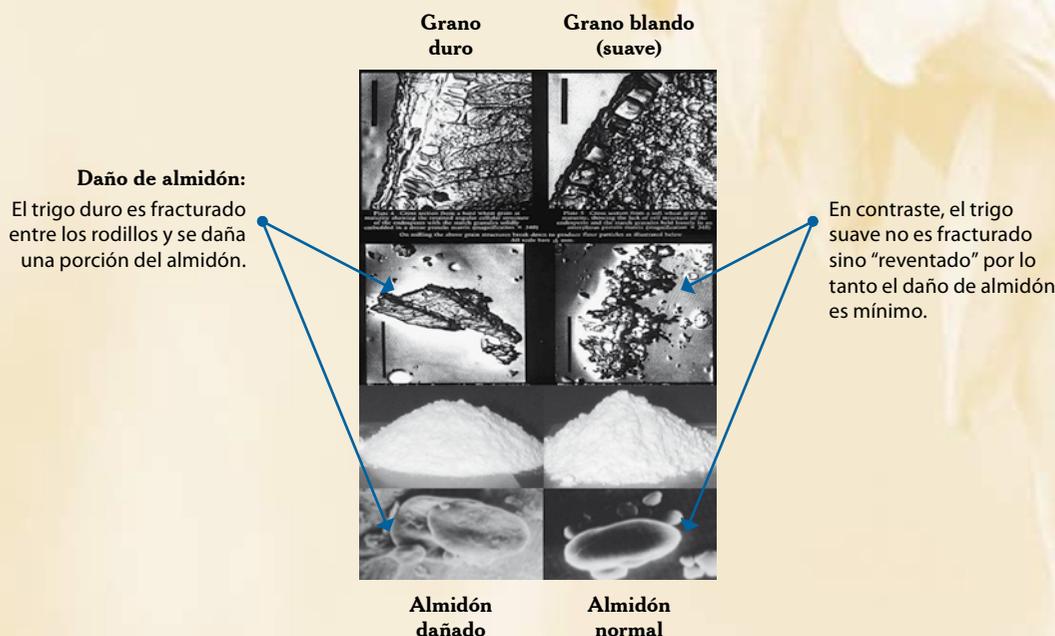
Almidón Dañado: A mayor dureza del grano mayor cantidad de almidón dañado

Un grano muy duro es también un problema para el molinero porque requiere mayor tiempo de molienda y un mayor gasto de energía. En contraste, un grano muy suave tiene que tener un tiempo más prolongado de cernido y hay una mayor pérdida de harina con el subproducto, de tal manera que esta característica del grano, tiene serias implicaciones para el peso de molienda. En la Fig 6, podemos observar un ejemplo de lo que pasa con el endoesperma: las partículas duras poliédricas, nos dan una harina más arenosa con cierto nivel de granos dañados; mientras que la de trigo blando se apelmaza y los gránulos están intactos, ahora eso es en cuanto a la molienda.

Fig. 6. **Efecto de la dureza del grano en la Molienda**

Grano muy duro: Tiempo de molienda prolongado y mayor gasto de energía de molienda.

Grano muy blando (suave): Tiempo de cernido prolongado, mayor pérdida de harina como subproducto.



LOS PROCESOS Y LA CALIDAD PANADERA

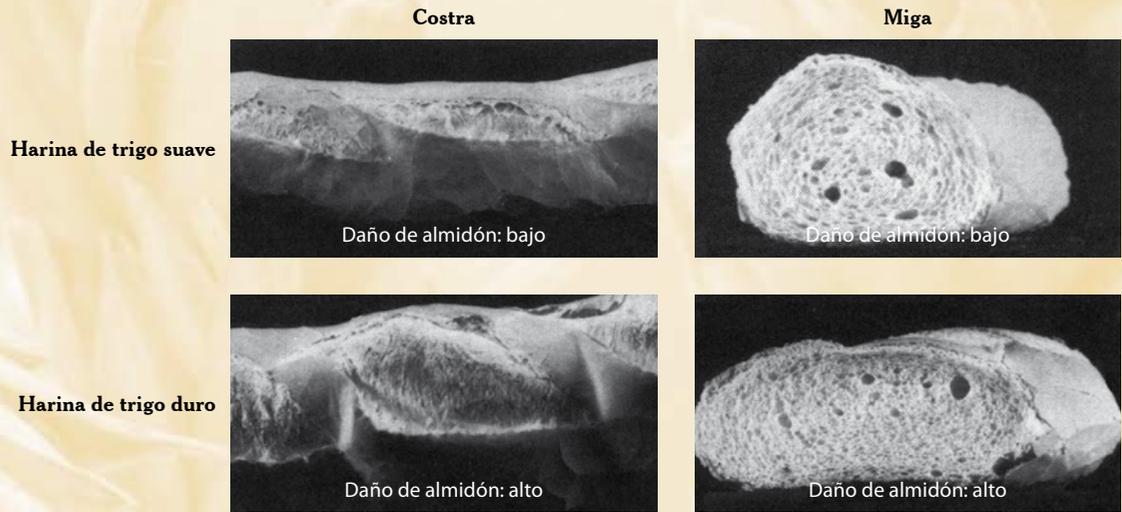
El almidón dañado es importante porque ayuda a que la absorción de la masa se incremente; la actividad fermentativa también y permite que las harinas de trigo duro y semiduro tengan mejores propiedades durante la panificación. A la vez, vemos que en el producto final a mayor cantidad de almidón dañado, se retiene más humedad en el producto y se incrementa la vida de anaquel (Fig. 7). Esto es muy importante sobre todo en este pan tipo europeo, que la mayoría de ustedes y en América latina consumimos. El pan de este tipo tiende a durar poco tiempo y si lo hacemos de un trigo blando o de bajo almidón dañado, su consistencia y su textura van a durar menos tiempo.

La proteína del gluten es el componente del grano más importante en panificación porque confiere fuerza, elasticidad y extensibilidad. El gluten forma una red que contiene granulos de almidón ocluidos (Fig. 8). La figura 8 muestra dos vistas de una masa. Cuando hay una red continua con unas buenas propiedades de manejo y buenas manos en la maquinaria, podremos obtener productos de alta calidad. Pero cuando tenemos una red discontinua, lo que sucede con un gluten débil poco extensible, la masa puede ser pegajosa y el producto puede no tener las características deseables. De esta manera, las proteínas de gluten son muy importantes.

Normalmente decimos que para mejorar el trigo, hay que poner atención tanto a la dureza como al gluten. Sin embargo, es el almidón, que contribuye a definir la textura de los alimentos procesados. En la masa, el

Fig. 7. **Efecto de la dureza del grano en la Molienda**

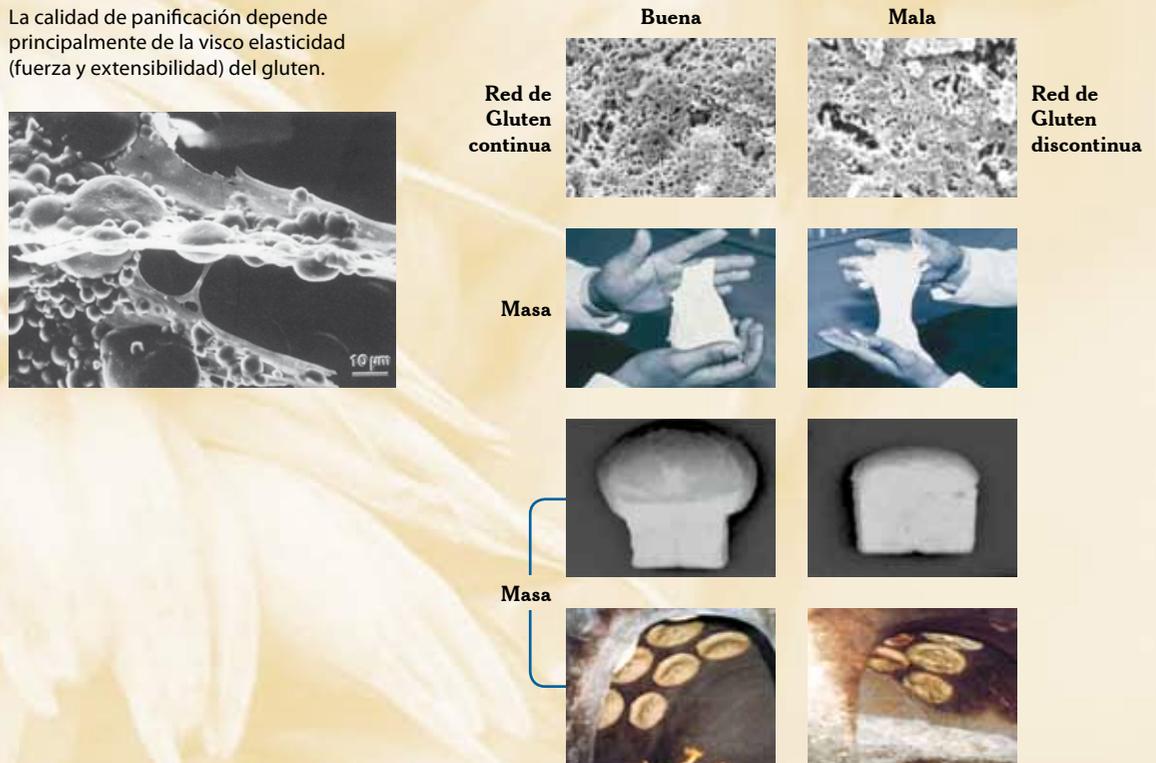
- **Efecto del almidón dañado en la absorción de masa:**
La absorción de agua de la masa y la actividad fermentativa de la misma son mayores en harinas de trigo duro que en las de trigo suave.
- **Efecto del almidón dañado en la calidad del pan:**
A mayor cantidad de almidón dañado mayor humedad del pan, mejor textura de la miga (suavidad), frescura más prolongada y costra mas oscura.



Panes tipo baguette elaborados con harinas con alto y bajo contenido de almidón dañado

Fig. 8. **Proteína de Gluten**

La calidad de panificación depende principalmente de la visco elasticidad (fuerza y extensibilidad) del gluten.



almidón provee una superficie para la matriz del gluten y durante la cocción cuando la proteína se está coagulando, suelta agua y el almidón la recibe, la absorbe, la distribuye y permite que la miga de un pan tenga humedad bien distribuida (Fig. 9) en cuanto a la vida de anaquel, ayuda a que se prolongue el tiempo de retención de frescura y en la producción de diferentes tipos de masas o tallarines.

Fig. 9. **Almidón**

Contribuye a definir la textura de los alimentos procesados

Panificación

- Provee una superficie a la matriz de gluten
- Durante la cocción absorbe una gran cantidad de agua contribuyendo a que el gluten se coagule y dé estructura a la miga.

Vida de anaquel (retención de frescura)

- Almidón con consistencia de pasta firme retiene gran cantidad de agua, mejorando la miga y prolonga el tiempo de frescura del pan.

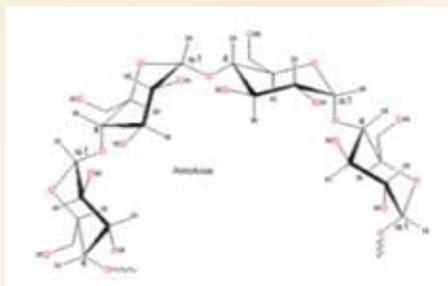
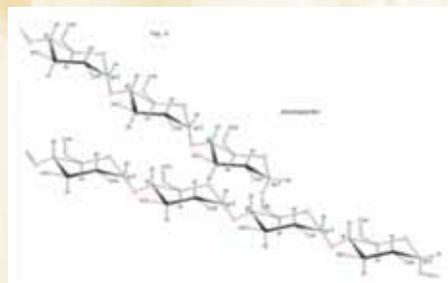
Calidad de tallarín blanco japonés (Udon)

- El almidón que posee alta cantidad de amilopectina mejora la firmeza, el volumen y la textura de los tallarines, lo cual es muy apreciado

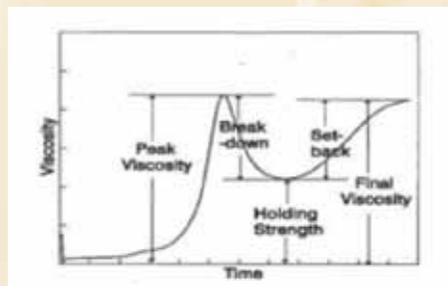
Almidón



Amilopectina



Amylose



Visco Analyzer

En el caso de los panes orientales cuando el almidón tiene ciertas características, tales como mayor contenido de amilopectina, entonces las características de textura son mucho más deseables. Como podrán ver en diferentes tipos de productos, estos componentes son los más importantes.

Existe otro componente que está en baja proporción y al que le damos poca importancia: son las pentosanas (Fig.10). Se trata de cadenas largas de polisacáridos, que representan solo el 6% a 7% del grano, de las cuales, 30% están en el endospermo. Las pentosanas tienen que ver con el potencial de rendimiento harinero que interacciona con el almidón dañado y permite ser causante de modular o modificar la textura del grano. Por su gran capacidad higroscópica, un gramo de este material, absorbe diez veces su peso en agua. Por lo tanto a altos niveles, afecta de manera a veces positiva y a veces negativa las propiedades de amasado. Lo que sí sucede es que reduce la viscosidad de masa y también reduce el volumen de pan cuando está en cantidades muy elevadas.

Pero también sabemos que las pentosanas tienen efecto en la vida de anaquel o retención de frescura de los panes, tanto leudados como los planos. En la calidad galletera, es importantísimo que el nivel de pentosanas sea bajo debido a que si está en cantidades altas, tienden a competir por el agua libre, que es necesaria para lograr galletas de buenas dimensiones de diámetro y de características organolépticas.

Estos son los principales componentes del grano que nos ocupan, pero por sí solos no es la cantidad sino la interacción entre ellos, una vez que están hidratados, una vez que están formando redes, lo que nos importa. A esto se le llama funcionalidad y es la parte importante a la que debemos poner atención. En la molienda, es

Fig. 10. **Pentosanas (polisacaridos varios)**

Arabinoxylanas. Representan 6-7% del grano (30% del total se encuentra en el endospermo).

Molienda

- Se asocia a la dureza del grano y al daño de almidón.

Panificación

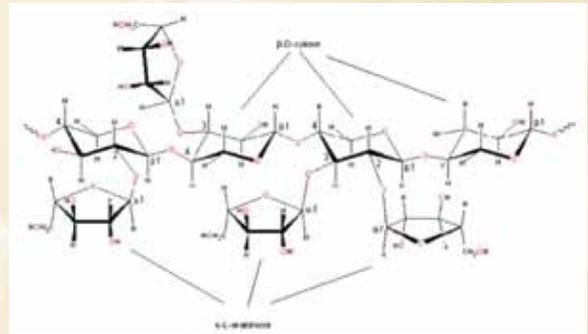
- Altamente viscoso, 1 g retiene 10 g de agua.
- En altos niveles afecta propiedades de amasado, reduce viscosidad de masa & volumen de pan.

Frescura de producto

- Su alta capacidad de retención de agua mejora la textura del pan y alarga la vida fresca del producto.

Calidad de galleta

- Tiene efecto negativo; compite por agua la cual debe estar libre para expandir la galleta en el horno. Reduce expansión de galleta y volumen de pasteles (tortas).



muy importante tener buenas características del grano y es la primera tarea en un programa de mejoramiento, seleccionar variedades o líneas experimentales por las características del grano.

Normalmente el mejorador debe iniciar su trabajo eliminando aquellas líneas que no presenten granos con buenas características. Ahí empieza el trabajo del mejorador en cuanto a las características post cosecha.

LA CALIDAD DE PANIFICACIÓN

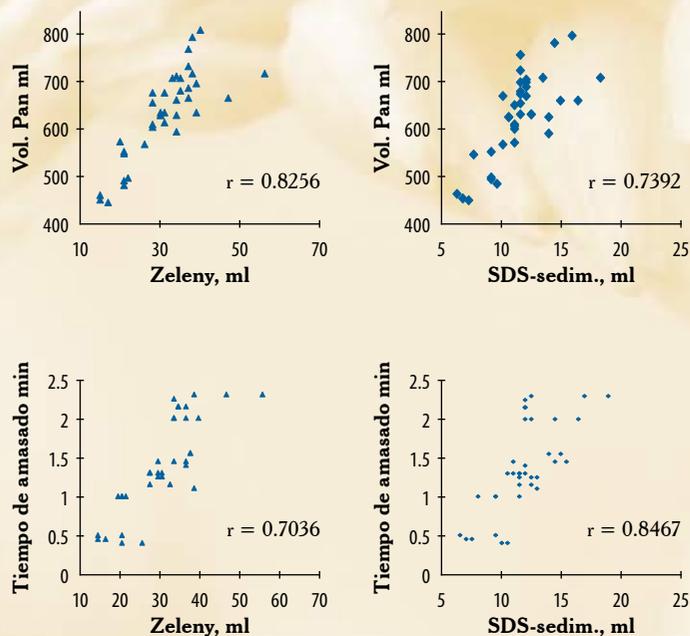
En la calidad de panificación hay tres factores importantes que de alguna manera se vinculan y a la vez podemos decir que son independientes:

1. Las características de amasado o desarrollo de masa. Es importante que los tiempos no sean ni muy largos ni muy cortos debido a que eso causa gasto excesivo o intolerancia al amasado.
2. Además debe haber estabilidad prolongada al sobre amasado. No queremos que pase como con las masas de panificación que ya no es posible manejarlas. Eso se debe a ciertas características que tienen que ver con la estabilidad y la tolerancia al sobre amasado. La industria usa instrumentos como el farinografo en el caso del amasado. En el caso de las características de fuerza y viscoelasticidad utilizan el alveografo de Chopin y en otros países el extensógrafo.
3. Finalmente hay que ver las características de textura, simetría y vida de anaquel del pan. Esto le interesa al molinero, que es el que va a vender una harina que tiene que satisfacer las necesidades de los panaderos.

Una prueba muy importante es la sedimentación. Es una prueba rápida que se usa mucho en comercialización. En algunos países inclusive permiten hacer una clasificación y vemos que hay dos variantes. Una usa el detergente Lauril sulfato de sodio (SDS, por sus siglas en inglés) y otra variante es la prueba de Zeleny. Ambas pruebas tienen muy buena relación tanto con el volumen de pan como con el tiempo de amasado (Fig. 11). Como es una prueba rápida, requiere poca cantidad de muestra y es muy útil en comercialización para dar un dictamen rápido de cuál es la característica de calidad de un trigo. También ayuda en el mejoramiento para seleccionar rápidamente genotipos con buenas características de calidad.

Un nuevo instrumento francés es el mixolab de Chopin, que nos mide en una misma muestra, todas las características de mezclado y después el mismo equipo destruye el gluten y permite que se hidrate el almidón para ver las características de pastificación del almidón. Este nuevo equipo está siendo cada vez más utilizado, sobre todo en la industria porque permite muy buen control de calidad. Ya les había mencionado que el alveografo es muy importante. Todos estos parámetros, su interacción y funcionalidad pueden ser mejorados.

Fig. 11. **La prueba de sedimentación (Zeleny y SDS) tiene alta correlación con parámetros de calidad de panificación**



MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE TRIGO

El mejoramiento de la calidad es posible porque varios de los componentes del grano y las interacciones de estos, están bajo el control genético. Así, existe resistencia a la aparición de enzimas de alfa amilasa y para eso se conocen ciertos genes y se han identificado ciertos marcadores moleculares. Para la textura de grano, se puede fabricar trigo a la medida de las necesidades de los países o los productores: muy blando, semi blando o blando, dependiendo de las combinaciones que uno necesita hacer para los diferentes tipos de proteína que son muy complejas. Son cientos de genes los que participan, pero debemos conocer cuáles son; en qué cromosomas se encuentran para poder hacer ese manejo.

También podemos seleccionar con relación a las propiedades del almidón y ciertos colores tanto del grano como del endospermo. Algunos molinos prefieren trigo que den harina muy blanca, que no se oscurezca. En el caso de trigo candeal, cristalino, tenemos alto nivel de pigmento amarillo. Manejar todos estos factores utilizando una combinación de marcadores moleculares y pruebas convencionales, son necesarias para ver si los genes o los componentes de diferentes variantes alelicas, se comportan de tal o cual manera. Esta combinación de factores, es lo que permite en un verdadero programa de mejoramiento genético, hacer un mejoramiento de la calidad.

El germoplasma que el CIMMYT proporciona a los países ya viene mejorado; ya hubieron cruzamientos para que tuviera un mínimo de calidad. Son numerosos los factores que hay que tomar en cuenta y son muchos los parámetros, además de miles o cientos de miles de plantas seleccionadas cada año. El Dr. Kohli ya menciona que tenemos retos convergentes que tienen que ver con el cambio climático. Vemos que está disminuyendo el agua en los mantos freáticos; tenemos un encarecimiento del costo de producción; del precio de los combustibles etc. Al mismo tiempo hay varios tipos de enfermedades que importan; tenemos que el costo de los fertilizantes es alto y los suelos siguen siendo degradados.

El gran problema o reto es que la población mundial sigue creciendo. China y la India, son los principales países que pueden estar consumiendo más y más del trigo del mundo. Pero no solo el que ellos producen, pueden cada vez demandar más porque en China por ejemplo, la población que tiene una mejora económica está cambiando su dieta. Por este cambio de dieta, están buscando los cereales como fuente de alimento para el ganado. Esa es la competencia que tiene el cereal para la alimentación animal. En algunos países lo están

requiriendo para ganado; mientras en otros lo están requiriendo para biocombustibles, pues encuentran que es mejor negocio, vender cereal para biocombustible que para alimentación del ser humano.

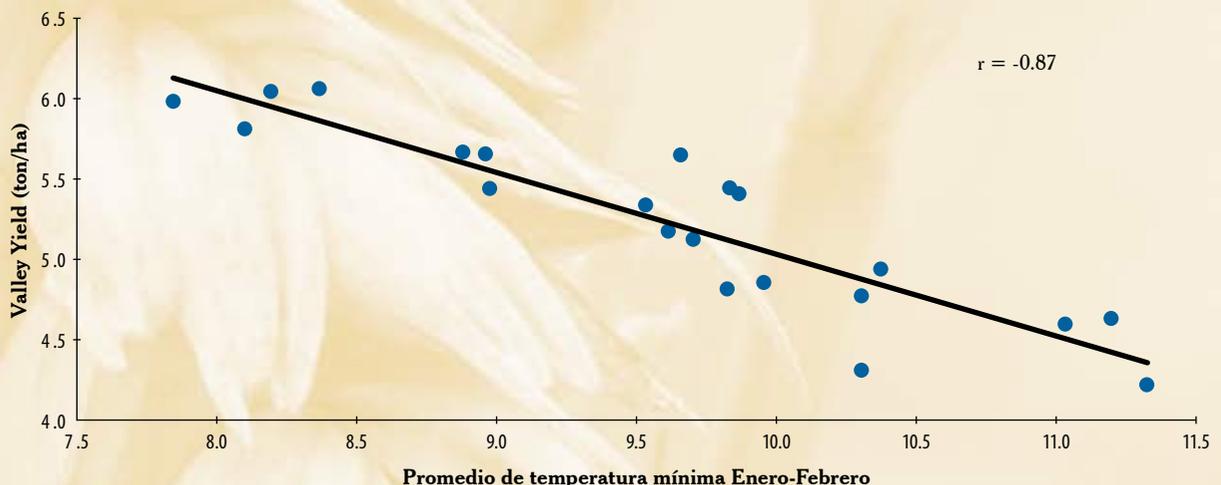
Tenemos condiciones ambientales diversas, que afectan las características del grano, porque hay una interacción genotipo–ambiente (Fig. 12). Hay que tener en cuenta las temperaturas extremas que pueden causar una serie de problemas en el grano. El estrés hídrico a la vez puede hacer lo mismo, no solamente afectar las características físicas sino la composición del grano. La humedad alta también nos puede causar brotamiento. Las heladas es otro de los factores que hay que atender.

Fig. 12. **Condiciones ambientales extremas pueden afectar la calidad del trigo**

Factor ambiental	Efecto en calidad
<p>Estrés térmico</p> <ul style="list-style-type: none"> temperaturas extremas 	 <ul style="list-style-type: none"> Menor llenado /tamaño de grano. Menor rendimiento harinero. Mayor cantidad de proteína. Menor calidad de proteína (mas gliadina). Menor índice de proteína polimérica/monomérica.
<p>Estrés hídrico</p> <ul style="list-style-type: none"> sequía humedad alta 	<ul style="list-style-type: none"> Menor llenado de grano. Menor rendimiento harinero. Mayor cantidad de proteína. Mejor calidad de proteína. Brotamiento en espiga. actividad enzimática alta. pobre calidad de panificación.

El Dr. Kohli les mostró unas graficas de cómo las temperaturas promedio sobre todo las diurnas influyen en el rendimiento. En la Fig. 13 se muestra un ejemplo de México de varios años, el rendimiento de dos décadas. En el llamado Valle del Yaqui, se pueden alcanzar de 6 hasta 9 toneladas por hectárea, siendo una región de alta productividad. Sin embargo, si las temperaturas mínimas promedio de los meses de enero- febrero se incrementan, se disminuye el potencial de rendimiento.

Fig. 13. **Relación entre la temperatura promedio de Enero-Febrero y el rendimiento de trigo en el Valle del Yaqui, México, 1980 -2002**



Algo que es muy importante tener en cuenta, es que el estrés por calor reduce el tamaño y peso del grano. Sin embargo, uno puede observar la reacción diferente de distintas variedades a diferentes temperaturas, entonces ahí hay variabilidad genética.

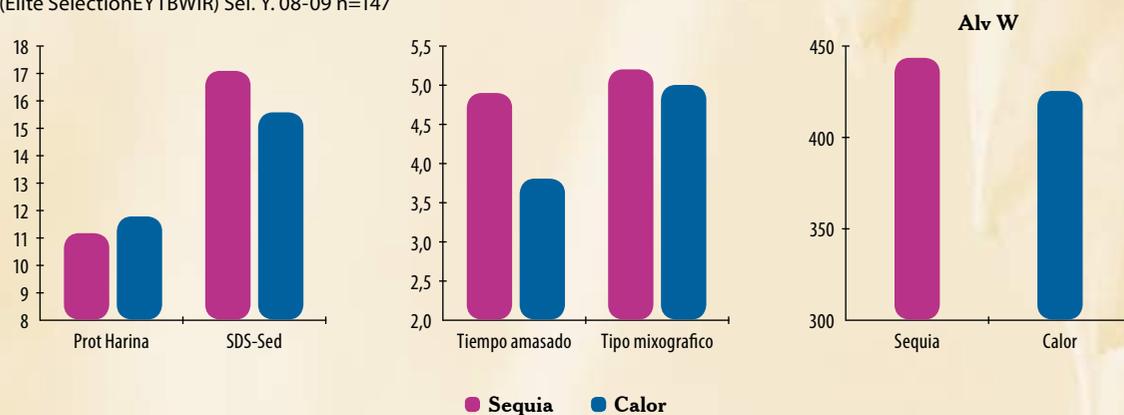
Esta es una actividad que se lleva a cabo en el CIMMYT: probar materiales bajo diferentes condiciones. Los datos de 147 líneas experimentales bajo condiciones de sequía y calor, no bajo condiciones óptimas, están presentados en la Fig. 14. Se puede ver que bajo condiciones de calor hay más proteína en promedio, que en el caso de sequía. Pero en todos los demás casos, cuando tenemos estrés de calor, baja la sedimentación y bajan las características de calidad. Aun con mayor proteína, esto no nos garantiza que tendremos una calidad aceptable. Estos son resultados de estudios de muchos años que se han hecho en Australia y en otras partes del mundo que muestran lo mismo. Pero sabemos que en gran parte de Australia, el calentamiento global está afectando seriamente y en el cinturón del trigo de Australia, hay estrés térmico.

Fig. 14. **Efecto de la sequía y del calor sobre algunos parámetros de calidad**

El contenido de proteína en grano es similar bajo estrés hídrico y térmico (mayor al obtenido con bajo condiciones óptimas).

Sin embargo, los parámetros de calidad son mejores bajo estrés hídrico que bajo el térmico en una población de Líneas Elite

(Elite SelectionEYTBWIR) Sel. Y. 08-09 n=147



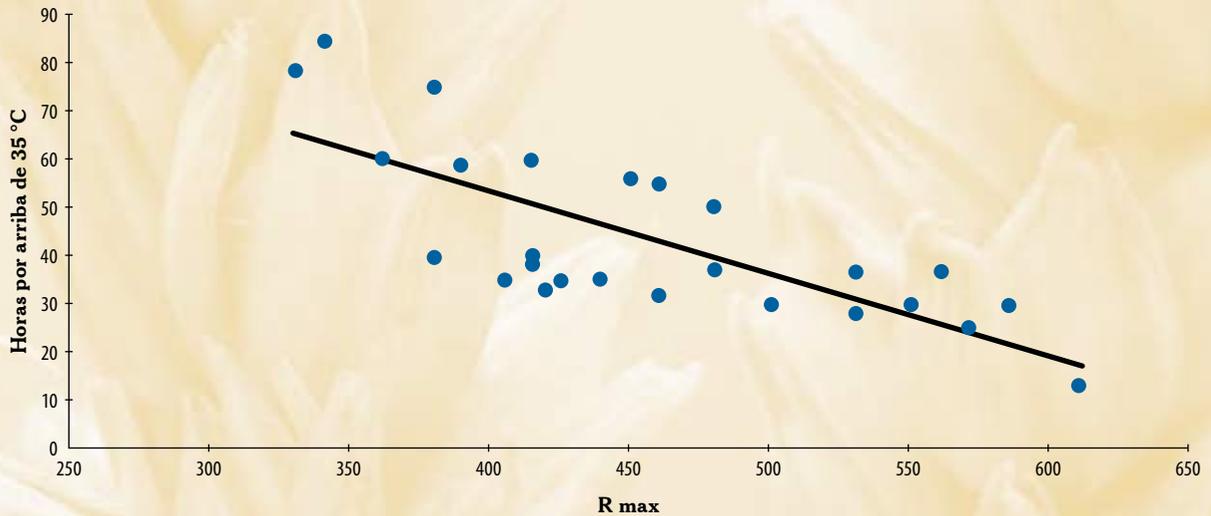
Por eso, debe haber en el cultivo una respuesta general al choque térmico: se activan elementos del choque térmico, principalmente a través de enzimas que sintetizan proteína, que protegen al cultivo contra este shock térmico. Pero estas proteínas después de hacer su trabajo, siguen una ruta metabólica y se convierten en pseudogliadinas de tal manera que incrementan la cantidad de gliadinas. De la misma manera, por haber más gliadina, aumenta la relación gliadina-glutanina. Cuando eso sucede, se alteran las características naturales de la proteína de gluten. Habiendo más gliadina, hay menor fuerza; mayor viscosidad pero menor elasticidad. De esa manera, se disminuye o se debilita la masa y el producto tiene pobre calidad.

Hay estudios que confirman que después de haber aplicado el estrés térmico se reduce la cantidad de glutenina en las variedades y por lo tanto, la fuerza en el extensografo también se reduce. En un experimento hecho en Australia, podemos ver cómo a través del tiempo, se ha disminuido la resistencia de la masa, debido al tiempo de exposición a los incrementos de alta temperatura que están ocurriendo ahí (Fig. 15). O sea que el efecto del calor es bastante importante.

ESTRATEGIAS A SER UTILIZADAS

En el caso de Paraguay, el mejoramiento de la calidad puede considerar nuevos cruzamientos basados en variantes alelicas que en su conjunto, nos permitan tener nuevas líneas con calidad superior a la que estamos teniendo. La primera estrategia es tener trigo más fuerte para que cuando venga el shock térmico, esa baja en

Fig. 15. Variación en la resistencia de la masa (R_{max}) en trigo expuesto a estrés de calor (trigos Prime Hard) de 1960 a 1989 (Australia)



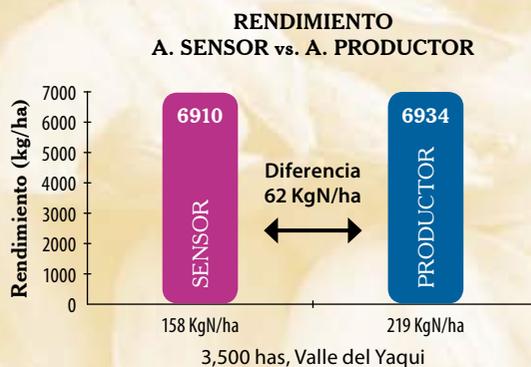
Fuente: J. Cereal Sci. 18 (1993) 3-21.

la calidad no nos lleve a tener trigo de calidad indeseable, de tal manera que haciendo trigo con mayor fuerza el calor no cause un efecto tan negativo.

Para entender mejor la fuerza del gluten, es importante utilizar métodos moleculares o electroforesis y conocer a fondo y en detalle la composición de gluteninas de alto y bajo peso molecular. En este momento ya hay buenos conocimientos y buenas tecnologías disponibles, que nos permiten conocer cuáles son los mejores genotipos que se pueden utilizar para hacer nuevos cruzamientos y producir trigos de mayor fuerza. Aquí el mensaje es: quieren realmente mejorar la calidad, tienen que invertir en su evaluación, si no se invierte no podemos nosotros estar pensando en tener una actividad que sea sostenible. Se cuenta con tecnologías de punta, por ejemplo para análisis de imágenes, que nos permiten en segundos tener las diversas características físicas del grano. Tenemos nuevas tecnologías que miden el espectro del cercano infra-rojo (NIRS), no solo el NIRS convencional.

Hay otras nuevas tecnologías, como el Mixolab que ya mencioné: un equipo de color como el minolta que rápidamente permite ver si la harina es muy blanca o tiene ciertos matices en sus colores. En fin, la tecnología existe. Ahora ¿qué tanto se puede avanzar? Esto depende lo que ustedes puedan o quieran invertir. Esta es una inversión que paga en pocos años. El Dr. Kohli habló de cientos de millones de dólares que pueden ingresar al país por la exportación de trigo, siempre y cuando se garantice que el producto que se produce tiene un valor agregado.

Siguiendo con las estrategias, la otra que es clave para la calidad es el uso de fertilizantes en el cultivo. Esto puede ser monitoreado. La tecnología, un instrumento que se llama Green Seeker, permite ver en el infra-rojo una banda de trigo que tiene la fertilización óptima (Fig. 16). Permite ver en todo el campo; hacer una comparación y por diferencia se puede decir cuánto le falta de fertilización al resto del campo. Cientos de productores en México en el Valle del Yaqui cuyo nivel de productividad es de seis toneladas, han logrado ahorrar 62 kilogramos de fertilizante utilizando esta tecnología, que también se utiliza en varios cultivos. En estos momentos, se está trabajando para tener el mismo aparato, pero como un teléfono celular o una pequeña computadora de mano, la cual los productores de menos recursos pueden llegar a utilizar. Con el uso de esta tecnología, es posible hacer que un problema por ejemplo, el amarengamiento o panza blanca en un cultivo trigo durum, una característica indeseable en la industria, simplemente desaparezca; es un problema de manejo y existen instrumentos que pueden ayudar al productor.

Fig. 16. **Uso Eficiente del Nitrógeno****Trigo****Maíz, Sorgo, Caña de azúcar**

Hay un nuevo equipo llamado Seed Count que en pocos segundos permite obtener: el peso hectolítrico, tamaño de grano, peso de 1.000 granos; si tiene o no tiene punta negra; cuánto trigo panza blanca o trigo amerengado. En CIMMYT, nosotros tenemos un equipo, pero estamos por adquirir otro más porque queremos seleccionar y caracterizar miles de plantas.

Hay datos en la literatura que muestran la reducción en el peso de 1.000 granos desde menos de 2 hasta más de 13 gm. causada por el calor. Fijarse en el peso de 1.000 granos, nos permite entonces seleccionar aquellas líneas, por pocas que sean, que mostrarán tolerancia al calor y esto hay que aprovecharlo. En un estudio hecho sobre casi 400 líneas experimentales sometidas a calor, lo que les estoy presentando aquí es en porcentaje: la diferencia entre el peso de 1.000 gramos que ocurrió al comparar el control sin estrés, con otro que fue sometido al estrés térmico (Fig. 17).

En este caso, tenemos la oportunidad de seleccionar aquellas líneas que han tenido entre 20% y 25% de reducción en peso de 1.000 granos; y de rechazar o eliminar todas aquellas que tuvieron mayor pérdida de peso de 1.000 granos. Este es un método relativamente fácil, que en fitomejoramiento se puede utilizar para seleccionar germoplasma resistente al calor. El uso de la sedimentación, comparando el control con el trigo que fue sometido a calor, nos puede decir rápidamente y en minutos si la harina o el trigo que estamos utilizando muestran daño en las características del gluten.

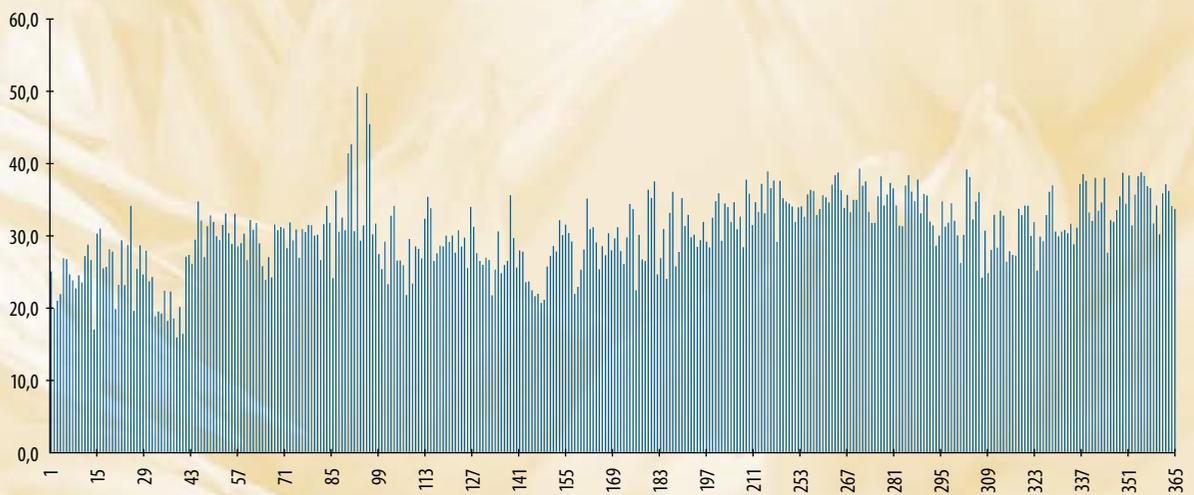
Actualmente estamos intentando una calibración de NIR de tal manera que no tengamos ni siquiera que destruir el grano. El objetivo es que tal como llega al laboratorio o a la bodega, ya se pueda tener la calibración y se pueda observar si el valor de esa sedimentación está dentro de los niveles aceptables; o sea si el material tiene o puede tener problemas de calor.

El mixógrafo, es un equipo muy útil en mejoramiento y cada vez más centros de mejoramiento lo utilizan, porque con una pequeña muestra 30 a 35 gramos de grano y en menos de diez minutos, nos da un mixograma, cuando en un farinógrafo requerimos media hora. En este caso, podemos capturar las características que nos interesan. Al observar solamente el tipo del mixograma, podemos ver si hay daño en la estabilidad o en la tolerancia. En estos casos, en programas de mejoramiento, podemos rechazar estos materiales cuando sabemos

que fueron sometidos al estrés de calor y conservar solamente aquellos que muestran buenas características. De esta manera, el mixografo presenta una opción rápida y también simple.

En resumen, para hacer mejoras en rendimiento y en calidad, lo primero es cruzar materiales que tengan un alto potencial de rendimiento; resistencia a las enfermedades que las aquejan; una calidad superior y buena adaptabilidad. La presión de selección es muy importante en las diferentes etapas y sobre todo en las localidades, en las cuales representan muy bien las zonas de producción, a las cuales están destinadas las nuevas variedades a desarrollar. El uso de las tecnologías eficientes de producción, fertilización, fechas de siembra, tipo de siembras, todo eso es muy importante de tal manera que lo que se ha obtenido genéticamente, pueda traducirse en el tipo de cultivo de variedades que deseamos. Con esto les agradezco por su atención.

Fig. 17. **Diferencias (%) en peso de mil granos entre cultivo con riego completo y cultivo con estrés térmico. N=368. C29SAWSN Y09-10**



BC-11: Electroforesis de proteínas: gluteninas.
B11: patrón de referencia



Preguntas y respuestas

¿Cuáles son las principales actividades del CIMMYT hoy?

En este momento el CIMMYT trabaja con varias instituciones en diferentes frentes de trabajo. Uno de ellos es en la parte genética, un mapeo para conocer genes que se asocien con ciertos rasgos, que son importantes para romper la barrera del potencial de rendimiento. Queremos avanzar en las características de la planta; en la eficiencia del uso del agua y del nitrógeno; en la “arquitectura” de la planta. Hay un consorcio que trabaja en la parte genética. Después, la otra etapa, es hacer el trabajo de campo: someter los materiales a diversas condiciones para observar el potencial bajo condiciones óptimas; verlo también bajo condiciones de estrés tanto hídrico como térmico. Existe un trabajo colaborativo en varios frentes: genético, metabólico, fisiológico y el trabajo convencional. Esperamos que para el año 2020, se tengan logros que permitan que la tasa de incremento de rendimiento de trigo en lugar de ser 0.5% se eleve a 1.3% anual, para producir el alimento que se necesita.

¿Se logró hacer una correlación entre proteína de NIR y el W de alveógrafo; es cierto decir que cuanta más proteína tiene, tiene más W?

No necesariamente. En Paraguay o en regiones en las cuales el nivel de rendimiento es alrededor de tres toneladas; el contenido de proteína que puede alcanzarse siempre y cuando se maneje bien el nitrógeno, es suficiente como para que el nivel de proteína no sea un problema. Lo que hay que mejorar es la calidad de proteína. En ocasiones, más proteína podría indicar simplemente o ser el resultado de un estrés de sequía o calor en el cual hay menos acumulación de almidón. Por lo tanto se concentra más la proteína, que no necesariamente es proteína de calidad.



*Día de campo de
trigo en Dekalpar.*



El impacto de la fusariosis de la espiga sobre la calidad industrial de trigo

DR. DANIEL VÁZQUEZ

Investigador Principal, Programa de Cultivos de Secano
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, La Estanzuela, Uruguay
Email: dvazquez@inia.org.uy



Resumen

El golpe blanco o fusariosis de la espiga es una enfermedad causada por varios hongos del género *Fusarium*. La misma afecta las espigas, que se colorean de blanco y a veces con algunos tintes rosas; a su vez, los granos afectados también toman estos colores, y son más chicos y livianos que los sanos. Si bien para que se origine esta enfermedad es indispensable la presencia de inóculo y un huésped susceptible, dado que las esporas de *Fusarium* están presentes en casi todos los campos cultivados y no existen variedades totalmente resistentes, la principal causa de esta enfermedad es el clima en el momento de floración: alta humedad durante días con temperaturas cercanas a los 25 °C. El principal problema que causa es la presencia de micotoxinas del grupo de los tricoteceños, principalmente el deoxinivalenol o DON. Su concentración es en la parte exterior del grano, por lo que siempre la harina tendrá menor concentración que el trigo. Sin embargo, es muy común encontrar trigos con un contenido de DON tan alto que sus harinas tendrán concentraciones inaceptables para el consumo humano. A nivel internacional, existe una regulación creciente sobre el contenido de estas micotoxinas. Además, las harinas obtenidas de trigos contaminados tienen un alto contenido de enzimas, lo que causará distintos problemas en la panificación. Superar los problemas de esta enfermedad es uno de los mayores retos que tienen los investigadores de trigo a nivel internacional.

Abstract

The impact of Fusarium Head Blight on industrial wheat quality of wheat

The Fusarium Head Blight of wheat is caused by various fungi belonging to the Fusarium genus. It attacks the wheat spikes, which turn white and at times have pink colored growth. This affects grains which take these colors and are smaller and lighter than the healthier kernels. Although the presence of inoculum and a susceptible host is essential for the development of this disease, Fusarium spores are present in virtually all the commercial fields and completely resistant varieties are inexistent. Therefore, the major factor responsible for the development of this disease is related with the climate (high humidity during several days with temperatures around 25 degrees C) at the flowering time. The worst problem caused by the Fusarium is the presence of mycotoxins of the Trichothecene group, mainly Deoxynivalenol or DON. As it is concentrated in the external part of the grain, the wheat flour will always have less DON concentration than the wheat. However, it is very common to find wheats with such high levels of DON that their flour concentrations are unacceptable for the human consumption. Internationally, increased regulations on the mycotoxin contents are being imposed. Moreover, the fours obtained from the contaminated wheats have a higher level of enzymes that cause various problems during the bread making process. To solve the problems related with this disease represents one of the biggest challenges to the international wheat research community.

La variedad Itapúa 75 es conocida por su rápida madurez.



INTRODUCCIÓN

Quiero empezar agradeciendo a los organizadores el honor que me dieron al compartir este panel de presentadores y el placer de también venir a Paraguay a visitar a los amigos en la CAPECO.

El tema sobre el que expondré, la fusariosis de espiga, una enfermedad que como ya mencionó el Dr. Kohli, genera un montón de problemas y todos ellos son complejos, como para entenderlos y complejos también en cómo solucionarlos. Con esta ponencia, espero poder ayudarles a entender cuáles son partes de estos problemas y cómo habría que hacer para avanzar en sus soluciones. Para eso, voy a empezar resumiendo algo que más o menos todos ustedes saben acerca de la fusariosis de la espiga, más que nada para nivelar los conocimientos. Me voy a detener en los problemas que causan las micotoxinas; hablaré sobre la química de efecto y qué sucede en los procesos industriales. Luego vamos a hablar sobre otros efectos de la fusariosis; otros problemas que causan en la panadería, para terminar haciendo unos comentarios finales.

EL GOLPE BLANCO O FUSARIOSIS DE LA ESPIGA

La fusariosis de la espiga, es una enfermedad causada por varios hongos todos ellos del mismo género: *Fusarium* (*F.graminearum*, *F.culmorum*, *F.poaie*, *F.sporotrichiodes*, *F.equiseti* y *F.acuminatum*). Quiero presentarles esta información sobre distintas especies para que vean una parte de la complejidad. No siempre se habla de la misma especie; es más el nombre de la misma especie va evolucionando y va cambiando.

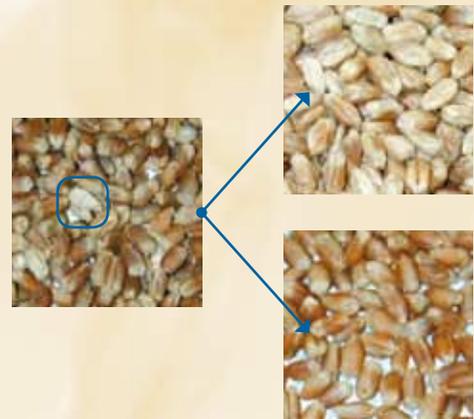
La enfermedad ataca a las espigas, las que ponen blancas y afecta al desarrollo de los granos. Vemos que el grano se pone chuzo y es más liviano; es blanco y luego con tintes rosados (Fig. 1). Por un lado tenemos cómo se observa al nivel de las espigas y por otro, en una muestra de granos, podemos ver algunos con fusariosis y desde ese mismo lote podemos separar en la parte de arriba los granos enfermos y la parte inferior los granos sanos.

Fig. 1. Fusariosis: síntomas en espigas y en granos



Golpe blanco

- Aparecen zonas blancas en las espigas
- Los granos infectados son:
 - Chuzos (encogidos)
 - Livianos
 - Blancos y/o con tintes rosados



Fuente: INIA

¿Cuáles son las causas? Como toda enfermedad, se tienen que dar tres componentes. Por un lado, deben existir determinadas condiciones ambientales. Por otro lado, el patógeno tiene que estar presente en el inóculo de esa enfermedad y en tercer lugar, tiene que haber un huésped genotipo que sea susceptible. El problema con el *Fusarium*, es que hoy en día los genotipos susceptibles son todos. Es cierto, se pueden seleccionar; hay cierta variabilidad y hay que trabajar con aquellas variedades que son menos susceptibles, pero no existe la resistencia a nivel comercial. A su vez, hay formas de minimizar la presencia del patógeno. Se recomienda no cultivar trigo sobre trigo y en particular, trigo sobre otra gramínea que haya podido tener la enfermedad el año anterior, porque eso aumenta la presión de inóculo y aumenta la cantidad del patógeno. Pero aun así, en aquellos años que no hubiere *Fusarium* y donde no estuviese el cultivo predecesor que haya tenido la enfermedad, puede ha-

ber inoculo presente. Entonces, siempre vamos a tener genotipos susceptibles. Ahora, si el patógeno va a estar siempre presente, esto depende principalmente de las condiciones ambientales.

¿Cuáles son estas condiciones ambientales? Por un lado, alta humedad y por otro lado una temperatura cercana a los 25° C. Siempre y cuando esto suceda, obviamente durante la floración o al inicio del llenado del grano; cuando estas condiciones se dan y son recurrentes y suceden durante unos cuantos días, es muy difícil escapar de la fusariosis de espiga.

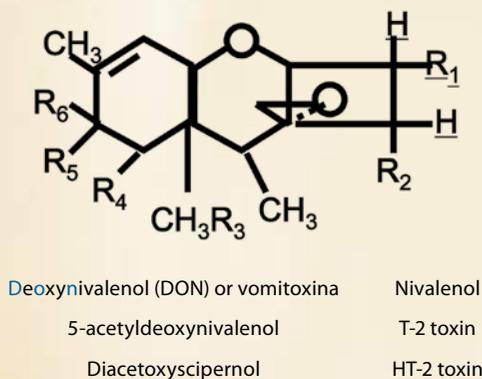
Si bien tenemos claro, que se debe trabajar con genotipos menos susceptibles, tratando de minimizar el inoculo para bajar la enfermedad, el problema es que ahí es donde esta una de las complejidades del *Fusarium*: cuando las condiciones ambientales son favorable y que las tenemos no solo en Uruguay; sucede en Paraguay, en los EEUU, en Canadá, en Europa o China, siendo imposible evitarlas. Se puede controlar la enfermedad; hay distintas formas de controlarla pero la clave es la prevención. Es lo que recién decía: tratar de no cultivar trigo sobre trigo; tratar de seleccionar los genotipos más resistentes etc. También existe un control químico, pero con el *Fusarium* las dificultades están en determinar cuándo es el momento adecuado de aplicar. Este momento es muy puntual; tiene que ser específicamente en esos días, con productos químicos muy específicos y a su vez la calidad de la aplicación es también particular: tiene que ser un determinado tipo de aplicación, que genere un tipo de nube particular en torno a la espiga

¿Cuáles son las consecuencias? Por un lado, la baja de rendimiento que es con la que más está familiarizado el productor. Pero también existe una importante producción de micotoxinas y por si eso fuera poco, también hay problemas en la calidad industrial.

FUSARIOSIS Y LAS MICOTOXINAS

Las micotoxinas del *Fusarium* pertenecen a un grupo químico llamado tricotecenos. Son unos metabolitos secundarios que generan cierta toxicidad, cuya fórmula química es bastante compleja (Fig. 2). Hay distintos grupos; pueden ser distintos grupos alquilos que lo que hacen es generar una variabilidad de micotoxinas y aquí otra vez otra aparecen complejidades. No es que haya una micotoxina, se trata de un grupo de micotoxinas. La más común de ellas, produce hasta cien tricotecenos distintos del *Fusarium*. Por ejemplo, el deoxinivalenol también conocido como DON o vomitoxina es el más común, si bien no es el más tóxico y no siempre va ser el que cause más problemas. Hay otros como nivalenol, 5-acetyldeoxynivalenol, Diacetoxysciperol, T-2 toxina y HT-2 toxina, que también son importantes además de otros compuestos. Nos vamos a concentrar en el trabajo del DON, que es lo que está regulado a nivel internacional y es con lo que se trabaja también en mejoramiento.

Fig. 2. La estructura de las micotoxinas del *Fusarium*: tricotecenos



El análisis de micotoxinas que están presentes en cantidades muy pequeñas, es bastante complejo y como todo lo que es complejo, no existe una solución clara y uniforme. Pero existe un paquete de métodos de análisis. Uno de los más usados es la prueba de **ELISA** (Enzyme-linked immunosorbent assay o sea ensayo inmunoenzi-

mático ligado a enzimas): un método inmunoquímico que tiene como ventaja que es muy rápido y relativamente barato. En contrapartida, su precisión y su reciprocidad no es de las mejores. Existen otros métodos más usados sobre todo en investigación como **TLC** y **GC** o sea cromatografía de capas finas y cromatografía gaseosa, de poco uso a nivel comercial. También el de **HPLC** (High performance liquid chromatography o sea Cromatografía líquida de alta eficacia) para micotoxinas es bastante utilizado, sobre todo cuando se tiene que padronizar y hacer análisis muy precisos. Como contrapartida es un método caro: caro en cuanto a inversión en equipo, costoso en cuanto a preparación del personal y caro también en cada uno de sus análisis.

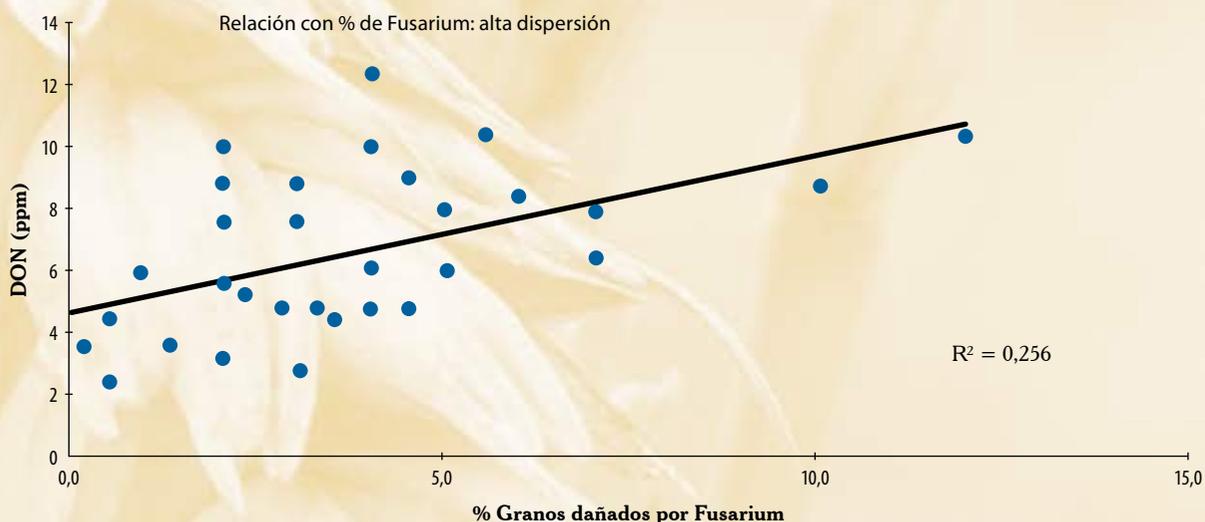
Otro tipo de análisis es la flourometría. Este es un método que se está difundiendo bastante, porque tiene un buen equilibrio entre calidad y precio. Otro método que continuamente se está explorando, pero hasta el momento no conozco que tenga mayor resultado es el NIR. Todos ambicionamos que el NIR realmente pueda generar una ecuación capaz de predecir el contenido de micotoxinas, pero hasta el momento, no existe un método con la validez suficiente como para extenderlo y difundirlo. De todos estos métodos, los tres que resalto son: de ELISA para un uso rápido; el de HPLC por una precisión y el de flourometría para un buen equilibrio a modo de balance entre ambos.

A la hora de hacer un análisis, tenemos que tener en cuenta el muestreo; qué es lo que vamos a muestrear; qué es lo que pretendemos analizar. Si lo que pretendemos es entender el contenido de micotoxinas, en trigo o en harina, el *Fusarium* no se encuentra distribuido uniformemente en todo el grano; básicamente invade la parte exterior. Por consiguiente, la mayor parte de la micotoxinas va a quedar en el salvado y no en la harina. En consecuencia, la harina siempre va a tener menor contenido de Deoxynivalenol (DON) que el trigo. Entonces, siempre que vamos a muestrear algo, tenemos que tener en cuenta cuál es el objetivo. Si vamos a pretender un bajo contenido de toxina en la harina del trigo, tenemos que muestrear de acuerdo a ese objetivo.

Algo más que debemos tener en cuenta, es el tamaño de la muestra. Muchas veces para hacer un análisis, solo hay que moler una cantidad muy pequeña. Pero dentro de una partida de trigo, hay granos infectados con un altísimo contenido de micotoxinas, mientras que en otros granos, es casi indetectable. Entonces, si lo tomamos una muestra muy pequeña y lo molemos, corremos el riesgo de tener un resultado erróneo, hacia arriba o hacia abajo, pero no representativo de lo que en realidad es la muestra.

Muchas veces, se trata de evitar la determinación de DON, buscando una relación con el porcentaje de grano dañado con *Fusarium*. El problema es que esto tiene una altísima dispersión. Lo que determinamos es el porcentaje de granos fusariosos, expresado por el contenido de DON de esa partida. Hasta donde he visto, estos resultados siempre dan mucha dispersión. Un ejemplo es un trabajo que hizo una tésista nuestra, donde pueden observar que, si bien existe una tendencia, hay una correlación muy baja (Fig. 3). En realidad, aun en esta partida

Fig. 3. **Relación entre la fusariosis y la micotoxina DON**



que corresponde a muestras predeterminadas, de una altísima variabilidad, hay altísimos porcentaje de granos dañados por *Fusarium*.

Ustedes saben que las correlaciones se encuentran mejor cuando lo que tenemos, es un amplio rango en algún valor. En este caso tenemos una dispersión muy alta, que me hace imposible predecir el contenido de micotoxinas. En base al contenido de DON, hay ensayos que han avanzado muchos más y que han diferenciado los granos dañados por *Fusarium* en dos o tres niveles; que además han trabajado con correlaciones múltiples, con peso hectolítrico y otro; y que logran quizás ecuaciones mejores. Pero eso varía muchísimo, incluso con el tipo de infección que tuvo el *Fusarium* en el grano. Esto muchas veces está dado por un efecto año: por efectos climáticos, por las cepas del *Fusarium* que atacó; por el genotipo que recibió esa cepa. De esta forma, muchas veces el mismo grano dañado con *Fusarium*, va a tener más micotoxinas según esos efectos y existirá una amplísima variabilidad, con lo que de nuevo, estamos generando un fenómeno extremadamente complejo.

Desde el punto de vista bioquímico, lo que hace el DON es inhibir la síntesis de proteína a nivel del ribosoma y a su vez afectar los receptores de la serotonina (5-hidroxitriptamina, o 5-HT). Hay estudios que han demostrado efectos agudos en el corto plazo, con aparición de náuseas, vómitos y dolor de cabeza. También se han hecho estudios en cerdos para determinar la menor dosis, a partir de la cual los efectos se tornan agudos. Estamos trabajando con cantidades de 0.05-0.2 miligramos por kilogramo de peso del animal. Cuando hablamos de efectos crónicos, esto es bastante más complejo. En este caso, el nivel de no efecto observado, corresponde a un contenido de 0.10 miligramos por kilogramo de peso por día en trabajo hecho con ratones. Como pueden observar, seguimos trabajando en cantidades muy pequeñas, lo cual a su vez, dificulta los análisis de la micotoxina. También causa inmunotoxicidad a niveles muy bajos (0.22 mg/kg peso animal/día) en ratones. La buena noticia, es que no hay evidencia de efectos cancerígenos. Es probable que el DON por su estructura química, pudiera llegar a causar efectos cancerígenos pero no se han encontrado evidencias. De todos modos, con el resto de los otros problemas ya tenemos bastante.

Esto implica toda una serie de regulaciones necesarias y de difícil aplicación. Antes de empezar a ver cuáles son las regulaciones, conviene una aclaración. Van a escuchar muchas veces hablar de partes por millón (ppm), esto es un miligramo en un millón de miligramos o sea en un kilogramo. Una parte por millón, ppm, es lo mismo que un miligramo en kilogramo o mil partes por billón (ppb) esto también se usa muchísimo; o sea que cuando hablamos de ppb estamos hablando de microgramos por kilogramo.

En Uruguay, la regulación que hoy tenemos es que nuestras harinas tienen que tener menos de una parte por millón, esto es menos de mil partes por billón de DON. A esta decisión, se llegó luego de mucha discusión.

Para esto, se tomaron los datos de toxicidad que estaba mencionando previamente y se cruzaron con los datos de consumo que tenemos en Uruguay, que es uno de los más altos en Latinoamérica y los resultados, se dividieron entre un factor de seguridad. Nunca se va a decir que la cantidad que tiene, que estar presente, va a ser aquella del menor efecto observado, sino que tiene que ser 10 veces menor. Cuando se llegó a ese nivel, resultó que era una cantidad muy baja y muy difícil de poder cumplir por nuestra agroindustria.

Entonces el tercer componente que entró a tallar fue el efecto socioeconómico. Tuvimos que haber trabajado quizás con 0.5 ppm o 0,6 o 0,7 ppm. Esa propuesta se llevó a un consenso y se acordó que con 1 ppm, estábamos en un nivel suficientemente seguro en el que se podía trabajar en Uruguay y de este modo, fabricar harinas con esos niveles. El cuadro que mostró el Dr. Kohli señaló que en Brasil, se apunta a que en el 2016, la harina y sus productos tengan también menos de 1 ppm, aunque en el corto plazo la regulación es más flexible que en Uruguay. La Unión Europea recomienda menos de 0.5 ppm en el alimento final. En los EEUU se habla de menos de 1 ppm en el alimento final. Todos sabemos que no se consume la harina tal cual, sino siempre con otros ingredientes. De todas formas es algo muy cambiante y que va evolucionando muchísimo.

En cuanto a los controles, en Uruguay se realizan a nivel de los molinos, porque tenemos más de mil de productores de trigo y eso obligaría a tener cientos de controles en distintas partes del país para realmente verificar cómo están esos trigos. La gran mayoría del trigo que se consume en Uruguay, pasa por los molinos. Tenemos menos de veinte molinos en Uruguay. Después de pasar por los molinos, el producto va a parar a la industria final: las panaderías. Hay más de mil panaderías y como controlar más de mil panaderías sería muy difícil, entonces se habló con la gremial de molinos y se llegó a un consenso de que eran los molinos los que deberían hacer un seguimiento sobre cuál era el contenido micotoxinas.

Es una forma simple de controlar cuál es el nivel de micotoxinas, que se está consumiendo en Uruguay. Para ello, se exige a cada molino un Plan HACCP (Análisis de Riesgo y Puntos de Control Crítico), el cual tiene que generar una documentación que debe estar en el molino al menos por seis (6) meses. Aparte, se hacen controles que pueden ser por el Ministerio de Salud Pública, que es el que va a verificar que el Plan HACCP se esté cumpliendo.

Como no todos los años vamos a tener problemas de *Fusarium* y por lo tanto de micotoxinas, entonces no siempre hay controles. De momento no estamos teniendo controles porque se sabe que no hay mayores inconvenientes. Pero en el año que aparezca un problema, el Ministerio puede visitar a los molinos y estudiar cuál es la historia de los últimos seis meses, porque tienen que haber registros. Los molinos no saben cuándo va a ser visitados, pero sí saben que tienen la obligación de mantener ese control. Aparte, existe un control a nivel municipal que en Uruguay realiza el control de los alimentos, pudiendo también hacer toma de muestras en panadería o supermercados para hacer un doble control y verificar que todo esté bien. Si apareciere una muestra con un alto nivel de micotoxina, se va al molino y se verifica si se está cumpliendo o no el Plan HACCP.

Por supuesto, lo que acá se nos escapa y que también tenemos que hacer, es el control de la importación. Lo que vimos al principio era que nuestros productos estaban muy bien controlados, pero estábamos importando productos de países que no tienen el mismo nivel de control que el nuestro. Este control ha generado inconvenientes. Se llegó a cerrar un molino por no cumplir con esta norma; fue un cierre temporal pero cierre al fin. En concreto, hoy se puede decir que la cadena agroindustrial triguera en Uruguay, es una cadena que trabaja cumpliendo con normas de seguridad muy importantes.

A nivel internacional, es muy probable que el consumo diario máximo tolerable sea excedido por una parte sustancial de la población mundial. Muchas veces cuando se generan nuevas regulaciones sobre todos para los países exportadores, tenemos miedo que sean barreras para-arancelarias y es posible que en algún momento se utilicen como tales. De todos modos, es necesario contar con este tipo de regulaciones.

EFECTO DEL PROCESO INDUSTRIAL SOBRE EL CONTENIDO DE MICOTOXINAS

¿Cuál es el efecto de proceso industrial sobre DON? Una limpieza antes de la molienda, reduce entre 48% y 86% el contenido de DON. Por eso es muy importante separar los granos livianos y granos pequeños para poder reducir el nivel de micotoxinas. Obviamente que esta variabilidad depende muchísimo de cómo sea el lote. Hay lotes que son muy desparejos y otros que son más parejos y más difíciles de separar. En la molienda esto es la extracción de línea, cuando pasamos de trigo a harina, nuevamente se puede reducir el 80% del contenido de micotoxinas. Esto depende muchísimo de cada una de las partidas y por eso ese rango es tan amplio. Donde sí hay más discrepancia es en los procesos secundarios.

En panificación ha sido reportado que hay hasta una reducción de 50% del contenido de DON. Nosotros hemos hecho experimentos en la Estación Experimental La Estanzuela con distintos tipos de panificación y no hemos visto reducción en el contenido de DON. Pero hemos observado que es muy difícil trabajar con precisión en esto y que quizás algunas reducciones que se han visto, se deben más a un error metodológico que a una reducción real. Sí se ha observado una reducción de 28% a 50% al hacer la pasta ya que la micotoxina queda diluida en el agua de cocción.

Ahora, si logramos sobrellevar el problema de la reducción de rendimientos y tener un trigo con el que podamos evitar el problema de micotoxinas; igualmente vamos a tener problemas de calidad por tener déficit tecnológico con el trigo a trabajar. Además, hay problemas sobre la molienda; al tener una menor extracción de harina y una harina que es más oscura y con mayor contenido de cenizas.

FUSARIOSIS DE LA ESPIGA Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD INDUSTRIAL

Quiero compartir con ustedes, el resultado de un experimento que hicimos ya hace unos años. Tomamos varias partidas de trigo contaminado por DON y separamos grano por grano. Entonces partiendo de una muestra de granos con *Fusarium*, logramos terminar con una parte de granos aparentemente sanos y separamos los granos infectados; esa parte la eliminamos. Lo que hicimos fue mezclar la muestra tal cual, con la muestra limpia en distintas proporciones y de esa forma, pudimos ver cuál fue el efecto real del *Fusarium* en la calidad.

Cuando empezamos a observar los resultados, vimos para nuestra sorpresa, que no había ningún efecto en la cantidad de proteínas; tampoco observamos ningún efecto en las propiedades de mezclado ni en las propiedades de amasado. En este caso trabajando con el alveógrafo del cual el Dr. Peña hacía referencia, sí vimos que el valor del W (fuerza del gluten) caía (Fig. 4). Cada una de estas marcas distintas, se deben a cuatro (4) muestras distintas de trigo, pero al aumentar el contenido de *Fusarium* el W caía. Sobre todo era más notorio cuando el W era alto. Cuando trabajamos en la panificación, vimos que el color del que partíamos, de un índice subjetivo de color aceptable de 6, caía abruptamente cuando se aumentaba el contenido de *Fusarium*; y eso se puede ver de un color relativamente aceptable a un color muy oscuro, según el porcentaje de granos limpios (Fig. 5).

Fig. 4. Efecto de fusariosis sobre valores de alveograma

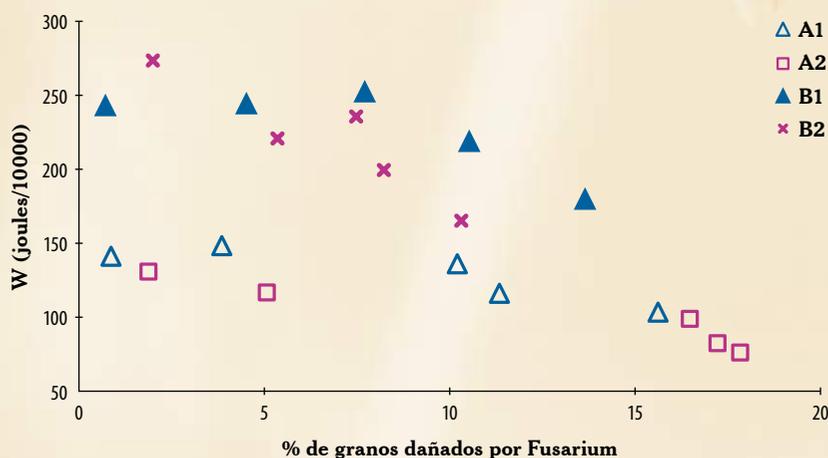


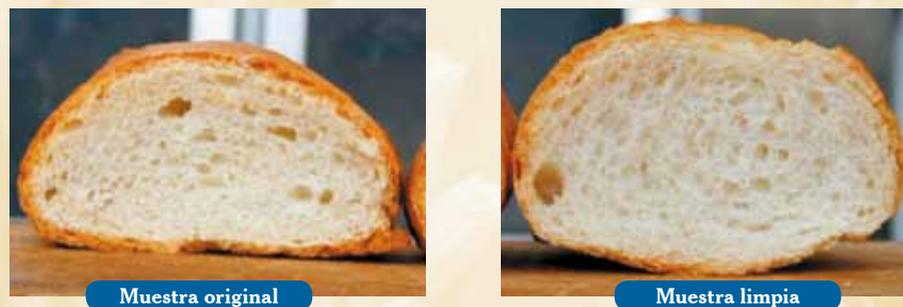
Fig. 5. El color externo del pan en relación con la ausencia de granos con fusariosis



También trabajando con pan francés, nos interesaba tener un pan bien formado o sea que la relación alto sobre ancho sea lo más alto posible, pero comprobamos que a medida que aumentaba el contenido de granos con *Fusarium*, caía esa relación. Esto es visible en esta foto en donde vemos un pan obtenido con la muestra

limpia, donde los alvéolos son bastantes mejor formados (Fig. 6). Se pueden observar también la corteza: es bastante más aceptable en el grano limpio que en la muestra original donde es muy gruesa. Todos estos cambios son debidos a determinadas cantidades enzimáticas, básicamente actividad proteolítica. Es sabido que el *Fusarium* además de micotoxinas produce exoenzimas, básicamente proteasas o sea enzimas degradadas en proteínas amilasas; enzimas que degradan el almidón.

Fig. 6. **Efecto de la presencia de granos con fusariosis sobre la panificación**



Entonces lo que hicimos fue medir la cantidad de enzima proteolítica y lo que vimos fue que a medida que aumentaba el porcentaje de trigo limpio, disminuía la cantidad de enzimas proteolíticas, Cuadro 1. Eso explicaba los resultados también con proteínas y con propiedades de amasados: al medir proteínas quizás esas proteínas hayan sido degradadas o hayan sido cambiadas y hayan perdido sus propiedades funcionales. Pero lo que estamos midiendo en realidad en proteína es el nitrógeno. Claro, no caía la cantidad de proteína pero sí bajaba su funcionalidad. En las propiedades de amasado y en el mixograma, las enzimas no alcanzaban a actuar. Entonces si bien estaban presentes, no se notaban en las propiedades de amasado. En cambio, en el alveograma, la masa descansa durante más de 20 minutos y por consiguiente las enzimas alcanzan a actuar, lo que explica la caída de la calidad.

Cuadro 1. **Actividad proteolítica in relación con el porcentaje de granos con fusariosis**

% limpio	Unidades de enzima	
	B1	B2
100	0,48	0,65
75	0,69	0,77
50	1,15	1,21
25	1,52	1,52
0	1,86	1,78

A su vez, se vio en el valor de P del alveograma, que la máxima resistencia de extensión también cae cuando aumenta la actividad proteolítica (Fig. 7). En un estudio canadiense se hicieron farinogramas con una muestra sin problemas de *Fusarium* y otra con problemas de *Fusarium* (Fig. 8). En el amasado sin descanso, el farinograma es normal y casi no hay cambios. Lo que hicieron fue darle dos (2) horas de descanso y luego continuar el amasado y como se puede observar hubo un pequeño cambio, pero cuando la muestra tenía mucho *Fusarium*, el cambio realmente fue mucho más importante. Y esto es lo que sí se va a ver a nivel de la industria panadera.

Fig. 7. Relación entre P de alveograma y la actividad proteolítica de la masa

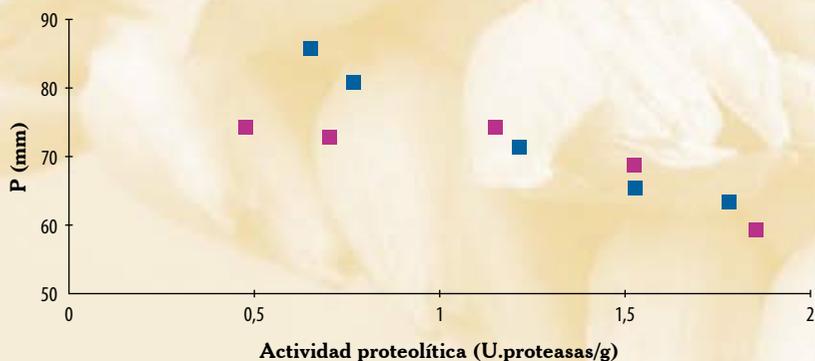
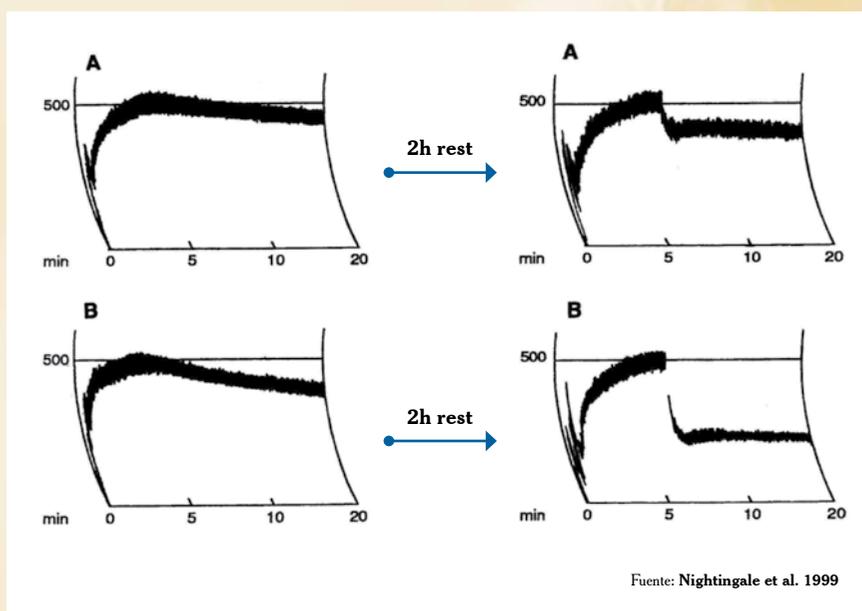


Fig. 8. Efecto de la presencia de granos con fusariosis sobre propiedades de mezclado



CONCLUSIONES

A modo de comentarios finales y conclusiones, el principal problema de *Fusarium* son las micotoxinas y si lo que queremos es producir alimentos, éstos deben ser seguros e inocuos. Con los granos infectados podemos tener un problema de inocuidad. También existe un efecto en la calidad industrial: no podemos dejar pasar eso por alto. No solo hay preocupación por las micotoxinas: es lo más importante pero no es lo único.

Las regulaciones son necesarias. Si lo que queremos es trabajar bien, la regulación nos va a ayudar a trabajar bien y hay muchas dificultades en encontrar soluciones tecnológicas a todo esto. Tenemos que seguir trabajando y seguir manteniendo nuestro esfuerzo continuo, para superar estos inconvenientes. ¡Muchas gracias!

Preguntas y respuestas

Considerando que no hay variedades resistentes, ¿estaremos expuestos definitivamente a las condiciones climáticas de cada año; a tener o no *Fusarium* en las espiga?

Dr. Kohli: De acuerdo con el Dr. Vázquez, para que tengamos *Fusarium* debe haber condiciones climáticas muy específicas: alta humedad por lo menos de 72 horas y una temperatura de 25 grados centígrados. Nuestra estrategia en estos momentos es tratar de eliminar, o convencer a los agricultores para eliminar, variedades altamente susceptibles. Si hacemos eso solamente, ganamos mitad de la batalla. Los países como Canadá y EEUU ya están convencidos en eliminar variedades altamente susceptibles.

Conocemos las fuentes de resistencia, pero no sabemos su efectividad. Los trigos del Cono Sur históricamente han tenido resistencia moderada; los trigos chinos y japoneses están siendo usados por los programas de mejoramiento para incrementar el nivel de la resistencia. Lo que si nos falta es una búsqueda y el uso de marcadores efectivos que ayuden a ampliar las bases de la resistencia y un apoyo controlado de las condiciones climáticas para evaluar la infección. Aun con las variedades resistentes, será importante usar la estrategia del control integrado que menciono el Dr. Vázquez.

Dr. Vázquez agrega: Quizás haya años cuando las condiciones son desfavorables y va a ser todo un problema. Además de las variedades hay otros tipos de precauciones que se pueden tomar para minimizar los daños. El uso de fungicidas quizás no es tan bueno como para otras enfermedades pero permite mejoras. Lo importante es determinar cuándo aplicarlos. Entonces también hay que generar conocimientos para que se sepa cuando se aplican.

En Uruguay, tenemos un sistema de alerta durante la fase de floración, que está disponible en la página Web de INIA (www.inia.org.uy). Se trata de un sistema, donde cada productor puede observar para su zona, la fecha de floración y entonces de acuerdo al clima previo de esos días, más el pronóstico del día, puede saber cuál es la probabilidad de tener un alto contenido de DON o no. Entonces ahí, se recomienda o no aplicar fungicidas.

Dr. Peña agrega: Creo que todos los productores utilizan su teléfono celular y a través del mismo, pueden acceder a páginas de monitoreo climatológico y de alerta, para que sepan si deben o no aplicar fungicidas. En realidad ese tipo de tecnología de comunicación, deben empezar a utilizarse más, para alertar a los productores.

Severa infección de fusariosis de la espiga en un campo comercial.





Buenas prácticas en la poscosecha de trigo

DR. RICARDO BARTOSIK

INTA, EEA Balcarce, Argentina, Coordinador Proyecto Eficiencia de Poscosecha
Email: rbartosik@balcarce.inta.gov.ar

Resumen



El trigo es el principal cereal destinado a consumo humano, generalmente a través de la molienda y producción de harinas panificables. Por esta razón, mantener su calidad a través de prácticas de poscosecha abarca todas las actividades que van desde la cosecha hasta la utilización final del producto. Esto incluye recepción de la mercadería en el acopio, medición de humedad y determinación de calidad, limpieza, secado, almacenamiento y despacho entre otras. Los granos, desde que se cosechan, pierden calidad. Los objetivos de implementar un programa de Buenas Prácticas en el Almacenamiento de trigo son minimizar las pérdidas de calidad durante toda la etapa de poscosecha y sus diferentes actividades (almacenamiento, secado, etc), garantizar la sanidad e inocuidad de la mercadería (ej. micotoxinas, residuos de pesticidas), e implementar prácticas seguras para los operarios y amigables para el ambiente. Cumplir con los objetivos de las Buenas Prácticas en la Poscosecha desde el punto de vista tecnológico y de manejo nos ayuda a mejorar el acopio y de la calidad de producto que llega al consumidor. Estas prácticas de buena gestión de calidad durante el almacenamiento se apoya en cuatro pilares, denominados como SLAM (sigla en inglés): S por sanidad (sanitation); L por llenado (loading); A por aireación (aeration); y M por monitoreo (monitoring). Los requerimientos y detalles de cada uno de estos aspectos junto con la tecnología de Silo Bolsas para el almacenamiento esta discutida en el trabajo.

Abstract

Better management practices for post-harvest handling of wheat

Wheat is a major cereal grain destined to human consumption through milling and bread making. As such, maintenance of its quality during the post harvest period includes all activities from the time of harvest till the utilization of the final product. These include grain reception and bulking, humidity and quality parameter determination, cleaning, drying, storage and transport, etc. Since the harvest, if grains are handled incorrectly, they lose their quality. The objectives of the implementation of good storage practices in wheat are to minimize the loss of quality during all phases of post-harvest operations and different activities related with it. These include storage and drying, guaranty of grain health and safety (mycotoxins, pesticide residues) and implementation of practices that are safe for the workers and also for the environment. Fulfilling the objectives of good practices in post-harvest period helps us improve the supply and the quality of the product that reaches the consumer. These practices, considered essential to maintain good quality during the storage stand on four pillars abbreviated as SLAM: S for sanitation, L for loading, A for aeration and M for monitoring. The details of each of these aspects, along with the utilization of silo bags for storage purposes are discussed in this paper.

Sanidad, limpieza, aireación y monitoreo son los pilares de las buenas prácticas en manejo poscosecha.



INTRODUCCIÓN

Buenos días a todos, a través del Dr. Mohan Kohli quisiera agradecer a los organizadores del encuentro, por haberme invitado a participar.

Ya se ha hablado de las demandas que tenemos hoy en la industria, a nivel mundial; también que el trigo tiene que tener determinados requisitos de calidad para su comercialización. Vemos que la situación se pone compleja: cada vez el mundo va a demandar más alimentos y sin dudas más trigo y más productos panificables, pero a su vez como el trigo es un producto que tiene un importante nivel de industrialización, hay una demanda de calidad.

También surgen necesidades de trazabilidad, sanidad, inocuidad y todo esto lo tenemos que cumplir, respetando el nivel de eficiencia productiva e industrial. En este punto, se plantean varios enigmas y varios problemas. ¿Cómo resolverlas? Lo primero es tener información de calidad y después implementar un programa de buenas prácticas para que nos ayude a poner en marcha nuestra planificación.

¿QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA)?

Son una serie de recomendaciones técnicas orientadas básicamente a obtener una máxima calidad del grano; que este grano sea inocuo; que la producción y la gestión de todo nuestro sistema tenga un bajo impacto ambiental, teniendo además en cuenta la seguridad, no solo la seguridad alimentaria si no la seguridad de los trabajadores que participan en todo este proceso.

Las BPA están orientadas más que nada a prevenir los problemas que se nos pueden presentar. Entonces si aparece un problema tenemos que reaccionar ante el problema. Pero si podemos prevenirlo, evitamos que se produzca. De este modo, el objetivo de las BPA es prevenir la ocurrencia de problemas, anticiparnos a los problemas y reaccionar anticipadamente.

Tradicionalmente, en la cadena podemos ver que ya hay una importante iniciativa a nivel de producción y otras iniciativas en la parte de industrialización, pero hay muy poco hecho en la parte intermedia que corresponde al acopio y al almacenamiento. Tememos que los consumidores descuidan o desatienden las demandas de buenas prácticas de calidad y de seguridad alimentaria en la cadena. Pero si el consumidor las exige, la industria las implementa y la producción primaria las puede ofrecer. Existen varios sellos; numerosas alternativas y la post cosecha esta aun a nivel mundial bastante relegada (Fig. 1). Entonces, con esta exposición, nos referiremos a la calidad del grano; no nos vamos a ocupar tanto en la seguridad ni en el impacto ambiental, sino que vamos a ver más que nada el efecto en la calidad del grano.

Fig. 1. **Tendencia a nivel mundial de manejo de granos**



SECADO DEL GRANO Y LA CALIDAD INDUSTRIAL

Uno de los aspectos más importantes en el manejo de la post cosecha del trigo, es el efecto del secado sobre la calidad panadera. Cuando queremos determinar cómo afecta el secado un determinado producto, tenemos que pensar cuál es el atributo de calidad de ese producto. Por ejemplo, si vamos a hablar del trigo, obviamente el atributo de calidad es el gluten y todas sus características. Sin embargo, si hablamos de cebada cervecera o semilla, el atributo de calidad que se quiere preservar con el secado es la viabilidad, que se mide con un test de poder germinativo. Si nos referimos al arroz o maíz, el atributo de calidad que se quiere preservar y que puede afectar el secado, son las fisuras. Si vamos a hablar de maíz pisingallo como decimos en Argentina o pop corn, el atributo de calidad es el volumen de expansión y así sucesivamente. Entonces, para secar con buena calidad, esto dependerá del producto y del uso final de dicho producto.

En el trigo, mencionamos que la calidad panadera depende de la calidad y cantidad del gluten. Como ya fue mencionado por varios expositores, el gluten es una proteína, cuya funcionalidad se desnaturaliza, cuando se supera una determinada temperatura. ¿Qué quiere decir eso? Supongamos que tenemos una plancha caliente y tenemos un huevo; lo partimos sobre la plancha y la clara de huevo vemos que poco a poco va tornándose de clara a blanca y cuando se enfría el huevo cocido ya no vuelve de blanco a claro, o sea que el efecto de desnaturalización de la proteína es irreversible. Una vez que el secado daña al gluten, por más que cortemos el proceso de secado y enfriemos el grano, ya no hay vuelta atrás; no es reversible. Ahora, la temperatura a la cual se daña el gluten depende de dos factores: del valor de la temperatura en sí y del tiempo de exposición a una determinada temperatura.

En general, la industria recomienda que la máxima temperatura del aire durante el proceso de secado de la semilla, no exceda los 42° C a 45° C; esto es lo seguro. Hay que tener presente que las secadoras de grano de acuerdo a su diseño, pueden trabajar a una temperatura de 55° C a 60° C. Lo que debemos tener en cuenta es la temperatura que llega a la semilla y es difícil de medir; parece algo sencillo pero no es tan fácil de medir. Si la secadora está trabajando a todo calor y no tiene una parte de enfriado, uno puede tomar una muestra del grano a la salida de la secadora y medir la temperatura. Si esta en 40° C, es en el lado seguro; o no tanto, porque hay secadoras que por diseño van a tener una variabilidad en la temperatura y en la calidad de secado. En la Fig 2 se muestran las secadoras de columnas. De este modo, la temperatura medida del grano, es una indicación pero no necesariamente todo en el lado seguro.

Vamos a hacer una comparación: si no estamos secando trigo pero secando cebada o secando trigo para semilla, el atributo de calidad que se quiere preservar es el poder germinativo o la viabilidad; lo cual está relacionado a un proceso donde están muchas enzimas involucradas. Las enzimas también son proteínas y la funcionalidad de estas enzimas depende de la estructura espacial que tengan, afectada también por la tempe-

Fig. 2. **Secadoras de columna**



ratura y el tiempo de exposición. La temperatura a la cual se desnaturalizan las enzimas está entre 38° C y 45° C., siendo similar a la temperatura a la cual se empieza a dañar el gluten. En este punto, podemos establecer alguna relación. Supongamos que no hay la posibilidad de hacer un análisis de calidad panadera, para saber si el proceso de secado está dañando el gluten o no, pero sí se puede hacer un análisis de poder germinativo que normalmente es más accesible.

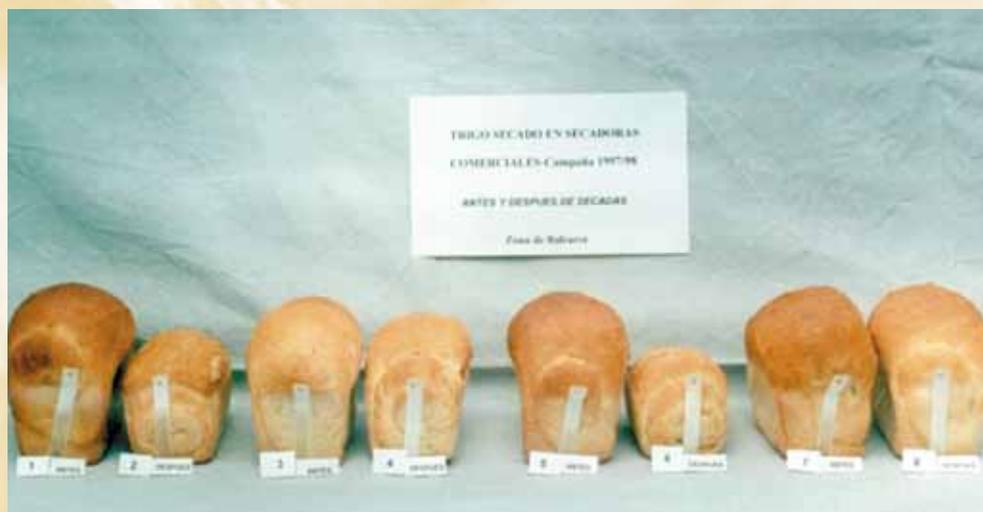
¿CÓMO SE DETERMINA EL DAÑO POR SECADO?

Una opción, es hacer un análisis de calidad de la muestra que está siendo secada; otra es hacer un ensayo de poder germinativo: se extrae una muestra de la secadora y la envía para determinar el poder germinativo, respetando siempre la muestra inicial para no tener sorpresas. Así se puede observar si el poder germinativo da un buen resultado y el valor es alto o no. Sin saber la calidad de ese trigo, buena, regular o mala, porque el poder germinativo no tiene nada que ver con la calidad panadera, pero sí hay que estar seguro que el proceso de secado probablemente no la ha dañado. No se puede tener una indicación de la calidad panadera, pero puede tener una indicación e inferir si con el proceso de secado a esa temperatura de trabajo, se ha dañado o no la calidad panadera.

¿Cuánto tarda una determinación de poder germinativo en trigo? La respuesta es 5 a 7 días. Ahora ¿cuántas toneladas pasan por la secadora en 5 a 7 días? La contestación es muchas, para darnos cuenta que estamos haciendo daño a la calidad del trigo. Al respecto, la industria de la maltería desarrolló un **Test de Tetraxolio** para determinar en cinco minutos la viabilidad de la semilla y este test fue adaptado para trigo. Con esto, en cinco minutos, se puede tener una indicación sobre si esa secadora está dañando o no la calidad panadera del trigo.

En la Fig 3. se muestran los panes que fueron hechos en la zona sur de la Provincia de Buenos Aires, tomando muestras a la entrada de la secadora y esperando el tiempo de trabajo de la máquina hasta que saliera el producto y volviendo a tomar muestras a la salida, enviándolas a analizar. Se puede observar que hay un par de muestras que tienen una diferencia notable entre la de entrada y de la salida. Esto es el efecto de una mala práctica de secado. Acá se superó absolutamente la temperatura crítica. ¿Cuánto tarda el grano dentro de la máquina?, Normalmente depende del tipo y tecnología de la máquina, pero entre 40 o 50 minutos a una hora; depende también de la cantidad de puntos de humedad que tiene el trigo. Con 50 minutos, a una temperatura de grano por encima de los 42° C a 45° C grados, ya empieza a causar este efecto y cuanto mayor es la temperatura que alcanza el grano, mayor es el efecto sobre la calidad panadera. Por supuesto, podemos asumir que hay que regular la temperatura; al regular la temperatura baja el rendimiento de la máquina pero estamos secando trigo que cumple un requisito de calidad.

Fig. 3. El impacto del secado sobre el volumen del pan



BUENA GESTIÓN DE CALIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Una vez que tenga el grano seco, puede ser almacenado. En este caso para hacer una buena gestión de calidad durante el almacenamiento se apoya en cuatro pilares, denominados como SLAM. En realidad es una estrategia elaborada por la Universidad de Purdue en los EE.UU., en donde se coinciden exactamente las siglas: S por sanidad (sanitation); L por llenado (loading); A por aireación (aeration); y M por monitoreo (monitoring). La idea aquí es basarnos en estos cuatros pilares.

• Sanidad

Sanidad para nosotros es sinónimo de limpieza para evitar que las plagas, los roedores y los insectos no tengan un acceso fácil a la fuente de alimentos; sobre todo en el periodo de acopio o en el almacenamiento donde no hay granos. Entonces, si logramos una buena limpieza, eliminamos el acceso de las plagas al alimento y por otro lado es más fácil monitorear y darnos cuenta si tenemos problemas de plagas.

La sanidad es la primera y principal herramienta del control de plagas. Si no tenemos un buen programa de sanidad o de limpieza, por más uso de químicos que hagamos, siempre va a ser un control ineficiente. Como decíamos, el grano es una fuente de alimento para las plagas. Por eso, debemos controlar que alrededor de las plantas esté todo limpio; los silos y las estructuras de almacenamiento tienen muchos lugares donde se pueden acumular grano. Por eso, hay que hacer limpiezas periódicas: en los galpones en el techo, en el interior de los silos. Es muy importante que los parantes de los silos sean externos. Hay que mantener limpio alrededor de las estructuras de almacenamiento sobre todo para los roedores; también limpieza en, los pisos; en los vehículos de transporte, ya sea en los camiones o todo lo que usemos para ingresar granos en la planta; además el equipo de manejo de granos. Esto se refiere a las norias, sinfines y roscas y demás. Unas dos a tres semanas antes de la cosecha, se recomiendan hacer una limpieza muy exhaustiva, una limpieza sanitaria no estética.

Hay que limpiar donde se ve y donde no se ve también porque el insecto se va ir a comer donde nosotros vemos y donde nosotros no vemos. Muchas veces se observa que hay plantas que se han tomado la precaución de limpiar muy bien las inmediaciones; acomodaron todos los residuos de granos en bolsas y los pusieron muy prolijamente a 20 metros de un galpón. Los insectos vuelan en su gran mayoría y se van a desplazar desde esas bolsas con residuos hasta los nuevos granos, cuando ingrese esa cosecha.

Hemos elaborado una planilla como ejemplo, para poder evaluar si una instalación está bien limpia, relativamente limpia o está sucio Cuadro 1. Con esta plantilla, se puede recorrer una planta de acopio e ir marcando los diferentes ítems. Por ejemplo, presencia de granos en la puerta de acceso, uno marca en la casilla correspondiente. Después a través de una recorrida por su propia planta, se va sumando el puntaje que se obtiene para cada ítem y se tiene un puntaje final, que da un determinado nivel de riesgo, relacionado al nivel de limpieza sanitaria que tenga la planta Cuadro 2. De esta manera, podemos hacer una evaluación más objetiva de nuestra planta en el tiempo y si tenemos varias plantas, comparar el nivel de limpieza en las diferentes plantas. Es algo muy sencillo que se puede hacer y cada uno lo puede adaptar a su propia estructura de almacenamiento.

Cabe re mencionar que la limpieza sanitaria es diferente a la limpieza estética: es mucho más profunda; es donde se ve y donde no se ve. Su objetivo es reducir al mínimo la fuente de alimentación para las plagas. Una vez que las instalaciones son limpias, se conviene hacer una aplicación de insecticida preventivo. Hacer la aplicación sobre instalaciones sucias, en muchos lugares los insectos van a estar refugiados debajo de una capa de polvo o de granos, por lo que va a ser muy difícil acceder a ellos. Cuando la instalación está limpia, recién entonces se hace una aplicación de insecticida preventivo, 2 o 3 semanas antes de la cosecha y luego conviene limpiar periódicamente, como mencionamos donde se ve y donde no se ve. Los insecticidas residuales complementan la limpieza, no la sustituyen.

Una vez que tengamos todo limpio, hacemos una aplicación en el interior y en el exterior. En el exterior hay que hacer hincapié en todas las zonas por donde pueden ingresar los insectos, incluyendo las juntas entre las chapas y la base; en la boca de los ventiladores de aireación; y en el interior sobre todo en los conos y en los conductos de aireación.

Cuadro 1. **Ejemplo de Planilla de Control**

Observaciones	Resultados		PVI
	No	Si	
Presencia de granos en la zona de descarga			4
Presencia de polvillo o granza en la zona de descarga			1
Piso lizo, sin rajaduras ni hendiduras en la zona de descarga			2
Presencia de granos en el suelo entre los silos			4
Presencia de polvillo o granza en el suelo entre los silos			1
Presencia de acumulación de polvillo en las chapas de los silos			1
Presencia de granos en la zona de la noria			4
Presencia de polvillo y granza en zona de la noria			1
Presencia de granos en la puerta de hombre			4
Presencia de polvillo y granza en salidas de aireación			1
Presencia de grano residual del año anterior en la zona de descarga y alrededores			4
Presencia de grietas o rajaduras en el concreto del piso entre los silos			2
Presencia de grietas o rajaduras en el concreto de la base del silo			2
Presencia de insectos muertos en la cercanía de los silos			1
Presencia de insectos vivos en cercanía de los silos			1
Presencia de insectos plagas de los granos vivos en la planta de acopio			4
Presencia de insectos plagas de los granos muertos en la planta de acopio			3
Presencia de pastos o malezas en los alrededores de la planta de silos			2
Parantes de silos internos			3
Presencia de material depositado (residuos) debajo de los ventiladores			3
Presencia de material depositado (residuos) en la unión de chapas del silo y la base de concreto			3
Presencia de residuos en unión de caños y roscas			2
Presencia de pérdidas de granos en caños de descarga			3
Presencia de suciedad en desagotes de agua			1
Norias y caños de descarga con mal mantenimiento o viejos			3
Unión de caño de descarga y el silo con pérdida de granos			3
De existir membrana, esta se encuentra mal sellada en su superficie o bordes			2
Presencia de bolsas con residuos en la cercanía de la planta de silos			4
Galpones cercanos a la planta de silos sucios, con granos en el piso o alrededores			4

Cuadro 2. **Índice de Riesgo**

Sumatorias de PVI	Nivel de riesgo de infestación	
De 0 a 8	Levemente riesgoso	
De 9 a 12	Riesgoso	
De 13 a 21	Muy riesgoso	
De 22 a 32	Altamente riesgoso	

Una estrategia que suele resultar positiva y reduce mucho los costos: si ve que el grano no viene infestado de campo, en lugar de hacer una aplicación de insecticida residual a todo el grano, lo que se hace es una aplica-

ción de insecticida a la primera carga de granos que entra y que cubre el cono del silo o la base del silo que es la parte más riesgosa. Luego no se hace aplicación de insecticida pero sí se hace otra a la última carga y entonces se forma un “tapón” de protección abajo y arriba. Difícilmente los insectos podrán ingresar por el medio por las chapas del silo, a no ser que estén rotas o perforadas. De esta forma, se puede reducir notablemente la cantidad de insecticida que se aplica sobre los granos.

• Llenado

El segundo paso es el llenado. Aquí es muy importante tener en cuenta lo siguiente: los granos vienen con materias finas que están compuestas por grano partido, semillas de malezas, tierras, restos de tallos y otros productos vegetales. Cuando esta fracción de finos cae, tiende a acumularse en el centro o “corazón” del silo y esto trae numerosos inconvenientes. Cuando prendemos el ventilador, el aire tiende a ir sobre los costados porque la resistencia es menor que en el centro, en donde el espacio poroso por donde tiene que circular el aire, está tapado por el material fino (Fig. 4). Si existe 30% o 40% de diferencia del flujo del aire en el costado respecto del centro, el enfriado del silo en el centro va a requerir 30% o 40% más de tiempo para enfriarse; y además es la zona más riesgosa.

Fig 4. **Segundo Paso: Llenado**

Problema Principal = Material Fino en el Centro



¿Qué se puede hacer para minimizar este problema? Hay que hacer una pre-limpieza. Hay que recordar que con el manejo de la aireación, se está mejorando mucho o reduciendo el nivel de toxinas, en lo que se relaciona con el almacenamiento.

Otra alternativa complementaria, es lo que se denomina descorazonado (Fig. 5). ¿En qué consiste?, se había mencionado que cuando se llena el silo, el material fino tiende a acumularse en el centro. Cuando se descarga un silo por descarga central, lo primero que se vacía es el centro o corazón. Entonces la alternativa, es extraer una determinada proporción del centro, que se manda a una limpieza o pre-limpieza y después se vuelve a cargar limpio o se lo despacha directamente. Nunca hay que recircularlo porque no mejora la situación.

En síntesis, se extrae una determinada cantidad, la limpia; elimina todo el fino que tiene acumulado y después lo vuelve a llenar o lo vuelve a ocupar en el silo. ¿Cuánto necesita extraer? Según algunas pruebas que hemos hecho, en silos entre 400 y 1000 toneladas de capacidad, con extraer el 3% de la masa de ese silo estaríamos haciendo un buen trabajo de descorazonado. En un silo de 400 toneladas, son 12 toneladas; en un silo de 1.000 toneladas, serían 30 toneladas.

La otra alternativa es tener un desparramador de grano, que distribuye uniformemente el material fino en toda la masa de granos. El problema es que es difícil tener un desparramador de granos que funcione bien y que haga una buena distribución del material fino. Normalmente, terminan formando un anillo y el problema es que con el descorazonado no lo puede eliminar. Entonces, si no tiene un buen desparramador, es mejor no tener ninguno y hacer el descorazonado.

Fig 5. Posibles alternativas



Si bien siempre es un problema, porque hay que maximizar la capacidad de cada unidad de almacenamiento, se debe evitar el sobrellenado. El problema de sobrellenado puede llevar a otros, como de condensación de humedad y además es muy difícil inspeccionar qué es lo que está pasando arriba del silo.

Siempre decimos en nuestras charlas de capacitación, que el grano es muy generoso y se aguanta muchas cosas, mucho maltrato ya que pensamos que el grano es algo inerte. Pero en realidad lo que hay que pensar es que los granos representan billetes o pesos o dólares o la moneda que uno quiera; que está almacenada ahí adentro. Si pensamos que ahí tenemos billetes que representan ese trigo, creo que iríamos más seguido a ver si no hay insectos comiéndoselos; si no hay goteras filtrando humedad, sobre esos billetes o si no hay ratones o roedores comiéndose nuestros billetes. Entonces hay que acceder al techo del silo para ver qué es lo que pasa. El análisis es un muy buen sensor y al que está acostumbrado, muy fácilmente le puede indicar si hay problemas o no, pero si esta sobre llenado es muy difícil poder inspeccionar lo que pasa ahí arriba.

• Aireación

El tercer paso o el pilar del SLAM es la aireación, un aspecto importante a tener en cuenta. Muchas veces se cree que porque hay un ventilador y un conducto de aireación, hay aireación. Pero la aireación se resuelve con ingeniería y no siempre se cuenta con la ingeniería adecuada para hacer bien los cálculos y dar una adecuada recomendación.

La manera correcta de medir la aireación, es más que decir que hay un ventilador de 10 o de 15 HP en un silo tal y de tantas toneladas. Lo importante es referirse al caudal específico que nos indica la cantidad de aire que ofrece ese ventilador por minuto y por cada tonelada de grano. Por ejemplo: si hay un ventilador que sumi-

Cuadro 3. Propósitos de la aireación

	Propósito	Caudal
Aireación de mantenimiento de grano seco	Enfriar y controlar cambios de temperatura	Bajo 0.05 – 0.25 m ³ /min.t
Acondicionamiento	Controlar la uniformidad de la humedad de los granos en un rango pequeño	Intermedio 0.3 – 0.5 m ³ /min.t
Secado	Reducir la humedad inicial de los granos	Alto 1 – 3 m ³ /min.t

Cuadro 4. Efecto de la temperatura del silo o almacenaje sobre los insectos

Temperatura (C)	Efecto
> 50 °C (122F)	Muerte en minutos
> 35 °C (95F)	Detención del desarrollo
25 -32 °C (77 -90F)	Óptimo
19 -25 °C (66 -77F)	Sub-óptimo
5 -15.5 °C (41 -60F)	Muerte en días
-17.7 °C (0 F)	Muerte en minutos

nistra 10 m³/minuto, en un silo de 100 toneladas de capacidad, quiere decir que ese ventilador está ofreciendo por minuto y por cada tonelada de grano 0,1 m³ de aire. En cambio, si ese mismo ventilador lo llevamos en un silo que ahora tiene 200 toneladas de capacidad, intuitivamente se sabe que vamos a tardar más tiempo en enfriar, porque por minuto, cada tonelada está recibiendo la mitad de aire, o sea 0,05 m³. Entonces cuando se pide una aireación y se cotiza, hay que recordar que debe estar en función de este parámetro.

¿Cuál es el objetivo fundamental de la aireación? Es mantener el frío o lo más frío posible a los granos (Cuadro 3). Uno de los principales beneficios, es el efecto sobre la actividad de los insectos. Básicamente, los insectos-plagas en los granos almacenados, son de origen subtropical. Esto significa que se sienten más cómodos con temperaturas entre 25° C y 35° C (Cuadro 4). Ahí es donde el ciclo de los insectos, desde que eclosionan del huevo, se hacen adultos y ponen huevos, es más corto, siendo de 20 a 30 días. A medida que las temperaturas son más bajas, el ciclo de estos insectos se alarga. Esto significa que por año, tendremos menos generaciones y menos daños, recordando que éstos se producen fundamentalmente, cuando los insectos se reproducen. Así, el gorgojo o palomita de los cereales, causa el daño cuando pone sus huevos dentro de los granos. Entonces si logramos mantener la temperatura por debajo de los 20° C, ya estamos poniendo a la población de insectos en un rango de condiciones sub-óptimas y su ciclo se empieza a alargar.

Si se logra reducir la temperatura por debajo de 18° C, la mayoría de los insectos van a tener un ciclo tan largo que económicamente no producen daños. De hecho no los vamos a eliminar, pero el daño es insignificante. En este caso y bajo estas condiciones, podemos despreocupar del problema de los insectos. Otro efecto importante de bajar la temperatura, es que también disminuye la actividad biológica de los hongos. Quiere decir que la tasa de crecimiento de los hongos y su capacidad de producir daños, también se verá disminuida al bajar la temperatura. Por lo tanto, podemos considerar dos efectos fundamentales: se reduce la actividad biológica o reduce la capacidad de multiplicación de las poblaciones de insectos y, segundo, hay menos problemas con los hongos.

Un aspecto fundamental de la aireación, es el de mantener uniforme la temperatura de toda la masa de granos. Siempre que finaliza en zonas del granel que están más calientes y otras más frías, comienzan a producirse movimientos convectivos dentro de la masa de granos. Cada vez que hay estos movimientos, se produce una remoción de humedad en unas zonas y deposición en otras, que a la larga originan focos de calentamiento; problemas de ardido y otros. Con la aireación, además de mantener la temperatura lo más baja posible, lo que necesita lograr es una temperatura muy uniforme.

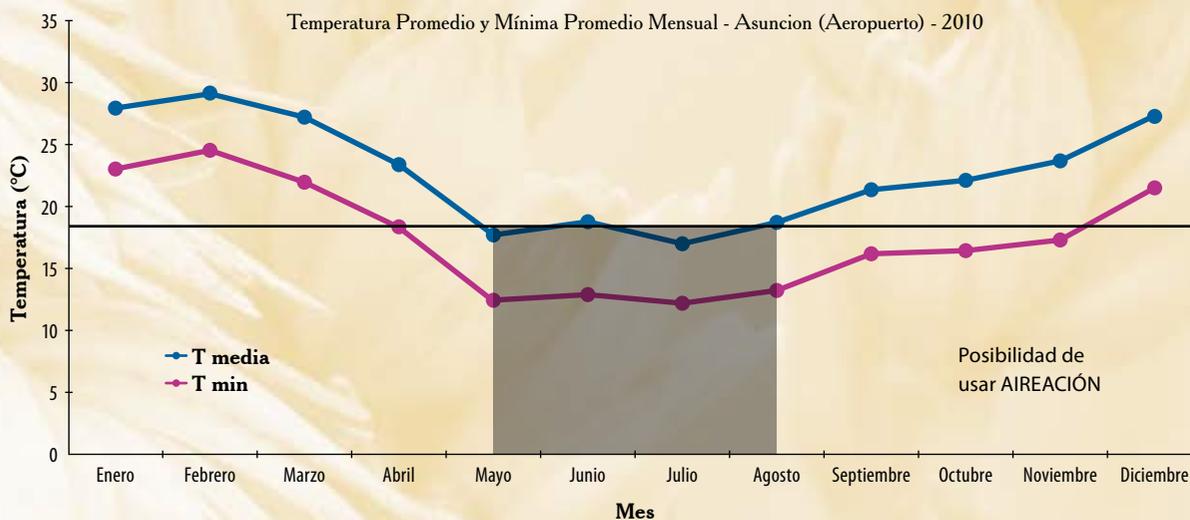
Ya mencionamos algo sobre los caudales de aire. Si vamos a almacenar granos secos, estrictamente secos, lo que necesitamos es una aireación de mantenimiento, típicamente en 0.1 m³/minuto/tonelada de granos. En climas más cálidos, como el de Paraguay, se recomienda una aireación un poco más alta de 0.15 o 0.20 m³, porque hay pocas horas de frío. En general, si tenemos un mayor caudal de aire, lo aprovechamos mejor en climas más fríos porque existen más probabilidades de conseguir horas de frío. No necesitamos tener aireaciones tan importantes como aquí.

El comentario viene a raíz del cuidado que se necesita tener cuando se recomienda o toma recomendaciones de aireación, de climas como Argentina o EE.UU., que son muchos más fríos, por lo que puede que no

sean las adecuadas para estas zonas. Como hay menos horas frías, las debemos aprovechar mejor; por lo tanto el caudal de aireación tiene que ser más importante. Si quiere mantener los granos húmedos, debemos estimar caudales de a 3 a 5 veces mayores que los caudales de mantenimiento. Eso implica que la potencia del motor tiene que ser mayor (3 a 5 veces más grande) y los costos son muchos más importantes. Si se quiere secar solamente en silos con aireación, la capacidad será un 10 a 30 veces superior.

Tomamos los datos climáticos para Asunción (Fig. 6), para darles un ejemplo de cómo podemos analizar climáticamente una zona para ver lo beneficios potenciales de la aireación. La línea roja es la de temperatura promedio de los meses y la azul de la temperatura mínima promedio de los meses. El promedio del mes de junio aquí es de 18° C/19° C grados; es decir que en junio la mitad de las horas está por debajo de 18° C/19° C y la otra mitad está por encima de esta temperatura. Además, se observa que la mínima promedio es 14° C. Es poco razonable pensar que podemos tener temperaturas por debajo de 14° C como promedio. Entonces, ¿a qué temperatura se puede aspirar enfriar, utilizando aireación en Asunción o esta zona en junio? Con seguridad no vamos a tener horas a menos de 14° C. Pero con seguridad, se puede enfriar por debajo de 20° C; 19° C o 18° C, porque hay la mitad de las horas por debajo de esa temperatura.

Fig. 6. **Análisis Climático y Aireación**



Si ponemos como límite 18° C, porque es la temperatura a la cual la mayoría de los insectos se “inhiben”, por decirlo de alguna manera, observamos que son pocos los meses en donde la aireación con aire natural nos permite lograrlo. Serían probablemente parte de mayo junio, julio, agosto y parte de setiembre. Habría que buscar datos históricos de un año en particular, para hacer un análisis más detallado. Esto además significa que la aireación no nos serviría el resto del año, porque las poblaciones de insectos van a estar activas. No obstante, la puedo seguir utilizando para mantener la temperatura lo más bajo posible, en un valor intermedio entre el promedio y la mínima, lo cual sería algo razonable para enfriar los granos en una localidad.

¿Qué se puede hacer en los meses donde las condiciones climáticas no lo permiten? Hay que depender de la refrigeración artificial, una tecnología que ha ido modificándose y actualizándose (Fig. 7). Hoy, es mucho más eficiente a lo que era hace 15 o 20 años atrás; o sea que con 1 kilowatt de energía gastado, se logra mayor capacidad de frío que la que tenía antes. Una recomendación para climas como de Paraguay, es aislar los conductos. Si no se hace esto desde que el aire sale del equipo hasta que llega a la unidad de almacenamiento, puede tener una ganancia de 3 o 4° de temperatura. En otras palabras, se gasta en enfriar y después se pierde por no aislar correctamente. La aislación es relativamente económica respecto al valor del equipo y al costo de su utilización.

¿Qué criterios podemos aplicar para hacer más eficiente el uso de la aireación? Si como en Argentina, existen horas donde la energía es más cara, entonces se puede prescindir utilizar los equipos en esas horas; teniendo en cuenta que cuanto más fría es la temperatura ambiente, más eficiente es el trabajo de refrigeración. Esto ocurre

normalmente durante la noche. Entonces la refrigeración durante la noche va a ser más eficiente y menos costosa que durante el día. No hay inconveniente en utilizarla durante la noche; avanzar unos metros en el frente de enfriado, pararlo durante el día y volverlo a continuar durante la noche. Después hay otras alternativas, como por ejemplo no pretender enfriar desde 35° C a 15° C, si no hacerlo en etapas. Por ejemplo una refrigeración a 25° C, otra a 20° C y si hace falta otra 15° C. Eso va a hacer que el equipo funcione más rápido y más aliviado.

Fig. 7. **Refrigeración artificial de granos**



La refrigeración es una alternativa a la aireación tradicional y se justifica en mayor medida, cuando más prolongado sea el tiempo de almacenamiento del producto y cuando mayores sean las temperaturas del ambiente. En cambio, si hay alternativas como la aireación, por supuesto que la refrigeración se justifica menos. También cuando mayor es el valor del producto y cuando más exigente es la calidad final del grano; también más se justifica la refrigeración, porque permite mantener alejados los insectos, sin aplicar químicos. En síntesis, hay que recordar que se debe dimensionar el sistema de aireación y refrigeración de acuerdo al propósito que tenga el productor.

Cuando se hace el pedido para diseñar un sistema de aireación, hay que saber si es estrictamente para granos secos o también para granos húmedos, porque los requisitos son diferentes. Hay que prestarle atención a un correcto diseño porque es un dinero más que se invierte. Cada vez que se prende el equipo de refrigeración o aireación, la selección de estrategias depende del clima o del lugar. Cómo prender o apagar el ventilador va a depender del análisis climático que se hace de cada lugar. Podemos realizar un control manual, lo cual es muy difícil de implementar; o un control automático con un termostato simple, como el de la calefacción de una casa o un equipo de refrigeración de una casa.

Un controlador automático de esas características, tiene un precio entre US\$1.000 a 1.200 dólares, que comparado con el valor de la mercadería que tenemos almacenada es casi nada. Por eso no hay que pensar que las soluciones tecnológicas son siempre caras. Si se quiere mantener los granos fríos todo el año, por debajo de los 18° a 20° C, es imprescindible que cuando termine enfriar los granos y si tenemos almacenados por más tiempo, se debe tapar la boca de los ventiladores. Esto tiene dos objetivos: uno, evitar que las plagas entren por una de las fuentes de ingreso; esto puede ser una tapa de metal o de madera o inclusive una bolsa plástica. El otro objetivo, es evitar que el aire caliente ingrese por el conducto y vaya calentando lentamente el grano. El aire caliente es más liviano que el aire frío y de a poco por efecto chimenea va calentando la masa de granos de adentro hacia fuera. De este modo, con el conducto tapado, los granos se mantienen fríos por más tiempo.

- **Monitoreo**

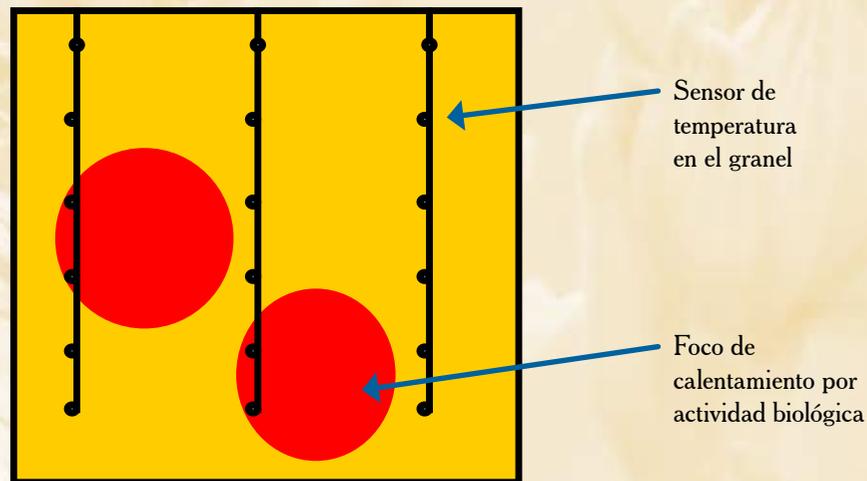
El cuarto paso de esta estrategia es el monitoreo. El objetivo o la base del monitoreo es que no se puede manejar lo que no se conoce. Si uno no sabe lo que ocurre dentro de su granel, no puede tomar ninguna medida para mejorarlo, corregirlo o prevenirlo. Así, podemos monitorear la temperatura, la humedad, la presencia de

hongos o sus daños, la presencia de insectos y roedores y las instalaciones en general. Es importante detectar las plagas y para anticiparnos al deterioro de los granos. Analizar la dinámica de población de plagas, es una cosa; otra cosa es tener plagas en población creciente y decidir en este caso la aplicación de plaguicidas por ejemplo, con la realización de un nuevo ciclo de refrigeración o aireación.

Respecto al monitoreo de temperatura, el objetivo es detectar actividad biológica. ¿Qué quiere decir esto? Si hay una población de hongos o insectos fundamentalmente que están en crecimiento, tenemos las líneas con los sensores distribuidos a lo largo de las mismas. Entonces cuando surge un foco de calentamiento, algún sensor lo va a detectar (Fig. 8). Cuantos más sensores se tengan, más probable será una detección temprana. Muchas veces, la pregunta es el radio que cubre un sensor de temperatura. Y es lo mismo que si uno tiene el dedo puesto en la masa de granos: va a censar la temperatura del grano que esté tocando el dedo; no se cubre ningún radio en particular. Entonces, sencillamente si el foco es pequeño, difícilmente lo detectaré. A medida que se hace grande se puede empezar a detectar en uno o más sensores.

Fig. 8. **Monitoreo de Temperatura**

Fundamento: Actividad de hongos e insectos produce calor



La termometría tiene el problema que el grano es un mal conductor del calor, así como es un beneficio para la refrigeración o aireación. Una vez que enfriamos y sellamos la boca, es difícil que se vuelva a calentar. El problema es que si tenemos un foco, a no ser que tengamos el sensor muy cerca del foco, vamos a tardar en detectarlo. Es importante tener suficientes puntos de medición y contar con una automatización en la medición y observación de los registros.

Otra importante aplicación de la termometría es monitorear el frente de aireación. Si tiene termometría, puede observar el momento en que termine de enfriar la masa de granos. Así no estamos usando el ventilador de más y esto nos previene de mermas de humedad. Si usamos el ventilador en exceso, vamos a tener mermas de humedad; pérdida de kilos en la masa de granos; y más costos en almacenamiento.

Para monitoreo de insectos hay diferentes trampas con feromonas o trampas de caída más sencillas; también monitoreo para roedores. La termometría es una herramienta más de manejo, que no reemplaza las inspecciones visuales que uno puede hacer; ni tampoco el oler en la parte aérea, en la salida de los conductos de aireación. Hay que subirse periódicamente al silo y observar la superficie por goteras y filtraciones; condensación y observar la presencia de plagas en los granos y alrededores.

ALMACENAJE EN BOLSAS DE PLÁSTICO

Hasta ahora hemos hecho algunas observaciones respecto al almacenamiento tradicional la de atmósfera normal; silos metálicos, celdas o mallas de alambres. También hay otro sistema de almacenamiento, como las atmósferas modificadas y las bolsas plásticas o silos bolsa.

Se trata de un tipo de almacenamiento que entra dentro de esta categoría de atmósferas modificadas. La bolsa tiene una cubierta plástica que impide el normal paso de gases entre el interior y el exterior. Entonces la respiración de los granos, de los insectos si los hubiera; de los hongos que siempre están van a consumir oxígeno y generar dióxido de carbono, se alterará. Esta modificación en las condiciones atmosféricas en el interior de la bolsa, favorece los procesos de conservación. El principio de almacenamiento de bolsas plásticas, es que mantiene los granos en un lugar hermético. No es 100% hermético, pero tiene un nivel importante de hermeticidad. De este modo, aumenta la concentración de dióxido de carbono; se reduce la concentración de oxígeno; y disminuye el deterioro de hongos e insectos. Las bolsas en general tienen de 60 a 70 metros de largo, pero existen las de 100 metros; con 2,74 metros de diámetro y 235 micrones de espesor. Estas bolsas pueden almacenar normalmente 200 toneladas de trigo.

En la Fig. 9, se observa la evolución de silo bolsas en Argentina y de la producción. Este año, tenemos más de 40 millones de toneladas almacenadas en bolsas, que corresponde casi la mitad total de granos almacenados en Argentina. El trigo es lo que más se almacena y por otros problemas de comercialización que algunos de ustedes conocerán, en Argentina llevan más de 1 año almacenados en bolsa.

Fig. 9. **Producción de Granos y Toneladas Almacenadas en Silo-bolsas**



¿Qué ocurre cuando almacenamos el trigo en las bolsas? Un ejemplo. El producto se almacenó el 2 de enero en bolsa. La temperatura estaba próxima a los 40° C. Los granos que estaban cerca de la superficie, enseguida se enfriaron y empezaron a copiar la variación de la temperatura ambiente entre el día y la noche (Fig. 10). Mientras que el grano que estaba en el centro o la base de la bolsa, tardaba más tiempo en perder calor y bajar la temperatura. Se puede ver que van copiando la variación de la temperatura entre verano, otoño e invierno, porque intercambian el calor con el ambiente.

¿Qué es lo que pasa con la calidad del trigo embolsado? En el ejemplo, el trigo fue embolsado seco con 12.5% de humedad; el poder germinativo casi no cayó y tampoco el parámetro de calidad panadera como W (Fig. 11). Otra muestra de trigo con 16.5% de humedad sufrió grandes pérdidas en el poder germinativo, el gluten y otros aspectos de la calidad después de cinco meses de almacenaje. En todos los años que hemos observado el almacenaje en bolsas, podemos decir que si el grano se almacena seco, se minimiza el efecto de la temperatura; hay una interacción importante entre la temperatura y la humedad. Si la humedad es baja, la temperatura

Fig. 10. Cambios en la Temperatura (Trigo)

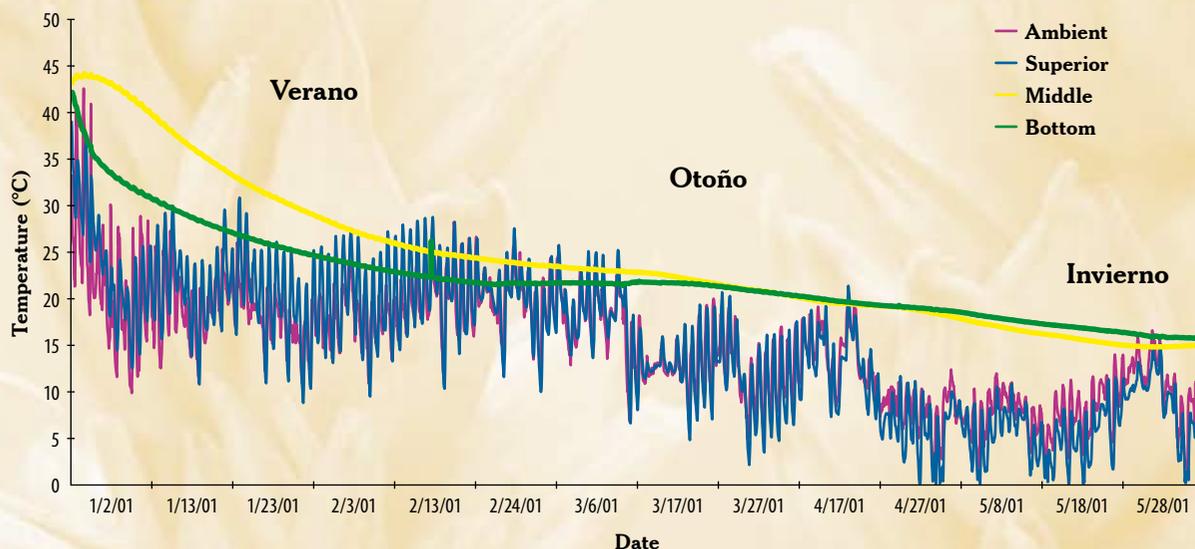


Fig. 11. Parámetros de Calidad de Trigo

Momento muestreo	Peso hectolítrico (kg/hl)	Poder germinativo (%)	Parámetros de calidad panadera					
			Gluten (%)	W	P/L	Abs. ^a	LV (cm ³) ^b	SV ^c
Trigo seco (12.5%)								
Inicial	82.4	93.0	30.2	282	0.9	61	620	4.3
Final (150 días)	82.0	87.0	27.8	313	1.1	62	655	4.5
Trigo húmedo (16.4%)								
Inicial	78.7	95.0	29.8	288	1.0	61	675	4.7
Final (150 días)	77.3	40.0	22.6	283	2.6	61	578	4.0

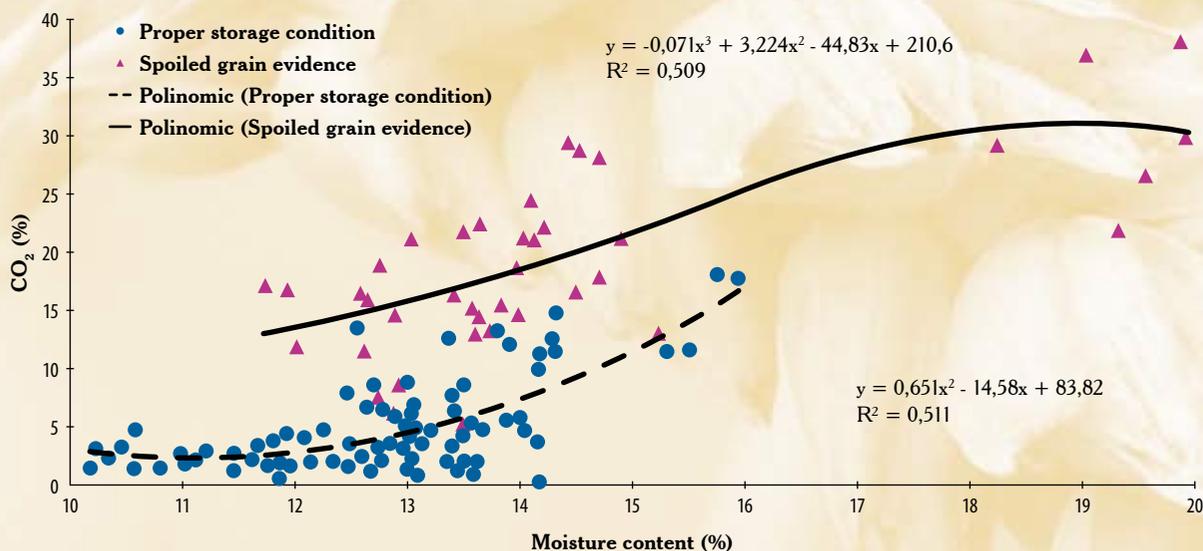
^a) Absorción de agua; ^b) Volumen de masa; ^c) Volumen específico

no tiene gran efecto; pero si el grano se almacena húmedo, ahí tenemos que empezar a ver la temperatura. Si el periodo de almacenamiento va sobre el verano por ser época de temperatura cálida, la calidad se va a perder indefectiblemente; si es sobre un periodo de temperaturas frías, tenemos mayores probabilidades de tener efecto reducido en la calidad.

Simplemente para mostrarles que hay alternativas al monitoreo, habíamos dicho que la actividad biológica, respiración de hongos, microorganismos, produce dióxido de carbono y calor. No podemos usar la temperatura para monitorear las bolsas, porque está muy influenciada por la temperatura ambiente, pero podemos utilizar el dióxido de carbono como indicador. A mayor actividad biológica, mayor será la concentración de dióxido de carbono en las bolsas. En este sentido, hemos desarrollado una tecnología de monitoreo: medimos la concentración de dióxido de carbono en la bolsa con un medidor portátil. Se pincha la bolsa con una aguja hipodérmica; se toma la medida de dióxido de carbono y se relaciona con la actividad biológica. Entonces a mayor actividad biológica, mayor concentración de dióxido de carbono y mayores problemas.

Si existe un foco de descomposición en algún lugar de la bolsa y se quiere medir la temperatura; hay que tomar una muestra con un calador pero hay que llegar a este sitio para detectarlo. En cambio, el dióxido de carbono es un gas que se difunde desde su lugar de origen. Por eso, medición en un sitio o dos metros más allá,

Fig. 12. **Comparación de Valores de CO₂ entre Bolsas Afectadas y Bolsas Sanas (Trigo)**



va poder detectarlo. Hemos desarrollado correlaciones que nos muestran la concentración típica de dióxido de carbono para bolsas sanas y para bolsas afectadas y una diferencia importante entre la concentración de dióxido de carbono típicamente detectado en una bolsa en buenas condiciones o en una bolsa afectada (Fig. 12). Entonces uno puede ir caminando a lo largo de la bolsa, midiendo y determinando si el problema es generalizado en la bolsa, o es solamente en un extremo de la bolsa.

El medidor de dióxido de carbono es un instrumento muy práctico y se pueden monitorear más de 15 bolsas por hora (Fig. 13). Tiene muy alta sensibilidad, pudiendo detectar el problema si monitoreo frecuente y antes que ese problema se traduzca en una pérdida de calidad.

El INTA firmó un convenio con una empresa y se desarrolló esta tecnología que hoy está disponible. El servicio se puede contratar. Se monitorea la bolsa. El dueño de la bolsa ingresa en una página Web y puede ver en un ranking ordenadas todas sus bolsas, así como su índice de riesgo. Si uno separa una bolsa en particular, puede ver si el problema es generalizado o es solamente en un sector. También la ubicación geográfica de la bolsa y datos que refieren a la calidad; qué tipo de trigo, qué humedad inicial y cualquier otro parámetro; cuando se cosechó; si tuvo problemas de enfermedades en el campo y otros, se agregan a la información.

Fig. 13. **Monitor de dióxido de carbono**



Todo esto está disponible en una base de datos, pero antes de incorporar tanta tecnología, la clave de almacenamiento en bolsa, viene de anticiparse a los problemas: planificar; armar la bolsa en un terreno alto que tenga ligera pendiente; prestarle buena atención al cerrado de las bolsas; alisar el terreno; evitar armarlas sobre el residuo del cultivo anterior; sobre todo si es soja porque va a romper la bolsa indefectiblemente; y reparar todas las roturas. La clave del almacenamiento en bolsas, es que sea hermético en cierre y reparar las roturas es fundamental; respetar humedades; tiempos y monitorear.

Les agradezco por la amable atención. ¡Muchas gracias!

Requerimientos de la molinería nacional

ING. QUIM. RICARDO TORRES

Hilagro S.A.E., Dr. J. Eulogio Estigarribia

Email: rtorres@hilagro.com.py

Resumen



La molinería paraguaya ha evolucionado en los últimos años, y ha mejorado principalmente gracias a la mejora de la materia prima: el grano de trigo. Han contribuido a esta mejora las nuevas empresa que han apostado con tecnología de punta en la molienda, pero también todas aquellas en la cadena del trigo, productor, acopiador, y todos los que participan en el trato de la recepción y clasificación de la materia prima.

La época donde nuestro país importaba trigo y producía harina de baja calidad ha pasado y hoy en día estamos compitiendo con los más altos regímenes de calidad internacional. Tanto es así que en la actualidad ya hemos rebasado las fronteras no solo con el trigo, sino también con la harina, llegando al mercado de Brasil, satisfaciendo los requerimientos de calidad.

Los valores altos de PH y Gluten , valores normales de FN, junto con una cosecha de rendimientos aceptables, con una mano de clima favorable, contribuyen a dotar a la molinería nacional con materia prima apta para obtener los productos requeridos por los diferentes clientes de harina.

Sin embargo, esto es solo el principio, ya que si queremos ser competitivos en el tiempo, nuestra meta debería ser la continua capacitación, actualización y profesionalización de los actores de la cadena trigo, productores, semilleros, acopiadores y molineros en busca del bien común: Exportar productos de valor agregado.

Abstract

Wheat quality requirements of the national milling industry

The Paraguayan milling industry has evolved during the last few years thanks to the improvement in the national wheat quality. While the milling industry has adapted to this change introducing newer technologies, other actors in the wheat chain such as producers, middleman and others, at different levels of reception and grain classification have also been important. The period when Paraguay used to import wheat and produce flour of low quality is in the past. Today, the industry is able to compete at the highest level of quality internationally. In this respect, we are exporting not only wheat but also flour to Brazil, satisfying all their quality requirements. The high values of test weight, gluten and Falling Number, along with better yields under favorable climate, contribute to a better grain quality that allows the national industry to produce distinct products for different clients of the wheat flour. However, it is just the beginning. In case the country wants to be competitive over a long period of time, we must continue training and upgrading the professional knowledge of all actors in the wheat chain which includes farmers, seed producers, middlemen and millers. It is this effort which will allow us to export the products with added value that helps everyone.

Empaque de harina para el consumo.



INTRODUCCIÓN

Buenos días a todos. Antes que nada quisiera agradecer la invitación del Dr. Kohli, realmente es un honor estar con ustedes reunidos ante este auditorio.

Los requerimientos de la molinería nacional del trigo, es un tema que en este momento hay preguntarle al cliente directamente qué es lo que quiere. Los factores exigidos en la cadena de trigo de harina corresponden básicamente a tres costos: costo de trigo, costo de molienda y costo de distribución de la harina. Es muy obvio que la calidad del trigo influye en la calidad de la harina y en la decisión del cliente final.

A veces me preguntan cuál es el mejor trigo para el mercado nacional. La verdadera respuesta, es que no hay un solo cliente; son varios, y nosotros simplemente tenemos que analizar o “entender” lo que recibimos como materia prima y después tenemos que volver a “interpretar” lo que podemos ofrecer al cliente. Muchas veces nos es muy difícil hablarle de curvas alveográficas y de relaciones P/L, a este cliente; inclusive hasta imposible explicarle a un panadero, a un confitero o a un usuario de la harina: porque es solo el producto final el que interesa a todos (pan, fideo, etc).

UNA EVALUACIÓN RÁPIDA DE LA MATERIA PRIMA Y LOS PARÁMETROS DE CALIDAD

El color de la harina es un parámetro de calidad muy sugestivo tanto para el cliente final como para el propio molinero (Fig. 1). Si bien existen equipos que lo miden directamente y pueden dar una lectura cuantitativa, existen productos en los que muy poco importa el color y existen otros en donde el color lo es todo. El farinograma y alveograma son valores que han mejorado y se han vuelto más precisos. Antes del año 2000, veíamos valores de fuerza alveográfica en el orden de los 200, 190, 180 y hoy vemos valores cercanos a los 300. Hemos recibido algunas muestras de lugares en donde el trigo nacional no tiene diferencia alguna con un trigo de ciertas zonas argentinas, por lo cual el esfuerzo ha resultado bastante loable.

También el PH ha mejorado muchísimo. En años anteriores al 2002 por ejemplo, era necesario mezclar el trigo nacional con el trigo argentino. En esa época, se mezclaba casi 25% - 30% del trigo argentino para poder contrarrestar el efecto negativo desde el punto de vista molinero. Hoy en día no es así. Creo que no hay molino que este importando trigo de Argentina. Al Falling Number (FN), le di un calificación de 7, principalmente por experiencia propia. Hemos tenido dos años terribles que fueron 1997 y 1998, en donde el trigo pintaba muy bien. Ese año llovió unas tres semanas seguidas sin parar y justo cuando el trigo parecía que iba muy bien, de hecho que tenía un PH arriba de 76 y un FN con valores normales de 220. En una semana el Falling Number bajó a 120; la otra semana a 63, 61 o 62. Para aquellos que conocen el equipo de FN sabrán que el valor mínimo

Fig. 1. **Origen de la calidad de la harina**



Gluten

- Nitrogenación, Suelo.
- Variedades.



Color

- PH.
- Peso de los 1000 granos.
- Diagrama y Ajuste del Molino.



Falling Number

- Variedades.
- Aditivación (solo con falling elevado).



Fuerza

- Alveograma.
- P/L.
- Aditivación.



PH

- Variedades.

del equipo es de 60, denotando con esto una excesiva actividad alfaamilasica resultado de un brotado excesivo. Si bien todos los años recibimos algunas partidas de brotados, la cantidad siempre es mínima. Este año hemos recibido algunos trigos con FN de; de 120, pero fueron relativamente muy pocas partidas.

El último factor que considero que está muy mal aprovechado o promocionado en el trigo nacional, es el valor del gluten. El porcentaje de gluten del trigo paraguayo representa un factor que se podría aprovechar a nivel internacional; es decir que el trigo nacional tiene un gluten excelente y no solamente en la cantidad si no también en el tipo y calidad del grano de trigo.

El color es un tema en donde el PH influye. Los diagramas de molino, que los molineros han comprado, están basados en un trigo que requiere una molienda larga o semi larga ¿Que significa esto? El proceso de molienda por definición, es un proceso selectivo y cuando tenemos un PH bajo, esto hace que la molienda sea mucho más breve. Entonces nosotros tenemos que modificar los diagramas; ajustar los molinos y cambiar ciertas rayas de ciertos bancos para poder adaptarnos directamente a tener un efecto en el cual la tercera línea del molino, me refiero a la línea de cola, no tenga una influencia negativa en el factor color. Un PH bajo origina en todos los casos, un bajo color o un color oscuro de la harina, motivado principalmente por la falta de sémola hacia el final del proceso de molienda. Por eso hay que elevar el valor de PH, porque me permite tener mayor flexibilidad y más herramientas para manejar el ajuste del molino, principalmente.

En cuanto al peso de 1.000 granos, muy pocos molineros lo utilizan. Sin embargo, tiene una influencia muy notable cuando uno ajusta el banco de cilindro, porque eso permite obtener a una misma carga, una menor o una capa más fina de molienda. En otras palabras, eso origina que el contacto de los rollos, se maneje directamente en una capa más fina y el trabajo de la molienda específica, lo hace grano por grano y no de a dos o tres granos en un mismo tiempo o periodo o distancia específica. Eso origina un mejor acabado del tipo de molienda, principalmente durante los primeros pasajes; lo que influye directamente en el nivel de picaduras de la harina. Obviamente para el diagrama y ajuste del molino, se ha trabajado con muchas variedades, pero la activación influye solamente con el FN de trigo lavado. Sabemos que a un trigo de FN bajo, solo podemos mezclarlo con trigo de mayor FN. La fuerza está dada por el alveograma y la relación P/L. Aquí está la principal herramienta con la cual podemos los molineros trabajar en mejorar: la aditivación. El trigo paraguayo ha tenido una mejora muy importante. Tengo registros de otros molinos, del periodo 1997 al 2002, en donde desde el punto de vista panadero, la fuerza, W, no pasaba de 210 a 220. Ahora llegamos tranquilamente a 280 a 300; y esos valores de W de harina, se han manifestado directamente en la mejora de la calidad panadera.

La panificación cuanto mejor o mayor fuerza tenga, puede soportar diferentes cargas; esto, desde el punto de vista de la materia grasa y azúcar y para los diferentes tipos de producto de la panificación, independientemente del proceso. Obviamente el pH influye directamente en lo que habíamos hablado. También el PH influye en el costo. Si bien hemos tenido PH elevados, el promedio de recepción del grano de trigo está arriba de 77 kg/hl; aunque hay variedades de 74-75 kg/hl, que todavía afectan el proceso.

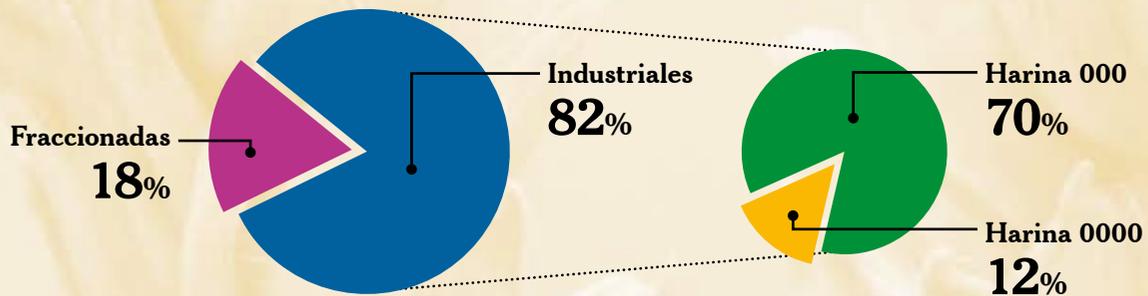
Quiero remarcar el tema del color. Estamos estudiando la influencia del color de la harina, principalmente por el interés del mercado brasilero; de numerosos distribuidores y consumidores de harina del Brasil. Hace unos meses, estuve en una fideería muy grande, en el estado de Sao Paulo. Lo primero que preguntaban era el color de la harina, independientemente de la ceniza y de la fuerza de la harina; el color era fundamental principalmente para darle el aspecto requerido para la calidad en la elaboración de la pasta. Esto lo quiero remarcar como algo muy importante para tener en cuenta, si uno pretende exportar harina y principalmente a Brasil.

CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA HARINA NACIONAL

Con el objetivo de identificar cuál es el tipo de trigo que necesitamos, debo especificar qué tipo de harina estamos produciendo.

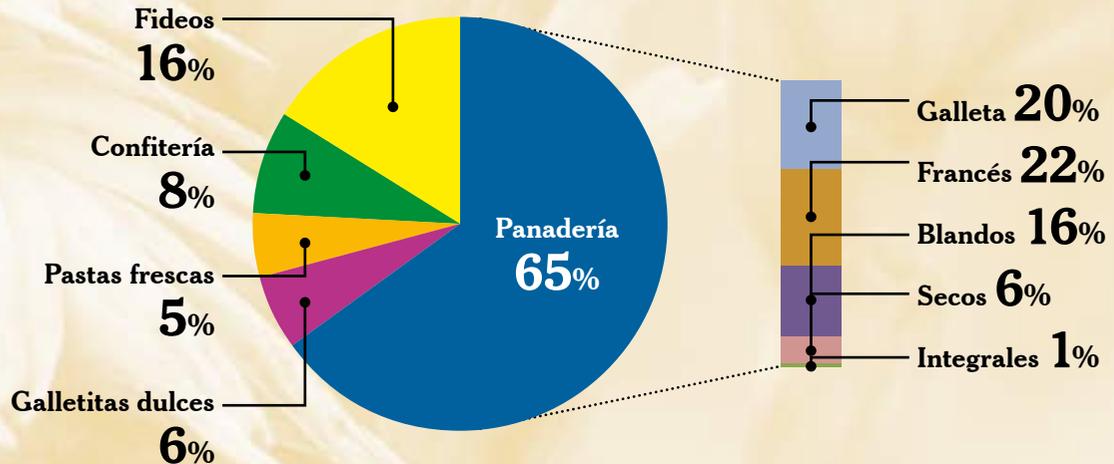
Desde el punto de vista de distribución de la harina producida por la empresa Hilagro, un 18% de la harina es fraccionada, se refiere a la harina en paquetes de 1 kilo y de 5 kilos, que va al mercado nacional y al consumidor final (Fig. 2). Los industriales requieren las bolsas de 50 kilos en donde un 70% es harina 000 y un 12% del total, es la harina 000. También acá se fracciona, habiendo un porcentaje de cuatro ceros, que estaría en el orden del 20% de la harina cuatro ceros del mercado.

Fig. 2. Segmentación de la Harina



La harina en Paraguay va a parar en un 65% a las panaderías y fideerías (Fig. 3). En panadería, diferenciamos la galleta que es un panificado cuyo porcentaje llega hasta un 20% de la harina. Es un panificado tipo masa francesa con una dosis interesante de azúcar y de grasa, lo que hace que directamente el producto sea mucho más suave. Es un panificado que solo se utiliza en Paraguay y en algunas regiones del Norte de la Argentina. También tenemos el pan francés que algunos conocen acá como el “felipito”: muy de moda en los supermercados. Además, aparecen los blandos que es llamado pan de miga; y los productos secos que son los coquitos y palitos; también los integrales que representan un 1% del destino final. Esto es un promedio general del destino de la harina, pero varía con la zona; con el tipo de panadería y el hábito de consumo de la población de una zona en particular.

Fig. 3. Destino Final de la harina

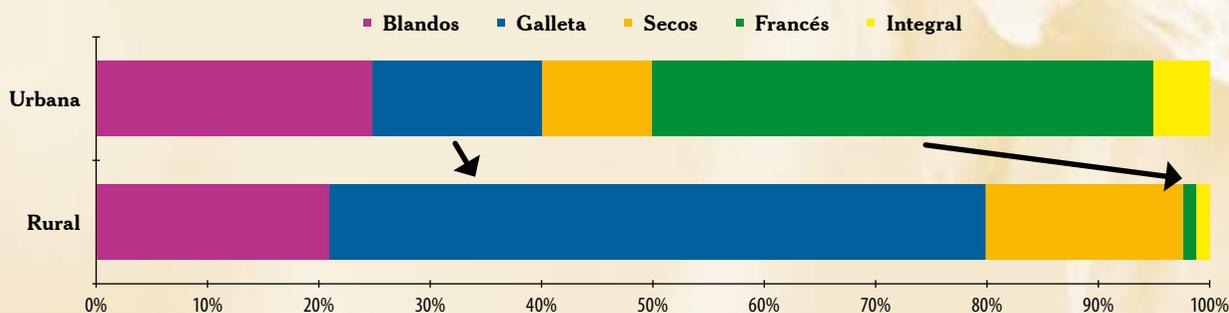


Hay que tener en cuenta que un supermercado, por ejemplo, no tiene la misma distribución de productos que una panificadora, que distribuye panificado. Esto es importante saberlo, porque los ingredientes son diferentes y el manejo de la harina es muy diferente. Aunque uno quisiera, no existe una harina única que sea ideal para todos los productos.

Lo que se hace acá es fabricar una harina “promedio” que sirva para todos los productos. Pero no hemos llegado aún a un promedio de especificaciones en el cual el siguiente paso sea la elaboración de una pre-mezcla como lo están haciendo Brasil y Argentina desde hace mucho tiempo y con resultados dispares. Según las opiniones, algunos molineros argentinos están muy contentos, otros no tanto; numerosos molineros brasileros se han arrepentido por entrar en el negocio de la pre mezcla. Si bien es cierto que un producto pre mezcla soluciona el problema, el cliente no quiere pagar más; o sea, que se quiere pagar el mismo precio que el de una harina que no es pre mezcla y evidentemente eso vuelve a tirar el precio para abajo.

Hay una gran diferencia en lo que es la producción de galleta a nivel rural, con aproximadamente un 60% de fabricación de ese producto (Fig. 4). La diferencia radica en el canal de distribución de la panificadora rural que hace que después de cierto tiempo, los panes lleguen blandos o suaves al consumidor. En el caso de los productos francés como el pan flautita de los supermercados, el mayor porcentaje lo tienen en esto, principalmente por que el pan se vende ahí. El proceso de panificación actual, es muy rapido, en el cual la fermentación es corta. Los trabajos de sobadora, o sea, de mezclado de la harina con los ingredientes, es mucho más bajo que en algún proceso tradicional de panificación. Hay casos de supermercados, que inclusive tercerizan todo lo que sean productos secos; no los producen ellos. En cambio en una panadería de barrio o rural, también tienen un porcentaje interesante de productos secos, por la durabilidad. Sabemos que un pan seco o un panificado seco como el coquito o palito, tienen una mayor duración y conservación en el hogar por ejemplo. Éstos ocupan un volumen importante cuando nosotros tengamos que producir un tipo de harina.

Fig. 4. **Productos según Panaderías**



Al menos Hilagro, como industria, ha logrado producir harina de diferentes calidades para distintas aplicaciones (Cuadro 1). Ahí está la diferencia que existe entre este producto y el porcentaje que lo produce a nivel urbano. En algunos de nuestros productos, intentamos tipificar o traducir los requerimientos del cliente; vale decir, en las especificaciones de la harina que nosotros ofrecemos a los clientes. Los valores de W requeridos para el pan francés, no son los mismos que para los demás productos, ni siquiera para los que no son panificados. Los valores de ceniza también son variables; mientras que los valores del gluten están por encima de lo que se necesita.

La calidad de la harina depende en un 70%, de la calidad del trigo; si el trigo viene malo, la harina sale mal. Ahí está el porcentaje en el cual se hace arreglos de la harina; con un 20% de diagrama y ajuste del molino y otro 10% con el agregado de los aditivos, que representan el 1,5% del costo.

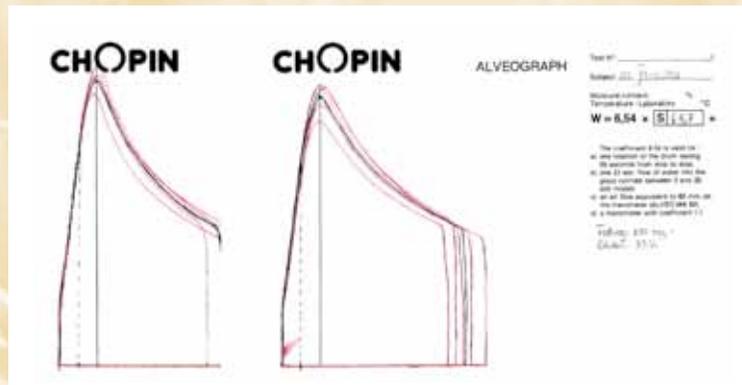
Cuadro 1. **Requerimientos de la harina para elaboración de algunos panificados en Paraguay**

	Alveograma				Cenizas C.M.S.	Gluten Humedo	Farinograma	Falling Number
	W	P	L	P/L			Estabilidad	
Pan Francés	330-370	100-110	100-130	0,8-1	<1,7%	28-30%		
Pan Felipito	>280							
Pan de Molde	>240			0,9-1		>30%	>20 mi	300 s
Tapas de Empanadas	>240			0,9-1	<0,55%	>26%		
Pastas Frescas	>270			>0,9	<0,52	>30%	17	>280
Galletitas Saladas	200-400	70-80	80-100	0,8	<1,8%	27%		
Galletitas Dulces	250	80-100	80-100	1		20-23%		>290
Fideos secos	280				<0,56%	28-31%		

En la cadena trigo-harina muy pocas veces hacemos hincapié en el proveedor de aditivos o fabricante de aditivos. ¿De qué manera influyen en el proceso? Si es del 1.5% del costo, es altísimo. Cuando hablamos de un negocio en el cual los márgenes son muy pequeños; en el cual el incremento posible de la extracción es del orden del 0.1% a 0.2% para minimizar costos, esto influye en el 1.5% que increíblemente se mantiene en el tiempo, por más que el trigo tenga ciertas variaciones en cierto producto. Si es cierto que la fuerza alveográfica es un valor interesante en reducción de costos de aditivación, el valor de W afecta directamente en la disminución del costo de aditivación por lo cual, pedir un trigo de W mayor a 350 será factible en el futuro.

En la Fig 5 se muestra una comparación de un alveograma con valores de harinas de panificación 000 dirigido al consumidor final. Hace 10 años esta era una relación P/L de 0.9 a 1.1. La panificación paraguaya ha cambiado en el período 1997 al 2002. En ese tiempo lo deseable era tener una curva alveográfica 06, en la cual la masa debería ser muy extensible y con poca fuerza. Con la fuerza, me refiero no a la alveográfica sino a la capacidad de retención de gas (P); la parte de sostenimiento de punto. Hoy, pese a no existir muchos estudios sobre la fabricación o evolución en la producción de panificados en el Paraguay, esta relación se ha cambiado.

Fig. 5. **Alveograma de dos harinas 000**



HARINA PARAGUAYA DE EXPORTACIÓN

Hay muchas personas que creen todavía que la frontera entre Paraguay y Brasil es el Río Paraná y la Cordillera del Mbaracayu. Les puedo asegurar que no es así: la frontera empieza por Pedro Juan Caballero, pasa por Curuguaty, seguimos por Campo 9 (hoy Dr. J. Eulogio Estigarribia) y llegamos hasta Santa Rita. Aquel que conoce la zona lo sabe muy bien. Así que la integración Mercosur se está dando en esa zona, y no está dada por un movimiento político, sino que por un movimiento de negocios; de oportunidades, de personas que vienen a instalarse; a vivir. Un informe de la “A Gaceta do Povo” del Estado de Paraná, Brasil, señala que los últimos dos años, cerca de 40.000 brasileros han venido a instalarse en la zona izquierda y en la derecha del Río Paraná, motivados principalmente por el “boom” económico; por las oportunidades económicas y de negocios que hay aquí. Es muy interesante porque no vienen de paso, vienen a instalarse en el país y los hijos son paraguayos que han nacido aquí y hay una mezcla de cultura interesante.

En base a una muestra de harina de la zona del Estado de Sao Paulo y comprando con los valores que tenemos, entre ambas harinas, no hay mucha diferencia; resultan casi iguales (Cuadros 2 y 3).

Para los que manejan valores farinográficos, pueden ver los mejores valores de la harina producida por Hilagro tanto en la estabilidad como en el tiempo de desarrollo. Pero sí resultó interesante la diferencia en el FN. Por eso, no estoy seguro de que esto sea trigo brasiler. Aparte, hay una diferencia entre el tipo de harina 000 y la de 0000. El resultado muestra que son valores totalmente iguales, inclusive mejor en algunos valores de 000 de Hilagro, pero los valores de estabilidad se mantienen. En Brasil, hay un gran déficit de harina 0000, a tal punto que los clientes como panificadoras y aquellos dedicados a pastas de macarrón, son los que consumen todo el tipo 0000 que se puedan conseguir; y esto es oportunidad para Paraguay.

Cuadro 2. **Comparativo de Harinas (Harina Tipo 000)**

	Harina Tipo 000 Hilagro	Harina Tipo 000 Brasil
Humedad	13,80%	13,85%
Falling	320 seg.	424 seg.
Gluten	33%	32%
Ceniza (base seca)	0,60%	0,65%
Farinograma		
Absorción	61%	63%
Tiempo de desarrollo	2 min	1,5 min
Estabilidad	12 min	4 min
Decaimiento	30 un	180 un

Cuadro 3. **Comparativo de Harinas (Harina Tipo 0000)**

	Harina Tipo 0000 Hilagro	Harina Tipo 0000 Brasil
Humedad	13,90%	13,94%
Falling	340 seg.	424 seg.
Gluten	30%	30%
Ceniza	0,50%	0,55%
Farinograma		
Absorción	60%	62,5%
Tiempo de desarrollo	2 min	1,5 min
Estabilidad	12 min	4,5 min
Decaimiento	40 un	120 un

CONCLUSIONES

Para concluir, lo positivo de trigo nacional: el gluten es excelente; el FN es buenísimo, (mientras no llueva mucho en la cosecha); la fuerza alveográfica está bien, es manejable y es aditivable. Lo negativo podría ser la falta de separación de los trigos según calidad. Esto es algo que siempre pedimos y nunca se cumple.

Hay mucha tentación porque el acopiador recibe muchas veces PH de todas las calidades: desde 76 kg/hl hasta 79 kg/hl o más en algunas zonas; pero también recibe con 73 o 74 kg/hl. La pregunta que nos hacen es ¿qué hago con el trigo si no lo mezclo?; ¿qué hago con el trigo de PH 74 kg/hl; ¿qué precio me pagan? ¿qué conviene? ¿Zarandear un poco más?; ¿Tamizar un poco más y mezclarlo después? Son preguntas de todos los años dependiendo del tipo de cosecha.

Por definición molinera creo que hemos llegado a que la barrera debe ser PH 76 kg/hl para que sea molido. También hemos tratado de hacer una alianza para comprar los dos tipos de trigos y hacer nosotros la mezcla en el molino, porque tenemos mejores condiciones, pero no lo hemos logrado. ¿Por qué? Porque está el fantasma de la bonificación versus los descuentos. Se tiene más miedo a tener descuentos que a la promesa de ganar bonificaciones. Con algunos lo hemos logrado, con otros no.

Lo que se puede mejorar aún es moler trigo arriba de 80 kg/hl; es una belleza para aquel que le gusta el arte de la molinería. El peso 1000 granos es muy importante, pero hasta ahí. En cuanto a la dureza y me refiero no al grano, sino a la capacidad de producción de sémola de grano de trigo, el trigo paraguayo es un trigo soft. Por eso, del punto de vista molinero, me gustaría tener un trigo con un poquito más de dureza para lograr que el diseño del diagrama se alargue, pero esto es solo un deseo.

La zona de Campo 9, se ha convertido en el centro de la molinería nacional, y hay una competición fuerte entre distintos molinos. La verdad es que competimos dentro de un mercado pequeño, considerando la capacidad de molienda total del país. Argentina es otro gran competidor y es un gran exportador de harina; lo mismo Brasil y recientemente Uruguay. Hay distribuidores de harina argentina hasta en Fortaleza. Estamos hablando de una larga distancia y llegar hasta ahí implica que se ha trabajado muchísimo y por largo tiempo al respecto. Recientemente conocí un molino uruguayo en Montevideo que utiliza el trigo argentino, para la harina brasilera. Repito, el trigo era argentino, el molino en Uruguay pero el producto que envasaban estaba en paquetes brasileiros.

Ahora la pregunta es: ¿Por qué nosotros no estamos ahí? Sin embargo, la gran “muralla” ha sido el precio y la posibilidad de abrir una oficina internacional o un socio “honesto.”, teniendo en Paraguay inclusive costos de mano de obra menores; y un menor costo de materia prima la oportunidad sigue siendo inmejorable.

¡Muchas gracias por la atención!

Fabricación de pastas en base al trigo nacional.



El llenado de las barcazas con trigo paraguayo.



Más de 1.000.000 de toneladas de trigo paraguayo son exportados a los mercados regionales e internacionales.



Calidad del trigo requerido por la molinería y el mercado brasileño

SR. MARCELO VOSNIKA

Asociación Brasileña de Industriales de Trigo, ABITRIGO, Sao Paulo, Brasil
Email: marcelo@moageira.com.br

Resumen



Brasil es un país netamente importador de trigo. Con el fin de promover su cultivo a nivel nacional, la Asociación de la Industria Brasileña de Trigo (ABITRIGO) mantiene una discusión que se refiere al relacionamiento del productor con los molineros para determinar las necesidades de la industria. Estas necesidades se basan en la demanda que la industria tiene en el mercado de consumo. En base a los estudios realizados de la segmentación del mercado, el volumen de la panificación asciende al 55%, que es la gran deficiencia actual. El país también es el segundo mayor productor de bizcochos en el mundo y tiene un buen mercado para las pastas, las harinas domésticas y preparaciones para las tortas, etc. Por esta razón, la mayor demanda de importación es de trigos para panificación, con buena fuerza de gluten y un alto valor alveográfico para ser utilizados en la mezcla con la producción nacional. Anteriormente, un W de 180 para el trigo pan se consideraba aceptable, pero ahora si ese valor no llega a un mínimo de 220, no puede recibir el precio mínimo del mercado. La otra necesidad del mercado radica en la segregación de distintos tipos de trigo. El mercado está tratando de remunerar la calidad segregada de los trigos y no de las mezclas como ocurre actualmente. Además de la segregación, otros dos aspectos que están tomando importancia son el color de la harina y la presencia de micotoxinas en el grano. Estas tendencias van a determinar las importaciones que la industria brasileña haga en el futuro.

Abstract

Wheat quality required by the Brazilian milling industry and market

Brazil is a net wheat importing country. With an objective to promote its cultivation, the Brazilian Association of Wheat Industry (ABITRIGO) generated a discussion group bringing the producers and the millers together to determine the needs of this industry. These needs are based on the industries' demands in the consumer market. On basis of the studies realized to segment the wheat market, 55% of the flour volume is needed for bread making, which is a great deficiency. The country is also the second producer of biscuits in the world and has a high demand for pasta products, domestic flours and pastries and cakes, etc. For this reason, the major need for importation is that of the wheats with high gluten strength to be utilized in the mixture with the national production. Earlier, a W value of 180 for bread wheat was considered acceptable. However, today if this value does not reach a minimum of 220, it will not attract a minimum price in the market. The other market need lies in the segregation of different wheat types. The market is trying to give a premium for the wheats segregated for their quality and not the mixtures, as it occurs today. Besides segregation, two other aspects of importance are the flour color and the presence of mycotoxins in the grain. These tendencies will determine the wheat imports that the Brazilian industry will make in the future.



*El día de campo de trigo
en Yhovy, Canindeyú.*



INTRODUCCIÓN

Muchas gracias a todos. Quiero agradecer a CAPECO y al Dr. Kohli, la invitación para estar aquí. Para mí es siempre interesante un intercambio de experiencias. Si bien podría hablar sobre la cuestión de calidad técnica de las harinas, otros presentadores ya trataron el tema. Entonces voy a exponer sobre el mercado; sobre lo que está pasando con Brasil; acerca de cuáles son sus necesidades, y del contexto de Brasil en el Mercosur.

Comenzaré describiendo mi empresa. En realidad soy molinero y tengo un molino en el sur de Paraná, en Brasil, que tiene más de 60 años de actividad en el mercado. La empresa trabaja en el acopio y procesamiento de cereales. Tenemos dos plantas acopiadoras y también acopiamos de terceros para recibir los cereales: cereales con segregación para uso propio. Contamos con un sistema de abastecimiento regional y con más de 1.000 productores registrados. Básicamente el 98% del trigo proviene de la compra directa a los productores, lo que hace parte de lo que se debate aquí. Es importante aclarar que los productores estén de acuerdo con el molino, sobre las variedades de trigo que éste último quiere que se siembren así como el lugar donde se van a hacer las entregas. Este es un modelo de negocio que ya se está conociendo en Brasil, aunque solo en algunos puntos específicos.

Por su parte, el Sindicato de la Industria del Trigo de Paraná, (Sinditrigo/Paraná), tiene 56 años de funcionamiento y 23 asociados, que hoy representan más del 70% de la industria triguera local en 80 molinos. Además hicimos un levantamiento de datos de todo el Estado de Paraná, el mayor productor de trigo en Brasil. El emprendimiento fue lanzado hace 15 días en la Feria de Panificación de Foz do Iguazú, por el Sindicato en conjunto con la Federación de Industrias. Voy a dejar unos ejemplares con el Dr. Kohli en caso de que ustedes después consultarlos.

Por su parte, la Asociación de la Industria Brasileña de Trigo (Abitrigo) también lanzó algo que se está discutiendo hoy día y que se refiere al relacionamiento del productor con los molinos. Abitrigo difundió una cartilla de instrucciones en donde se explica qué es lo que los molinos brasileños necesitan; cuáles son sus necesidades; y que estándares de calidad exigen de las variedades de trigo a procesar, entre otros. Esta cartilla se está distribuyendo entre todos los productores, asociaciones y cooperativas del Brasil, justamente intentando hacer lo que estamos haciendo aquí hoy: dejar en claro la necesidad del molino y la necesidad del productor e intentar combinar o articular a estos actores.

Años atrás no solo en Paraná sino también en todo el Brasil, tuvimos un interesante periodo de interrelación con el Gobierno, que regulaba las cuotas de trigo para los molinos, teniendo en cuenta a los productores y variedades que cultivaban. Eso se suspendió en los años '90 y esa ruptura fue muy abrupta; fue muy rápida. Entonces a finales de los '90 los molineros no tenían ningún contacto con los productores. El Gobierno compraba todo el trigo y vendía o importaba lo que faltaba, vendiendo después a los molineros. De esta forma, no existía prácticamente contacto alguno entre molineros y productores. Por esta razón, el mercado de trigo relacionado con los molinos en Brasil es muy nuevo; no es un mercado antiguo como parece.

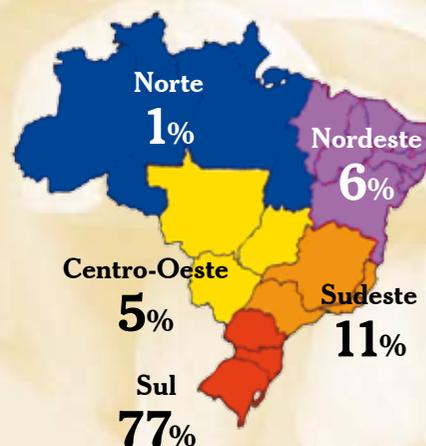
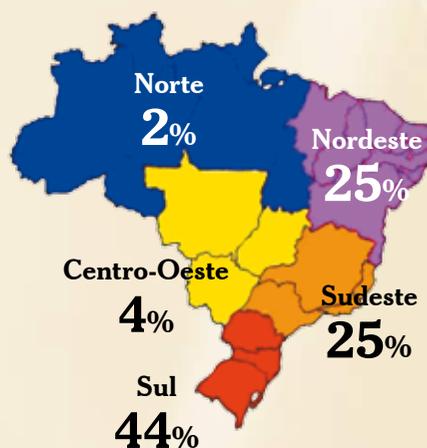
INDUSTRIA MOLINERA EN BRASIL

En cuanto a los molinos existentes, se puede apreciar que la región sur del país es la que más cuenta con las plantas procesadoras (Fig.1). En el resto del Brasil principalmente nordeste y sudeste, el número de molinos es menor y se localizan en los puertos. Se ubican en puertos no porque traen trigo importado, sino porque en la historia de Brasil hasta hace poco tiempo, los grandes molinos siempre se localizaron en los puertos. Como los grandes molinos están en puertos; y como en el resto de Brasil hay muchos más molinos, la producción de harina está centrada en el sur, un poco en Sao Paulo; un poco en Matto Grosso y los molinos se especializaron en trigo importado (Fig. 2). En consecuencia, el sudeste/nordeste de Brasil se abastece con trigo importado; mientras que el centro-este se abastece con trigo nacional.

Hay que recordar que el mercado de trigo para Brasil es el Mercosur como un todo. Sin embargo, existen varios problemas como fiscales o los impuestos con los que algunos Estados se están protegiendo. Creo que esa será la tendencia de los grandes molinos tanto en Paraguay, Argentina, Uruguay y el sur del Brasil: abastecer de materia prima al resto del Brasil, que es el gran centro consumidor del Mercosur, y eso va tras la calidad del volumen de trigo que aquí existe.

Fig. 1. **Distribución de los molinos de trigo por región – 2009**Molinos en operación: **220**

REGIÓN	Nº DE MOLINOS
Sur	168
Sudeste	24
Nordeste	14
Centro-Oeste	11
Norte	3
TOTAL	220

Fig. 2. **Producción de harina por regiones – Año 2009**

En el Brasil siempre hay una discusión en relación a qué es mejor: tener un molino cerca del centro productor; o transportar el grano por largas distancias. Pensamos que es mejor tener el molino en el centro productor y transportar directamente la harina, lo que nos parece práctico e histórico en los últimos años. Estamos hablando de las ventajas del transporte de la harina y no del transporte del grano, que aumenta en un 25% o más dicho costo.

Hay un gran interés por Paraguay en el mercado paranaense. Si se analiza como logística, creo que el trigo paraguayo, la harina paraguaya va a tener un acceso mucho mayor en los estados del sur y sureste del Brasil, principalmente de Paraná y un poco de Sao Paulo. Santa Catarina muele poco trigo y Rio Grande do Sul tiene una influencia muy grande de trigo y harina uruguayas y que va a ser difícil para Paraguay cambiar eso. Entonces el gran mercado de Paraguay es Paraná y Sao Paulo.

MOLINERÍA DE TRIGO EN EL ESTADO DE PARANÁ

De acuerdo a los registros, Paraná tienen 95 molinos. Eso no quiere decir que son efectivamente unidades molineras, porque tal vez esos molinos tengan dos o tres filiales; o dos empresas de las mismas unidades. Ese levantamiento de datos, demostró que solo 72 unidades molineras son activas, distribuidas en 50 municipios. La mayor concentración de molinos está en el Municipio de Cascavel con siete molinos (Fig.3).

Además, tenemos que saber que el Sindicato de Molinos de Paraná, este apoyando mucho a la Escuela de la Molienda que está en Cascavel. Se trata de un centro especializado que desarrolla cursos técnicos en la

Fig. 3. Localización de los molinos en el Estado de Paraná



materia, con el apoyo del Sindicato. En realidad, lo que se pretende es que esa sede en Cascavel, se convierta en un centro de excelencia en molienda de trigo, porque desde ese local se tiene acceso fácil a Paraguay, Argentina y Uruguay.

No hay otra escuela de molienda en el Mercosur a excepción de la única escuela de molienda que está en Fortaleza, que es para pequeños molinos. En verdad Paraguay, Argentina y Brasil están fuera del alcance de esta opción ya que cuesta muy caro enviar un profesional allá, y también los molinos menores y no tienen condiciones de dedicar seis (6) meses en un curso fijo. Para un molino pequeño, se necesita que el profesional esté allí todo ese tiempo. Por eso, la escuela de Cascavel va ser una muy útil porque está ubicada junto a la Facultad de Agronomía y cerca a algunos campos experimentales y comerciales de trigo. Vamos a iniciar un curso de excelencia no solo para molienda de trigo, sino también para molienda de trigo con fines específicos; diferentes tipos de trigo y fines específicos que yo diría es de vanguardia, a nivel mundial. Las únicas que he visto están en Canadá y en Suiza, pero ellas están orientadas a un solo tipo de trigo.

Como sabemos, el trigo Canadiense es muy constante en su calidad. Entonces, aprender la molienda allí es muy fácil, al tener un trigo que siempre es el mismo. Pero nuestra realidad aquí en el Mercosur es totalmente diferente: tenemos un trigo que varía todos los meses, por lo que debemos aprender a trabajar en el molino conforme a los tipos de trigo. El gran crecimiento molinero de Paraná es justamente en la región este; y en buena parte, tiene la influencia del trigo paraguayo hace unos años.

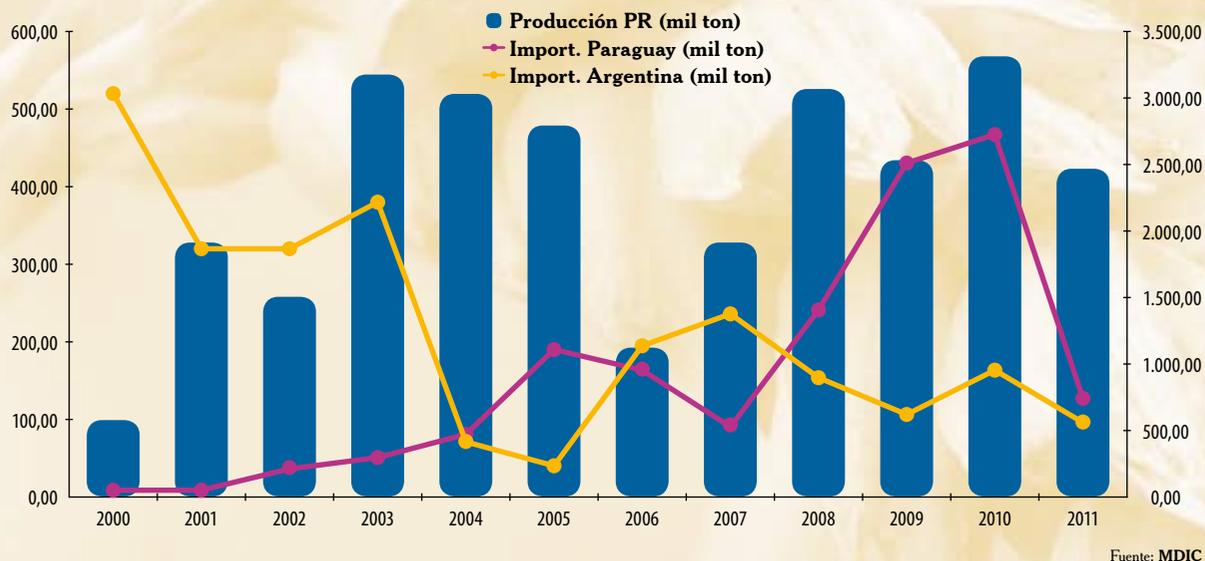
Si hablamos de la capacidad molinera instalada de Paraná - sería de 3.3 millones de toneladas por año. No sé cómo hacen en Paraguay, pero nosotros tenemos una molienda posible de 300 días. Esto porque es casi imposible trabajar 365 días. Se tiene que parar la maquinaria para el mantenimiento y otros. En conclusión, con una ociosidad de apenas 20%, que es la media de Brasil, vemos que Paraná llega con más o menos 2.65 millones de toneladas/año de molienda.

Considerando las inversiones futuras, se estima un crecimiento de 10% para el 2012. Cabe señalar que ese 2.65 millones de toneladas ya muestran un crecimiento del 20% en los últimos tres años. La molienda en Paraná aumentó un 30% en prácticamente cinco (5) años y fue evolucionando hasta convertirse en el mayor productor de harina de trigo en Brasil. Hoy Paraná es el mayor productor de trigo en granos y también el mayor productor de harina de trigo. Al comparar la adquisición de materia prima de los molinos de Paraná, tendríamos los siguientes resultados: trigo paranaense 62%; trigo argentino 15%; trigo paraguayo 11%; Rio Grande do Sul 9% y otros 3%.

Otro tema muy polémico en Paraná que se discute entre la producción local y los molinos, se resume en esta interrogante: ¿por qué compran fuera de Brasil si tienen trigo paranaense en suficiente cantidad?

Aquí tenemos datos de los molinos de Paraná que todavía compran mucho trigo paranaense (Fig. 4). Podemos ver que Paraguay está aumentando en volumen de exportación y que está tomando todo el espacio de

Fig. 4. Producción e Importación de trigo en el Estado de Paraná



trigo argentino en el Brasil. Pero esto no influyó para nada en la producción de Paraná. Paraguay tomó prácticamente todo el espacio que Argentina tenía para la venta en nuestro Estado. Por experiencia propia, puedo decirles que esto ocurrió por la calidad del trigo. Hace cinco (5) años atrás la calidad de trigo de Paraguay no era confiable, porque tenía mucha variación y no tenía fuerza de gluten. La calidad variaba de lote a lote y tenía que hacerlo con lotes pequeños porque sabía que en cualquier momento podía cambiar y cancelar el negocio. Pero hace unos años, el Paraguay fue adquiriendo esa confianza en el mercado paranaense.

Ahora puedo decir que Paraguay tiene una confianza de los paranaenses, principalmente en relación a los argentinos; porque los argentinos como todos saben tienen dificultades de impuestos; además de que el trigo argentino en cuanto a calidad está empeorando; no está mejorando. Argentina está dando un gran espacio y cediendo el mercado a Paraguay y Uruguay, que también están haciendo un buen trabajo. He visitado Uruguay pero no he comprado por logística; y la tendencia es que Paraguay y Uruguay tomen todo el mercado argentino. Esto, si continúan en esa línea, principalmente con trigo con fuerza de gluten que es la necesidad de los molineros brasileños.

LOS TIPOS DE HARINA

La producción de los molinos paranaenses, se clasifica como: **línea doméstica** que es la harina blanca para el uso doméstico, **línea industrial** que es la harina utilizada para producción de galletitas, fideos y otros producción de panificados, **línea para mezclas** que se utiliza para panes artesanales, pizzas y productos integrales y **línea para otros usos**, que da prácticamente 100% de trigo de panificación. No sé si Paraguay tiene también pre-mezcla o solo harina para panificación. En Brasil, el gran volumen de panificación es pre-mezcla; por eso algunos molineros piden una fuerza de W un poco menor porque tienen que agregar mucho aditivos para las mezclas.

De la producción molinera paranaense: un 44.7% hace harina para industrias, esto es macarrón y bizcochos, y solo 27.5% hacen harina para panificación y eso es por una deficiencia de trigo con fuerza de gluten. Hablamos del gluten porque el molinero brasileño está en busca del W y la estabilidad. La línea doméstica es de 26.5%; otros usos de 1.3%. Estas cifras están dejando en claro la situación molinera de Paraná.

Paraná se ha convertido en un gran exportador de harina para industria, básicamente de toda la industria brasileña. La mayor parte de la industria brasileña está en Sao Paulo; pero por la proximidad y las características del trigo paranaense, comenzó también a perder fuerza como centro o foco en la panificación.

En el Cuadro 1 se muestra el consumo de trigo en un comparativo con otros países, solo para mostrar que en el sur de Brasil, existe un número bien representativo de consumidores. Los números son todos derivados

Cuadro 1. Consumo Per Capita Anual de Trigo

FRANCIA	100 kg
ARGENTINA	91 kg
MUNDO	85 kg
BRASIL	52 kg
CENTRO - OESTE	22 kg
NORTE	23 kg
NORESTE	37 kg
SUDESTE	59 kg
SUR	61 kg

de trigo. Los datos muestran que la media del consumo de Brasil es de 52 kg/capita/año en comparación con Argentina que es casi el doble. Imagínense el tamaño del mercado, si los brasileros consumiesen un poco más de trigo. El gran problema de Brasil en cuanto al consumo está en que el norte, centro y este del país consumen muy poco. Eso es básicamente por los almidones de mandioca que son la base de la alimentación en estas regiones; mucho almidón y poca proteína; pero eliminando algunas barreras y con la harina llegando a un costo mejor, se puede empezar a cambiar la situación.

Para mejorar el consumo de trigo en estas regiones, se hizo un trabajo articulado con la Asociación de Masas Alimenticias; con la Asociación de Pastas y la Asociación de Panificación. En este contexto, hoy se está llevando a cabo, un programa de aumento de consumo muy grande en el Brasil: comenzamos con nutricionistas y con escuelas, procurando hacer un trabajo a largo plazo. Este trabajo a largo plazo refleja un mercado potencial mayor para todo el mundo.

En los últimos años, el consumo de harina en el Brasil creció, solo que este crecimiento es prácticamente nulo ya que está aumentando conforme al incremento de la población (Cuadro 2). Este cuadro histórico, señala la importación de harinas realizadas por Brasil. Diría que en este cuadro, el papel del Paraguay debe ser muy poco, tal vez en los últimos dos años, pero es básicamente la harina argentina. Con la calidad de harina que mostró el Ing. Ricardo Torres, es fácil incursionar en ese espacio. Teniendo una diferencia tributaria, es fácil para los argentinos exportar la harina de trigo, más allá de las retenciones que ellos tienen dentro del país, porque se trata de subsidios a los molineros. Ellos tienen aún una diferencia tributaria, que la harina tributada cuando sale del país o del estado, de un 23% como trigo, paga un 13% para la harina. Entonces tienen un 10% de beneficio contra los molinos brasileros. Y esto solo en la cuestión tributaria del país; sin analizar costos de trigo o de la harina.

Lo interesante es que la gente está cuestionando esto en Brasil; pero no están haciendo nada aun porque la balanza comercial es muy favorable para Brasil. Aquí se observa que ese precio de Argentina es más barato, y conveniente para no aumentar la inflación de Brasil. Entonces está muy difícil convencer al gobierno brasileros a salir de esa posición que resulta ser muy cómoda. Y Argentina alega cuando hace esa tributación de trigo en

Cuadro 2. Consumo de Harina de Trigo en Brasil – 2005 a 2010 (mil t)

PAÍS	2005	2006	2007	2008	2009	*2010
Producción Brasil	7.125	7.382	7.087	6.777	7.013	7.350
Importación harina/mezclas	367	453	630	682	644	600
Consumo Brasil	7.492	7.835	7.717	7.459	7.657	7.950

grano, o hace la liberación de cuotas de exportación para el productor, que la preocupación de ellos es no desabastecer el mercado interno. Solo que ellos hacen esas limitaciones de exportación de trigo, pero no para la harina; la preocupación es esa: se está vendiendo harina y asegurando trigo por una preocupación de desabastecimiento. Si se conoce ese beneficio fiscal, es muy difícil competir con la harina argentina.

En el Cuadro 3 se muestra la segmentación de mercado de Brasil. El tamaño del volumen, 55%: muy elevado, esta para en la panificación. Brasil necesita más o menos 5 millones de toneladas de trigo para la panificación. Esa es la gran deficiencia del Brasil y es el mercado de consumo. Brasil también es el segundo mayor productor de bizcochos del mundo, pero también es uno de los mayores consumidores. También es un buen mercado para las pastas, las harinas domésticas y preparaciones para tortas. Existe otro mercado para mezclas, pre-mezclas especiales para la panificación que son específicas para pan de hamburguesas, pan integral o panes especiales. En resumen, el más grande consumo es del pan francés; el 80% del mercado está en el pan francés. Además, hay que recordar que las harinas y subproductos, se utilizan en la elaboración de alimentos balanceados para animales.

Cuadro 3. **Harinas – Participación en el Mercado de Derivados - 2005 a 2009**

PRODUCTOS	2005 mil (t)	2006 mil (t)	2007 mil (t)	2008 mil (t)	2009 mil (t)	% Part.
Total harinas para el mercado	7.492	7.835	7.717	7.459	7.657	-
Doméstico	1.349	1.238	1.050	1.002	960	12,5%
Fideos o pastas	1.064	1301	1270	1274	1.293	16,9%
Bizcochos	832	830	790	831	856	11,2%
Panificación	4.097	4.309	4.195	4.102	4.211	55,0%
Otros segmentos	150	157	413	250	337	4,4%

Fuente: ABITRIGO / ABIMA / ANIB / ABIP / MDIC

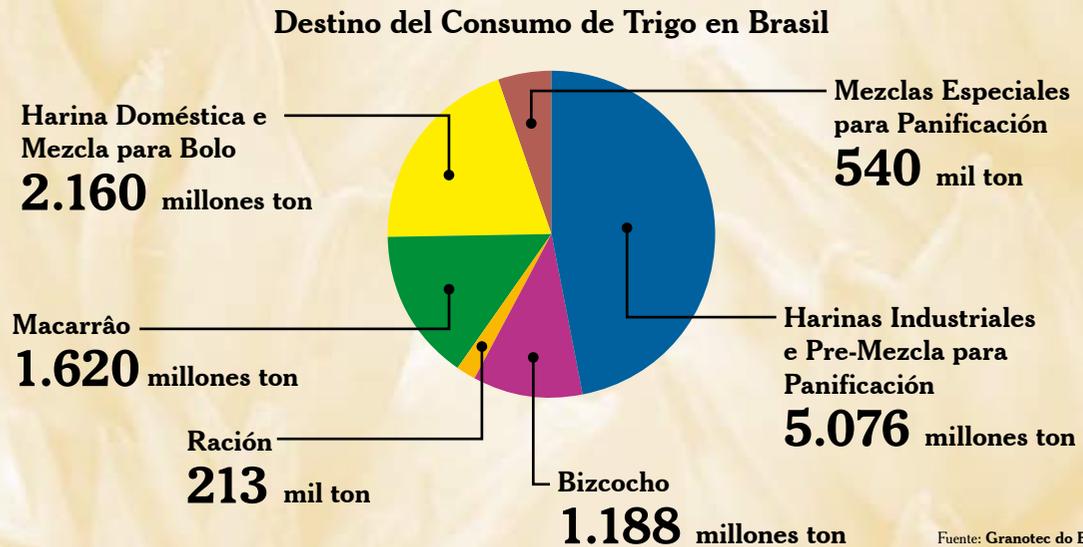
La gran deficiencia del Brasil es en el volumen de trigo para la panificación Fig 5. **Así que donde Paraguay tiene que mirar es en la harina para panificación; en trigo para panificación, porque esos son productos directos que en Brasil tienen alta demanda** (Cuadro 4). Pese a todas sus dificultades de segregación y de la venta, el gran problema para Brasil es la harina para la panificación. Yo diría que el productor brasileño tiene un retroceso en ese punto, porque - salvo algunos casos específicos - o ya tiene mucho más avanzado la cuestión de datos de crecimiento de variedades para la panificación, o infelizmente debido a una baja en los precios del trigo, el productor optó hace unos dos años atrás, parar la productividad en detrimento de la calidad.

Y eso en nuestra opinión fue lo que hizo que todo el mercado se viniera para abajo: teniendo cada vez el trigo más barato, el molino tiene que importar más y usar el trigo paranaense en mezcla para llevar el costo para abajo y no como una mezcla de calidad. Desde nuestro punto de vista, eso fue desastroso para todos; fue un retroceso, lo contrario de lo que estoy viendo en Paraguay, que cada vez está logrando un mercado nuevo; menos viciado de intervenciones del gobierno en todo; fue más fácil adaptarse. Cuando se comienza un emprendimiento resulta más fácil ello, que intentar levantar una que está por 30 años en el mercado. Entonces podemos decir que el trigo paraguayo es un trigo de panificación; eso se demuestra en las especificaciones de las que hablaron ya los otros expositores.

NUEVA CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE TRIGO EN BRASIL

En los Cuadros 5-7, están puestas las intervenciones del Gobierno; y es aquí donde comienza a tropezar un poco el mercado. El Gobierno anunció semanas pasadas que está volviendo a hacer subvenciones al productor paranaense o brasileño y a partir de esta disposición, los molinos tienen que respetar esos precios. Entonces la diferencia de precios del mercado se ve como un premio del Gobierno. Y el Gobierno hizo eso, por la presión

Fig. 5. Relación oferta/consumo de trigo en Brasil



Cuadro 4. Parámetros de calidad para utilización de harinas

Usos	W	P	P/L	Abs. (%)	Est. (min.)	F/N	Cor	Prot. (%)
Panificación								
Artesanal	>250	-	1,2 - 2,0	>58	12	>250	>92	>12
Industrial	>250	-	1,2 - 2,0	>58	12	>250	>92	>12
Doméstico	>180	-	0,8 - 1,5	-	-	>250	>92,5	>10
Masas	>300	-	-	-	-	>250	>94	>14
Bizcochos								
Fermentados (Crackers)	180 - 220	60 - 90	56 - 60	56 - 60	-	>250	>90	9 - 10
Moldeados (Dulces/Salados)	90 - 160	40 - 60	<60	<60	-	>200	>91	8 - 9
Laminados (Cookies/Galletitas)	110 - 180	60 - 100	56 - 60	56 - 60	-	>200	>91	8 - 9
Waffle	-	-	-	<56	-	>200	>91	7 - 8
Bolos	-	-	<56	-	-	>200	>92	<8

Fuente: O Triticulor e o Mercado, 2011

de la industria; porque con esa subvención, básicamente acostumbró al productor brasileiro a plantar trigo para venderle al Gobierno. Aunque este precio mínimo agrada al productor, quedó muy alto comparado con el mercado internacional. Como el cambio de la moneda brasileira se valorizó por demás; el precio mínimo del Gobierno quedó muy alto. Entonces el productor empezó a olvidar de la calidad; olvidar lo que los molinos querían y sembró para el Gobierno. En la nueva clasificación, analizamos la calidad del trigo en grano.

El Gobierno obviamente compraba con un precio más alto que los molinos, entonces todo perdió un poco el sentido, solo que el Gobierno vio eso unos años después, y quiso dar nuevas clasificaciones para el trigo brasileiro Cuadros 6 y 7. Lo más importante ahí no era la clasificación sino hacer exactamente lo que la industria quería; lo más importante era mostrar el mercado al productor; que el trigo que no estuviera encuadrado dentro de la norma no tenía derecho al precio mínimo. Entonces se iba a dejar de lado a los productores que cultivaban mal. En otras palabras, aquel productor que cultive para el Gobierno, necesariamente debe cumplir con las recomendaciones establecidas; de lo contrario no puede venderle más al Gobierno. Ocurre que el Brasil no tenía

Cuadro 5. **Subvención del Gobierno. Trigo, precios mínimos - Zafra 2010/11 (R\$/t)**

Regiones	Tipo	PH mínimo	Blando	Pan	Mejorador/Duro
Sur	1	78	396,83	477,00	499,50
	2	75	369,83	438,33	459,00
	3	70	320,00	376,00	376,00
C-Oeste, Sudeste y BA	1	78	446,33	534,67	559,83
	2	75	414,00	490,50	513,83
	3	70	359,83	422,83	422,83

Fuente: MAPA

como sacar ese trigo del país. Entonces incluimos esa clasificación para poder embarcar este tipo de trigo hacia mercados del exterior. Ese tipo de padrón que es el más bajo se denomina tipo 4 (Cuadro 7).

Podemos ver que el trigo pan es de gran consumo en Brasil. Antes tenía que ser de un W de 180; pero ahora tiene como mínimo 220, sino no va a ser considerado como pan; no entra en el precio mínimo, aunque sí en otro precio mínimo que es más bajo. De este modo, se va a desmotivar al productor producir baja calidad. La propuesta iba a ser implementada a inicios de este año, como novedad de la agricultura. Como el productor

Cuadro 6. **Clasificación de trigo – MAPA**

Ordenanza N° 91, de 25 de febrero de 2010

Clases de Trigo	Valor mínimo del gluten en Joules	Estabilidad tiempo en minutos	Tiempo de caída en minutos
Trigo mejorador	300	15	250
Trigo pan	220	10	220
Trigo para uso doméstico	180	7	220
Trigo padrón	160	5	200

Fuente: MAPA

Cuadro 7. **Clasificación – Trigo Nacional**

Ordenanza N° 91, de 25 de febrero de 2010 – Art. 37

Límites de Tolerancias admitidos por tipo

Tipos	Peso Hectolítrico (valor mínimo)	Número de Queda (valor mínimo expresado en segundos)	Defectos				
			(% máximo)				
			Materias Extrañas e impurezas	Dañados por insectos	Dañados por el Calor, Mofados e Ardidos	Chochos Triguillos e Quebrados	Total de Daños
1	78	250	1,00	0,5	0,50	1,50	2,50
2	75	220	1,50	1,0	1,00	2,50	4,00
3	72	180	2,00	1,5	2,00	5,00	7,00
4	68	60	2,00	2,0	2,00	7,50	11,00

tiene mucho recelo y dudas de poder adaptarse a esta propuesta en un solo año, se consiguió postergar un año más la misma. Así que entraría en vigencia en la próxima zafra de Brasil y eso ya está cerca. Entonces esperamos que esto permita un cambio de calidad o por lo menos de los conceptos del productor brasileño. Ante esta nueva situación, en donde la industria brasileña comienza a mostrar que ella está “detrás” de la calidad, coloquemos aquí aquel convenio que se firmó sobre trigo con Argentina; específicamente con algunas entidades argentinas, para definir una nueva clasificación del trigo argentino (Cuadro 8).

Hace veinte días se firmó un convenio similar con Uruguay y sugiero que Paraguay se haga lo mismo, para minimizar los debates sobre las respectivas legislaciones. Estos datos son datos de mercado, que nada tienen que ver con la legislación de Grado 1 o Grado 2 del trigo argentino. Estamos hablando ahora comercialmente: quién compra el trigo; quién vende el trigo. Y esa es la clasificación que las empresas independientes del gobierno van a intentar fortalecer. Entonces: ¿qué es lo que buscamos con eso? Buscamos calidad y reformular el mercado interno.

Cuadro 8. **Clasificación – Trigo Argentino**

Ítems	Tipos de Trigo		
	Corrector	Superior	Común
PH-mínimo	78	78	78
W-mínimo	300	250	200
Estab-mínima	18	12	8
F. Number mínimo	300	280	250
Gluten (B.U.) Base Húmeda	28,0%	24,0%	N.A.
Prot. (B.S.) Base Seca	12,5%	12,0%	11,0%
Humedad máxima	13,0%	13,0%	13,0%

Fecha: 09/06/2010

Nota: As demais especificações mínimas necessárias deverão ser, do Trigo Tipo 2, contidas na Resolução 1262/2004 em vigor na Argentina.
Cor: Os parâmetros são valorizados na aquisição de trigos que tenham cor com alto valor de “L”. A base de referência é o colorímetro Minolta.

EL MERCADO INTERNO DE TRIGO Y LAS TENDENCIAS

¿Cuál es el gran problema del trigo en el Brasil? El trigo es cosechado en tres meses pero su consumo es durante todo el año. Entonces, ¿dónde queda ese producto? ¿Quién hace frente a esa inversión? ¿Quién va a pagar por ese producto? Porque los molinos necesitan comprar con un margen de 60 a 90 días (esa es la media en Brasil), la realidad que la posibilidad de ser autosuficiente en trigo no existe. Brasil tiene que vender su trigo, como hizo en el pasado: vendió mucho trigo en Rio Grande do Sul, que tenía una proteína de alto valor nutritivo y fue bien aceptado tanto en África, como en Paraguay. Brasil puede producir más o menos, pero lo cierto es que se está pensando en el mercado mundial y no en el mercado brasileño.

El otro aspecto es el cabotaje que también puede beneficiar al Paraguay. Para enviar trigo de la región sur para el nordeste en Brasil, con certeza sale más caro que para Paraguay mandar trigo de aquí, hacer trasbordo en Nueva Palmira (Uruguay) y llegar al nordeste. Tenemos una ley en Brasil que solo permite la navegación de cabotaje para navíos de bandera brasileña, con la flota de navíos de Brasil, sale mucho más barato traer trigo de Argentina que de Paraná o de Rio Grande do Sul. Entonces la propia legislación ya viabiliza eso; mas es una oportunidad para que otros países entren y tengan libertad de acción. Ahora voy a tratar de mencionar las tendencias de lo que pasa en el país.

• Segregación

Las principales dificultades de la segregación radican en que las estructuras brasileñas están muy saturadas; centralizadas en ciudades, siendo las únicas, porque Brasil tiene una vocación por la soja y maíz. Ahí no se requiere segregación. Entonces los grandes almacenes graneleros cuentan con 100 mil a 200 mil toneladas de acopio; lo que para el trigo no resulta. Brasil tiene que actualizar la capacidad de almacenaje en propiedades rurales que esta apenas 4 - 5%, en comparación con Argentina (25%) y los Estados Unidos (70%).

El punto de segregación está en el campo. Entonces tener un gran acopio que no tiene varios silos, solo un gran sitio o almacén granelero del propio Gobierno, contribuye a que se pierda la identidad del trigo. ¿Dónde es que se mantiene la identidad del trigo? La respuesta es, en el campo o en el sitio de acopio que está cerca. Este punto de segregación ya fue muy debatido en Brasil. Pero igual tenemos aún algunos molinos que hacen eso. Hay cooperativas que trabajan de esa manera, pero no es la realidad del mercado. La segregación aun es un problema. Todo el mundo está consciente y se pregunta qué tenemos que hacer. En cuanto al debate sobre la cuestión del Gobierno, al productor se le concede cierta comodidad al comercializar un trigo de padrón malo; con precio bueno. Entonces no está preocupado, porque le vende el trigo al Gobierno. Pero sí es una preocupación para el que quiere vender para el mercado; para lo que el mercado quiere comprar. Nosotros recibimos muchos acopios diferentes o acopiamos de los molinos que están cerca, e incluyen hasta siete variedades de trigo.

Para mí particularmente, la segregación, tiene una relación fuerte con el consumo de los molinos de Curitiba y Ponta Grossa. Eso llevó a originar el trigo light y abrir un nuevo mercado. Por ejemplo, el año pasado vendimos 25 mil toneladas de trigo en grano que optamos por no moler; y vendimos segregado y los otros molinos valorizaron eso.

La verdad es que estoy en el bando opuesto ya que estoy a favor del comerciante de trigo. Para nuestra región no hay problemas: compramos el trigo y lo vendimos, en calidades diferentes, de acuerdo a lo que el molino comprador quiere. Es algo fácil para nuestra empresa porque tenemos un laboratorio completo para todos los análisis. Entonces podemos lograr esa segregación; debo probar que la calidad es uniforme y eso tiene un plus más en el mercado. Por eso para nosotros compensa más vender trigo en grano que moler y vender harina en los Estados mencionados.

En cuestión de la segregación que los asistentes discutieron antes con los Dres. Peña y Kohli, quienes nos dijeron que no existe el trigo malo; sino que el trigo mal seleccionado; o con mal uso. A mí me gustaría agregar que sí existe el trigo malo. **El trigo malo es el trigo que está mezclado; el que el molino no sabe qué hacer con él;** ese es un trigo malo. Se pueden tener diez variedades buenas adentro, pero si se mezclaron; entonces pasa a ser un trigo malo.

Por experiencia propia les puedo asegurar que no se puede perder la calidad del trigo en la segregación, solo se pierde en el secado, en el almacenaje; en todos esos puntos se puede perder. Por lo expuesto, todos debemos estar con los mismos conceptos. Se tienen que hacer reuniones como éste; hacer reuniones con productores, para informar también lo que se está haciendo aquí; Al hacer reuniones con los interesados; con grandes productores y compradores, el propio cliente llegará a decir, que el molino solo es una cadena; es solo una de las puntas.

• Arreglos Regionales

Otra grande tendencia del mercado brasilero es de los **arreglos regionales** o locales. Los productores regionales promueven su región; por lo que es importante que tengan una logística buena y comiencen a conversar sobre qué necesidades de trigo tienen; sobre las **toxinas y micotoxinas** ya tratadas aquí. Otro punto de gran polémica en el Brasil, son los **métodos de hacer análisis**. Hay que estar consciente que hay métodos exigidos por el mercado (por ejemplo Nestlé), es uno de los más exigentes del Brasil, incluso desde el punto de vista de la legislación, ante lo cual debemos poner mucha atención.

• Color de la harina

En cuanto al color, en el mercado brasilero todavía se tiene el hábito de consumir mucha harina clara. Al respecto, los molinos grandes en Brasil, ya están solicitando otros colores; diferentes tonalidades. Entonces discutimos sobre el color: sobre cuán blanca es la harina: cuán amarilla es porque se quiere usar menos colorante. Por eso ya están atrás de la segregación también, de las tonalidades del colorímetro. En el Brasil tenemos varias que tienen una tonalidad bien alta, B14, B15 y eso para la fabricación del macarrón es una maravilla. La gran dificultad es hallar un trigo puro para moler y dar la constancia para eso.

• Rastreabilidad

Los grandes grupos que exportan harina en el Brasil están exigiendo los aspectos de la rastreabilidad de los productos junto con la cuestión de las toxinas. Saben dónde está el problema que se puede presentar; la legis-

lación también contempla la rastreabilidad. Si aparece un producto contaminado, hay que volver hacia atrás e intentar identificar quién es el productor; de dónde salió el producto. Pero así, diría que también ese producto se va a valorizar. Hay que tener un registro del suelo desde que se plantó; todo lo que fue usado en ese campo; cuál fue el acopio que quedó con el silo; con cuáles trigos se quedaron, y el producto final va a tener otro precio; se va a pagar más, principalmente para alimentos infantiles, alimentos que tengan una necesidad de mayor calidad. Estamos en la búsqueda de productos de calidad. Es lo que veo que la industria brasilera está pidiendo. En este contexto, el Mercosur ya plantea todas esas exigencias.

Otro punto es que el Brasil tiene un problema muy fuerte de liquidez. El productor siempre reclama que no tiene a quien vender el trigo. Entonces siempre les digo a los productores que la venta del trigo está ligada a la calidad; y la calidad tiene que ver con lo que el cliente pide; con lo que el molino requiere. Bajo estas condiciones, el productor va a vender sin dificultad alguna y va a tener una liquidez con ese producto. Tal vez él no tenga un premio, pero sí tendrá beneficios monetarios.

Aquí la campaña tiene que ser del consumo, con los productos y derivados del trigo, con los beneficios para la salud, incluyendo sazones y recetas. Hay que desmitificar lo de que el carbohidrato engorda. Hemos preparado un vasto material para eso y todos los molinos de Brasil ya están usando en sus logos y embalajes. El desafío es elevar la calidad por un lado y aumentar el consumo por el otro.

¡Muchas gracias por su atención!

Preguntas y comentarios

Dr. Peña: Yo vengo de México y mi pregunta directa que hago al industrial es ¿sabes realmente lo que quieres?; ¿entiendes que es calidad? Realmente se están arrastrando distorsiones que vienen del mercado internacional. Cuando EE.UU. y Canadá plantean que ciertos límites de calidad son necesarios para mejorar la calidad, la interacción con molineros de México les ha permitido ver que tenían percepciones erróneas de lo que se puede y no se puede; han percibido lo que se puede lograr y a la vez comprenden que deben cambiar sus criterios de calidad, para que una unión del productor con el industrial haga que la cadena sea sostenible a través del tiempo.

Marcelo Vosnika: Creo que los molineros están muy enfocados en lo que el cliente quiere; a sus exigencias. Varias panaderías de algunas regiones de Brasil, mezclan con una harina más flaca. Entonces uno puede comprar y bajar la calidad, porque la calidad no es realmente necesaria para ese producto. La población, infelizmente está entrando en ese tipo de comercio.

Dr. Peña: ¿Realmente la pregunta era sí son exagerados los parámetros de calidad? La verdad es que cuando hice mi presentación, hice hincapié en que somos productores que atendemos al cliente final que son: los panaderos, los pasteleros, fideeros como los llaman en nuestro país, Todo está poco tecnificado en el sentido de exigirnos tal parámetro en tales condiciones; eso no existe. Lo que hacemos es interpretar lo que ellos quieren en cuanto a producto final; en valores medibles por nosotros, utilizando los instrumentos que tenemos. Y eso no es una exigencia del cliente. El cliente no compra tal o cual producto porque tenga un W, X; o por que tenga un cierto valor de gluten. El 65% de nuestros clientes son panificadoras que no miden el gluten; no miden otros valores. Muchas veces sabemos que estamos con valores o parámetros inferiores; pero estamos dentro de lo que el cliente está dispuesto a pagar y que reconoce como calidad. Existen parámetros como el farinograma, que realmente lo hacemos como referencia más que como herramienta de comercialización. En ese nivel, los fideeros están algo más adelantados: nos piden ciertos parámetros específicos como ceniza, color y gluten.

Vista panorámica del campo experimental del CRIA.



Fabricación molinera de pre/mezclas de trigo

DR. JOSE NADAL (PRESENTADA POR EL DR. KOHLI)
PROZYN, Rua Dr. Paulo Leite de Oliveira, 199 São Paulo | SP | Brasil | cep 05551-020
Email: nadal@prozyn.com.br

Resumen

El uso del trigo en la dieta brasileña, principalmente en el sector urbano, se ha incrementado durante los últimos 30 años. Aunque la panificación sigue siendo el componente más importante, es interesante observar un incremento significativo en la confección de fideos, panes especiales, pizzas, bizcochos fermentados, etc. que requieren trigos de cierta calidad diferenciada. En el mercado de la harina brasileña, alrededor del 55% está destinada para la confección de panes; un 11% para las galletitas; otro 13% se utiliza a nivel doméstico y un 17% para la confección de masas y de fideos. De la proporción destinada para la confección de panes, sólo un 9% del mercado es para las industrias grandes y el otro 91% están destinadas a las pre-mezclas. Esto muestra que el uso de pre mezclas en Brasil se ha fortalecido de gran manera durante los últimos años. La calidad de harina de pre mezcla está basada en parámetros como el Falling Number y el valor de la alveografía, especialmente el de W. Un valor de Falling Number de 200 y W de 250 es considerado excelente para lograr pre mezclas necesarias. El sector industrial de pre mezclas distribuye la harina para la confección de pan francés, panes variados y tortas, bizcochos, etc. El principal factor que favorece el incremento de este mercado es la estandarización de la calidad del producto, lo que facilita el proceso de fabricación tanto a nivel industrial como artesanal. Actualmente la industria de pre mezcla está ampliando la disponibilidad de productos, agregando pre mezclas de harina para tortas de 3 a 6 sabores y llegando hasta 5 a 15 sabores para las amas de casa. En comparación con otros países como Estados Unidos, de Europa o de América Latina, Brasil es el líder en el uso de pre mezclas principalmente en galletitas dulces e ingredientes y mezclas para panificación. Los cambios en el uso de la harina en Brasil, especialmente el aumento en el uso de las pre mezclas puede ser considerado como una oportunidad para Paraguay que puede avanzar en la exportación de su trigo excedente al país vecino.

Abstract

Fabrication of milled pre-mix flours in wheat

The use of wheat in the Brazilian diet, primarily in the urban sector, has increased during the last 30 years. Although the utilization of bread remains the most important component of the flour industry, it is interesting to see an increase in the making of pasta products, special breads, pizzas, sweet biscuits, etc. which require differentiated quality of wheat flour. In the Brazilian flour market, approximately 55% is destined to the bread manufacturing; 11% for the cookies and biscuits; approximately 13% is used as domestic flour and about 17% for the cakes and pastries or pastas. Of the proportion destined for bread making, only 9% of the market is for the large industries, while the other 91% uses pre mixed flours. It shows that the use of pre mixed flours has strengthened greatly over the last few years. The wheat quality for the pre mixed flour is based on parameters such as Falling Number and the alveographic values, especially the W. A Falling Number value of 200 and a W value of 250 is considered excellent to achieve necessary pre mixtures. The industrial sector distributes pre mixed flours for French bread, different types of breads, pastries and biscuits, etc. The major factor that favors the increase of this market is the standardization of the product quality which facilitates the baking process at industrial as well as artisan level. At present, the pre mix flour industry is expanding to make more pre mixes available in the commercial market, such as pastries with 3 to 6 flavors and others of 5 to 15 flavors for the housewives. In comparison with other countries such as United States or European countries or Latin America, Brazil leads in the use of pre mix flours especially in the sweet cookies, cakes and pastry ingredients and for bread making. The changes in the use of wheat flour in Brazil, especially the increase in the use of pre mix flours can be considered an opportunity for Paraguay to advance its wheat exports to the neighboring country.

Los productos nacional
de panificación.

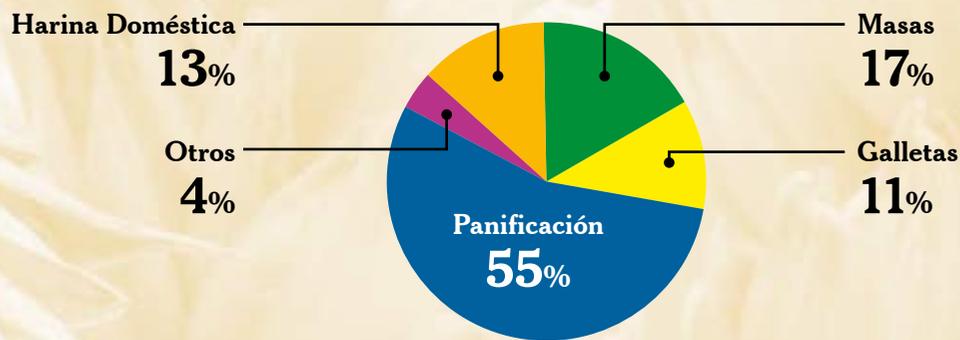


INTRODUCCIÓN

Gracias, voy a tratar de ser lo más breve posible y apreciamos el esfuerzo del Dr. José Nadal en enviarnos esta presentación. En PROZYN se está hablando de las pre-mezclas y nos interesó este tema, porque es una tendencia en el mercado de harinas en Brasil.

Durante los últimos años, el uso de las pre-mezclas en Brasil se ha fortalecido en gran manera. Los datos presentados en la Fig. 1 ya fueron discutidos por el Sr. Marcelo Vosnika. La panificación en el mercado de harina con el 55% para la panificación; 11% para las galletitas; 13% como harina doméstica y un 17% para masas o fideos. Lo que él no mencionó es que de ese 55%, apenas el 9.2% del mercado es para las industrias grandes y el otro 91% por ciento de las harinas están destinadas a las pre-mezclas.

Fig. 1. **Mercado de harinas en Brasil - Año: 2009**



Fuente: ABITRIBO / ABIMA / ANIB / ABIP / CONAB

CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD REQUERIDA

Las características de calidad requeridas para diferentes productos panificados en Brasil están señaladas en el Cuadro 1. Es interesante ver estos valores para la confección de fideos, panes, pizzas, tortas, bizcochos fermentados y bizcochos dulces etc., ya que nos orientan a qué tipo de mercado podemos dirigir con un trigo de cierta calidad diferenciada.

Voy a concentrarme solo en dos valores que siempre son discutidos a nivel local, el de Falling Number (FN) y del W, que es la fuerza del gluten. Se puede apreciar que casi todos los productos mencionados requieren de un FN de 200 o más, que no es un problema para el país excepto en años con cosecha húmeda y variedades susceptibles al brotado.

El aspecto más sorprendente es el valor de W que se requiere la industria para estos productos. Para las masas, la industria pide un W de más de 280; para panes de 180 a 275, que es mucho menor de lo que nos exigen algunos importadores. Entonces hay una incoherencia entre el valor que realmente la industria panadera necesita y el valor de más de 300 que los molineros piden. Aparentemente Brasil tiene su razón porque quieren mezclar sus trigos, pero eso es otro tema y necesitan pagar un diferencial para lograr trigos de este alto valor. En cuanto a las pizzas, requieren un W de 150 a 200; tortas menos de 100; bizcochos 150 a 200; y dulces menos de 100. Lo que se puede resaltar de este Cuadro es que las variedades locales manejadas en tres a cuatro grupos; pueden atender las demandas del mercados Brasileño. Es una relación que Paraguay va a tener que desarrollar y es el camino por donde debemos avanzar.

PRE-MEZCLAS Y SUS VENTAJAS

Históricamente, el mercado en Brasil comenzó con las pre-mezclas hace más de 20 años, en grandes molinos; y actualmente su uso representa más del 50% de los panes vendidos en ese país. El perfil del sector

Cuadro 1. **Características de calidad requeridas para diferentes productos panificados**

Características	Masas	Panes	Pizzas	Tortas	Bizcochos fermentados	Bizcochos dulces
Cinzas b.s. (%)	0,50 - 0,70	0,50 - 0,70	0,45 - 0,60	0,45 - 0,55	0,7 - 1,0	0,8 - 1,2
Gluten húmedo (%)	Sobre 28	Sobre 26	25 - 30	20 - 25	25 - 30	20 - 25
Gluten seco (%)	Sobre 9,0	Sobre 8,5	8,0 - 10,0	7,0 - 8,5	8,0 - 10,0	7,0 - 8,5
FN (seg)	>280	225 - 275	225 - 275	200 - 250	225 - 275	200 - 250
Farinografía						
Absorción de agua (% b14%)	62 - 64	>60	>60	N.A.	<55	<55
Desarrollo (min)	5 - 10	3 - 6	3 - 6	1 - 2	3 - 6	1 - 3
Estabilidad (min)	Sobre 150	12 - 18	6 - 12	2 - 4	6 - 12	2 - 4
Extensografía						
Ext. Resis. Ext. (U.P.)	300 - 500	250 - 350	200 - 250	150 - 200	200 - 250	150 - 200
Extensibilidad (cm)	12 - 16	14 - 18	16 - 20	12 - 16	16 - 20	12 - 16
Área (cm ²)	Sobre 150	130 - 180	100 - 150	Debajo 100	100 - 150	Debajo 100
Alveografía						
P/L	Sobre 2,0	1,0 - 1,5	0,5 - 0,9	N.A.	0,5 - 0,9	0,3 - 0,5
W (10 ⁻⁴ J)	Sobre 280	180 - 275	150 - 200	Debajo 100	150 - 200	Debajo 100

industrial nos indica que están vendiendo pre-mezclas para pan francés y panes variados en bolsas de 25 kilos, que van para las panaderías de los supermercados y de los barrios (Fig. 2). Para panaderías que hacen tortas hay paquetes de 5 kilos; y de medio kilo para las amas de casa. De esta forma, están cubriendo un gran mercado, tanto dirigido al uso doméstico como a las industrias pequeñas y grandes.

¿Cuáles son las ventajas de la pre-mezcla? Primero, es la estandarización de la calidad del producto. Dependiendo de la calidad de la harina se hace la pre-mezcla que se envía al panadero en forma estandarizada. Entonces no hay necesidad de mano de obra calificada; no necesitan un maestro panadero y hay una buena relación de la calidad con el precio que se recibe para este producto. Otra ventaja es la facilidad para preparar una amplia variedad de productos estandarizados. El proceso de fabricación es bastante fácil y muy rápido ya que lo único que hay que hacer en el molino, es agregar un pre-mezclador y la harina en proporciones correctas.

El funcionamiento de una mezcladora se muestra en forma esquemática en la Fig. 3. Por ejemplo: en la pre-mezcla para pan francés ¿cuáles son los requisitos? Son: harina de trigo 100%; sal 2%; núcleo (ingrediente como gordura o algún otro aditivo) ~0,5%. Para la preparación del pan francés, se usa: pre-mezcla 100%; agua 54% a 60%; y levadura 1% a 4%. En otras palabras, teniendo las pre-mezclas específicas el panadero puede cubrir una gran variedad de demandas del mercado de mejor manera.

Cabe señalar que Brasil está en el primer paso, donde las pre-mezclas disponibles actualmente están principalmente para producir el pan francés. Más del 50% del pan francés en Brasil, sea en panaderías pequeñas o grandes, se elabora con pre-mezclas. El segundo paso es por supuesto, el pan francés plus, de mejor calidad o variado; y el tercer paso sería pan moreno, pan de granos múltiple y pan de ama de casas de tres a seis tipos.

Las pre-mezclas para las tortas están pasando por el mismo camino. El primer paso ya se han dado al tener tortas de tres a seis sabores en las panaderías. El segundo paso sería tortas para amas de casa de cinco a 15 sabores: Así, se pueden tener productos variados para distintas utilidades.

Los datos presentados en la Fig 4, son de gran interés y fueron tomados de una base de datos de Innova. Es una comparación de los productos siendo lanzados al mercado en base a las pre-mezclas en los Estados Uni-

dos, Europa y América Latina. Se puede observar que Brasil es el líder en uso de pre-mezclas principalmente en galletitas dulces; y ingredientes y mezclas para panificación. Los Estados Unidos es el líder en uso de pre-mezclas para barras de cereales y cereales matinales. El uso de pre-mezclas en Europa está más orientado a los productos de la pastelería.

Fig. 2.a. **Perfil del sector**



Fig. 2.b. **Perfil del sector**



Fig. 2.c. **Perfil del sector**



Fig. 2.d. **Perfil del sector**



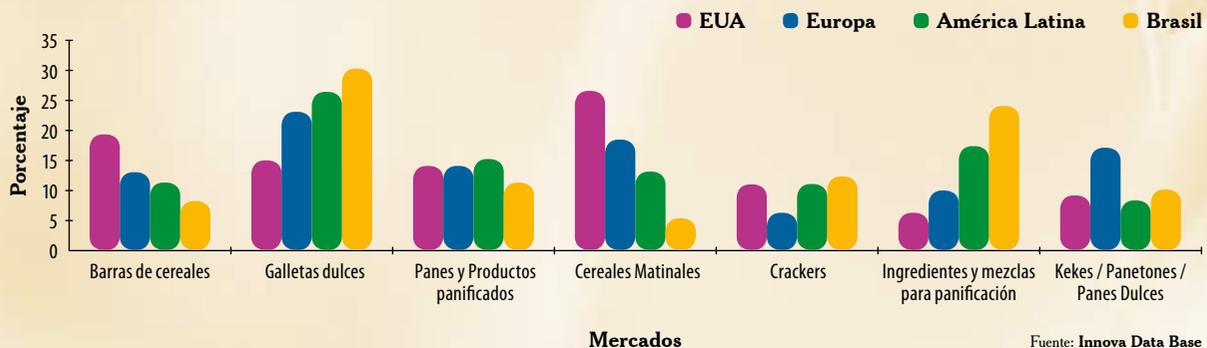
Fig. 3. **El funcionamiento de la pre-mezcladora en forma esquemática**



En resumen, los cambios en el uso de harina en Brasil, especialmente el incremento en el uso de las pre-mezclas puede ser vista como una oportunidad para Paraguay. En este sentido la industria molinera nacional no solo puede usar la diversidad de los trigos disponibles aquí, sino también puede incursionar en el mercado de exportación utilizando la capacidad ociosa de la industria ya instalada. Quiere decir que hoy existe otro mercado de harinas y de trigo en Brasil que puede ser capturado por el país.

¡Muchísimas gracias!

Fig. 4. **Porcentaje de lanzamiento por mercado**



Panificación: la harina en el proceso de panadería

ING. GUSTAVO MANCEBO

Puratos del Uruguay, Montevideo, Uruguay
Email: gmancebo@puratos.com.uy



Resumen

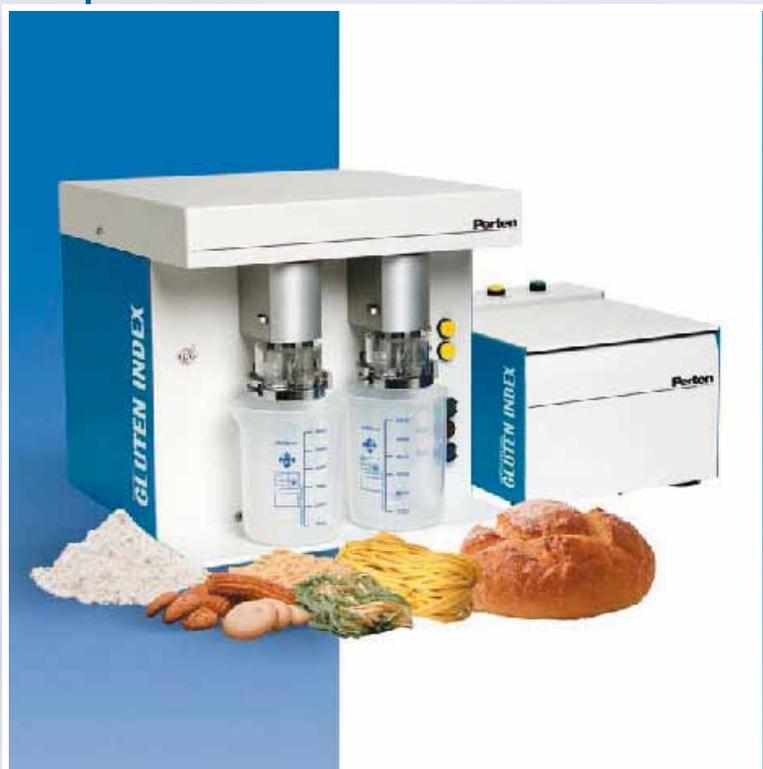
En un proceso industrial de panificación, la harina es el ingrediente principal que afecta la calidad del pan a ser elaborado. En la panificación artesanal, es posible corregir varios defectos de la harina variando el tiempo de fermentación, la temperatura de la masa, la cantidad de agua agregada, etc. Sin embargo, actualmente estas flexibilidades se eliminaron con los procesos más tecnificados o automatizados. Como resultado, las variaciones en los parámetros de calidad de la harina no son aceptables. También existen distintos requerimientos para distintos tipos de panes, como el pan congelado versus el no congelado o el pan congelado pre cocido. En el presente trabajo se discuten los requerimientos de distintos parámetros de calidad de la harina y su importancia durante distintas etapas de panificación que van desde el amasado a la fermentación y el horneado.

Abstract

Bread Making: The role of wheat flour in the baking process

In the process of industrial bakery, the wheat flour is a major ingredient which affects the quality of the products to be elaborated. In artisan bakeries, it is possible to correct different defects of the wheat flour by changing the fermentation time, the dough temperature, the amount of water added, etc. However, in the modern baking industry, which is technically advanced and automatized, these flexibilities have been eliminated in the bread making process. As a result, any variation in the quality parameters of the wheat flour is not acceptable. Different types of breads, such as frozen bread versus unfrozen bread or pre-cooked frozen bread, have different requirements. Various quality parameters of the wheat flour and their importance during different stages of bread making process, from the mixing to fermentation and to final baking in the oven are discussed in this paper.

El glutomatic, el mixógrafo y el alveógrafo, tres equipos claves para determinar la calidad del trigo.



INTRODUCCIÓN

Buenas tardes a todos. Primero que nada, muchas gracias a la CAPECO por esta invitación para hablar sobre un tema que no es propiamente del área del trigo; tampoco del área de molinos, sino que está enfocado desde el punto de vista de la panificación. Esta iniciativa me parece muy importante, porque demuestra el interés por conocer qué necesita el cliente del molinero; que necesita el cliente final del productor de trigo.

También quería aclarar que esta es una presentación encarada desde una óptica didáctica y no tan científica, para buscar un lenguaje común entre las personas que interactúan en la cadena trigo-pan. Me parece, que si a un panadero le decimos que es importante la oxidación de los grupos sulfhídricos de algunos aminoácidos en algunas proteínas del trigo porque va mejorar la calidad de pan, no nos va a entender. Entonces es mejor hablarle de gluten o del gluten húmedo; buscar un lenguaje que sea común y que nos permita interactuar.

Vamos a hablar de los métodos de panificación; la harina como el ingrediente principal; cómo afecta a la harina cada una de las etapas de la panificación; y el resultado final, la harina y la calidad del pan que se va a elaborar.

TECNOLOGÍA DE PANIFICACIÓN

Para empezar, cabe hacer la reflexión previa frente a que método o tecnología de panadería estamos hablando, para saber si es necesaria tanta calidad o determinados parámetros de calidad en la harina. En el caso de los métodos artesanales e históricos de panadería, el panadero corregía muchas veces los defectos de la harina o las variaciones de la calidad de la harina, porque le daba más tiempo de fermentación; cambiaba la temperatura de la masa; la cantidad de agua y de esa manera iba corrigiendo las deficiencias. Pero actualmente con procesos más tecnificados o automatizados, con líneas industriales de mucha producción es más difícil variar esos parámetros. Ante esto, el industrial se enfrenta a problemas, porque cambiando los parámetros de la harina, se le distorsiona el proceso de producción. Además, no todos los procesos de producción tienen las mismas etapas y los mismos requisitos. Por ejemplo, en el pan congelado crudo hay requerimientos diferentes a lo que no es congelado; o a lo que es congelado pre-cocido. Por eso es muy importante saber de qué panificación estamos hablando y posiblemente tener alternativas diferentes según el tipo de clientes o según el tipo de industria.

Para exponer acerca del esquema de funcionamiento de la panadería o del proceso de panificación, hay que mencionar por un lado a los ingredientes (Fig 1). Cuando se trata de pan francés o baguette, estamos hablando de la masa básica de la panadería que tiene como ingredientes: harina, agua, sal y levadura. Pero cuando se trata de ingredientes opcionales, pasamos a otro tipo de masas que pueden ser masas dulces como las de panettones o masas como el pan de hamburguesas que tiene sus particularidades. Pero en general cuando se habla

Fig. 1. **Esquema de funcionamiento**



El proceso depende de la tecnología aplicada.

de un proceso estándar de panificación, referimos a lo que es la masa básica de pan o la masa de pan francés mencionado aquí.

En un proceso artesanal completo. Tenemos todas las etapas desde el amasado, reposo, generalmente es un reposo en bloque de la masa; división y boleado, pre-fermentación, formado del pan, formado de la pieza final del pan; la fermentación final antes del horneado y el horneado. Después del horneado comienza una etapa que también es muy importante y cada vez lo es más en la panadería moderna que es el envejecimiento. ¿Cómo manejamos el envejecimiento del pan? No todas estas etapas se dan en todos los procesos. Si estamos haciendo pan congelado crudo, directamente del amasado pasamos a la división; y de la división pasamos al formado y así evitar una pre-fermentación. No queremos que fermente porque podemos tener problemas después del proceso, si la masa fermenta antes del congelado. En el congelado crudo, la masa se bloquea a menos de -30°C o -40°C y si tenemos una fermentación prematura, vamos a tener problemas en esa etapa de congelación. Pero esto sería un proceso completo. ¿Qué es lo que el panadero espera de la harina? Para eso, analiza o evalúa la harina, de acuerdo a lo que está pensando hacer o a los problemas que puede tener en su línea de producción.

HARINAS EN PANIFICACIÓN

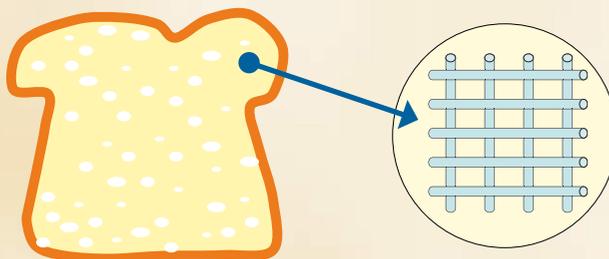
Por supuesto hay que mencionarlo que los ingredientes básicos del pan son más o menos los mismos. La harina es sin dudas el ingrediente más importante (100%) sobre el cual está referido el resto de los ingredientes. Cuando hablamos de una receta de panadería siempre referimos en base a la harina. La sal es un 2% en base a la harina; el agua es 50-60% o un "x" por ciento en base a la harina, la levadura un 3% y el mejorante un 1.5% en base a la harina etc. Si cambiamos la relación de la receta, estamos haciendo otro tipo de pan. Por lo tanto, la harina es el más importante, no solo por la cantidad sino también porque es la referencia para el resto de los ingredientes. Y algo importante: todos los ingredientes además de cambiar el sabor, el color, el aspecto del pan, también cumplen una función en la panadería. Por ejemplo la sal además de darle sabor al pan, cumple una función porque hay determinadas proteínas que se disuelven menos en presencia de sal que en ausencia de sal. Eso también va a afectar al proceso de panificación.

Como ya hemos visto, la composición de la harina de trigo más o menos es como sigue: la cantidad mayor es de almidón (72%), proteínas un 10%; humedad un 14%; tiene minerales y fibras (2%) y tiene grasas y enzimas (~1.5%). De todos los ingredientes de la harina, el que más nos importa en panadería, son las proteínas y por supuesto el almidón. Cabe aclarar que las proteínas en la harina a nivel de masa, corresponden al gluten. Por eso, desde el punto de vista del panadero, es más importante determinar el tenor de gluten húmedo que tiene la harina y no la proteína, porque la proteína nos puede llevar a valores erróneos e indicar un valor que no es realmente importante. El almidón por supuesto, va a formar gran parte de la estructura del pan; va a formar la miga del pan y a su vez va a influir en lo que es el proceso de fermentación.

Entonces, determinadas proteínas mediante el trabajo mecánico del amasado, van a formar la red de gluten: una red tridimensional que va a formar la estructura del pan (Fig. 2). Es lo que primero necesita el pan, tener una estructura para un volumen adecuado.

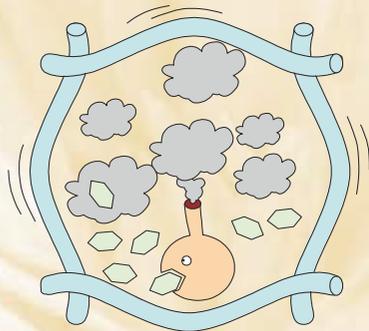
Fig. 2. **El papel de las proteínas**

Amasando la harina con el agua, las proteínas van a formar la red de gluten



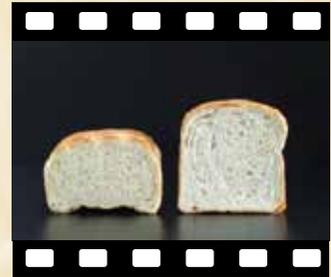
¿Cómo funciona esa red de gluten? En la Fig. 3 observamos una célula de la levadura alimentándose de azúcar y produciendo CO_2 en una celda de gluten dentro de la masa. Lo que el panadero necesita de ese gluten en la masa, es que se expanda y retenga la mayor cantidad de gas posible, para tener un buen volumen; un buen desarrollo de producto final. A mayor retención de gas, se produce un mejor volumen de pan. La foto (Fig. 3) es de una misma masa con un gluten mal desarrollado y otro bien desarrollado. Esta es en la misma masa, con menos amasado y más amasado. Acá no se trata ni de diferentes panes ni de diferentes trigos; tampoco de diferentes harinas sino simplemente de procesos.

Fig. 3. **Impacto del gluten**



Red de gluten bien desarrollada

- Mayor retención de gas
- Mejor volumen del Pan



Por otro lado, el almidón es lo que va mediante la actividad enzimática que se da en el amasado. En la fermentación, va a suministrar alimento para la levadura; o sea para que lo fermente la levadura en el proceso de fermentación del pan y a su vez cuando se gelatiniza adentro del horno, va a formar la miga del pan.

Los valores de distintos parámetros de calidad para diferentes panificados están presentados en el Cuadro 1. Hoy hemos visto unos cuantos cuadros de este tipo, con valores parecidos y con algunos disensos como nos marcaba recién el Dr. Kohli. Estos valores son una guía, no es una tabla matemática, porque en la panadería no se puede aplicar una tabla matemática.

Todos estos valores tenemos que validarlos a nivel de panadería. Podemos tener un buen porcentaje de gluten, un buen W pero después hay que validarlos. La misma harina puede funcionar bien en una panadería y no en otra; o en un tipo de proceso de panadería y no en otro; por eso esto es referencial.

Lo que sí es importante para el panadero y para el industrial principalmente, es la estabilidad de la harina; que no haya variaciones entre una entrega y otra. Les decía que cuando se trata de un artesano, le da más tiempo de fermentación o saca la masa más blanda, o saca la masa más fría, pero a nivel de industria, es difícil corregir esos parámetros. Lo que necesita el industrial es la estabilidad de la harina; que esto sea siempre lo más parecido posible para evitar distorsiones en el proceso. Por lo que he visto hoy, estos valores son buenos en Paraguay. No tengo datos sobre cómo está el peso, pero lo que es en fuerza y lo que es en gluten no se tienen problemas.

LAS ETAPAS DE LA PANIFICACIÓN

Para comenzar con las etapas de panificación, hablaré del amasado (Fig. 4). La función del amasado es hidratar la harina; hidratar las proteínas, hidratar el almidón; oxigenar la masa para desarrollar la red de gluten y obtener ese desarrollo que veíamos en una diapositiva anterior que necesitamos para tener volumen adentro del pan. En el amasado tenemos un punto óptimo, donde desarrollamos en forma adecuada la red de gluten. Si amaso poco voy a tener una masa desperfecta, que tiene poros, no es homogénea y no va a retener el gas como nosotros queremos.

Es crítico lograr el amasado óptimo donde en el gluten se forme una especie de malla elástica muy semejante a un globo de cumpleaños; donde se estira, retiene todo el aire y no se rompe, Fig. 5. En la masa de pan pasa lo mismo, tenemos que llegar al punto ese en que se estira la masa y no se rompe; queda casi transparente porque eso es lo que nos va a asegurar un buen volumen en el pan. Pero existe el riesgo de pasar en el amasado y

Fig. 4. **Proceso de panificación**

volver a romper la red de gluten. Esa masa se va a volver pegajosa; va a liberar el agua que había retenido durante la oxigenación por el trabajo mecánico. De nuevo vamos a tener el mismo problema, panes sin volumen que no retienen todo el gas que se produce en la fermentación y un aspecto no deseado en el producto final.

Es muy importante tener en claro que no importa solo la cantidad de gluten; sí es importante porque si partimos de una cantidad de gluten pobre vamos a tener un desarrollo pobre, porque no se puede inventar el gluten adentro del amasado. Pero si tengo una pobre relación P/L; si no tengo una harina fuerte pero extensible, se nos va a complicar el lograr el punto óptimo. En las tres fotos anteriores (Fig. 5) que al ser la masa muy tenaz por ejemplo, necesitamos seguir amasando y vamos a pasarnos del punto óptimo; voy a romper de vuelta la red de gluten. Por eso, este valor de P/L, en esta etapa del amasado es muy importante. No alcanza con tener buena fuerza y buen gluten, sino que también tiene que ser una harina equilibrada en lo que es fuerza y extensibilidad.

Fig. 5. **Desarrollo durante el amasado**

En el proceso después del amasado, aparece la división y boleado. Esto es en un proceso tradicional: se le da a la masa un reposo en bloque. En los procesos industriales, a veces se realiza, a veces no, pero después se hace una división de la masa y un boleado preformado. Esto, a fin de homogenizar la estructura de la miga; para que esa masa que salió de la máquina en forma irregular, vaya generando una miga regular; un alveolo regular dentro de la masa y después se da el formado al pan. Ese pan que está preformado o boleado, se deja reposar un tiempo y después, el panadero artesanal lo formará a mano. Las industrias lo harán en máquinas más o menos automatizadas, pero lo que se busca es pasar esas masas por algunas lonas; unos cilindros para enrollarlos, para obtener un estiramiento de esa red de gluten (Fig. 6). Un estiramiento de la masa proporciona tensión a la masa y va a permitir que después tenga más empuje durante la fermentación y en el horneado del pan, para obtener un mejor volumen.

Hay armadoras artesanales que arman los bolos de forma manual (Foto inferior izquierda). Pero a nivel de industria, la máquina es mucho más compleja y consta de varias secciones; de varias partes que corresponden a las etapas de preformado y laminado. En la foto a la derecha está el producto final de esa masa armada: ese pan que todavía está armado antes de la fermentación. Tenemos la masa que está enrollada para buscar esa tensión que decíamos en la red de gluten, que formamos durante el amasado. En esta etapa es fundamental el equilibrio, tenacidad y extensibilidad de la masa de la harina. Para eso necesitamos una buena relación de P/L; para asegurar que no vaya a romper la masa en este proceso. Si fuera manual, el panadero se acomoda a la masa, pero si es mecanizado, es imposible que la máquina se acomode a la masa. En este punto, debemos tener una estandarización de la harina; un buen valor de P/L para asegurarnos que el proceso industrial no tendrá problema alguno.

Cuadro 1. **Parámetros de la harina de trigo**

Especificaciones	Panadera	Galletera	Moldes	Pan Dulce
Gluten Húmedo	26	24	27/30	30/+
Cenizas %	0,65	0,65	0,63	0,65
Falling Number	280	280	280	280
W (fuerza)	230	210	250	280
P/L (tenacidad)	0,9	0,7	0,8	0,9

Los valores del Cuadro 1 de harina panadera, galletera, moldes, pan dulce, también son referentes y también hay que validarlos, porque estos procesos como vimos recién, de enrollar la masa en una máquina es lo más complicado que existe en panadería. Podemos tener una buena fermentación, un buen horneado pero esta etapa es crucial y cada tipo de panificación, ya sea pan de molde o pan tipo baguette o tipo panettone va a cambiar y va a afectar los valores de la harina que tenemos previamente. Lo que se busca en esta etapa, es la retención de gas; por eso es que se forma para homogenizar los alvéolos y se le da tensión y después vamos a pasar a la fermentación.

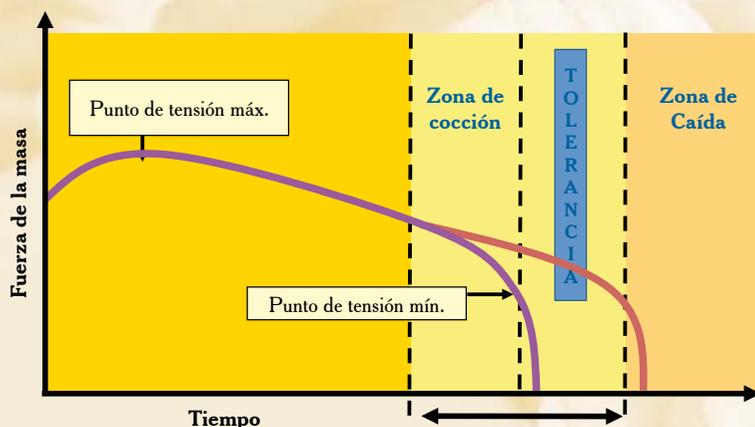
En la etapa de fermentación, lo que observa el panadero es la tolerancia que tiene la masa. Este periodo puede ser más corto o más largo dependiendo de varios factores, principalmente del tipo de pan. En la Fig. 7 observamos la gráfica de la tensión de la masa durante la fermentación. Un pan recién armado no tiene toda la tensión requerida. A los pocos minutos, es cuando logra el mayor punto de tensión; cuando en la masa es más rígida esa fuerza. No es la fuerza en la harina sino en la masa.

Después de la formación, entra la caída hasta que cae por completo. Los que están acostumbrados a observar masas, perciben perfectamente el punto de caída; cuando en la fermentación toca el pan, se cae y después no tiene vuelta atrás. También esta es una etapa muy importante para la industria, porque es automatizada. Los tiempos de fermentación y la temperatura están estandarizados y no se puede corregir la máquina según el cambio de harina. En este momento tenemos el punto máximo de tensión y ahí es donde viene un poco la complicación. Si el panadero tiene un proceso automatizado, con tiempos determinados, tiene que respetar los tiempos de la máquina. Pero a su vez hay que ver qué pasa con la masa; porque si se cocina antes de tiempo o cocinamos el pan en el punto de máxima tensión, vamos a tener un pan defectuoso; un pan que se raja por los bilaterales y cuyo volumen no va a ser regular. Tampoco va a tener un buen desarrollo de volumen y este es un pan que no es bueno para llevar al mercado; no es bueno para el consumidor. Entonces el panadero o el industrial panadero, presta mucha atención a la etapa en donde tiene que llevar el pan al horno; antes de que la masa se caiga por completo.

Antes de llegar al punto mínimo de tensión y el panadero tiene una zona para poder hornear los panes. Después de la zona de caída no hay vuelta atrás. Lo que el panadero necesita en esta etapa de fermentación es que, esa zona de ir al horno, sea lo más tolerante posible. Cuando el panadero habla de la tolerancia de la masa se

Fig. 6. **Formado de los panes**

Fig. 7. **Tolerancia de la masa durante la fermentación**



está refiriendo a eso. Si tenemos un amasijo de 100 kilos de harina, que puede representar cinco carros de pan, necesitamos meter todos dentro de esa zona de tolerancia, porque si salimos de esa zona, la tolerancia se cae y no la recupero. Entonces este es un valor importante para el panadero: cuanto más tolerante sea la masa en el periodo de fermentación, más tranquilo va a trabajar y va a obtener un mejor resultado.

En las siguientes fotos se puede observar lo que pasa en el proceso de la fermentación (Fig. 8 a, b, c, d). Es durante el mismo periodo pero ya no se habla de la tolerancia, sino lo que se ve acá es cómo se comporta la estructura de lo que va a ser la miga de pan. Esta la masa formada ya con el gas que está produciendo la levadura en la fermentación, un proceso que va formando el volumen del pan. Se van distribuyendo los alvéolos de la miga. Se forma lo que va a ser la miga del futuro pan. También acá es crítico tener un punto de control de la harina; porque además de la fuerza para darle volumen, además de la extensibilidad de la relación P/L para obtener un buen desarrollo de la red de gluten, necesitamos un buen valor de Falling Number o FN. Es acá donde nos afecta la viscosidad de la masa. Sin hablar de lo que es la actividad enzimática en la harina durante la fermentación, acá como panadero, nos importa este valor. Hasta ahora habíamos amasado; nos importaba la cantidad de gluten; y la relación P/L, en el formado. Acá aparece este valor de FN, que es fundamental, porque necesitamos conocerlo de antemano para poder corregirlo, si fuere necesario.

La última o penúltima etapa de la panificación es el horneado. Cuando llevamos al horno esa masa que ya fermentó; que ya tiene todo su volumen de fermentación en el punto de tensión adecuada, necesitamos que adentro del horno tenga un incremento de volumen, que generalmente el panadero lo llama salto de horno. Ese salto de horno, se produce en los primeros minutos del horneado, porque la levadura tiene más temperatura; trabaja más rápido y genera más CO_2 , porque se expande el gas que está contenido en la red de gluten. Además se forma la miga del almidón que está hidratada y que con la temperatura del horno se gelatiniza, pasando así de masa a miga. Ya tenemos la miga definitiva de pan y en ese momento, se forma la corteza, un punto que también

Fig. 8.a. **El proceso de la fermentación de un pan**

5 minutos

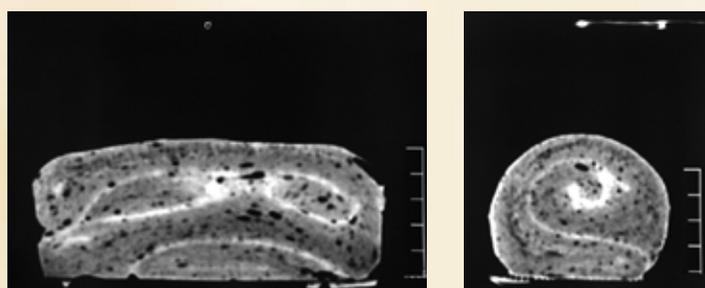
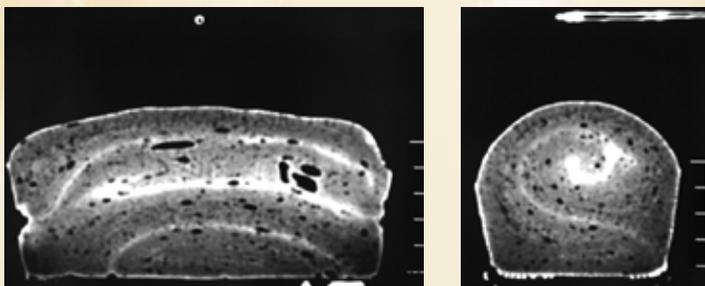
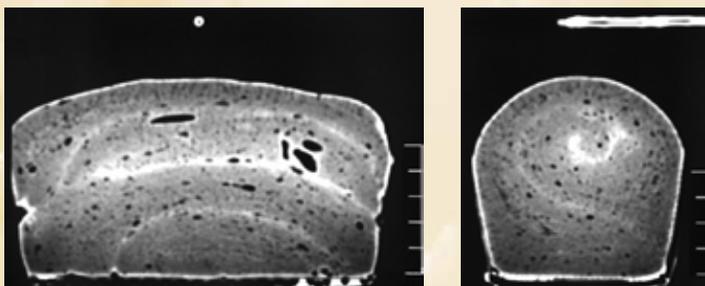


Fig. 8.b. **El proceso de la fermentación de un pan**

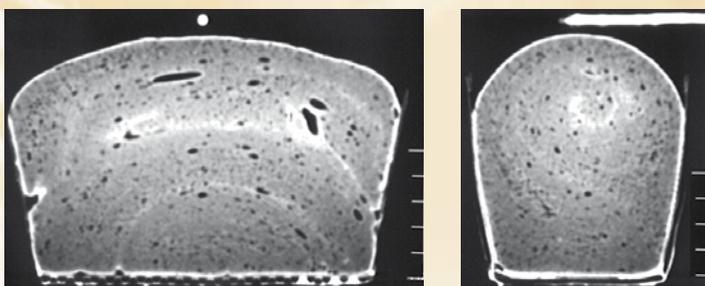
15 minutos

Fig. 8.c. **El proceso de la fermentación de un pan**

25 minutos

Fig. 8.d. **El proceso de la fermentación de un pan**

35 minutos

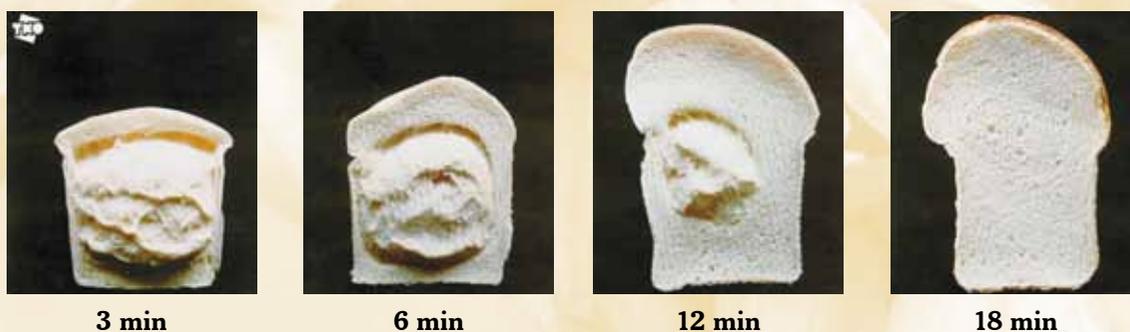


hay que tener en cuenta. Vimos que la levadura se alimenta de los azúcares que están presentes en la receta o en la harina y dependiendo de la cantidad de azúcar libre al momento de entrar en el horno, va a tener más o menos coloración en la corteza.

Podemos tener un pan con exceso de fermentación o con mucha levadura trabajando en la fermentación, que nos deja sin azúcar libre para darle un color al pan y de este modo, vamos a tener un pan muy pálido. En el horno, se da el salto de horno: la levadura trabaja más a gusto con esa temperatura hasta determinado nivel; después se muere y como resultado tenemos esa expansión de volumen adentro del horno.

Hasta ahora, sabemos que el gluten que se formó durante el amasado, debía ser extensible para desarrollar el mayor volumen posible, para retener todo el gas y darle volumen en el pan. La levadura se muere durante el horneado y deja de producir CO_2 . El gluten se desnaturaliza, pero ya no lo necesitamos más, porque acá ya se gelatiniza el almidón. La estructura de la miga va a estar dada por el almidón gelatinizado y no por el gluten, que venía haciendo de soporte para el desarrollo del pan; mientras el almidón queda con cadenas libres. Ahí

Fig. 9. **Evolución del pan durante la cocción**



3 min

6 min

12 min

18 min

tenemos el gluten desnaturalizado y el almidón que está gelatinizado con cadenas libres para formar enlaces con esas proteínas desnaturalizadas, que van a afectar lo que es la rigidez o la estructura de la miga del pan.

En la Fig. 9 se puede observar la evolución de la formación de la miga durante el tiempo en el horno. En este pan y con estos valores de almidón y de actividad enzimática (Cuadro 1), tenemos que a los 18 minutos, el pan está totalmente cocido. Se puede ver cómo la temperatura va desde el exterior hacia el corazón del pan, que se va formando por transferencia de calor. A los 18 minutos el pan formado y se gelatinizó el almidón. La miga está completamente formada; ya no importa el gluten, ni la levadura, pues llegamos al producto final.

Visto así parece muy fácil, pero puesto en una línea de producción, muchas veces es un dolor de cabeza, sobre todo cuando varían las materias primas. Recién hablábamos que nos vienen diferentes valores, por lo menos en Uruguay es muy común. Tenemos harinas que vienen con P/L de 1,3; de 2; 2,5; de 3. Por supuesto que no todos los molinos trabajan en temas de calidad de la misma manera. También hay mucha variación en el mercado, pero visto así en foto parece mucho más fácil. En el horneado, lo que analizamos de la harina es el gluten húmedo que nos va a determinar gran parte del volumen, el falling number, la fuerza que tenga el W; que tenga esa harina para saber qué volumen va a tener el pan y como siempre la relación de P/L para una buena extensibilidad de ese gluten.

Esta es la última etapa, porque muchas veces cuando se explica el proceso de panadería terminamos con el horneado. Hoy en día no podemos olvidarnos que después del horneado sigue una etapa porque se utilizan enzimas que son termo-resistentes y siguen trabajando después del horneado. El almidón empieza el proceso de retrogradación; se empieza a cristalizar, por lo que tenemos que controlar y saber qué pan estamos haciendo. Si es un pan para 24 horas o es un pan para 10 días; o es un panettone que dura seis meses. Acá tenemos que controlar también lo referente a conservación, no solo de la textura del pan, desde el punto de vista de la frescura; que sea tierno, que sea blando, sino también, la conservación antihongo. Esta es una etapa que tiene varios puntos de control que no podemos dejar de atender, a pesar de que acá la harina ya no va a aportar mucho, porque en esta etapa, que es la de retroacción del almidón, podemos manejar más o menos algún valor.

En cuanto al efecto de cristalización del almidón; antes teníamos en un orden caótico, las cadenas estaban libres y ahora está en estado cristalino. Esto es lo que causa el efecto de rigidez de la miga. Las cadenas libres del almidón se entrelazan con las proteínas desnaturalizadas y dan mayor o menor sensación de rigidez en la miga. Cuando vamos a un supermercado y tocamos el pan, lo primero que hacemos es comprobar el pan desde este aspecto y también cómo está la retrogradación del almidón.

Resumiendo, las etapas de la panadería: el amasado, reposo y pre-fermentación, se emplean mucho para mejorar la fuerza de los panes, en particular, de los que tienen mucha hidratación; además de influir en el sabor de este producto. Después viene el boleado y el formado que corresponden al estirado y enrollado de la masa, para darle extensión; lo mismo a la red de gluten. Con la etapa de fermentación, logramos un mejor volumen y sabor del pan. Este es el que llamamos volumen controlado: una zona de ir al horno; una zona de tolerancia. Después con el horneado tenemos el salto de horno en donde la masa se convierte a miga y se forma la corteza del pan. Por último, viene la etapa de envejecimiento.

Muchas Gracias

La experiencia de la panadería Bimbo en Paraguay

LIC. QUÍM. MYRIAM LEZCANO Y TULIO HERNÁNDEZ

Grupo Bimbo, Asunción, Paraguay

Email: myriam.lezcano@grupobimbo.com

Resumen

El grupo internacional de panificación Bimbo inició sus actividades en Paraguay en el año 2007, pero recién en el 2009 hicieron el cambio de una panadería artesanal a una industria panificadora de alta velocidad. El análisis de las especificaciones de la harina manejada por el grupo Bimbo es a nivel internacional. Los primeros muestreos del mercado realizados en el país mostraron una gran variabilidad en las características de la harina de molino a molino y dentro del mismo molino. Sin embargo, el trabajo constante con los molineros ha resultado en lograr las materias primas que permiten obtener la calidad del pan deseada por la industria y satisface al cliente final. Los componentes principales de la harina manejados están basados en el contenido de la proteína, la absorción del agua, el tipo de mezclado y la fermentación. Es importante la uniformidad de estos componentes para lograr la panificación uniforme y la calidad del pan. Actualmente, el grupo Bimbo está abocado para dar el paso siguiente que consiste en el cambio del actual nivel semi-industrial al nivel industrial de alta velocidad. Estos planes y diferentes aspectos de la calidad de la harina necesaria para cumplir con estas metas están expuestos en el presente trabajo.

Abstract

The experience of BIMBO bakery in Paraguay

The international bakery group Bimbo started its activities in Paraguay in 2007, but it was only in 2009 that it made a change from an artisan bakery to a high velocity industrial bakery. The wheat flour specifications utilized by the Bimbo group are uniform internationally. The first samples of the wheat market collected in the country demonstrated a large variability in the flour character from one mill to the other and within the same mill. However, our constant support of the milling industry has resulted in achieving the types of flours that allow us to obtain good quality bread, desired by the industry as well as one that satisfies the final consumer. The major components of the wheat flour are based on the protein content, water absorption, mixing time and fermentation. It is important to achieve uniformity of these characteristics in order to obtain a uniform bread making quality and bread. At present, the Bimbo group is advancing to convert from its semi industrial level to high velocity industrial level over the next few years. These plans and different characteristics of the flour quality needed to achieve these challenges are summarized in this paper.

El laboratorio de calidad
del CIMMYT, México.



INTRODUCCIÓN

La empresa internacional de panificación Bimbo, maneja muchas especificaciones de las harinas. Así como lo explicó el Ing. Mancebo, es muy difícil manejar diferentes calidades de harina en el proceso de panificación, razón por lo que es fundamental estandarizar la calidad de la harina que recibimos. Esto nos ayuda a tener una mejor calidad; un mejor rendimiento y un mejor precio. El desafío es cómo manejar el negocio con el proveedor, ya que si no trabajamos con los molinos o con los que nos venden la harina con esas calidades, no podemos llegar a elaborar los productos que queremos.

Este es un aspecto con el que insistimos a los proveedores de harina para que cumplan y nos hagan llegar la harina con las especificaciones requeridas y dentro de ciertos rangos.

EL GRUPO BIMBO

El grupo Bimbo está en Paraguay desde el año 2007, pero en realidad, trabajando como una panadería artesanal. Recién desde el 2009, tratamos de tecnificar y mejorar nuestros procesos; pasando de lo artesanal a una industria panificadora de alta velocidad.

Entonces, pasar de procesos artesanales en donde sí podemos ajustar los parámetros de calidad de la harina (por ejemplo a una cierta especificación que nos llegó en diferente momento; o cuando mezclamos lotes de harina), a un proceso industrial, en donde ya no podemos modificar ni retroceder en el proceso. Para este efecto, estamos trabajando con los proveedores en la calidad y en las especificaciones que necesitamos, para invertir en una panadería industrial o de alta velocidad, que sería la primera panificadora de alta velocidad que tendríamos en Paraguay.

Para eso, el análisis de las especificaciones que maneja el Grupo Bimbo a nivel internacional. Se ha hecho unos muestreos del mercado para conocer los que cumplen con las especificaciones mencionadas, de tal modo a constituir una empresa con tecnología industrial de alta velocidad. Llevar adelante esta transformación a un proceso industrial es muy costoso. Ahora artesanalmente, no hay inconvenientes: si nos viene una harina con menor contenido de proteína, podemos agregar gluten. Con esto reforzamos el contenido de proteína. Si bien es cierto que la harina nos sale más barata aparentemente, al agregar el gluten, ese costo de la harina se incrementa en un porcentaje que a lo mejor es mucho mayor de lo que es el costo de harina barata que compramos. Por eso muchas veces Bimbo no tiene la política de comprar barato, sino la de adquirir una materia prima que reúna las especificaciones de calidad que necesitamos; para que el producto pueda ser procesado dentro de las líneas industriales que queremos montar. Teniendo en cuenta las importantes innovaciones y el rápido crecimiento que tuvo Bimbo desde el 2007 y hasta ahora, necesitamos contar con proveedores que puedan enviar una harina estable.

¿Qué es una harina estable? Como lo explicara el Ing. Mancebo, es aquella que reúne mínimamente las características presentadas en el Cuadro 1. Tenemos en cuenta los inconvenientes que podrían ocurrir trabajando con la alta tecnología, en relación a no poder hacer ajustes en los equipos, una vez en funcionamiento. Pueden observar que la especificación que empleamos y lo que recibimos son diferentes harinas que estuvimos analizando a través del tiempo. Este es el último trimestre, incluyendo octubre y noviembre; pueden ver el análisis de diferentes proveedores y la respuesta contra la especificación. El panadero solo hace pan y muchas veces nos dicen: “¿que lo que trabajan tanto si pan nomás hacen?” Pero no es tan sencillo. Así como se ve, el panadero tiene que tener mucha ciencia y capacidad para manejar sus materias primas, a fin de lograr la calidad y satisfacer al cliente final.

Unos de los principales objetivos del Grupo Bimbo, justamente es satisfacer las necesidades del consumidor: en suavidad, en calidad, en alimentar, en nutrir. Entonces no es simplemente hacer pan. A todos los que trabajamos en Bimbo Paraguay, nos cuesta mucho entender hacer el pan. Son numerosas las condiciones y aspectos que hay que atender para que ese pan que llega a la mesa, tenga un buen valor nutricional; tenga una buena suavidad, tenga un buen sabor; se desarrolle como debe ser; y para que los consumidores lo aprecien como buen pan. Muchas veces aceptamos cualquier pan y no fijamos en ciertos parámetros de calidad, nutricional o de otra índole. Bimbo está queriendo migrar hacia una calidad superior del pan. ¿Para eso qué requerimos? Primero una calidad superior de harina, porque nuestra base para poder trabajar esa calidad superior es la harina, con estas especificaciones en Cuadro 1.

Cuadro 1. Variabilidad de la harina de trigo en el mercado paraguayo

Muestra		Especificaciones 000	1er proveedor	2do proveedor	3er proveedor
Humedad de harina (g/100g)		<14	12,9	13,6	13,6
Gluten húmedo/Gluten seco (g/100g)		34/12	34,7/12,2	29,1/10	33
Alveograma	P/L	0,6	1,2	1,3	2,1
	P(mm)	70	104,9	103,6	129
	L(mm)	110	85	79,5	60
	W(x10 ⁻⁴ joules)	370	370	320	364
(*)Proteína (g/100g)(Bh/Bs) Factor:5,7		>11	12,7/14,6	11,2/12,9	12,1
Falling Number (s)		250/360	283	308	359

LAS CARACTERÍSTICAS DESEADAS DE LA HARINA PARA PANIFICACIÓN

Los principales componentes que manejamos son: el contenido de proteína, la absorción de agua, el tipo de mezclado y la fermentación. Como ya fue mencionado, si tenemos una harina con baja proteína, no va a tolerar el proceso industrial de mezclado; se va a caer. La masa aparentemente va a quedar bien, pero cuando seguimos procesando se nos cae el pan (a esto le llamamos efectos de colapsado); y cuando entra en el horno, no queda con la forma del molde que corresponde: queda aplastado, la miga queda muy densa y no resulta agradable al paladar del consumidor final.

Los tiempos de mezclado tienen mucho que ver con la tenacidad de la harina. La tenacidad se relaciona con la fuerza que tiene de retener y la extensibilidad necesaria para armar el pan y para presentarle al consumidor final. Entonces no solo el contenido de proteína es importante; del mismo modo, todas especificaciones que anteriormente fueron mencionadas, guardan una relación muy estrecha en el contenido de proteína.

Las masas y cortezas más elásticas, nos permiten obtener un pan con una corteza muy fina, no dura. Cuando preparamos un sándwich, cortamos el borde del pan, porque es duro. Pero si observan el pan de sándwich Bimbo, se puede comer la corteza que es suave y no dura. A esto nos referimos: cuando hay buenas proteínas, hacemos masas y cortezas mucho más elásticas y más suaves en el producto final. Por eso, si no hay la debida calidad en la harina, de igual forma, el producto final no reunirá las exigencias que planteamos para el consumidor final. En estas líneas industriales, el tiempo de tolerancia al mezclado y fermentado son regulables, pero totalmente automatizados. Entonces, se puede fijar el tiempo de fermentado y eso es lo que tiene que aguantar.

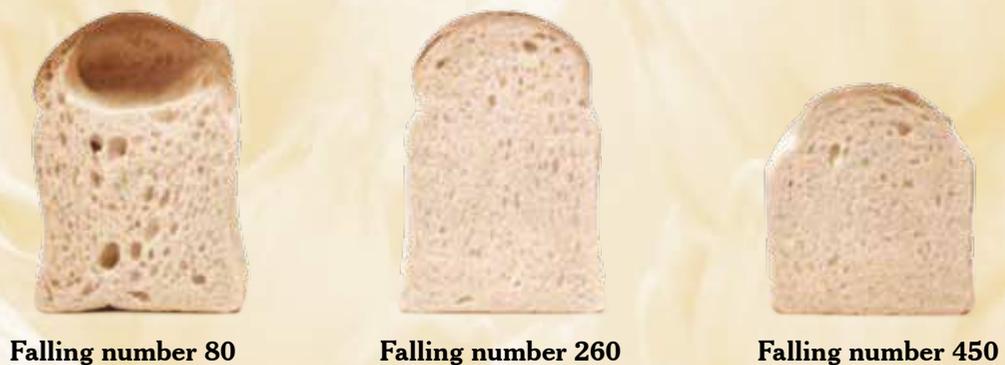
Las proteínas también se relacionan mucho con las múltiples propiedades del proceso de absorción; se relacionan con los atributos de calidad del producto terminado, como textura y apariencia. La información de proteínas, se usa también para anticipar la absorción del agua y del tiempo de mezclado. ¿Cuánta agua se le puede agregar? Por eso, es importante que los molineros nos envíen las especificaciones técnicas de sus harinas, para que podamos trabajar dentro del proceso semi-industrial. Esto se refiere entre otros, a los tiempos que se necesita para mezclar y el grado de absorción que va a tener esa harina.

La humedad en la harina permite determinar la vida útil de esa harina, porque el agua disuelve todo: trabaja sobre la proteína y sobre las sales que trae la harina. Cuanto más humedad tenga una harina, menos vida útil va a tener; será más difícil de procesar; tendrá una menor absorción; lo que significa que las masas serán más difíciles de trabajar. El porcentaje de humedad también sirve como un parámetro para definir los otros parámetros, que hacen el pan. Así, el **Falling Number (FN) o Número de Caída, nos indica normalmente la actividad enzimática. Un bajo valor de FN indica que la actividad enzimática es alta; hay una sobredosis de azúcar y una escasez de almidón.** En el pan esto significa un buen nivel de azúcar y buena fermentación, pero donde se cae es en el horno, porque no tiene la cantidad suficiente de almidón que reemplace ese gluten.

Como pueden ver en la Fig 1, el almidón reemplaza la estructura del gluten, porque gelatiniza y hace el soporte del pan. Por eso, un FN bajo, nos crea problemas de horneado y es muy difícil de solucionar.

Por otra parte, la harina con un alto FN o baja actividad enzimática también dificulta que el almidón cumpla la función de hidratarse y armar la red de la miga; no es húmeda, no es suave, es densa y el producto es denso, Fig. 1. Por eso es necesario estandarizar el valor del FN para prever qué tipo de horneado y qué tipo de proceso podemos aplicar para lograr ese producto final que queremos. En panificación se recomienda no utilizar la harina con actividad enzimática alta, pero como tenemos mucha variación en la calidad de las harinas que recibimos, igual la utilizamos. Es lo que todavía, no nos permite elaborar ciertos panes de Bimbo en Paraguay. Esperamos que en la medida que trabajemos estas especificaciones con los molineros, tengamos la calidad suficiente para elaborar todos los panes Bimbo en Paraguay.

Fig. 1. **Efectos del Número de Caída (Falling Number) sobre el pan**



Bimbo del Paraguay maneja además las marcas Pantodos y Panissimo, pero la calidad de Bimbo, requiere siempre de una mayor estandarización; de una mayor calidad de la materia prima. Entonces hay varios panes de Bimbo que no estamos pudiendo producir en Paraguay. Es un poco el efecto de cómo nos afecta el FN en el producto terminado. Esto ocurre cuando tiene la masa tiene un alto FN; la miga es densa y el producto es pesado; no logra mantener esa miga suave porque el almidón no llega a actuar.

Por otra parte, el contenido de gluten húmedo (%) proporciona información sobre la cantidad de gluten y su posible calidad. Lo que hace el gluten, es transferir esas características de elasticidad y extensibilidad de la masa. El gluten húmedo refleja el contenido proteico de la harina y es una especificación común exigida por los usuarios. Es decir que los panaderos ya casi no tienen la referencia en proteínas sino en gluten húmedo y gluten seco, que es lo que nos permite identificar en cierto modo, la calidad que trae esa harina y cómo podemos procesarla en los distintos tipos de procesos que tenemos en panificación. Por ejemplo, al 14% de humedad, un 30% de gluten húmedo en trigo es considerado fuerte, pero un trigo con 23% del gluten húmedo es débil.

Dos valores que son muy importantes para los panaderos son del Alveógrafo y del Farinografía, que normalmente permiten conocer la tenacidad de la harina; la tenacidad propiamente dicha y la extensibilidad. **La tenacidad es la resistencia que ofrece la masa al fermentado.** Debemos tener una buena tenacidad. Pero **también necesitamos una buena extensibilidad, porque sino el pan no llega al volumen requerido.** Si es muy tenaz o muy fuerte, como un 1 a 2 o 2 a 3 de P/L, llevará mucho trabajo para que esa masa pueda llegar a extenderse hasta el volumen que se requiere. El valor que nosotros manejamos de P/L normalmente es 0.6, que significa, un equilibrio entre lo que es la tenacidad y la extensibilidad. Es como un globo, que si inflamos tiene que poder estirarse, pero no hasta romperse. La tenacidad es la que impide que se rompa eso, las harinas de gluten, normalmente de gluten fuerte, tienen valores de P/L altos.

Normalmente en Bimbo, no manejamos las harinas tipo 000, o 0000 o 00; sino que hablamos de tipo 1, tipo 2, tipo 3, que tiene su relación cada una con los tipos de harinas que manejamos en el MERCOSUR. Pero las harinas tipo 1 son tan válidas que las de tipo 3, que son las que manejamos como panaderas. Las características de la harina Tipo1 y sus requerimientos de la absorción de agua están presentadas en los Cuadros 2 y 3 respectivamente.

Para elaborar panes industriales, la harina requiere un alto desempeño en alta velocidad. Paraguay todavía no lo tiene. Bimbo de Paraguay todavía no tiene alta velocidad, pues estamos en un nivel semi-industrial. Queremos pasar a un nivel industrial que tampoco va a ser de alta velocidad. Para hablar sobre este tema, he invitado al técnico, Sr. Tulio Hernández, dado que en Ideal Chile, sí manejan lo que es alta velocidad.

Cuadro 2. **Características de la harina Tipo I**

Harina para elaborar panes que requieren alto desempeño en procesos de “alta velocidad”.

Proteína	Absorción	Volumen	Estructura de la masa	Tiempo de mezclado
Alta	Alta	Alto	Tenaz	Alto
Baja	Baja	Bajo	Extensible	Bajo
Óptimo	Alrededor de 60%	Adecuado	Maquinable	Óptimo

Cuadro 3. **Absorción de agua de la harina Tipo I**

La absorción es afectada por las siguientes causas.

Causa	Efecto	
Humedad de harina baja	Incrementa	
Nivel alto de proteína en harina	Incrementa	
Adición de gluten	Incrementa hasta 1.5% de agua, por cada 1% de gluten adicionado	
Almidón dañado	Incrementa (se incrementada la absorción, pero la estructura se debilita)	
Presencia de pentosanas	Incrementa (exceso de pentosanas harán la masa tenaz y se obtendrá bajo volumen)	
Presencia de salvado de trigo	Incrementa	
Falling Number	Bajo	Disminuye
	Alto	Incrementa
Temperatura de masa	Baja	Incrementa
	Alta	Disminuye

COMENTARIOS DEL SR. TULIO HERNÁNDEZ

El problema de la harina trabajando a nivel semi industrial, como lo hace Bimbo, no es muy representativo. Con el crecimiento que lleva esta Empresa hacia el futuro, es un 70% superior en comparación a su inicio. Eso para nosotros, corresponde a un incremento de más o menos 150% en la compra de la harina.

Esto no significa que necesitamos tener una harina estable, en ciertos rangos, para que nuestro proceso también sea rentable, pero si debe cumplir con ciertas condiciones que se requieren para trabajar el pan industrial. Necesitamos tener una harina con una fuerza que no puede bajar de $W = 320$; con una absorción de 14 a 14,5%; una proteína de 13%; un gluten húmedo entre 30 y 33%. Estos son los rangos que se manejan en la Asociación Latinoamericana de Molineros, ALIM, y son los rangos que negocia Bimbo en todo Latinoamérica. Por este motivo, creemos que estamos en condiciones de reinvertir y llevar la industria Bimbo Paraguay, a un sistema de alta velocidad.

En un sistema de alta velocidad, se trabaja en líneas con masas que por su extensibilidad y fuerza se desarrollan en poco tiempo. Como vienen de una harina estable, es posible elaborar un pan que dure 15 días en el mercado, con una vida de anaquel de 21, pero que cumplan las mismas características del primer día. Ese es el objetivo que tenemos acá en Paraguay, que por otro lado, es el objetivo que se persigue en toda la industria de panificación mundial.

Normalmente cuando las harinas no cumplen los requerimientos que están negociados con los molinos, tenemos que recurrir a estabilizar las harinas. Por ejemplo, si nosotros pedimos una proteína de 13%, y el molino no puede cumplir, tenemos que incrementar esa proteína, o sea que estamos incrementando el costo. Si pedimos 33% de gluten húmedo, sabemos que nuestra masa va a tener entre un 58% y un 65% de absorción, que para el panadero es negocio, porque vendemos pan suave. Entonces esos rangos que negociamos con el molino, se incrementan y en algunos factores.

El otro factor sumamente importante es el almidón dañado o el almidón que tiene la harina. Con la alta velocidad, el almidón absorbe el agua residual, que le incorpora a los productos; pero una vez que está en el proceso que no tiene que durar más de 15 minutos. En una masa con más o menos un tamaño de 1.200 kilos, el almidón, como no retiene el agua, la suelta y las masas se convierten en masas muy difíciles de manejar. En los procesos industriales, ya no se están usando los rodillos laminadores; ahora las máquinas procesan la masa; los volúmenes se hacen automáticos y solamente cae digamos el camote, el bolo, sobre el molde y eso es lo que va a fermentación.

Los procesos industriales no se pueden detener; son procesos lineales donde todo va en líneas, desde la esponja que es un proceso que se hace tres horas antes de la fermentación para agilizar el sistema y tener panes más suaves, hasta el término que más o menos dura desde que cae el primer bolo, hasta que llegue la envoltura en tres horas y media. En los procesos industriales de alta velocidad, recién se toma el pan en el sector de envoltura; lo otro es todo automático. Por eso es que la estabilidad de la harina es muy importante, porque no se puede parar el proceso y tener un error o una harina desviada, que significaría toneladas de bajas. En Paraguay, el presupuestado de ventas, alcanza la cifra de 55 mil millones de guaraníes. Pero siempre el proyectado debería de estimarse sobre los 55 mil millones. Con el proyecto que tenemos de automatizar la industria en Paraguay, creemos que debemos andar más o menos en 68 mil millones de esta moneda.

La Lic. Quím. Miriam Lezcano continúa: Actualmente BIMBO Paraguay produce 340 a 350 toneladas de productos mensualmente. Para el 2012 se planea una producción mensual de 2.000 a 2.500 toneladas. Eso significa que se va a incrementar la compra de harina, mucho más allá de lo que sucedió este año. Es por eso que desde principio del año, se trabaja con los proveedores para lograr la calidad que se necesita y poder así llegar al objetivo de venta.

En Paraguay, el crecimiento del panificado, por más que mucho lo ven como detenido, no es así. Desde el 2007 hasta el 2011, Bimbo no dejó de crecer. Si nosotros incrementamos todas las marcas que Bimbo maneja a nivel grupo, con la calidad con que trabajamos, pensamos dar el salto del 2011 al 2012.

La inversión que se hace a nivel de proveedores y en la industria, es un negocio que se apuntalaría cuatro veces más de lo que es hoy en día. Por eso es que necesitamos trabajar tanto el proveedor como la industria, para mejorar los estándares de calidad que todos necesitamos.

Les agradezco mucho por la atención dispensada.

Preguntas y comentarios

¿De dónde viene la harina que Bimbo usa; de la industria nacional o se importa?

Lic. Lezcano: Bimbo tiene la política de trabajar en el país que se instala. Por ejemplo, si se pudiera traer mejor calidad de México, no es una de la política de la empresa decir: “traigamos de México”. Cuando Bimbo se instala en un país tiene que ser netamente nacional, tiene que trabajar con el país donde se instala. Ahora, tenemos mucho apoyo de afuera, porque conocen el mercado; conocen el negocio y las normas de calidad que Bimbo maneja. Pero esto queda en Paraguay y el desarrollo tiene que ser para el Paraguay. No es que se nos impone que compremos porque la calidad no da; que compremos de otro lugar o traigamos de importación.

El Dr. Peña: *Felicitaciones a los molineros y a los productores paraguayos, por ser capaces de producir esas especificaciones que son muy difíciles de alcanzar. La industria molinera está haciendo un gran trabajo y por lo tanto esto me hace recomendar, que se una a los productores, para que se tenga una mayor capacidad de producción en este tipo de harinas.*

El Sr. Tulio Fernández: La harina de Paraguay es una de las mejores que se ven en Latinoamérica, en productos como: budines, pasteles, pizzas, pan árabe, tortillas. Normalmente esas harinas deberían tener un 12% de gluten y una fuerza o W de 120. Entonces, como la harina de Paraguay es tan fuerte, nosotros tenemos que ingresar a la fórmula un aditivo que se llama fécula de maíz, para debilitar el gluten de la harina nacional y poder producir budines, por ejemplo. Ahí tienen un negocio porque a lo mejor, pueden sacar una harina menos fuerte que a nosotros como panaderos nos conviene.

La Lic. Lezcano: Las especificaciones que se mostraron fueron solamente de Tipo 3, para panes de molde. Actualmente enfocamos el 60% de nuestro negocio en Paraguay a los panes de molde y panes de sándwich. Si mantenemos esa calidad en panes de molde, podemos crecer mucho más. Es cierto tenemos muy buena reacción de las muestras que hemos analizado. Pero normalmente entre un lote y otro no se mantienen las calidades. Y ahí radica la dificultad: cuando un lote nos viene con una buena calidad y otro con una calidad inferior. Hoy día, eso no es un inconveniente, porque tenemos el proceso muy artesanal y podemos leer la especificación antes de introducirla en el proceso. Pero al tener un proceso industrial, generalmente esos lotes van a ir mezclados, lo que nos puede dar una variabilidad muy importante en la calidad del pan.

También quería mencionar que estos resultados fueron obtenidos gracias a las personas contactadas para realizar el análisis correspondiente. Las tres empresas a las que acudimos, colaboraron con nosotros para realizar este análisis. Desde principios de año, las tres empresas están trabajando fuertemente con nosotros en lograr la estabilidad de la calidad de harina que recibimos y analizamos.

El Dr. Kohli felicita el trabajo que viene realizando la industria nacional al lograr esos buenos valores y pregunta en relación a dichos valores referidos a una industria de alta velocidad.

¿Qué ocurriría cuando BIMBO llegue a tener la industria de alta velocidad? Porque para nosotros producir un trigo de W 220 a 250 es más fácil que producir uno de 350. No es que no se puede lograr, pero hay un costo muy alto para el productor en el manejo, en fertilización y posiblemente de variedades con un menor potencial de rendimiento.

La Lic. Lezcano: Como les dije antes, para estos panes de molde, sí necesitamos una especificación mucho mayor. En pastelería y en panquequería, así como en las líneas de tortilla, no necesitamos este tipo de especificación y usamos normalmente la tipo 00. Eso le puedo mostrar de acuerdo a lo que estamos analizando. El Bimbo trabaja por cada línea, con las harinas que tenemos a nivel local. Como nuestra meta (segmento de la demanda al que está dirigido un producto) es el pan de molde, con el que obtenemos mayores ganancias, lo elaboramos en un 70%, contra 30% que son las otras líneas. Es nuestra oportunidad de crecimiento en líneas de alta velocidad; es en lo que estuvimos trabajando a nivel local. La única desventaja es que tenemos buenos valores en algunos lotes y en otros no; no tenemos una estabilidad de especificaciones en todos los lotes y muchas veces hay resistencia en enviar la especificación.

El departamento de aseguramiento de calidad de Bimbo, pide las especificaciones de la harina que llega en un lote en particular. Ahora, todavía tenemos la posibilidad de ajustar si esta harina no cumple con las especificaciones. En cambio, para el próximo año queremos con los proveedores, estabilizan la recepción de calidad; en lo que refiere a calidad de harina como un valor fijo. Es un valor óptimo que nosotros necesitamos, pero en realidad las especificaciones que le llegan a los proveedores, corresponden a un rango de valores con un mínimo y un máximo. Nosotros les presentamos el valor óptimo para Bimbo, pero en realidad cuando llegamos al proveedor, le pedimos valores que estén dentro de un rango para poder hacer los ajustes necesarios.

En el valor de W entre 250 a 380, es que podemos trabajar en la línea de pan de molde. Podemos pasarles las especificaciones a todos los interesados. Lo que analizamos es de los meses de octubre y noviembre. Las harinas que recibimos en fechas anteriores a estos meses, no llegaban al mínimo requerido de especificación. El análisis que hizo Bimbo del Paraguay, para este trimestre fue apuntando al 2012, en donde los procesos ya no van a poder ser ajustados tan manualmente como ahora.

El Dr. Peña: La exigencia de extensibilidad es muy alta. Agrega que probablemente ese es el gran reto en Paraguay. Se debe trabajar muy duro en extensibilidad y hay que seleccionar mejor el germoplasma que se recibe, en busca de esos valores de P/L. Por lo tanto, recomiendo que en investigación se empiece a seleccionar por calidad, inclusive desde que se reciben los primeros materiales.

La Lic. Lezcano: Otro beneficio que tuvimos al hacer este análisis se relaciona con la primera exportación de pan dulce al Uruguay. Si tenemos la calidad que se exige, las puertas para los negocios se abren. Al respecto, Bimbo hace mucho comercio que mantiene entere-corporaciones y entere-organizaciones. Así Paraguay le puede vender a Bimbo de Uruguay; Bimbo de Argentina, Bimbo Chile; Bimbo Perú, dependiendo siempre de la calidad de productos que logremos; dependiendo de la calidad de las materias primas nacionales. Ya tuvimos esa experiencia muy buena en Bimbo Paraguay, de exportar nuestra primera carga, a Bimbo Uruguay y fue exitosa. Fue nuestra primera exportación y con la calidad de harina que tenemos en Paraguay,

Otro comentario: Hoy día el molinero quiere satisfacer al panadero y el panadero a su vez al cliente. Como es lógico, la presencia de Bimbo distorsiona el mercado, porque piden una especificación. Pero están las grandes cadenas de supermercado; están las áreas rurales que continúan siendo un mercado atractivo para el molinero. Además, hay que crear programa de capacitación, con énfasis en calidad de la harina; e invitar al cliente para que conozca lo que come. El pan es arte, es ciencia y es una cultura. Involucra muchísimo sacrificio y para todos los verdaderos profesionales que estamos en esta área. Cuando llueve ya sé que problema va a tener el agricultor, el molinero el panadero y el reclamo del cliente. Paraguay hoy exporta trigo y también panificados para lo cual existen muchos molinos con una excelente calidad de harina.

El Dr. Peña: El ejemplo y progreso de Bimbo es un reto para la investigación a seguir produciendo trigos de las más diversas calidades para la industria. A Paraguay se le presenta la gran oportunidad de hacer este negocio; de algo verdaderamente importante como fuente de trabajo y con la posibilidad de contar con alimentos sanos y nutritivos para la población porque también podemos añadirles otros nutrientes

El Dr. Ricardo Pedretti: Bimbo es una multinacional y se instala en los países para procesar materia prima local. Si nosotros entramos en un supermercado en Asunción, vemos que en panificados y todos sus derivados, prácticamente nos abastecemos; pero si entramos en la sección de pastas o entramos en la sección de galletitas dulces y saladas, vemos una presencia extraordinaria de productos importados. La pregunta es: ¿estos productos, forman también parte de las líneas que atiende Bimbo?

La Lic. Lezcano: Actualmente estamos manejando siete líneas de producción; anteriormente era solo una que hacía panes de molde, panes de sándwich y pizzas. La línea de panquelería es una nueva línea que estamos investigando y desarrollando, para preparar a nivel local los budines que vienen de Brasil. Bimbo del Paraguay esta incorporando investigaciones en varias líneas. Por ejemplo, tenemos la línea de las tortillas; la línea del pan árabe; la línea de pastas. También tenemos nuestra línea de pastas Pan Todos y Panissimo, tiene pastas frescas como son las tapas de empanadas, las tapas de pascualinas, que tienen mucha aceptación en mercado nacional. Si, es de nuestro interés abrir toda una línea para galletitas y dulces, pero estamos trabajando a ritmo lento a pausado, para que el crecimiento sea sostenible. A Bimbo del Paraguay le ha costado mucho en estos cuatro años demostrar ante la **Organización Latinoamericana de Alimentación (OLA)** que es la organización a la que pertenecemos, que el país crece y puede crecer más. Esto nos va a permitir abrir todas las líneas que usted dice; poder abastecer el mercado local y no traer ya de otro lado.

Dr. Ricardo Pedretti, Lic. Ricardo Wollmeister y Ing. Agr. Marcos Villalba, en el día de campo del CRIA, Capitán Miranda, Itapúa.



Ing. Alodia González explicando la importancia de fertilización en trigo.



Avances en la segregación de la cosecha de trigo por su calidad

ING. AGR. WILFRIDO HEMPEL

Cooperativa Colonias Unidas, Obligado, Itapúa, Paraguay

Email: wilfrido.hempel@ccu.coop.py



Resumen

La Cooperativa Colonias Unidas Ltda. se asoció con el Plan Nacional de Trigo en 1974. Desde su inicio, la producción nacional tuvo problemas de calidad, principalmente los granos chuzos y el bajo peso específico, debido a los ataques de las enfermedades de esta época. Recientemente, la mejora genética del cultivo ha desarrollado nuevas variedades de alto potencial de rendimiento y la calidad industrial, mejorando la fuerza del gluten, el brotado, el lavado del grano o el desgrane natural. Sin embargo, la industria molinera sigue agregando nuevos parámetros para cumplir, como es el gluten húmedo, Falling Number, el color de la harina, la alveografía, la farinografía y la homogeneidad de los lotes entre otros. Con el fin de cumplir con estas exigencias y lograr un buen precio en el mercado nacional e internacional, fue muy importante padronizar la producción de trigo de acuerdo a la demanda de los compradores. La Cooperativa ha dado los pasos iniciales en la segregación de la cosecha adoptando una serie de exigencias en relación a la materia prima y cumpliendo con los requerimientos específicos de los procesadores industriales. La segregación se inicia en el momento de la recepción de la cosecha que es tipificada de acuerdo a la calidad de trigo y separada en tolvas o depósitos diferentes. Al mismo tiempo se hace un análisis diario de la proteína bruta, gluten húmedo, gluten index, falling number y alveografía de la materia prima recibida. Estos valores ayudan a hacer una nueva separación si fuera necesaria. Este proceso instalado recientemente permite a la Cooperativa garantizar la calidad pactada y sobre esa base se negocia el precio. Esta experiencia puede servir al país para seguir progresando en la producción y acopio, ofertando el trigo paraguayo con identidad y un trigo segregado con determinadas características. Considerando el incremento en la exportación durante los últimos años, un avance hacia la calidad segregada puede resultar favorable para la producción futura de trigo en el país.

Abstract

Advances in the segregation of wheat harvest for quality

The Colonias Unidas Cooperative Ltd. stated its association with the National Wheat Plan in 1974. Since the beginning, wheat production suffered from the problems of quality, primarily due to shrunken grains or low test weight, caused by the diseases. Recently, new varieties with high yield potential and better industrial quality have been developed through genetic improvement, especially by improving the gluten strength, sprouting, and shattering etc. However, the milling industry has also kept adding new parameters to list such as: wet gluten, Falling Number, flour color, alveography, farinography and the homogeneity of the supplied bulk, etc. In order to fulfill these requirements and attain a better price in the national and international market, it was important to standardize the wheat production according to the demands of the buyers. The Cooperative has taken initial steps in segregating the wheat harvest by adopting a series of conditions with respect to wheat quality and thereby the specific requirements of the processing industry. The segregation starts at the reception of the harvested product, which is typified according to the wheat quality and deposited in different containers or silos. Simultaneously, quality analysis of protein, wet gluten, gluten index, Falling Number and alveography for each lot is conducted on daily basis. These values help making a new separation if necessary. This process installed recently, permits the Cooperative to guaranty the quality and negotiate a price for it. This experience can serve the country to advance in wheat production and business by offering Paraguayan wheat with an identity and segregated with specific characteristics. Considering the increase in export volume during the last decade, any progress towards segregating quality will help the future wheat production in the country.

● *Día de campo
en Sem-Agro.*



Muy buenas tardes a todos y les agradezco que me hayan invitado a exponer sobre este tema.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La Cooperativa Colonias Unidas Ltda., es una empresa que se formó en 1953. En el año 1974, ya con el Plan Nacional de Trigo en marcha, los productores asociados plantaron 622 hectáreas con un rendimiento de 992 kg/ha. O sea que bastante bajo, pero se avanzó. En esa época, existía la investigación agrícola que tenía sus logros los cuales se difundían y publicaban. También era muy importante el apoyo al sector agrícola por parte del Banco Nacional de Fomento; de la entonces Cooperación Técnica Alemana (GTZ) y por supuesto del mismo Ministerio de Agricultura y Ganadería. En esa época, también se inició el Plan de semillas y se logró la certificación de calidad semillera ISO 9001 desde el año 2009.

¿CUÁLES FUERON LOS PROBLEMAS QUE SE IDENTIFICARON DESDE QUE SE INICIÓ EL PLAN TRIGUERO HASTA LA FECHA?

Al inicio, se tropezó con problemas de bajo Peso Específico o Peso Hectolítrico (PH). Durante 1968 a 1972, hubo problemas de granos chuzos y de *Fusarium*, un problema grave en esa época y que hoy persiste. Después, se logró mejorar la calidad del grano y la investigación que se realizaba desde los entes oficiales, daban sus resultados. Tal es así que en la década del '90 aparece el gluten húmedo; mientras que el Falling Number (FN) como problema no se hablaba. Hoy día agregamos con la alveografía; el color, la estabilidad y la homogeneidad de los lotes, entre otros.

Si analizamos las estadísticas de la Cooperativa en los últimos 10 años, vemos que prácticamente se triplicó la producción de trigo (Cuadro 1). Eso nos obligó a la selección de nuevas variedades y retirar otras, de acuerdo a su calidad. Por ejemplo en la última década, fueron retiradas del programa semillero, 14 variedades (*Itapúa 40, Itapúa 55, Itapúa 65, IAN 8, IAN 15, BR 49, BRS 248, BRS 249, IPR 85, CD 103, CD 108, CD 110, CD 111, CD 114*) principalmente por diferentes problemas, tales como: fuerza de gluten, brotado fácil, lavado o desgrane natural.

COMMODITIES

La palabra commodity (mercadería en inglés) son productos de un alto nivel de indiferenciación, se trata de bienes de tipo estándar. Por lo tanto, en el mercado de commodities, el comprador busca básicamente el

Cuadro 1. Recepción de trigo por la Cooperativa Colonias Unidas Agropecuaria Industrial Limitada

Zafra	Cantidad (Tm)
2001	40.000
2002	52.800
2003	80.000
2004	79.000
2005	67.400
2006	53.700
2007	109.000
2008	134.000
2009	123.000
2010	133.400

mejor precio para un producto más o menos uniforme, bajo el supuesto de una continua disponibilidad de productos de calidad y características homogéneas.

No todas las mercaderías son commodities. Para que una mercadería pueda recibir esa calificación es necesario que ella tenga por lo menos cuatro requisitos mínimos:

- a. Padronización es un contexto de comercio internacional.
- b. Posibilidad de entregar en una fecha acordada entre comprador y vendedor.
- c. Los productos ofertados son fácilmente intercambiables y de elevada durabilidad; por lo tanto, pueden ser medios de pagos y de reserva de valor.
- d. Existe más de una fuente del producto o servicio.

Ejemplo: La fruta de naranja no es commodities, pero jugo de naranja concentrado y congelado es commodities.

Los mercados de commodities tienden a permanecer a lo largo del tiempo por la falta de aquellos atributos específicos que posibilitan la existencia de mercado de especialidades. La línea divisoria entre las distintas especialidades y los commodities no es en todos los casos suficientemente clara, no siempre existen límites precisos.

En las posiciones intermedias entre ambos extremos se hallan los commodities provenientes de aquellos productores agrícolas que trabajan en red para llevar adelante la producción y la comercialización de los mismos. A través de la coordinación con proveedores y distribuidores, los productores tienen la posibilidad de acceder en la cadena de valor y de obtener un margen mayor de beneficio

En relación al trigo, sucede que los procesos de fabricación de los productos panificables se encuentran altamente automatizados. Esto hace que si la calidad del trigo no es consistente, el producto final elaborado por la industria no es buscado. Por esta razón es necesario familiarizarse con los parámetros de calidad que utiliza la industrial panificadora. Un camino para comercializar trigo de calidad puede ser el de los contratos entre productores y demanda molinera o industrial. En este caso hablamos de negocios que aprovechan nichos de mercados, concretados en función de acuerdos preestablecidos. Pero hay otro camino más global que el anterior. Se trata de la segregación de materiales.

SEGREGACIÓN DE LA COSECHA

Aparece otro elemento en el mercado que es la segregación. La segregación no es lo mismo que clasificar. Significa ordenar de una manera determinada.

En cuanto al trigo, con la segregación hacemos que el trigo nacional tenga más valor en el mercado; tanto en la exportación como vemos que ya ocurre; así como también en el mercado interno. Hoy hay quienes buscan un producto segregado; un producto separado. Creo que esto es muy interesante, porque generalmente miramos esa segregación hacia el mercado de la exportación. Pero para hacer segregación, hay que tener contacto: tener identificado qué producto quiere un cliente final, o un molinero o un panadero final; y de acuerdo a eso hay que empezar a trabajar toda la cadena hacia atrás, empezando por las variedades. Entonces es muy importante el tema segregación; el ordenar los eslabones de manera determinada, para que se tenga ese producto final.

La segregación ahora, representa un problema por que muchas cooperativas y acopiadoras tienen dificultades para segregar. Una de las dificultades es la inversión que hay que hacer; hay que tener laboratorio, hay que tener toda una cadena separada desde la recepción con el productor hasta la expedición final. Este proceso resulta más fácil si se va en camiones a Brasil u otro destino; pero si se va en barcasas como es el caso de la soja, hay que tener mucho cuidado con la no pérdida de identidad; es decir, se tiene que evitar la pérdida de identidad

en los puertos. Esto es fundamental por que si se mezcla la mercadería; si se trabajó bien con el productor pero en el puerto se mezcla, se perdió todo el producto homogéneo que se pretendía exportar.

En el caso del trigo, es necesario dejar de lado el carácter de commodity ya desde la producción primaria. Eso implica adoptar una serie de exigencias en relación a la materias prima; de requerimientos para los procesadores industriales sobre una demanda específica; así como la definición de una agricultura de contrato que requiere canales de almacenamiento, distribución propia; sistemas de control más estricto y exigido a lo largo de la cadena de infraestructura. Esos sistemas de control tienen que estar presentes desde la producción primaria hasta el producto final. Comprenden a toda la cadena de recepción, los procesos de secado; el almacenamiento, la expedición: todo tiene que estar controlado, sino esta cadena se pierde. Los resultados finales serán entre otros, un mejoramiento de las variedades de trigo; una mayor rentabilidad del producto final y más beneficios para el productor.

Si analizamos la evolución de la producción de trigo de Paraguay en los últimos 10 años, podemos concluir que se ha ido incrementando: se mejoró el rendimiento; se elevó el volumen de producción tanto para consumo interno como para exportación (Cuadro 2). Si nos fijamos en las estadísticas y considerando que el consumo nacional es de aproximadamente TM 500.000 anual, tenemos un importante excedente para la exportación sobre todo a partir del año 2008 en adelante. Siempre un producto segregado tiene más valor en el mercado así como siempre tiene preferencia en la compra en el mercado.

Vale la pena mencionar después de que nuestro país se consolidó como productor de trigo que se autoabasteció hoy aparece con un remanente de producción para la exportación, a pesar del poco volumen que significa en el consumo de los países tradicionalmente productores de trigo. De ahí la importancia de ir tomando normativas adecuadas a la demanda de los mercados importadores y que el Paraguay tenga una característica de producción y comercialización de calidad, para su consolidación definitiva

Recuerdo los primeros lotes (de PH 74 kh/hl) que exportamos al Brasil, allá por el año 2001. Hoy todos los lotes de exportación van como un PH de 78 kg/hl, ni se habla más de 74; entonces realmente hubo un incremento en producción y una significativa mejora en la calidad.

Al estar en fluido contacto con nuestros clientes finales, en la Cooperativa, nos vimos la necesidad de exportar y de tener un trigo de calidad. Nuestros clientes nos pedían una harina con determinadas características. Normalmente, cada molinero produce un tipo de harina para un determinado mercado. Cuando se habla de trigo para Brasil, no es que todos los compradores quieren los mismos lotes: uno quiere un tipo de trigo; el otro quiere otro tipo de trigo.

En el caso de la Cooperativa, en el momento de la recepción estableció una tipificación de acuerdo a la calidad de trigo, es decir, se separa en tolvas diferentes que después se almacenarán en silos o depósitos diferentes.

Cuadro 2. **Área de Siembra, Producción y Rendimiento de TRIGO, Paraguay**

Año	Área de siembra (ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (kg/ha)
2001	245.410	359.236	1.464
2002	310.931	536.754	1.726
2003	325.000	715.000	2.200
2004	365.000	800.000	2.192
2005	365.000	620.000	1.699
2006	320.000	800.000	2.500
2007	381.078	799.732	2.099
2008	508.000	1.066.800	2.100
2009	560.817	1.402.043	2.500
2010	538.936	1.442.598	2.676

También en la recepción por tipos se realiza un análisis diario de proteína bruta, gluten húmedo, gluten index, Falling Number, alveografía (W, P/L). Estos valores van a dar una idea diaria de la calidad que se está recibiendo y si hay que hacer una nueva separación.

Posteriormente al procesar se vuelve a repetir el proceso de análisis de los ítems ya anteriormente mencionados y se almacena en el lugar definitivo. Si se realiza el embolsado se pueden extraer muestras por bolsa durante el embolsado y tener la calidad exactamente identificada.

Sobre este punto, una de las ventajas que tenemos, es que la proteína bruta del trigo paraguayo es muy buena; no hace falta hacer muchos análisis, porque vemos que no tiene problemas; y si el año es seco mejor todavía. Pero otros valores sí se tienen que analizar como el gluten. De esta manera, al día siguiente ya se sabe cómo están entrando los lotes. Ocurre que muchas veces se tiene una recepción y de repente cambian las calidades, por un factor climático; porque hubo una lluvia o en un momento dado hubo una helada que afectó más a un tipo de trigo en particular; también hay variaciones según zonificaciones de procedencia del trigo. Entonces se tiene que hacer un análisis detallado en el laboratorio. Si durante la cosecha se producen lluvias, se debe tener mucho cuidado con lo que viene después. Hay que verificar si la calidad se mantiene o no. Por ejemplo, una lluvia con mucha temperatura fácilmente induce al brotado. Entonces se separan los lotes por tipo; en algunos casos hasta en cuatro tipos.

Es muy importante analizar cómo viene cada año; no se puede dar una recomendación general, o aplicarla a todos los años. Hay que analizar cómo se comportan los años, porque nuestras condiciones climáticas subtropicales, a veces con lluvias y heladas son cambiantes. Una helada en agosto o setiembre, puede modificar todo el padrón de calidad; lo mismo una lluvia en plena cosecha. Por el otro lado, a veces también llueve y la temperatura permanece baja; no afecta en absoluto. De ahí la importancia de hacer un análisis de las condiciones climáticas y su evolución.

Posteriormente cuando pasa por el secadero, cada lote se vuelve a analizar y ahí se clasifica ya de acuerdo al lugar definitivo; eso nos da el producto final, sabiendo ya qué calidad tenemos. El embolsado es una muy buena forma de separar la mercadería; de separar el trigo, porque se pueden sacar muestras por bolsa y analizarlas para tener la calidad por bolsa. El embolsado es un tema muy interesante y por lo menos la experiencia que tuvimos nosotros, no afecta la calidad del trigo. Estoy hablando de embolsado en seco, no embolsado húmedo. Por supuesto, hemos también tenido problemas con el embolsado. Al respecto, hay que tener los cuidados pertinentes y cuidar que no se agujeree. Pero si las bolsas se cuidan bien, no hay problemas de calidad. Posteriormente, ese producto segregado hay que ofrecerlo en el mercado y garantizar la calidad en un contrato de compra-venta. Lógicamente, en el mercado a través de los años, eso otorga una gran credibilidad y se le conoce a uno, como un vendedor de trigo segregado.

Anteriormente para la venta de trigo al Brasil, se pedía una muestra o se enviaba la muestra; o a veces el comprador enviaba una persona, sacaba la muestra y después se negociaba sobre ese lote específico. En algunos casos compraban un lote de 500 a 1000 toneladas y se negociaba después por la calidad, Hoy eso se hace muy poco. Hoy la calidad se garantiza por teléfono o por correo y sobre esa base ya se negocia.

ASPECTOS FUTUROS MÍNIMOS PARA PROGRESAR EN LA SEGREGACIÓN

• Producción

- a. Incentivar el mejoramiento genético y selección de variedades bien definidas, acorde a las exigencias de mercado. Para lo cual debemos seguir apostando al proyecto "Fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo de trigo en Paraguay". Quiero reiterar por su importancia el cultivo de distintas variedades de trigo según las regiones; es decir variedades de trigo para la región sur; región norte, región centro, región este, ya que cuentan con climas un poco diferentes. En cuestiones de 200 Km a 300 Km. ya es posible encontrar variaciones. Si comparamos por ejemplo San Pedro con Itapúa, hay

una variación significativa y lógicamente hay que compartir las experiencias. Si se quiere hacer segregación con el productor, la Cooperativa, las firmas acopiadoras y los gremios, tienen que trabajar en forma conjunta; no es posible el trabajo en forma separada.

- b. Otro punto importante, es que el productor de trigo debe aplicar la tecnología disponible, en cuanto a variedades, fertilizantes, y aplicación de fitosanitarios. Por lo mismo, opino que terminó la época en que el productor que hace trigo como cobertura de invierno; sin aplicar tecnología; solamente tirando la semilla en el terreno para cosechar solo si sale bien. Esto debemos tenerlo bien claro: o se cultiva trigo con tecnología o se deja de sembrar. Porque después viene el trigo con muy baja calidad; porque por ejemplo no se aplicó nitrógeno, no tiene las condiciones requeridas.

• Cosecha

- a. La cosecha es el punto quizá más importante para la obtención de calidad de producto, el productor tendría que buscar un punto óptimo de cosecha y comenzar una clasificación de parcelas orientada por variedades de iguales característica de calidad industrial.
- b. Después viene el tema de silos que es fundamental. Si no se hacen los trabajos previos, una infestación por insectos, será muy difícil después de controlar en el silo; además del alto costo que lleva hacer el control posterior. Entonces es mucho más fácil prevenir que después curar la enfermedad.

• Acopio

- a. En el acopio o recepción es recomendable ir formando lotes de iguales características: humedad, PH, para su procesamiento de limpieza, secado y posterior almacenamiento.
- b. Es importante contar con laboratorios registrados y personal entrenado, criterios unificados para obtención de un producto fiable y garantizado para la comercialización dentro de un marco ético del comercio. Si los resultados no coinciden entonces no se puede hacer segregación.
- c. A pesar que el Paraguay es un país con poca superficie y que el trigo es cultivado solamente en la región oriental; sería importante zonificar en, por ejemplo: Región sur, Este y Centro, a efectos de ir definiendo poco a poco las características regionales de producción.
- d. Es importante destacar ir compartiendo estas experiencias en forma conjunta con la parte oficial gubernamental, la iniciativa del sector privado, productores, firmas acopiadoras, gremios, etc., en conseguir una legislación que respalde de consolidar el anhelo de obtener un producto acorde a intereses sectoriales productores, acopiadores e industriales nacionales y extranjeros.

• Otros

- a. Tener la voluntad política para realizarlo.
- b. Acondicionar los puertos para embarcar productos sin pérdida de identidad.
- c. Ofertar trigo segregado.

De este modo, será posible ofertar trigo paraguayo con identidad; trigo segregado con determinadas características Hoy día, no tenemos identificado el trigo; qué es lo que estamos ofreciendo. Por eso, se envía una muestra al comprador, que plantea sus exigencias. Entonces hay que tener un padrón de lo que estamos ofreciendo. Y aquí entra el tema de modalidades de negocios. El que más comúnmente se emplea a nivel nacional, es el mercado futuro que se usa en soja, donde el productor fija las bases y después fija el futuro que es el referente nuestro; en este caso es Chicago, un mercado respetado en todo el mundo. Es una forma bastante fácil de comercializar: el productor fija la base, entrega y tiene tiempo para fijar el precio de forma anticipada, también

dependiendo del precio internacional. Por ejemplo, hace unos meses la soja estaba en 14 dólares; entonces puede fijar y aprovechar la cosecha a ese precio.

El empleo de esta modalidad de negocio en el trigo es un poco más complicado, porque se usa más como un mercado spot en donde se paga inmediatamente en efectivo, en contraste con el mercado de futuros. Resulta problemático vender trigo en forma anticipada en parte por problemas de calidad y factores climáticos como las heladas o lluvia en cosecha.

El otro actual referente nuestro de trigo, es el mercado de Rosario, que depende de cómo están los precios, hoy interconectados con los mercados mundiales de Chicago, Kansas o Minneapolis y las bolsas de EE.UU. No se tiene una relación tan directa como tenemos con Chicago en relación a la soja. También podemos contar con el mercado brasileño, pero cuando hay subsidio al trigo brasileño, esto nos afecta en gran medida. No obstante, Brasil sigue siendo un mercado muy importante. Así, en el 2009 el vecino país cubrió el 62% de destino de nuestra exportación. Pero también no dejan de ser importantes otros mercados. En la actualidad, estimo que tenemos habilitados unos 30 países donde podemos exportar el trigo nacional.

¡Muchas gracias por su atención!

Preguntas y comentarios

¿Cómo puede manejar el aspecto de la calidad considerando el número de variedades que se siembran a nivel nacional?

El Ing. Hempel: Es importante formar grupos de variedades similares, con características químicas similares. Será muy importante, no una variedad sino mejor tener tres, cuatro, cinco variedades por región; tener grupos de variedades para poder mezclarlas en un cierto momento.

¿Cuántos grupos usted cree que se pueden manejar?

El Ing. Hempel: Dos a cuatro grupos.

¿Cuánto costo agrega eso al manejo del producto?

El Ing. Hempel: Se agrega costo y sobre todo tiempo. En el momento de la recepción, cuando el productor llega con dos o tres mil toneladas por día, hay que tener las tolvas disponibles. Eso crea a veces un problema porque no vale la pena hacer solo una tolva; hay que justificar la inversión de toda la línea, incluyendo pre-limpiadora y secadora, para hacer la separación. Esto agrega bastantes costos.

El Dr. Pedretti: *Entiendo que la Cooperativa Colonias Unidas esta segregando la producción y comercialización de su trigo ya desde hace varios años, ¿es verdad? Entendiendo que el trigo es el cultivo más cooperativizado de nuestro país, ¿hay cooperativas que también están haciendo lo mismo o la mayoría sigue ofertando trigo sin segregar?*

El Ing. Hempel: Según entiendo no lo están haciendo; depende del interés de cada cooperativa.

El Dr. Kohli: Hay cooperativas que están trabajando con nuevas variedades. Una de las recomendaciones que el Sr. Vosnika hace es que si tenemos problemas de segregar, es mucho más fácil que nos concentremos en tres o cuatros variedades y no más en una región, lo mismo que dice el Ing. Hempel. Entonces ahí ya se puede tener o un tipo de calidad, o máximo dos tipos de calidad. La industria molinera generalmente paga más, cuando se le garantiza la homogeneidad del lote, que es fundamental para su industria; creo que ahí esta la clave. Los procesos son automatizados y al ser un trigo no homogéneo, complica a la industria y también complica después al panadero final.

El Ing. Cubilla: La Cooperativa Colonias Unidas es la única que esta haciendo segregación de trigo. Otras empresas y cooperativas no lo están haciendo, pero el principal problema, lógicamente como dijo Wilfrido, es el alto costo de la infraestructura y logística para recepción; y por otro lado el problema de identificación de los productores que puedan cultivar una u otra variedad específica. Creo que es un trabajo pendiente, de mucha relevancia para llegar a lo que exige el mercado. Años atrás estuvimos en Canadá y veíamos que tenían infraestructuras de silo con cuarenta a cincuenta tubos de 1.000 toneladas, Entonces era muy fácil la recepción y la expedición de este tipo de material y por supuesto bien segregado.

Otro comentario en relación al porqué las cooperativas no hacen segregación, se relaciona con la falta de laboratorios donde llevar las muestras para determinar Falling Number, alveografía y otros, porque si se está segregando a ciegas, no se sabe lo que se tiene.

Dr. Peña: En este momento en México, se comercializa en agricultura por contrato de más de dos millones de toneladas. El mecanismo es que el industrial contrata el cultivo de una variedad específica con un paquete tecnológico específico, incluyendo fechas de siembra y los trabajos correspondientes. Probablemente lo que esté haciendo falta es “amarrar” la variedad con un paquete tecnológico que dé un poquito más de seguridad en lo que se va a obtener: un buen rendimiento para el productor y que se garantice la calidad para el industrial para una variedad dada. De esa manera el productor o la cooperativa pueden hacer contratos; pueden enviarlo al molino y el molino se encarga de hacer su trabajo de segregar por proteína. Se sabe que a mayor proteína, mayor será la calidad porque está manejando por variedad.

*Día de campo en
Cooperativa Pirapó.*



Ing. César Jure, ex presidente de CAPECO, cuyo apoyo fue clave para el convenio MAG-CAPECO-CIMMYT, en el año 2003.



Análisis de los mercados para la harina de trigo y sus conveniencias para Paraguay

LIC. SONIA TOMASSONE

CAPECO, Asunción, Paraguay

Email: stomassone@capeco.org.py



Resumen

El Programa de Trigo MAG/CAPECO/INBIO, con el apoyo de los productores, ha sido responsable del gran incremento en el volumen de la producción y la evolución de las exportaciones de trigo durante los últimos diez años. En un trabajo conjunto, mientras se investigaba en la creación de variedades adaptadas al país, también se estaba negociando y buscando nuevos mercados. Este trabajo dio sus resultados poniendo a Paraguay entre la lista de exportadores de trigo en el mundo. Hasta ahora, los esfuerzos fueron para abrir nuevos mercados para el grano y hoy se cuenta con 35 mercados habilitados para la exportación. Considerando que casi la mitad de la capacidad molinera existente en el país está ociosa, estimamos altamente conveniente agregar el valor a la materia prima y trabajar en las exportaciones de la harina poco a poco. En este sentido, las exportaciones de harina se han casi triplicado durante la última década (de 2700 ton. en el 2001 a 8200 ton. en el 2011) y el ingreso de divisas por ésta se ha septuplicado durante el mismo período. Hoy la mayor parte de las exportaciones tienen un solo destino que es Brasil y es posible trabajar los otros mercados de la misma forma que se hizo con el trigo grano. Sin embargo, es importante mencionar que cada país importador de harina tiene varias especificaciones o estándares que se necesita cumplir. Además de conocer estos estándares por país, es necesario alcanzarlos iniciando el trabajo con mercados más accesibles. En términos económicos, el valor agregado por la harina respecto al trigo es aproximadamente del 23% y el país puede lograr un 52% más de divisas exportando harina que exportando trigo grano. Además del mayor ingreso de divisas, también hay mayor utilización de mano de obra a nivel nacional y otros beneficios de la industrialización. Para avanzar en el mercado de la harina es clave asegurar la calidad, mantener una oferta mínima y al mismo tiempo competir en precio con otros competidores. CAPECO tiene los canales necesarios para apoyar al sector harinero para crecer y así seguir con los avances en la producción triguera nacional.

Abstract

Analysis of wheat flour markets and their usefulness for Paraguay

The National Wheat Program supported by MAG/CAPECO/INBIO and the farmers has been responsible for tremendous increase in wheat production and exports during the last 10 years. It has been a team work, where one part was researching to develop new varieties adapted to the country, and the other negotiating business deals and opening new markets. These efforts gave their fruits by putting Paraguay in the list of wheat exporting countries. So far, this effort was confined to wheat grain, where we have 35 export markets today. Considering that almost half of the milling capacity of the country is unutilized, it is highly convenient to add value to the raw material and work towards exportation of wheat flour. During the last decade, flour exports have almost tripled (2 700 tons in 2001 to 8 200 tons in 2011) and entry of foreign currency to the country has increased seven times. At present, a major proportion of the flour export goes to Brazil and it is possible to develop other markets in a manner as was done in wheat grain. However, it is important to understand that every flour importing country has specific standards and restrictions that need to be met. Besides the knowledge of these standards, it is also necessary to achieve them, working initially with more accessible markets. In terms of economics, the export of wheat flour adds approximately 23% additional value and Paraguay receives almost 52% more foreign currency by exporting flour than wheat grain. Additionally, such industrialization will also utilize more manpower and other facilities. However, to make advances in the flour market, it is critical to assure quality, maintain a minimum level of supply and at the same time compete in price with other flour exporting countries. CAPECO has the necessary channels worked out to support the national milling industry and to help advance national wheat production in the future.

La evaluación de ensayos comparativos realizados en colaboración con CETAPAR, Colonia Yguazú.



ANTECEDENTES

Muchas gracias. Primero me gustaría mostrarles la situación actual del trigo para después analizar cómo está la demanda mundial y cuáles son las calidades de harina de trigo que piden los mercados.

Al 30 de setiembre cerramos las exportaciones de trigo zafra 2010 e iniciamos las exportaciones de trigo en grano zafra 2011. Como pueden observar en la Fig 1, del 2010 al 2011 duplicamos las exportaciones de trigo en grano. En realidad, en la zafra 2009 se exportaron más de quinientas mil toneladas; mientras que en la zafra

Fig. 1. **La evolución de las exportaciones de trigo paraguayo**

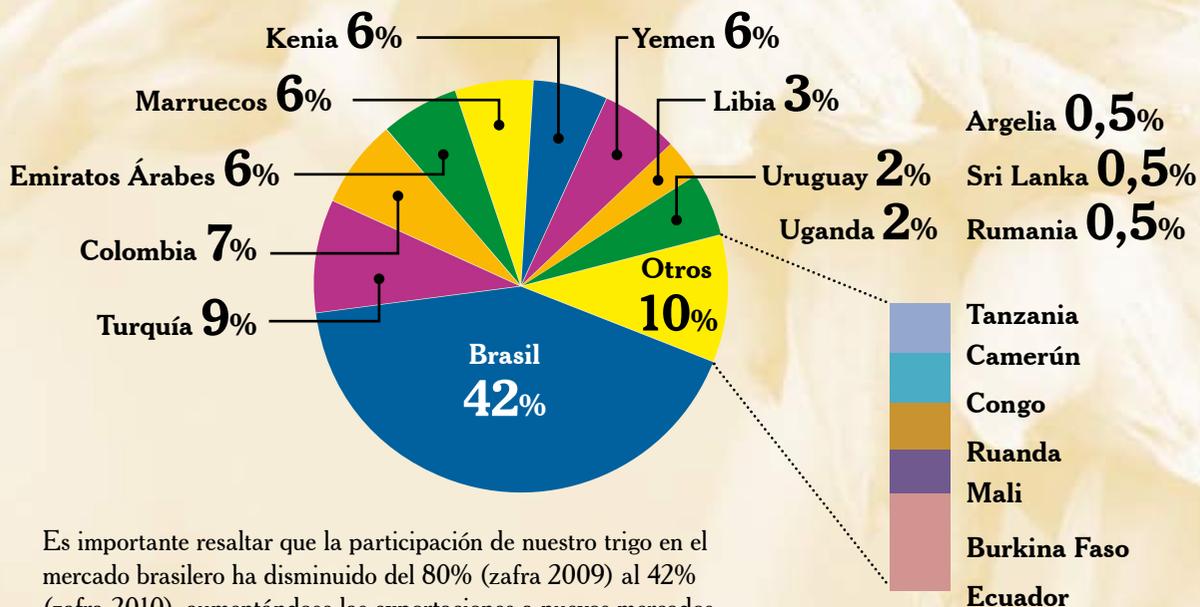


2011 pasamos el millón de toneladas. Durante los últimos 10 años, la evolución de las exportaciones de trigo en grano ha sido realmente considerable. Todo el rédito se debe al Programa de trigo de MAG/CAPECO/INBIO, el apoyo de los productores y muchos más. ¿Qué fue lo que se hizo? Se trabajó en conjunto; se buscaron las variedades adaptadas al mercado. Mientras se investigaban las nuevas variedades, otros equipos de CAPECO ya estaban negociando y buscando mercados. Así para cuando teníamos el trigo producido, ya teníamos los mercados habilitados. Hoy con orgullo, Paraguay ya aparece en la lista de exportadores mundiales de trigo. Todavía estamos en una posición baja en el ranking; o sea en el lugar 12, pero podemos llegar mucho más arriba en el corto tiempo si seguimos trabajando y mejorando.

En cuanto a los mercados, seguimos hablando de trigos en granos, vemos que el 42% de nuestro trigo zafra 2010, tuvo como destino el Brasil, pero después hemos diversificado los mercados, (Fig. 2). Brasil es uno de los principales importadores mundiales de trigo, pero es el más proteccionista del mundo en todos los rubros, por lo que tenemos problemas de toda índole que incluyen trabas en fronteras, pagos, cumplimientos de contratos y otros.

Como ustedes observan, nuestros siguientes mercados están en los países árabes, en países de África y Colombia. Este es un caso muy interesante ya que Colombia es un mercado altamente proteccionista y este 7% del mercado, lo tomamos a expensas de los Estados Unidos. Esto quiere decir que el trigo nacional es bueno, porque no es fácil competir contra los EE.UU. Hoy Colombia pasó a ser nuestro tercer destino del trigo en grano. Esto es bueno porque no dependemos del “humor” de nuestros vecinos y tenemos la posibilidad de vender a terceros mercados, por lo que es posible mantener la oferta y la demanda de nuestros productos.

Cabe señalar que nos costó mucho entrar a Colombia; el análisis de riesgos nos llevó un año y se tuvo que intervenir vía Cancillería para que nos den la autorización. Este año abrimos seis nuevos mercados de exportación, que son: Emiratos Árabes, Libia, Argelia, Sri Lanka, Tanzania y Congo. Hoy el trigo nacional, cuenta con 35 mercados habilitados para exportación. Es con el fin de demostrar que trabajando bien la parte de mercados, podemos mantener el crecimiento del sector. No estamos sujetos a caprichos de un solo mercado, ni atados a las condiciones de mercado de algunos países.

Fig. 2. Los mercados de las exportación de trigo paraguayo (Zafra 2010)

Es importante resaltar que la participación de nuestro trigo en el mercado brasilero ha disminuido del 80% (zafra 2009) al 42% (zafra 2010), aumentándose las exportaciones a nuevos mercados, especialmente Colombia, Turquía, Emiratos Árabes y los países de África, buscando así diversificar nuestras exportaciones.

Fuente: CAPECO. Elaborado en base a los datos del VUE

EXPORTACIÓN DE HARINA

En cuanto a las exportaciones de harina de trigo, en los últimos 10 años, de exportar 2.000 a 3.000 toneladas en el 2001, ahora hablamos de una exportación de 8.000 toneladas y más, (Cuadro 1). Quiere decir que se

Cuadro 1. Situación de las exportaciones de harina de trigo

Año	Cantidad (ton)	Valor (miles US\$)
2001	2.703	453
2002	5.662	1.074
2003	4.804	940
2004	8.754	1.738
2005	4.862	864
2006	2.143	407
2007	1.100	358
2008	3.033	1.232
2009	4.400	1.400
2010	7.470	2.686
2011	8.184	3.402

Fuente: TRADEMAP

El 99% de las exportaciones de harina de trigo van con destino final Brasil y solo el 1% restante son envíos esporádicos a otros mercados como España, Angola, Uruguay, Argentina, Bolivia y los EEUU.

En el 2001, el principal mercado fue la Argentina a donde se destinaron 1.707 ton.

triplicó la exportación de harina de trigo en una década. Es cierto en este período, las condiciones de mercado han variado muchísimo; el crecimiento de la población ha sido sostenible; el poder adquisitivo de las personas también ha cambiado.

Esto en términos de divisas: de 450 mil dólares en 2001 hoy podemos hablar de más de tres millones de dólares. Esto significa que el ingreso de divisas ha crecido siete veces; una muestra que este sector tiene potencialidades de crecer rápidamente. Pero hace falta identificar los mercados, identificar los requerimientos, y trabajar de manera articulada.

Una opinión personal no de mi gremio: las empresas molineras gastan mucho tiempo en tratar de parar el contrabando. Evidentemente el contrabando distorsiona el mercado local. Si se puede atajar, mejor, pero la salida no está ahí; está en buscar otros mercados, como lo hicimos con el trigo, que compensen las inversiones y el trabajo que se realiza.

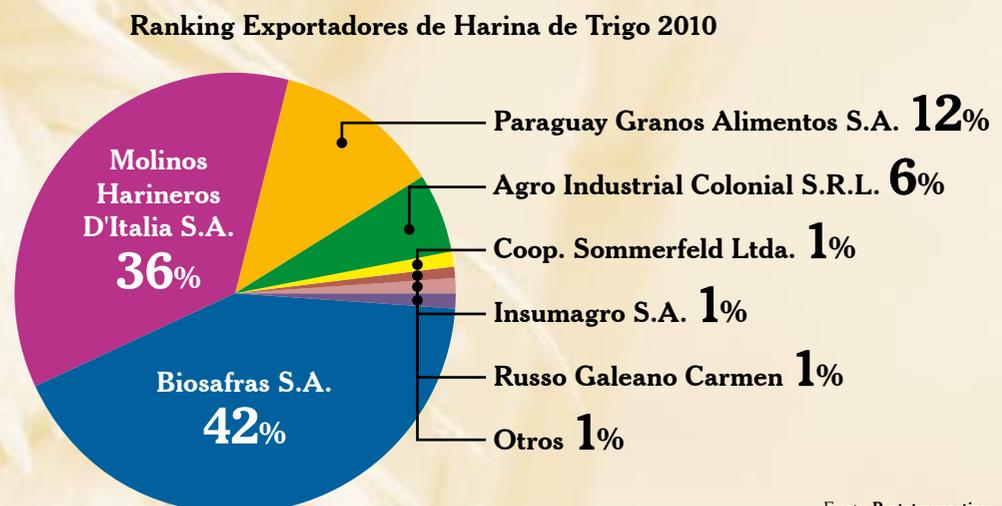
El otro aspecto de estos números es que prácticamente todas las exportaciones van a Brasil. Eso es bueno y es malo. Es bueno porque logísticamente vamos bien, pero es malo porque Brasil en sí, es un mercado complicado; es un mercado proteccionista y solo el 1% esporádicamente se envía a otros mercados vía exportaciones, sea a España, Angola, Argentina, Uruguay, y EE.UU. Antes del año 2001, se puede observar que la situación era al revés: Argentina era el mercado. De todos modos, las condiciones y políticas tanto de Argentina como Brasil han cambiado totalmente; por ende tenemos que enfocarnos hacia el futuro.

En cuanto al ranking nacional de exportadores de harina de trigo, vemos que está altamente concentrada en prácticamente tres empresas, (Fig. 3). No sabría explicarles en este momento el porqué. Evidentemente hay un problema y tenemos que identificar porqué las empresas harineras no crecen. Hay que hacer un análisis; o habría que ver en el Ministerio de Industria y Comercio, qué trabajo se ha hecho en ese sector para identificar sus fortalezas y debilidades. Pero para el mercado local y según los datos que se observan, se trata de un sector altamente concentrado

El mercado local es muy pequeño; la demanda-oferta y la demanda local de harinas no varían mucho con el correr de los años. Entonces, la única forma de que este sector crezca y tiene las condiciones del crecer, es empezar a exportar; y tenemos que exportar mucho para poder ser considerados en la oferta y demanda mundial.

Una presentación de la Cámara Paraguaya de Molineros (CAPAMOL) muestra la localización de los molinos (punto rojo) y de las zonas trigueras (sol amarillo). Se puede observar que los molinos están bien ubicados y logísticamente. Así que muchos problemas de logística no deberían tener, si comparamos con otros sectores, que sí tienen un alto costo de flete interno y que necesitan mucho valor agregado para que justifique ese flete. Lo que quiero demostrar con este cuadro, es que eso no sucede precisamente con este sector harinero.

Fig. 3. **Situación de las exportaciones de harina de trigo**



¿CÓMO ESTÁ LA OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL; CONTRA QUIENES TENEMOS QUE COMPETIR, Y COMO ESTÁ LA SITUACIÓN EN CUANTO A CRECIMIENTO?

¿Quiénes son los principales productores mundiales de trigo, porque es la materia prima de la harina? El principal productor de trigo es China; le sigue India; EE.UU., Rusia, Europa, Australia y otros varios productores mundiales (Fig. 5). Entre los exportadores de harina de trigo, vemos que el principal proveedor mundial es Turquía. Sin embargo, Turquía está bien lejos en cuanto a producción. Quiere decir que Turquía importa mucho trigo; lo procesa y lo vende. Lo mismo acontece con Argentina, la Unión Europea, EE.UU. y China. Siendo China el principal productor mundial, tiene un consumo interno altísimo y solo le queda una pequeña parte para exportar como harina. Entonces lo que debemos atender de aquí a futuro, porque el ser exitoso en los mercados no es solo buscar clientes, hay que analizar qué hace la competencia. En otras palabras de hoy en más, hay que seguirle a los turcos, argentinos y europeos, porque en la medida que les vaya bien o mal, podremos aprovechar esos nichos que nos está dejando la competencia.

¿Cómo están los importadores de la harina? Vemos en la Fig. 5, que Irak es el principal importador mundial de harina de trigo. Irak en el 2010, importó unas 800.000 de toneladas; le siguieron Indonesia y Brasil que es el tercer importador mundial.

Nuestras fábricas están logísticamente bien ubicadas, como les mostré en la Fig. 4, están hacia Brasil; ahí tenemos un punto a favor. Brasil, el tercer comprador mundial, es un mercado complicado, pero tenemos la ventaja de ganarlo si trabajamos bien, para después ir a los otros mercados que puede ser el más grande, o sea Irak. Para darles un ejemplo con el aceite de soja. Por muchos años India fue nuestro principal mercado de exportación de aceite de soja; hoy es Irak. Ahí están nuestros mercados; ellos no producen y nosotros tenemos lo que ellos necesitan. Entonces, hay que establecer la logística para llegar y mientras tanto trabajar, hasta que podamos acceder al resto de los mercados.

¿CÓMO SE ENCUENTRA LA OFERTA-DEMANDA MUNDIAL?

Está creciendo aunque no muy rápido. Durante la última década, las importaciones mundiales han subido de unas 6.5 millones de toneladas a 10 millones de toneladas, Fig. 6. Actualmente se observa una pequeña

Fig. 4. Ubicación Geográfica de Zonas Trigueras y Molinos

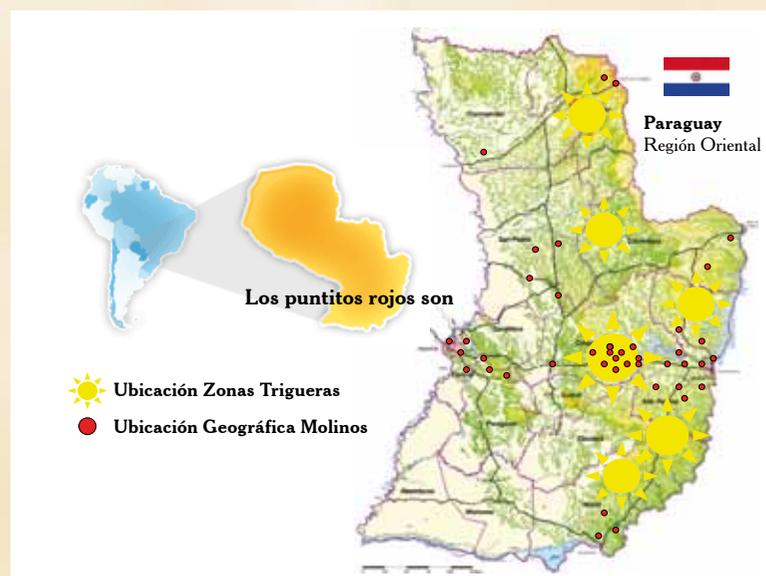
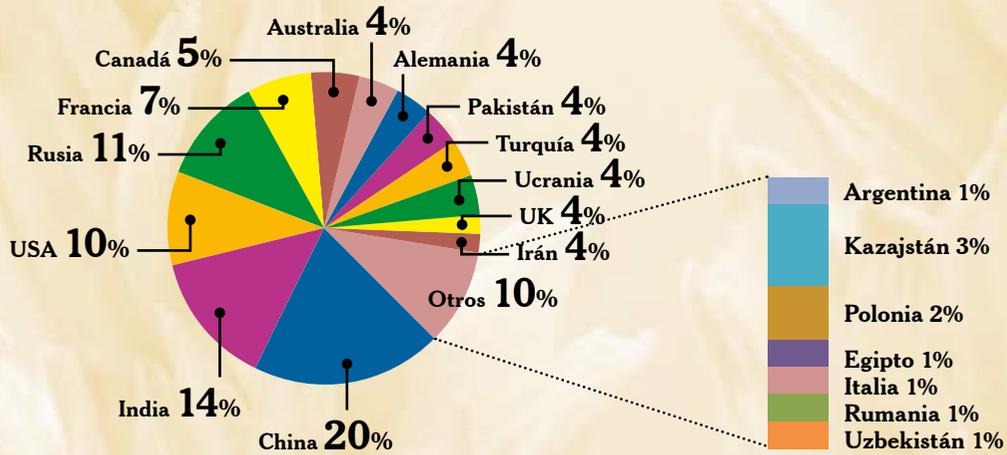
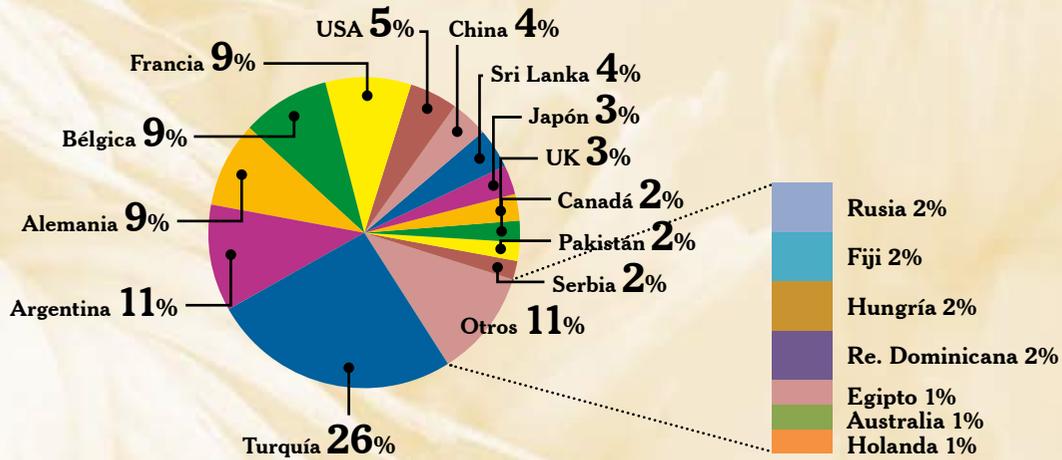


Fig. 5. Situación de la Oferta y la Demanda Mundial Harina de Trigo

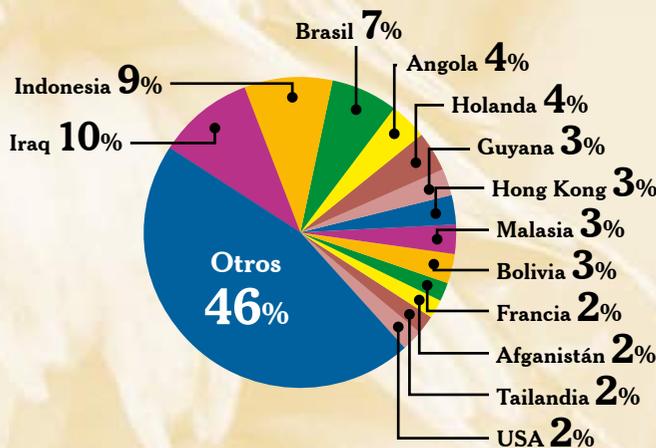
Principales productores mundiales de Trigo



Exportadores mundiales de Harina de Trigo



Importadores de Harina de Trigo



Importadores Harina	2010 (ton)
Iraq	832.960
Indonesia	775.534
Brasil	636.791
Angola	368.804
Holanda	358.520
Guyana	262.523
Hong Kong	251.891
Malasia	216.283
Bolivia	206.446
Otros	4.724.491

Fuente: TRADEMAP

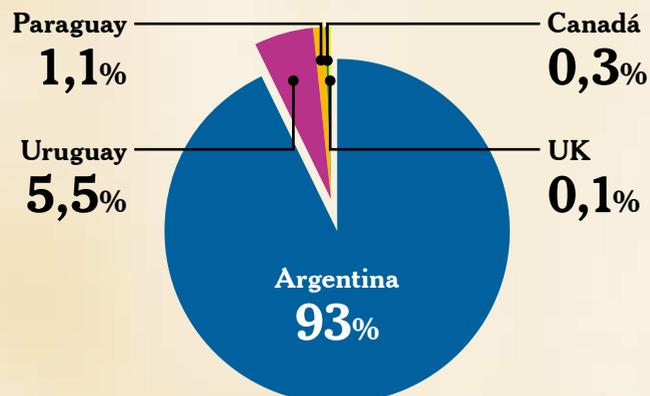
Fig. 6. **Situación de la Oferta y la Demanda Mundial Harina de Trigo**

baja en las importaciones mundiales por sustitución a otros tipos de harina. Pero se estima que en el largo plazo y con el aumento del nivel de vida de la población y de su poder adquisitivo, el consumo de harina, se incrementará de nuevo. La baja mencionada se debió a que hubo problemas climáticos que afectaron la producción mundial y en donde Rusia y Ucrania salieron del mercado.

Las importaciones de harina hechas por Brasil entre 2003 y 2010 son presentadas en la Fig. 7. Estas tuvieron un salto importante a partir del 2006 y hoy se mantienen en un promedio de 600 a 700 mil toneladas anuales.

Fig. 7. **Situación de la Oferta y la Demanda Brasil Harina de Trigo**

Principales proveedores Harina de trigo a Brasil



Argentina, le vende el 93% de la harina de trigo que consume Brasil; le sigue Uruguay con casi el 6% y después en tercer lugar Paraguay. Esto fue en la pasada zafra, pero no hay mucha variación con relación a otras anteriores.

Lo que le quiero demostrar, es que logísticamente, Paraguay esta mejor ubicado que la Argentina, pero acá esta un mercado que hay que trabajar. No hemos trabajado el mercado de Brasil como deberíamos hacerlo; hacer misiones de venta bien enfocadas identificando quiénes compran, la calidad, sus demandas etc. También, logísticamente estamos mejor ubicados que Uruguay, entonces hay un mercado interesante; Brasil es un país muy importante.

¿CÓMO TRABAJAR LOS MERCADOS?

Buscar los mercados no es buscar los compradores a los que simplemente se les vende. Es necesario adaptar la harina de trigo a lo que el mercado quiere. Hay que producir la harina que el mercado quiere, no lo que sobra o que se nos antoja producir en Paraguay.

Algunos ejemplos: En el caso de Argentina, las normas de importación y de producción de harina esta presentadas en el Cuadro 2. Si Argentina es la competencia, debemos alcanzar estos estándares; si no los alcanzamos, Argentina va a tener un mejor producto que el nacional. Esta norma argentina, entró en vigencia, el 31 de julio de 2002 y dispone que la harina de trigo destinada a consumo, que se comercializa bajo forma de productos en el mercado nacional; así como la harina que Argentina importa, debe ser adicionada con hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina. Estos componentes, tienen que estar incluido en el tipo de harina que les vendamos; no solo a Argentina, sino que también al mundo. Argentina es el segundo proveedor mundial y están proveyendo una harina con estas características. Para entrar en su mercado, necesitamos tener características similares o mejores que Argentina.

En Brasil, también se clasifica la harina y se exige un determinado porcentaje de cenizas, granometría, proteínas y demás componentes (Cuadro 3). Además, el Ministerio de Salud estableció que hay que agregarle hierro y ácido fólico a la harina, para la reducción de la anemia ferro priva; por cada 100 gramos de harina, debe contener un mínimo de 4.2 gramos de hierro y 150 miligramos de ácido fólico. Quizás, es menos exigente que la Argentina, pero eso quiere decir que para Brasil tenemos que cumplir también esos estándares. Se debe alcanzar ese nicho de mercado con precios de mercado, porque van a comprar otro tipo de harina y van a tirar el precio para abajo por no cumplir los estándares que exigen.

Chile es otro mercado potencial y Argentina es otro principal proveedor de Chile. Al este país con logística también se puede llegar. Digo por logística, porque acá en este sector, no hay grandes multinacionales

Cuadro 2. **Calidad requerida por los mercados - Harina de Trigo**

ARGENTINA				
HARINA	Humedad	Cenizas	Absorción	Volúmen
Tipo	Máximo g/100 g	Máximo g/100 g	Rango %	Mínimo g/100 g pan
0000	15,0	0,492	56-62	550
000	15,0	0,650	57-63	520
00	14,7	0,678	58-65	500
0	14,7	0,873	60-67	475
1/2 0	14,5	1,350		

El 31 de Julio (2002) el Congreso Argentino sancionó la Ley 25.630, promulgada el 22 de Agosto, por la cual se dispone en el Artículo 3° "La harina de trigo destinada a consumo, que se comercialice en el mercado nacional, será adicionada con Hierro, Acido Fólico, Tiamina, Riboflavinay Niacina.

Cuadro 3. **Calidad requerida por los mercados - Harina de Trigo**

BRASIL					
Límites máximos de tolerancia para la harina de trigo del grupo doméstico					
Tipos	Tenor máximo de cenizas (base seca)	Granulometría	Tenor de la Proteína	Acidez Grasa (mg de KOH/100 g de producto)	Humedad (max %)
Tipo 1	0,80%	95% de producto debe pasar el malla de 250 um.	7,50%	50	15
Tipo 2	1,40%	95% de producto debe pasar el malla de 250 um.	8,00%	50	15
Integral	2,50%	-	8,00%	100	15
Tipo Único	Menos a 2,5%	95% del producto debe pasar por la malla de 250 um.	Mayor 8%	100	15

El Ministerio de Salud de Brasil en Mayo de 1999 estableció un compromiso firmado por Instituciones Gubernamentales, Asociaciones de Industria de la Alimentación, Movimientos de Defensa del Consumidor y Entidades Académicas Nutricionales, con el objeto de establecer acciones efectivas para la reducción de la Anemia Ferropriva. La propuesta del Gobierno para la fortificación de 100 grs. de harina, es que debe contener un mínimo de 4,2 grs. de Hierro y 150 miligramos de Acido Fólico. Esta norma es obligatoria.

con la logística y la infraestructura para llegar a Irak de un día para otro. Pero sí hay pequeñas empresas que pueden hacer un pool para mejorar y trabajar juntos la logística de exportación, la calidad, y llegar a los mercados cercanos. Ahora logísticamente, es evidente que Argentina, va a estar mejor con Chile que Paraguay, pero se puede trabajar como mercados alternativos; y de nuevo aparecen las especificaciones, de humedad, acidez, y demás (Cuadro 4). Quiere decir que para exportar, tenemos que adecuar nuestra producción a estos estándares.

Cuadro 4. **Calidad requerida por los mercados - Harina de Trigo**

CHILE	
La harina de panificación deberá responder a los siguiente requisitos:	
Contener hasta un máximo de 15% de humedad.	
Contener hasta un 0,25% de acidez, expresada en ácido sulfúrico sobre la base de 14% de humedad.	
Contener hasta un máximo de 0,65% de cenizas, sobre la base de 14% de humedad.	
Contener hasta un máximo de 0,4% de fibra cruda sobre la base de 14% de humedad.	
No contener menos de 7% de materias nitrogenadas(N x 5,7) sobre la base de 14% de humedad.	
Ser blanca, marfil o ligeramente amarillenta.	

Deberá contener como mínimo las siguientes cantidades de vitaminas y sales minerales:

Tiamina	6,3 mg/kg	
Riboflavina	1,3 mg/kg	
Niacina	13,0 mg/kg	
Hierro	30,0 mg/kg	El hierro debe agregar se en forma de sulfato o de pirofosfato ferroso.

¿QUÉ TENEMOS QUE HACER PARA GANAR MERCADOS DE HARINA?

Adecuemos nuestra producción a esos mercados; trabajemos la logística de exportación. Hoy el que tiene información y tiene logística, gana todos los mercados. Hay otros mercados como el de Ucrania, otro competidor pero mucho menos exigente (Cuadro 5). Probablemente, las harinas de Ucrania, van a otros mercados más económicos. Esto significa que existen otros nichos de mercado; que sino alcanzamos los estándares mencionados, podemos empezar a trabajar mercados más accesibles.

Cuadro 5. **Calidad requerida por los mercados - Harina de Trigo**

	UCRANIA					
	Admixt.	Semolina	Harina			Bran
			Prime grade* asd, %DM-0,55 gluten, % - 24	1st grade* asd, %DM-0,75 gluten, % - 25	2st grade* asd, %DM-1,25 gluten, % - 21	
Min.%	1	0	25	15	5	19
Max.%	3	3	65	45	25	20

* According to Ukraine's State Standard FCTY 46.004-99 "Wheat Flour. Technical Conditions".
DM = dry matter. Informe FAO

CÓDIGOS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS

El "Codex alimentarius" que contiene las normas, directrices y códigos internacionales de los alimentos es aceptado mundialmente y deben cumplir los alimentos a fin de proteger la salud de los consumidores y garantizar un comercio leal de alimentos (Cuadro 6). Esto es importante, porque requiere un tipo de homologación o estandarización a nivel de laboratorios. Es para garantizar la calidad de muestras y evitar sorpresas en los mercados de destino, sea en tenor de vitaminas, minerales, aminoácidos; tamaño de partículas, entre otros.

¿QUÉ CONVIENE AL PARAGUAY, EXPORTAR GRANOS O HARINA?

Para responder, vamos a considerar un rinde harinero del 76% (que es alto) de trigo. Quiere decir que de una tonelada de trigo, rinde 760 kg., de harina. Si analizamos los precios promedios de la zafra 2010, donde el trigo tuvo un precio de US\$ 223/ton y la harina de US\$ 362 dólares/ton; tomando estos precios y estos rindes hoy, podemos decir que el valor agregado que genera la harina respecto al trigo es 23%. Eso significa que por cada tonelada de trigo exportado vs. cada tonelada de harina, hay un valor agregado monetario del 23%. Si lo llevamos a dólares, tenemos 52% dólares más, exportando como harina que si exportamos como trigo. Si bien es importante este valor agregado, no solo nos referimos a ingresos de divisas sino también en la generación de mano de obra y en otras adiciones.

Tampoco hay que olvidarse, que el exportar trigo en grano también genera valor agregado. Si no se exportase trigo hoy, cuántas personas, van a quedar sin trabajo por no tener camiones, por ejemplo. Realmente la generación de empleo y el efecto dominó que genera el sector trigo es amplio. Son diferentes logísticas: la harina se exporta en contenedores, el trigo se exporta a granel y cada uno tiene su valor agregado.

Durante la última década las exportaciones del trigo en grano pasaron de 4 millones de dólares, a más de 136 millones de dólares; se logró 33 veces más ingreso de divisas (Cuadro 7). El programa de trigo fue realmente exitoso: creo que cada dólar invertido en este programa de investigación de trigo, está más que comprobado, fue la mejor inversión que jamás pudimos haber hecho.

Cuadro 6. Calidad requerida por los mercados - Harina de Trigo

CODEX		
Factor/Descripción	Límite	Método de Análisis
Ceniza	A gusto del comprador	AOAC 923.03 ISO 2171:1980 Método ICC No. 104/1 (1990)
Acidez de la grasa	Máx. 70 mg por 100 g de harina respecto a la materia seca expresada como ácido sulfúrico - o - Se necesitará no más de 50 mg de hidróxido de potasio para neutralizar los ácidos grasos libres en 100 gramos de harina, respecto a la materia seca	Método ISO 7305 (1986) - o - AOAC 939.05
Proteína	Mín. 7,0 % referido al peso del producto seco	ICC 105/1 - Método de determinación de la proteína bruta en cereales y productos a base de cereales para alimentos de consumo humano y piensos, utilizando catalizador de selenio/cobre (Método del Tipo I) - o - ISO 1871:1975
Sustancias Nutritivas	De conformidad con la legislación del país en que se vende el producto	No se ha definido ningún método
Vitaminas		
Minerales		
Aminoácidos		
Tamaño de la partículas (granulosidad)	El 98% o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 212 micras	AOAC 965.22

La harina también creció, pero no al mismo ritmo, porque no tenía condiciones. Si anulamos harina, para dejar solo grano, Paraguay pierde lejos. Tenemos que trabajar ambos sectores, tanto el trigo como la harina de trigo. Se debe trabajar en equipo, seguir mejorando el trigo y seguir mejorando la producción de harina. Son sectores complementarios, no de competencia en donde ambos permiten trabajar juntos. Cabe señalar que la harina es el primer proceso de industrialización, no solo tenemos que apuntar a la harina, tenemos que apuntar a las galletitas, fideos; al valor agregado.

En soja, por ejemplo se elabora aceites y pellets, pero eso no es suficiente, realmente el valor agregado de una soja, esta en convertirlo en pollo, en cerdo, en proteínas, ahí está el valor agregado y ahí es donde hay que hacer crecer a estos sectores. Nuestras procesadoras de granos, dan valor agregado, pero ese no es el verdadero; hay que generar toda la cadena comercial, y de vuelta con ambos sectores; complementarios, ambos tienen que crecer.

En el caso de la harina de trigo, solo hay que atender la demanda de Brasil sin necesidad de buscar otros países importadores. Por los costos de logística, Brasil siempre va a ser un mercado interesante. En la medida que exportemos más lejos, los costos de logística suben. Pero depender de un solo mercado, es extremadamente riesgoso, y mucho más si es un mercado como Brasil, que conocemos perfectamente. Lo recomendable es trabajar con Brasil y buscar otros mercados más lejanos que posibiliten diversificar nuestra exportación, y seguir manteniendo nuestra oferta.

Cuadro 7. Exportación de Trigo en grano vs Harina de Trigo. Conveniencia para Paraguay

Considerando un rendimiento harinero del 76% por cada tonelada de trigo y los precios promedios del año 2010 (1 ton de trigo US\$ 223 y 1 ton de harina US\$ 362), **estos precios reflejan un valor agregado bruto de la harina sobre el trigo de 23%** (aprox US\$ 52 x ton de trigo).

Si bien es importante el valor agregado que genera la harina, tanto en US\$ como en mano de obra, no se debe olvidar la importancia de la exportación del trigo en grano por el ingreso de divisas que genera al país, así como los ingresos generados a toda la cadena que representa (camiones, barcasas, servicios):

Exportaciones 000 US\$	2001	2011 (oct)	Variac.
Trigo en grano	4.172	136.939	+ 33 veces
Harina	453	3.365	+ 7 veces

Fuente: BCP

AMBOS SECTORES (PRODUCCIÓN PRIMARIA e INDUSTRIALIZACIÓN) SON COMPLEMENTARIOS SIN NECESIDAD DE IR EN DETRIMENTO UN SECTOR DE OTRO.

¿CUÁLES SON LOS ASPECTOS QUE ATENDER PARA QUE EL NEGOCIO FUNCIONE A CORTO PLAZO?

Primero la calidad: hay que mantener la calidad del producto. Tener una calidad y mantenerla, en vez de variaciones de un año al otro. Hay que tener estabilidad en la producción, porque sino es muy difícil crecer. Además, tenemos que competir en precio y manejar el precio de nuestra competencia para ver cómo llegar a los precios similares.

Tenemos que mantener una oferta mínima, esto es algo muy importante. Cuando empezamos a buscar mercados para el trigo en grano, todos los compradores dijeron que no es un país estable. Un año teníamos una buena producción; otro año una pésima producción; un año exportamos y el otro no. Los compradores decían que compran de Argentina. Si bien tienen sus problemas pero hay una provisión constante. Un comprador preguntaba: ¿por qué voy a dejar de comprar de Argentina y arriesgarme con un país inestable como Paraguay? Lo que hicimos es trabajar la oferta mínima; salimos a vender la oferta mínima y era lo mínimo que asegurábamos la provisión para el mercado. De ahí a que haya más producción, mejor pero ese es el estándar mínimo. De este modo, logramos ubicarnos entre los 12 países exportadores del mundo y vamos a seguir creciendo. Hay que interpretar las necesidades del mercado en cuanto a calidad y adaptar esa calidad; hacer un pool de empresas y exportar.

Tanto para el trigo en grano como para la harina, existe una muy buena demanda mundial, que le conviene a Paraguay. Para eso, tenemos que trabajar juntos en tres pilares para lograr la sostenibilidad del sector triguero, que son: la producción primaria, la industrialización, y los productos finales, que son panes, galletitas, fideos y demás.

¿QUÉ DEBEMOS HACER?

Lo más importante es seguir invirtiendo en la investigación agrícola para llegar a tener un trigo paraguayano diferenciado, que se conozca como la soja. Todos conocen nuestra soja y saben que tiene el mayor valor proteico. Ya tenemos un producto diferenciado, pero debemos mantener ese producto diferenciado; tenemos que investigar. Lo mismo hay que hacer en trigo. Cuando empezamos a negociar el trigo, sobre todo, mercados para el trigo, recuerdo que estaba en Colombia, negociando accesos preferenciales y le llamábamos al Dr. Kohli. Todavía no teníamos el trigo, recién estaban empezando a investigar el trigo. Y preguntábamos: ¿trigo para pan o trigo para fideo? Su respuesta fue trigo para pan. Así negociamos trigo para pan, porque ese es el tipo de

producto en que podíamos especializarnos. Ese es el tipo de producto que hemos negociado aun antes de tener los productos. Por eso, la investigación y la tecnología son fundamentales para que este sector siga creciendo.

Así como la investigación es importante, es más importante que el sector siga creciendo. Toda la cadena comercial tiene que tener ingresos; si una parte de la cadena no gana, se interrumpirá o bloqueará en algún eslabón. Por eso hay que hacer que el trigo sea económicamente sustentable tanto para el productor como para el industrial. Si el industrial no gana en la producción de harina y le es más fácil importar harina, va a importar. Entonces para que todo el sector crezca, tenemos que trabajar la cadena en su conjunto; para que toda la cadena sea económicamente sustentable.

El tercer aspecto hay que atender (al mismo tiempo), es buscar y negociar nuevos mercados para exportación, aunque no tengamos todavía la harina. Hay que negociar accesos para la harina nacional, para cuando ya tengamos la harina, la podremos negociar con un arancel preferencial. La mediterraneidad del Paraguay es un problema; siempre hay un costo extra para salir al mar. Pero la mediterraneidad es meramente un costo logístico; un costo político a negociar con nuestros vecinos.

Hay que negociar preferencias diferentes para Paraguay. Por eso es necesario identificar mercados a acceder y negociar con la Cancillería, para que podamos tener un arancel preferencial. Por ejemplo, si Irak tiene un arancel de 10% de importación, Argentina tiene que pagar 10% sobre su precio CIF. Si logramos que a Paraguay le cobren 5% o de ser posible 0%, tenemos ese 10% a favor sobre Argentina, con el cual podemos compensar la mediterraneidad. Por eso, hay que trabajar los mercados; hay que hacer trabajos de investigación de mercados y ambos sectores, tienen que trabajar juntos.

En CAPECO tenemos los canales necesarios, para poder ayudar al sector harinero a crecer y trabajar juntos ambos sectores.

¡Muchas gracias por su atención!

Preguntas y comentarios

El Dr. Pedretti: *¿Si se tiene algún feed back o retroalimentación de los mercados tradicionales y de los nuevos mercados; si están satisfechos o tienen quejas?*

La Lic. Tomassone: Lastimosamente, en CAPECO nos hemos concentrado en el trigo en grano; ahora recién estamos estudiando el complemento. Paraguay está posicionado en el mapa del trigo, entonces ahora es el momento de industrializar y promocionar la harina. Si Paraguay no es conocido en el mundo, resulta más difícil aun encontrar esos nichos y esos mercados. Llegamos a nuestra meta con el trigo, ahora necesitamos que los harineros crezcan. Además, la idea es que en el primer semestre del año que viene, una misión comercial visite Brasil. Así que de hecho los molineros están cordialmente invitados, En realidad, son dos nichos diferentes; a más de ahondar las exportaciones de trigo en grano a Brasil, queremos inspeccionar el mercado de la harina.

El Dr. Pedretti: Además de lo dicho, para avanzar hay que agregar infraestructura e industria. Se ha instalado más que suficiente para intentar lo que hoy es una idea de proyecto. Espero que muy pronto tengamos la realidad de comentar datos y números.

La Lic. Tomassone: Hay que trabajar en forma simultánea el mercado interno, para hacer más competitivas las industrias; y también el mercado externo. Mientras se buscan los mercados del exterior, hay que identificar lo que se puede hacer desde acá para darle una mayor ventaja a la industria. Para dar un ejemplo, en vez de aplicar un impuesto, por qué no se negocia los precios de energía. Tenemos condiciones para identificar lo que nos pueden hacer competitivos.

Clausura del Cuarto Seminario Nacional de Trigo

Palabras del Dr. Kohli

Sinceramente agradecemos a todos los participantes por su presencia, por compartir sus conocimientos y darnos un rumbo a seguir. Cuando se planteó este Seminario, tuvimos tres objetivos y espero que este mensaje llegue a nuestros socios molineros que no participaron activamente en el evento, excepto por la breve presencia del Presidente de CAPAMOL, el Sr. Cristian Cieplick esta mañana.

Nuestro primer objetivo era compartir conocimientos y experiencias sobre la situación del trigo en Paraguay y acercarnos a la industria molinera y panadera. Vemos que Paraguay ha progresado mucho en la producción, pero aún queda mucho por hacer. Podemos duplicar, triplicar la producción por que hay la superficie durante el invierno que no está sembrada y que puede ser utilizada; hemos mejorado la calidad industrial, hay tecnología, y hay agricultores que pueden hacer eso.

El segundo objetivo era de acercarnos más con el agro mismo, donde la Cooperativa Colonias Unidas hace un excelente trabajo post cosecha y también los demás que vinieron acá. El mensaje que podemos llevar de aquí es que el agricultor tiene acceso a la tecnología adecuada y debe usarla, no hay otra. Hay que acercarse al agricultor; explicarle: que estamos ante un panorama, que si no actuamos bien, no progresaremos. Si queremos avanzar, tenemos que trabajar y bien. Espero que ustedes me ayuden a llevar este mensaje al agricultor, que tiene que innovar en cuanto a variedades, en manejo, en control de enfermedades e insectos, en cosecha y su cuidado etc. Necesitamos acercarnos a la industria; acercarnos a los agricultores, y por supuesto a la investigación para que el país siga progresando.

Hoy identificamos desafíos; del brotado; de la resistencia a las enfermedades, desafíos que nos va a deparar el cambio climático; la alta temperatura y más. El Dr. Peña nos dio un buen ejemplo de Australia: tenemos que empezar a buscar aquellos trigos que, aun con la temperatura muy alta, no pierdan su calidad.

A nivel nacional la investigación necesita del apoyo. Agradecemos públicamente el apoyo financiero del INBIO a este proyecto durante su segunda fase. Sin este apoyo, no hubiera sido posible llevar

adelante las actividades que fueron mencionadas hoy. El siguiente mensaje es para las autoridades del IPTA y para aquellos que trazan la política nacional de producción: Nos faltan técnicos en el campo; faltan técnicos y especialistas en el CRIA; los que hay no tienen apoyo administrativo o logístico y financiero; no tenemos laboratorios adecuados y equipados para resolver los temas que hemos hablado aquí. Paraguay necesita contratar jóvenes para entrenar; para tener técnicos capaces, calificados, capacitados de aquí a cinco; a 10 años, para que sigamos teniendo ese progreso que hemos tenido.

Agradezco una vez más el apoyo que el proyecto ha recibido de CAPECO y del INBIO y las facilidades de los campos del IPTA. Un abrazo especial para mis colegas el Ing. Luis Cubilla y Lic. Graciela Cabrera, que me mantienen motivado. También quiero agradecer a todo el personal de CAPECO, porque sin su apoyo día tras día, no estaríamos avanzando de manera que hemos hecho. Muchas Gracias.

Palabras del Ing. Agr. **Luís E. Cubilla**

En nombre del Presidente de CAPECO, el Sr. Ulrich Bauer y de la Comisión Directiva de esa Cámara, sus agradecimientos por la participación, destacando la presencia de colegas de otros países: del INIA de Uruguay; INTA de Argentina; entre otros, así como a los distinguidos expositores; también a los representantes del INBIO. Un agradecimiento especial al CIMMYT en la persona del Dr. Javier Peña, apreciado amigo; una institución que hemos visitado y en donde hemos visto los avances tecnológicos con que se trabaja. Les agradecemos por toda la ayuda desinteresada que nos han dado en el transcurso de estos últimos ocho años que estoy participando.

El CIMMYT está cooperando con el Paraguay desde hace por lo menos 30 años, en la persona del Dr. Mohan Kohli, ya cuando él era representante de la Institución en el Cono Sur.

Este programa, que empezó como proyecto, realmente llegó a muy buenos resultados y va a tener que seguir desde luego, con la participación de los colegas más jóvenes que se están preparando. Creemos con el Dr. Kohli, que lo más importante es capacitar a los jóvenes; capacitar a la mayor cantidad posible de futuros técnicos e investigadores. Este es un problema serio. El Ministerio de Agricultura y Ganadería, cuando no existía todavía el IPTA, perdió alrededor de 50 investigadores de primera línea, principalmente por problemas de índole económico, que nuestros políticos de turno no supieron entender y los dejaron ir. Hoy nos encontramos con un vacío, tremendo, lastimoso, de gente pensante dentro de la institución que maneja la investigación. Hace ocho años más o menos cuando yo propuse en CAPECO, instalar este Programa, teníamos una participación nacional de 11% o 12% de nuestras variedades nacionales en la venta de semillas; hoy estamos tocando el 50% a nivel nacional.

Estamos compitiendo con empresas enormes como EMBRAPA y COODETEC de Brasil; estamos compitiendo con muchas empresas argentinas que traen sus materiales. Pero eso es lo bueno, la libre competencia. Y hemos logrado en 8 o 10 años salir del 11% de ventas en semillas nacionales y llegar al 50%, lo que representa un logro extraordinario, pero no muchas variedades; no tenemos medios lamentablemente; los medios son escasos, pero hay muy buena disponibilidad de la poca gente que trabaja. Pensamos con el Dr. Kohli, ahora tenemos que hacer algo ya direccionado a la agroindustria y al agronegocio. Hemos escuchado ponencias muy importantes para nosotros y celebros que una multinacional como Bimbo, se haya instalado y que este haciendo y este apostando por nuestra materia prima principalmente; para salir al mundo con sus exportaciones de productos diferenciados.

Les agradecemos nuevamente a todos los participantes y principalmente a los disertantes quienes han venido desde lejos para colaborar con nosotros. ¡Muchas gracias!

Palabras del Ing. Agr. Marcos Villalba

En nombre del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, IPTA, quiero agradecer la participación de cada uno de ustedes y también de los expositores, porque eso nos sirve como retroalimentación dentro del Programa Nacional de Trigo del IPTA.

Una vez más ha quedado demostrada la manera y la forma de trabajar. Para que tengamos impacto económico en el país, dentro del sector agrícola sobre todo en el rubro del trigo, debemos trabajar juntos como dijo la Lic. Tomassone. Dentro del IPTA, el Programa Nacional de Trigo es el más exitoso dentro del país, por los logros que ha obtenido y por el impacto económico en estos años.

Aunque en el IPTA, como mencionó el Ing. Cubilla, estamos un plantel de técnicos e investigadores, hemos sentido el retiro de colegas altamente calificados. Pero con el grupo que estamos actualmente, acompañamos y trabajamos con dedicación en este Programa, llevando adelante todos los trabajos, con el mentor y maestro, el Dr. Mohan Kohli, que hace muchos años nos acompaña y nos expresa su preocupación por la capacitación de los técnicos. En estos momentos, se está preparando a la gente del IPTA y estamos retomando el rumbo.

Ahora, lo que no podemos hacer los técnicos, los investigadores, los científicos es llegar a lo que es el estrato político. Por eso necesitamos de ustedes para que hagan esa parte. Nosotros vamos a hacer el trabajo en el campo, en el laboratorio y a ustedes les queda lo que sería el estrato político, al INBIO, a CAPECO y a IPTA. A todos muchas gracias por su participación.

Participantes del Cuarto Seminario Nacional de Trigo.



*Cosecha comercial
de trigo.*



*Grano que promete
buena calidad.*



ANEXO I

Evolución de la calidad industrial del trigo en el Paraguay

GRACIELA CABRERA ARREDONDO¹; MOHAN KOHLI²

¹ Programa de Investigación de Trigo, CIHB/CICM/IPTA, ² CAPECO

Casi una década después de la creación del Programa Nacional de Trigo, PNT, en 1977, un comité de redacción compuesta por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Banco Nacional de Fomento (BNF), hacen conocer las características particulares del trigo en donde mencionan, que las variedades de trigo cultivadas en el país corresponden al tipo semiduro, blanco de primavera, que podían alcanzar un alto Peso Hectolítrico en buenas condiciones de producción. Además expresan que la calidad del trigo es fundamental porque incide en la calidad de harina, que a su vez, influye en la panificación. En efecto, el contenido del gluten de buena calidad en el grano permite que al convertirlo en masa, absorba suficiente cantidad de agua, lo cual asegura que el pan sea voluminoso, estable, y de granulación y textura satisfactorias. Por otra parte, la naturaleza de los aminoácidos que componen su proteína tiene importancia nutricional.

Tanto la calidad del gluten, como la de las proteínas del grano, son determinadas genéticamente, mientras que sus correspondientes contenidos son influenciados por el medio ambiente.

En vista de la importancia que revisten las mencionadas características del trigo, enfatizan la necesidad de que se adopten inmediatamente las medidas conducentes a conocer con exactitud la calidad del grano de cada una de las variedades cultivadas en el país, en relación a su aptitud panadera. Así mismo recomienda la importancia, en lo sucesivo, el factor calidad sea incluido, en forma sistemática, entre los criterios aplicados en la evaluación de los materiales comprendidos en las labores de mejoramiento del trigo en el país, (MAG, BNF, PNT, 1977).

En base a estas recomendaciones el MAG inició la construcción de un Laboratorio de Calidad de Cereales y Oleaginosas de Grano en el IAN en 1986. Sin embargo, debido a limitaciones financieras no se pudo terminar el edificio y poner en funcionamiento el dicho laboratorio.

Como resultado, la evaluación de la calidad industrial de las variedades liberadas y el germoplasma en general fue llevado en colaboración con los laboratorios privados o los Centros Internacionales. Aunque esta colaboración ha resultado en conocer las características de las variedades liberadas, no permite extenderse más allá a las líneas avanzadas que requieren de un análisis detallado para tomar decisiones sobre su avance o no. Además, la utilización de laboratorios de terceros dificulta la realización de una tarea permanente y sistemática de inves-

tigación que garantice la obtención de un producto final confiable debido a que estas labores deben realizarse anualmente en todos los materiales a partir de las generaciones tempranas, como el F₂ (Urbietta, et al, 1986).

Contando con el apoyo del Programa Regional de Trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, el país pudo liberar nuevas variedades de alto potencial de rendimiento y llegó a lograr un periodo de mayor producción durante 1984 y 1989. Durante ese periodo, aumentó el área de producción y la productividad de trigo, alcanzando a doblar el rendimiento promedio nacional, hasta alrededor de 2000 kg/ha. Esto, fue un efecto combinado de variedades mejoradas, amplio y eficiente uso de un conjunto de recomendaciones técnicas referentes al manejo del cultivo que fueron incorporados al paquete tecnológico aplicado por el productor triguero (MAG/DIA/CRIA, IICA, CAPECO, 2004)

A partir del año 1990, el Programa Nacional de Investigación de Trigo inició los estudios de la calidad de líneas y variedades de trigo con granos vítreos patrocinado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en el CRIA, Capitán Miranda, Itapúa. Desde el principio, el esfuerzo fue avanzar en el mejoramiento genético que permitiera el desarrollo de variedades con grano vítreo. Por otro lado, el análisis de calidad de estas variedades fue realizada en el IAN (actualmente Centro de Investigación Hernando Bertoni) en colaboración con la industria molinera (Molino Harinero del Paraguay). Los análisis se concentraron en las características reológicas tomadas en cuenta para la panificación. Los resultados mostraron que las variedades comerciales sembradas en el país no presentaban limitaciones en cuanto a las características de panificación (MAG/DIA//CRIA, IICA, CAPECO, 2004)

Durante el periodo (1981-1993), las variedades más conocidas como CORDILLERA 3, CORDILLERA 4, IAN 5, IAN 7, IAN 8, IAN 9, ITAPUA 30, ITAPUA 35, ITAPUA 40 fueron liberadas a los agricultores. Algunas de estas variedades (CORDILLERA 3 e ITAPUA 40), se encuentran aún presentes en el mercado nacional de semillas en pequeñas cantidades y siguen contribuyendo a la producción por sus características rústicas.

MONITOREO Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD COMERCIAL E INDUSTRIAL DEL TRIGO EN EL PARAGUAY (1993-1997)

Con el objetivo de verificar la calidad comercial e industrial de la cosecha nacional, se inició el levantamiento de muestras de trigo en silos y molinos en el año 1993. Cabe señalar que las regiones consideradas trigueras, presentan una gran variación en las condiciones climáticas y de suelos, que son responsables para las fluctuaciones de la calidad a través de las distintas campañas. A estos factores, se puede agregar otros relacionados con la evolución del cultivo, al tipo de manejo y a la composición varietal de la cosecha etc.

Dicho levantamiento de muestras fue realizada al azar en dos formas, como “variedad” y otra como “mezcla”. En la primera, los granos fueron almacenados como semillas para la siguiente siembra y en la segunda como mezcla de distintas variedades, la manera más corriente para recepción y comercialización de la cosecha nacional.

Estas muestras de trigo fueron llevadas al laboratorio de Control de Calidad del Molino Harinero del Paraguay (MHP) para realizar el análisis físico - químico y reológico. El objetivo de este estudio era de diagnosticar la situación de la calidad comercial e industrial de las diferentes campañas agrícolas y formular las recomendaciones para su posterior comercialización.

Los resultados de estos monitoreos entre 1993 y 1997 se presentan en los Cuadros 1 al 7. Es interesante observar la variación que existe de año a año y entre las localidades para casi todos los parámetros estudiados. El resumen de la interpretación de diferentes factores observados durante cinco años y presentada en el Cuadro 8 muestra la variación de condiciones climáticas de año tras año y de localidad a localidad como también sus impactos sobre diferentes parámetros tomado en cuenta por la molinería. Solo en dos (1993 y 1997) de los cinco años estudiados, las cosechas fueron normales, que ayudaron a interpretar la calidad de los trigos cultivados en el país y las necesidades de mejora futura. En otros tres años, las sequías temprana y las lluvias en la cosecha fueron muy perjudiciales no solo para la producción en si, sino también para la calidad en general.

Cuadro 1. Comparación de resultados de Humedad e Impurezas de Granos de Trigo - 93/97

Localidad	Forma	Humedad (%)					Impurezas (%)				
		1993	1994	1995	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997
Itapúa											
Coop. La Paz	Mezcla	10	12	13	12		0.4	3	0.5	1.5	
	Mezcla		12					1			
	Mezcla		12.8					1			
	Mezcla		8					2			
	Mezcla		10					2.5			
	Cordillera - 3					10.8					0.8
	Itapúa - 40					10.5					0.8
Coop. Col. Unidas	Anahuac					10.9					
	Mezcla	7	11.5				0.6	0.6			
	Mezcla		11					0.5			
	IAN - 8			12.5	12	12.2			1	1.5	1.5
	Itapúa - 40			10.5	12	12.3			1	0.5	1.5
	Cordillera - 3					11.9					1.5
Coop. Pirapó	IAN - 9					11.6					1.5
	Mezcla	7.5					0.7				
	Cordillera - 3		11					1			
Molinos Trociuk	Itapúa - 40			13					0.5		
	Mezcla	10	12.8		12.5	11.4	0.3	0.2		0.8	1
	Mezcla		13.8		12	11.6		0.2		0.2	1.5
Shigeki Chiva	Mezcla			15					0.6		
	Mezcla		10.4					1			
Silo Santa Librada	Mezcla		13.4	8	12.6			0.5	2.5	1	
Alto Paraná											
Silo Dario Oest	Mezcla	9					0.5				
Silo Granera S.A.	Mezcla	10					0.4				
Silo Santa Rosa	Mezcla	10				12.3	0.2				0.8
	Lapacho		13					0.5			
Molino Marbopan	Mezcla		13.8	12.9	11.9			0.5	1	1	
	Mezcla				11.8					1.5	
Silo Ciapsa	Mezcla	9.5					0.2				
	Mezcla	10					0.3				
Coop. Takuchin Yopoirá	Cordillera - 3					10.4					0.5
	Itapúa - 40					10.6					1
	IAN-9					10.4					1
Silo Agrocereales	Mezcla		12.4	11.5	12.5			0.5	1.5	1	
Coop. Naranjal	Mezcla		12.5	11.5				0.3	0.5		
	Itapúa 35		12								
SEMPAR	Itapúa - 40			12	12	11.57			0.1	0.3	
	IAN - 8			12.8	11.9				0.1	0.3	
	Cordillera - 3					10.8					
Silo Esteban Lovera	Mezcla			6	11.8				2	0.5	
	Cordillera - 3				12.5					0.4	
Silo Iruña	Mezcla			10.5					3		
Coop. Raúl Peña	Mezcla				12.4	11.1					0.5
	Mezcla				13						1.8
Caaguazú											
Molino Agroind. Colonial	Mezcla	8.5		12.5	12.6		0.2		1	0.5	
Coop. Sommerfeld	Mezcla		14.5			9.8		0.5			1
San Pedro											
Coop. Friesland	Mezcla		10.5					1.5			
	IAN - 7		12.4					1			
Coop. Volendam	BR - 17		12.2					1			
	Cordillera - 3		11					1			
	Lapacho		10.8					1			
Coop. Rio Verde	Mezcla		13					2			
Molino Ersa	Mezcla		13.2					1.5			

Cuadro 2. Comparación de resultados de Peso Hectolitrico y Peso de 1000 granos - 93/97

Localidad	Forma	Peso Hectolítico, PH (kg/hl)					Peso de Mil Granos, PMG (g)				
		1993	1994	1995	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997
Itapúa											
Coop. La Paz	Mezcla	77.7	79.4	76.8	78		34.9	33	30	30.5	
	Mezcla		79					37			
	Mezcla		79.9					31			
	Mezcla		69.1					29			
	Mezcla		69.4					32			
	Cordillera - 3					79					31
	Itapúa - 40					82					37
Anahuac					70					25.5	
Coop. Col. Unidas	Mezcla	75	76.5				27	29			
	Mezcla		76.1					27			
	IAN - 8			79.4	81	78.5			32.5	33	29.8
	Itapúa - 40			74.5	77.5	76.3			29	29.9	30
	Cordillera - 3					76.9					30
	IAN - 9					75					26.8
Coop. Pirapó	Mezcla	74					30				
	Cordillera - 3		78.4					31			
	Itapúa - 40			76					32		
Molinos Trociuk	Mezcla	75.8	78.6		77	77	33.9	36		29.9	27.7
	Mezcla		79.5		78	74		29		30	26.5
	Mezcla			76					31		
Shigeki Chiva	Mezcla		71					32			
Silo Santa Librada	Mezcla		79.2	67.5	78			34	28	29.8	
Alto Paraná											
Silo Dario Oest	Mezcla	74	76				27.6	29			
Silo Granersa S.A.	Mezcla	77.6					33.3				
Silo Santa Rosa	Mezcla	78				76.5	32.3				30.5
	Lapacho		82.8					38			
Molino Marbopan	Mezcla		81.5	77.7	76.5			34	29	28.6	
	Mezcla				77					29.9	
Silo Ciapsa	Mezcla	77.7					30				
	Mezcla	76					31				
Coop. Takuchin Yopoirá	Cordillera - 3					77.6					29.9
	Itapúa - 40					78.6					30.6
	IAN-9					79					31.9
	Mezcla										
Silo Agrocereales	Mezcla		78	76	78			30	32	33	
Coop. Naranjal	Mezcla		78.5	78.2				33	32		
	Itapúa 35		79.2					34			
SEMPAR	Itapúa - 40			77.5	77	80.4			32	28	36
	IAN - 8			81.1	83				32	33.5	
	Cordillera - 3					78					32
	Mezcla			63	11.8				28.5	0.5	
Silo Esteban Lovera	Cordillera - 3				12.5					0.4	
	Mezcla			75					30		
Silo Iruña	Mezcla										
	Mezcla				77	71				30	25
Coop. Raúl Peña	Mezcla				67					25	
Caaguazú											
Molino Agroind. Colonial	Mezcla	79		78	78		29.7		31	29.9	
Coop. Sommerfeld	Mezcla		80.7			80.4		33			34
San Pedro											
Coop. Friesland	Mezcla		75					25			
	IAN - 7		66.4					21			
Coop. Volendam	BR - 17		74.8					32			
	Cordillera - 3		76.6					25			
	Lapacho		79.5					29			
Coop. Rio Verde	Mezcla		76					28			
Molino Ersa	Mezcla		78					29			

Cuadro 5. Comparación de resultados de Gluten Humedo, Seco e Index - 93/97

Localidad	Forma	Gluten Humedo (%)					Gluten Seco (%)					Gluten Index
		1993	1994	1995	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997	1993
Itapúa												
Coop. La Paz	Mezcla	28	23	33	26		9	8.5	11	8.6		78
	Mezcla		21					8				
	Mezcla		22					8				
	Mezcla		34					13				
	Mezcla		25					10				
	Cordillera - 3					27					9	
	Itapúa - 40					27					9	
Anahuac					26					9		
Coop. Col. Unidas	Mezcla	29	26				10	10				78
	Mezcla		29					12				
	IAN - 8			32	27.5	26			10.6	9.1	8.6	
	Itapúa - 40			34	28	27			11.3	9.3	9	
	Cordillera - 3					26					9	
	IAN - 9					31					10	
Coop. Pirapó	Mezcla	29					11					72
	Cordillera - 3		28.9					11.5				
	Itapúa - 40			28					9.3			
Molinos Trociuk	Mezcla	27	22.2	29.8	29.9	25	9	8.3	9.9	9.9	8.3	82
	Mezcla		22.4		27	26		8.7		9	8.6	
	Mezcla											
Shigeki Chiva	Mezcla											
Silo Santa Librada	Mezcla		28	28	25			11	9.3	8.3		
Alto Paraná												
Silo Dario Oest	Mezcla	27	34				9	13				85
Silo Granersa S.A.	Mezcla	29					11					85
Silo Santa Rosa	Mezcla	25				30	8				10	72
	Lapacho		30					12				
Molino Marbopan	Mezcla		38	32	29			15	10.6	9.6		
	Mezcla				34					11.3		
Silo Ciapsa	Mezcla	25					7					96
	Mezcla	26					9					53
Coop. Takuchin Yopoirá	Cordillera - 3					27					9	
	Itapúa - 40					30					10	
	IAN-9					30					10	
	Lapacho		27					11				
Silo Agrocereales	Mezcla		32	33	35			16	11	11.6		
Coop. Naranjal	Mezcla		28.3	33				10.6	11			
	Itapúa 35		38					20				
SEMPAR	Itapúa - 40			36	31.6	28			12	10.5	9.3	
	IAN - 8			35	32				11.6	10.6		
	Cordillera - 3					33					11	
Silo Esteban Lovera	Mezcla			28.5	31	30			9.5	10.3	10	
	Cordillera - 3				38					12.6		
Silo Iruña	Mezcla			31					10.3			
Coop. Raúl Peña	Mezcla				35	30				11.9	10	
	Mezcla				25.5					8.5		
Caaguazú												
Molino Agroind. Colonial	Mezcla	28		34	29.6		9		11.3	9.9		85
Coop. Sommerfeld	Mezcla		33			31		13			10.3	
San Pedro												
Coop. Friesland	Mezcla		36					13.5				
	IAN - 7		43					18				
Coop. Volendam	BR - 17		31					11.5				
	Cordillera - 3		38					15				
	Lapacho		44					19				
Coop. Río Verde	Mezcla		37					14				
Molino Erza	Mezcla		33					17				

Cuadro 6. Comparación de Resultado Tenacidad (P) y Extensibilidad (L)

Localidad	Forma	P mm					L mm				
		1993	1994	1995	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997
Itapúa											
Coop. La Paz	Mezcla	32.78	71.94	58.3	69.9		77.5	81	71	47.5	
	Mezcla		75.63					90			
	Mezcla		84.26					26			
	Mezcla										
	Mezcla										
	Cordillera - 3					102.96					46
	Itapúa - 40					56.37					74
Anahuac					83.8					69	
Coop. Col. Unidas	Mezcla	31.2	39.38				151	153			
	Mezcla		42.24					195			
	IAN - 8			54.78	68.7	117			42	66	35
	Itapúa - 40			56.32	49.2	59.18			115	75	61
	Cordillera - 3					90.2					47
	IAN - 9					78					52
Coop. Pirapó	Mezcla	34.87					116				
	Cordillera - 3		42.24					167			
	Itapúa - 40										
Molinos Trociuk	Mezcla	35.6	59.62	93.28	77.82	72.6	139	135	86	72	59
	Mezcla		80.52		72.27	75.07		66		50	71
	Mezcla										
Shigeki Chiva	Mezcla		42					127			
Silo Santa Librada	Mezcla		42.1		75.6			147		38	
Alto Paraná											
Silo Dario Oest	Mezcla	43.6	42.46				75	200			
Silo Granersa S.A.	Mezcla	47.6					117				
Silo Santa Rosa	Mezcla	28.7				50.05	189				71
	Lapacho		56.1					152			
Molino Marbopan	Mezcla		41.36	85.3	70.9			212	73	101	
	Mezcla				66					103	
Silo Ciapsa	Mezcla	44.22					117				
Coop. Takuchin Yopoirá	Mezcla	32.34					154				
	Cordillera - 3					86.35					66
	Itapúa - 40					74.8					56
	IAN-9					89.1					67
	Lapacho		51.04					168			
Silo Agrocerreales	Mezcla		59.18	68.42	63.5		212	154	78		
Coop. Naranjal	Mezcla		71.72	79.2			116	81			
	Itapúa 35		47.3					165			
SEMPAR	Itapúa - 40			62.2	53.9	47.02			54	74	46
	IAN - 8			88.6	86.9				35	63	
	Cordillera - 3					59.6					77
	Mezcla				46.2	73.9				66	49
Silo Esteban Lovera	Cordillera - 3				53.9					76	
	Mezcla			79.86					105		
Silo Iruña	Mezcla				49.5	67.65				60	59
	Mezcla				44.5					107	
Caaguazú											
Molino Agroind. Colonial	Mezcla	40.92		95.9	94.32		105		98	70	
Coop. Sommerfeld	Mezcla		47.1			107.52		190			57
San Pedro											
Coop. Friesland	Mezcla		67.32					232			
	IAN - 7		110.5					270			
Coop. Volendam	BR - 17		90.86					238			
	Cordillera - 3		85.58					256			
	Lapacho		81.4					190			
Coop. Rio Verde	Mezcla		87.56					171			
Molino Ersa	Mezcla		54.72					292			

Cuadro 7. Comparación de resultados de la Energía de la Masa (W) y la relación Tenacidad/Extensibilidad (P/L)

Localidad	Forma	W 10 ⁻⁴ J					P/L				
		1993	1994	1995	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997
Itapúa											
Coop. La Paz	Mezcla	102	281	158	137		0.4	0.88	0.82	1.47	
	Mezcla		301					0.84			
	Mezcla		328					3.2			
	Mezcla										
	Mezcla										
	Cordillera - 3					197					2.23
	Itapúa - 40					164					0.76
Anahuac					229					1.21	
Coop. Col. Unidas	Mezcla	157	229				0.21	0.26			
	Mezcla		289					0.2			
	IAN - 8			125	175	294			1.3	1.04	3
	Itapúa - 40			153	116	140			0.48	0.66	0.97
	Cordillera - 3					176					1.91
Coop. Pirapó	IAN - 9					149					1
	Mezcla	148					0.3				
	Cordillera - 3		232					0.25			
Molinos Trociuk	Itapúa - 40										
	Mezcla	115	300	247	190	158	0.25	0.44	1.08	1.08	1.23
	Mezcla		235		145	196		1.22		1.44	1.05
Shigeki Chiva	Mezcla		186					0.33			
Silo Santa Librada	Mezcla		228		121			0.28		1.9	
Alto Paraná											
Silo Dario Oest	Mezcla	108	233				0.6	0.2			
Silo Granersa S.A.	Mezcla	152					0.4				
Silo Santa Rosa	Mezcla	146				118	0.15			0.7	
	Lapacho		306					0.36			
Molino Marbopan	Mezcla		271	210	233			0.19	1.16	0.7	
	Mezcla				224					0.64	
Silo Ciapsa	Mezcla	159					0.4				
	Mezcla	133					0.21				
Coop. Takuchin Yopoirá	Cordillera - 3					218				1.3	
	Itapúa - 40					189				1.28	
	IAN-9					199				1.32	
	Lapacho		334					0.3			
Silo Agroceriales	Mezcla		468	205	147			0.27	0.44	0.81	
Coop. Naranjal	Mezcla		334	206				0.62	0.98		
	Itapúa 35		248					0.28			
SEMPAR	Itapúa - 40			149	130	94			1.15	0.72	1.02
	IAN - 8			157	210				2.53	1.37	
	Cordillera - 3					166				0.77	
Silo Esteban Lovera	Mezcla				91.3	173				0.7	1.5
	Cordillera - 3				135					0.7	
Silo Iruña	Mezcla			184					0.76		
Coop. Raúl Peña	Mezcla				120	157				0.82	1.14
	Mezcla				96.5					0.42	
Caaguazú											
Molino Agroind. Colonial	Mezcla	155		324	237		0.4		0.97	1.34	
Coop. Sommerfeld	Mezcla		399			259		0.44		1.88	
San Pedro											
Coop. Friesland	Mezcla		557					0.3			
	IAN - 7		1000					0.4			
Coop. Volendam	BR - 17		1000					0.4			
	Cordillera - 3		836					0.3			
	Lapacho		600					0.4			
Coop. Rio Verde	Mezcla		667					0.5			
Molino Ersa	Mezcla		469					0.18			

Cuadro 8. Resumen de la calidad de los trigos comerciales recolectados en diferentes regiones del país, 1993-97

Parámetro	1993	1994	1994b	1995	1996	1997
Peso Especifico (PH)	La mayoría de los valores comercialmente considerados normales, con excepción de Coop. Colonias Unidas, Coop. Pirapó, Molino Trociuk y Silo Dario Oest. que mostraron valores por debajo de la calidad comercial.	Se encuentran dentro del valor comercial considerado normal, excepto la variedad IAN 7 de la Colonia Volendan que fue mas afectado por la sequia durante su desarrollo.	Todos sobrepasan el valor comercial exceptuando las muestras de la Cooperativa La Paz Agrícola (Silo 4 y 5) que fueron afectados por las lluvias en la cosecha y son por debajo de la calidad comercial. Solamente las muestras de la Cooperativa Colonias Unidas (Silo N° 1y2) y del Silo Dario Oest no tienen porcentajes de bonificación ni descuentos	La mayoría se encuentran dentro del valor comercial considerado normal, exceptuando las muestras del Molino TROCIUK (Trigo Brotado Nuevo y Viejo). En la CCU, la mas afectada resultó la variedad Itapúa 40 por la sequia durante su crecimiento. Silos Santa Librada, Esteban Lovera e Iruña observaron alta proporción de muestras totalmente germinadas. Únicamente la variedad IAN 8 de semillera SEMPAP esta sujeto a porcentaje de bonificación.	La mayoría de las muestras se encontraron dentro del valor comercial considerado normal, excepto la muestra de la Cooperativa Raúl Peña (Mezcla N° 2) que fue muy afectada por las lluvias durante la última etapa de la cosecha. Únicamente la variedad IAN 8 DE LA Cooperativa Colonias Unidas y de la Semillera SEMPAP, su valor está sujeto a porcentaje de bonificación (0.50 % de bonificación por cada %)	La mayoría de las muestras se encuentran dentro del valor comercial considerado normal, excepto las muestras: Molino Trociuk N° 2, Cooperativa La Paz la variedad ANAHUAC, Cooperativa Colonias Unidas la variedad IAN 9 y la cooperativa Raúl Peña (mezcla) se encuentran sujetos a descuentos de acuerdo al precio base. Valores de P.H. DE 78 kg/hl esta sujeto a porcentaje de bonificación (0.5 a 1.0%)
Humedad	Permitirán almacenaje prolongado	Permitirán almacenaje prolongado, salvo la variedad Lapacho de la Cooperativa Takushin	Todos los valores permitirán un almacenaje prolongado	Todos los valores permitirán un almacenaje prolongado	Todos los valores permitirán un almacenaje prolongado	Todas las muestras poseen valores que permitirán un almacenaje prolongado.
Impurezas	Presentan poco porcentaje de impurezas.	Presentaron poco porcentaje de impurezas	En general con poco porcentaje de impurezas, salvo las muestras de la Cooperativa La Paz Agrícola (Silo N° 1, 4 y 5)	En general con poco porcentaje de impurezas, salvo las muestras de los silos Santa Librada, Esteban Lovera y Silo Iruña, en la cual se observaron las muestras de otros tipos de granos (soja, maíz) y radículas muy largas a consecuencia de la germinación en los granos.	En general se presentaron con poco porcentaje de impurezas, salvo las muestras de la Cooperativa Agrícola La Paz, la Cooperativa Colonias Unidas, Cooperativa Raúl Peña y Molino Marbopan. En los tres primeros mencionados se observaron otro tipo de granos (avena, maíz) y radículas largas a consecuencia de la germinación en los granos de la Cooperativa Raúl Peña.	En general se presentan con poco porcentaje de impurezas, salvo las muestras del Molino Trociuk, Cooperativa Colonias Unidas, Colonia Raúl Peña y Cooperativa La Paz que presentaron algunos insectos vivos, este último es considerado de rechazo en la comercialización. Las impurezas observadas fueron de granos de otro tipo maíz y soja.
Brotado			Se observaron alto porcentaje de granos brotados en las muestras de la Cooperativa La Paz Agrícola (Silo N° 4 y 5); productor Shigeki Chiba, Cooperativa Colonias Unidas (Silo N° 1y 2); Cooperativa Pirapó Agrícola; Silo Santa Librada y Cooperativa Naranjal	Se observaron alto porcentaje de granos brotados o germinados. Solo las muestras del Molino TROCIUK (Trigo Bueno Nuevo), Cooperativa Colonias Unidas, variedad IAN 8, Semillera SEMPAP, Variedad Itapúa 40 y Molino MARBOPAN (mezcla) no presentaron efecto de la germinación.	Las muestra mas afectadas por la germinación en los granos, debido a la ocurrencia de lluvias son la mezcla N° 2 de la Cooperativa Raúl Peña y la mezcla de la 1° cosecha del Molino Marbopan	Se presentaron poca incidencia de granos brotados.
Peso de Mil Granos	En general con buen peso de 1000 granos y podría obtenerse una mejor extracción con las muestras de Cooperativa La Paz, Molino Tociuk, Granera, Santa Rosa y Takushin.	Las muestras de la Cooperativa Friesland (mezcla) y Volendan (IAN 7, Cordillera 3) presentaron un peso de mil granos muy inferiores a 30 g, también atribuidos al efecto sequía. Las demás muestras con buen peso de 1000 granos	Las muestras del Molino Trociuk (muestra N° 2); Cooperativa La Paz Agrícola (Silo N°4); Cooperativas Colonias Unidas (Silo N°1 y 2) y Silo Dario Oest presentaron un Peso de Mil Granos inferior a 30 gramos. En las demás muestras pueden considerarse en general con buen peso de 1000 granos	En general la calidad de granos de tamaño Medio; aceptada por los molinos para una buena separación, salvo las muestras del Molino TROCIUK (Trigo Brotado Nuevo y Viejo), Cooperativa Colonias Unidas, variedad Itapúa 40, Silo Santa Librada, Silo Esteban Lovera y Molino MARBOPAN que presentaron valores inferiores a 30 gramos.	En general presentaron una calidad de grano de tamaño Medio; aceptados por los molinos para una buena separación de harina – salvado, salvo las muestras de la Cooperativa Raúl Peña (Mezcla N° 2), Semillera Sempap (ITAPÚA 40) y Molino Marbopan (1° cosecha) que presentaron valores inferiores a 30 gramos por efecto de las condiciones climáticas.	Presentaron un tamaño de grano Medio aceptado por los molinos para una buena separación harina-salvado (< 30 g)
Extracción de harina		En general poseen una buena extracción de harina, excepto las muestras de la Colonia Volendan y del Molino ERSA	Las muestras de la Cooperativa La Paz Agrícola (Silo 4 y 5); productor Shigeki Shiba y Silo Santa Librada se encuentran por debajo de lo normal, no así los demás. Consideramos que en el molino experimental Brabender Junior deben presentar extracciones mínimas de 60%	Las muestras del Molino TROCIUK (Trigo Brotado Nuevo y Viejo), Cooperativa Colonias Unidas, variedad Itapúa 40, Silo Iruña y Cooperativa Naranjal se encuentran por debajo de lo normal. Las muestras de los Silos Santa Librada y Esteban Lovera no fueron a la molienda por encontrarse muy afectada por la germinación.	De acuerdo a los valores de extracción de la harina la muestra de la Cooperativa Raúl Peña se encontraron por debajo de lo normal.	La mayoría de las muestras presentaron valores de extracción dentro de lo normal, salvo las muestras del Molino Trociuk N° 2, la Cooperativa La Paz variedad Anahuac, Cooperativa Colonias Unidas variedad IAN 9 y la Cooperativa Raúl Peña que presentaron lo contrario. La molienda se realizó con el Molino experimental Brabender Senior.

Cuadro 8 (contd.) Resumen de la calidad de los trigos comerciales recolectados en diferentes regiones del país, 1993-97

Parámetro	1993	1994	1994b	1995	1996	1997
Color de la harina		Todas las muestras presentaron valores normales	El color Kent Jones, esta ligado a cenizas, cuyos valores permiten indirectamente indicar una buena extracción de harina y así estandarizar a las distintas harinas. Las muestras se encuentran dentro de los valores normales	El color está ligado a cenizas, cuyos valores permiten indirectamente indicar una buena extracción de harina y así estandarizar los distintos tipos de harinas. Solamente las muestras de Cooperativa Colonias Unidas, variedad Itapúa 40 y Semillera SEMPAN presentaron harinas picadas, esto podría atribuirse a que los trigos se encontraban sucios con terrones de arena roja	Esta ligado a cenizas, cuyo valores permiten indirectamente indicar una buena extracción de harina y así estandarizar los distintos tipos de harina. Todos los valores de color se encuentran dentro de los valores normales.	Todas las muestras se encuentran se encuentran dentro de los valores normales. Excepto, la muestra de la Cooperativa Raúl Peña que fue contaminado con terrones de tierra roja y por esto es motivo de rechazo.
Faling Number	Muy bajo, indicativo de alta actividad enzimática. Con estos valores la harina resultante presenta inconvenientes en la panificación al hacer poco controlable la fermentación.	Se observaron en general una buena actividad enzimática, no se detectaron daños causados por la germinación, salvo muestras del molino ERSA	Un número considerado de muestras presentaron incidencia de trigo germinado, esto implica alta actividad enzimática y peligro de que la miga del pan pueda resultar tiesa (Cooperativa La Paz Agrícola Silo N° 4 Y 5; Shigeki Chiba; Cooperativa Colonias Unidas Silo N° 1 y 2; Cooperativa Pirapó y Silo Santa Librada. Las demás muestras presentaron una buena actividad enzimática	Los valores de F.N. de las muestras de la Cooperativa Colonias Unidas, Silo Santa Librada, Esteban L overa, Iruña, Cooperativa Naranjal y Silo Agrocerales fueron bajas. Esto implica alta actividad enzimática e inaceptables para la panificación. Las demás muestras presentaron una buena actividad enzimática. Es importante mencionar que las muestras de Semillera SEMPAN, variedad Itapúa 40 y Molino MARBOPAN (mezcla) presentaron valores mayores a 300, con esto resultaría un volumen de pan aplanado y el miolo seco., pero en este caso es más fácil dar solución para ajustar su F.N. con mezclas de harinas con mayor actividad enzimática.	Los valores de F.N. de las muestras del Molino Trociuk (Silo 3), Silo San Esteban (Mezcla), Cooperativa Raúl Peña (Mezcla N° 1 y 2) y Silo Agrocerales presentaron incidencia de granos germinados, eso indica una alta actividad enzimática e inaceptables para panificación. Las demás muestras del Molino Trociuk (Silo N° 2) y Molino Marbopan (cosecha 1° y 2°), presentaron valores mayores a 300, con esto resultaría un volumen de pan aplanado y el miolo seco, pero en este caso se puede corregir el F.N. con mezclas de harinas con mayor actividad enzimática.	No presentaron incidencia de granos germinados, que indicara una alta actividad enzimática. Se observaron valores ideales de F. N. en donde a la harina se la puede trabajar sin ninguna mezcla para corregirla
Gluten	Dentro del valor panificable	Todos dentro del valor panificable	Los valores de porcentaje de Gluten húmedo de las muestras Molino Trociuk (Silo N° 1 y 2); Cooperativa La Paz Agrícola (Silo N° 1, 2 y 3) se encuentran por debajo del 25%. La muestra del productor Shigeki Chiba presentó Gluten dañado atribuido a una fuerte evidencia de granos brotados. Los demás valores son panificables	Los valores generales de Gluten se encuentran dentro de valores panificables, exceptuando las muestras que fueron muy afectadas por la germinación.	Los valores generales de gluten se encontraron dentro de los valores panificables, exceptuando las muestras de Silo Santa Librada y Cooperativa Raúl Peña (Mezcla N° 2) que fueron afectados en cierta medida por las lluvias (incidencia de granos germinados).	Los valores de Gluten se encuentran dentro de los valores panificables.
Alveograma	Alta extensibilidad, pueden mezclarse con trigos tenaces para alcanzar un buen equilibrio	La mayoría presentaron un W medio fuerte a muy fuerte, esto permitiría la mezcla con trigos suaves para un buen equilibrio a fin de obtener las características deseadas por el consumidor.	Un W media a fuerte, excepto la muestra Shigeki Chiba que puede considerarse débil. Las propiedades reológicas de las masas son de características extensibles que pueden mezclarse con trigos más duros, logrando características deseadas por el consumidor.	En la clasificación del Gluten las muestras de Molino Trociuk (Trigo Bueno Nuevo), Cooperativa Naranjal, Molino Marbopan, Silo Agrocerales presentaron un W Intermedio. La muestra de Molino Colonial un W Intermedio a Fuerte. El resto de las muestras pueden considerarse Débil, pero aceptables para la operación de mezclas para mejorar su calidad reológica y lograr con esto características deseadas en función a su utilización.	En la clasificación de fuerza general del gluten determinada por el test de Alveografía las muestras de Semillera Sempar (IAN 8), Molino Marbopan (1° y 2° cosecha) y Molino Colonial presentaron un W de Media a Fuerte. Las muestras del Silo San Esteban y Cooperativa Raúl Peña mostraron un W Muy Débil. El resto de las muestras pueden considerarse Débil, pero aceptables para la operación de mezclas de manera a mejorar su calidad reológica logrando características deseadas en función a su utilización.	Dentro de la clasificación de fuerza general del Gluten presentaron un W de Débil a Media, aceptables para realizar las mezclas para mejorar su fuerza logrando así características deseadas en función a su utilización
Cenizas						Se encuentra relacionada con la extracción de harina. Nos indica la contaminación de salvado que posee una harina. Todos los valores se encuentran dentro de la franja normal

En el año 1994 se realizaron dos monitoreos para estudiar la calidad del trigo. En la primera etapa (18 y 19 de octubre) se llevó a cabo la recolección de muestras tempranas conjuntamente con un representante del Departamento de Comercialización (DC) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En esta campaña las condiciones ambientales, variaciones pronunciadas de clima, influyeron notablemente sobre la calidad comercial e industrial del grano de una cosecha a otra haciendo necesario una segunda recolección de muestras. Aun cuando se observó grandes diferencias de calidad entre lotes cosechados en diferentes épocas, los resultados de análisis obtenidos ayudaron a subsanar la problemática recurriendo a mezclas de trigos para ajustar los parámetros de calidad requeridos. Los trigos con mejores valores de calidad fueron usados para corregir los defectos de la gran cosecha con el fin de obtener las características deseadas por el usuario final.

De la misma manera, en los años 1995 y 1996, las variaciones pronunciadas por la sequía en las primeras etapas de crecimiento del cultivo y las lluvias durante la cosecha influyeron sobre la calidad comercial e industrial del grano para las distintas localidades.

Cabe resaltar, que como resultado de las entrevistas realizadas a los productores de trigo de las diferentes localidades, surgió una inquietud muy importante a tomarse en cuenta. La ocurrencia de lluvias en tres años consecutivos, durante las cosechas (mes de noviembre), presentó una alta incidencia de granos germinados comprometiendo su utilización industrial. Motivo por el cual, los productores en general solicitaron variedades de trigo resistentes al brotado.

En el año 1997, se realizaron los análisis de calidad comercial e industrial de trigo de las zonas de Itapúa norte, centro y sur y de Alto Paraná norte y sur. Considerando que éste fue un año normal, los resultados obtenidos de los muestreos demostraron que los trigos locales necesitaban más fuerza de gluten para garantizar un buen comportamiento de la masa durante el amasado, la fermentación y el horneado.

LOS ASPECTOS DE CALIDAD TRIGO CONSIDERADOS PARA LA MEJORA

Durante este periodo el Paraguay ofrecía un solo tipo de trigo al mercado nacional, denominado como “trigo mezcla”. Con mira al futuro, era necesario iniciar el trabajo para brindar diferentes clases de este cereal, para aprovechar las nuevas tecnologías en la elaboración de productos especializados y de acuerdo con los requerimientos de la demanda nacional e internacional. Este hecho planteaba un gran desafío no solo para la investigación sino también en las etapas de producción y, en especial de comercialización de trigo en el Paraguay.

Para que el país pueda insertarse en el mundo como productor y comercializador de trigos de calidad, necesitaba de una decisión política clara y de un serio proyecto para ofrecer una gama de calidades diferenciadas y homogéneas durante todos los años. Más allá de mejorar la credibilidad interna, este aspecto fue considerado clave para cambiar la referencia de los trigos paraguayos en el mercado internacional.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD COMERCIAL E INDUSTRIAL ENTRE VARIEDADES PARAGUAYAS CON ARGENTINAS.

En el periodo de los años 1989/1995 las características de la calidad comercial e industrial, fueron analizadas y comparadas con valores correspondientes a variedades más difundidas en la Argentina, país que representa un referente muy importante en la producción y la calidad de trigo dentro de la región. Los valores promedios de distintos parámetros de calidad, son presentados en los cuadros 9 y 10 respectivamente.

Cuadro 9. Características de calidad de las principales variedades nacionales de trigo

Variedad	P.H. kg/hl	Peso 1000 Granos g	Extracción de Harina %	Ceniza %	Proteína %	Alveograma		Tiempo de amasado (min.)	Panificación	
						W (10 ⁻⁴ J)	P/G		Vol. Pan c.c.	Abs. Agua %
IAN 7	76.0	29.8	68.4	0.50	13.40		2.7	5:00	890	67.2
IAN 8	79.9	33.5	73.6	0.46	12.6	534	5.8	4:30	820	67.5
Cordillera 3	79.0	33.1	72.1	0.46	11.9	328	4.1	3:30	780	66.0
Itapua 35	77.1	37.0	61.0	0.40	13.5	397	4.6	3:25	765	67.3
Itapua 40	78.0	39.0	70.3	0.46	13.9	220	1.5	3:00	750	67.0
IAN 9	80.2	43.0	69.8	0.47	14.0	300	4.0	4:30	810	67.3
Cordillera 4	76.0	37.6	71.0	0.44	12.2	327	5.0	5:00	850	67.0
Valor Prom.	78.0	36.17	69.4	0.45	13.1	370	3.9	4:02	809	67.0

Fuente: Enrique Suarez, INTA Castelar, 1996

Cuadro 10. Características de calidad de las principales variedades argentinas de trigo

Variedad	P.H. kg/hl	Peso de 1000 granos g	Extracción de harina %	Ceniza %	Proteína %	Alveograma		Tiempo de amasado (min.)	Panificación	
						W (10 ⁻⁴ J)	P/G		Vol. Pan c.c.	Abs. Agua %
Buck Charrua	79.2	36.5	70.8	0.65	13.2	230-262	5.8-4.1	2.15-2.3	735	65.2
Buck Ombu	79.4	35.7	68.6	0.61	12.8	282-337	3.7-5.1	4.0-5.3	8.10-710	67.5
Buck Poncho	81.0	36.8	69.6	0.51	13.6	385	4.40	8.30	785	66.4
Buck Yapeyu	80.5	36.4	71.6	0.48	13.2	275	4.10	5.30		70.0
Don Ernesto INTA	77.5	39.7	72.6	0.64	14.0	276-325	4.9-4.0	3.3-6.0	780-785	67.0
Klein Cacique	79.6	35.6	72.0	0.60	13.6	145-222	4.2-4.1	7.0-3.0	655	69.6
Klein Chamaco	78.6	32.4	68.3	0.66	12.0	171-380	3.6-4.7	5.0-7.3	780-770	64.8
Pro INTA Federal	80.0	42.0	70.6	0.53	13.0	244-183	3.9-5.5	4.00	840	69.6
Pro INTA Isla Verde	78.5	40.0	70.5	0.55	12.9	344-338	2.5-4.4	5.0-3.2	830-690	66.0
Pro INTA Oasis	79.0	41.0	69.0	0.60	13.5	126	3.30	3.00	850	66.5
Valor Prom.	79.33	37.61	70.36	0.58	13.18	248-292	4.0-4.5	4.7-4.5	784-748	67.2

Fuente: Enrique Suarez, INTA Castelar, 1996

Los datos presentados en los cuadros 9 y 10 fueron obtenidos sobre las variedades nacionales sembradas en condiciones de INTA, Castelar, Argentina y son indicativos que las variedades paraguayas fueron similares en sus caracteres físicos e industriales a las variedades argentinas. En este estudio, todas las variedades nacionales fueron consideradas aptas para su uso en la panificación directa. A pesar de que existen diferencias entre las variedades por valores de distintas pruebas evaluadas, todas ellas pueden considerarse adecuadas para fines de la exportación. Sin embargo, durante el mismo periodo los datos locales presentados anteriormente mostraron la debilidad de las variedades nacionales causada por su fuerte interacción con las condiciones climáticas. Es un aspecto clave que requiere estudios detallados y la búsqueda de nuevas variedades más estables en todos sus aspectos de calidad.

Para satisfacer la demanda interna, así como para acceder al mercado de exportación, es imprescindible que la producción nacional sea acompañada por un análisis continuado y monitoreo de los factores de la calidad anualmente.

Basado en estos criterios, el PNT lanzó tres nuevas variedades en el año 2000: ITAPÚA 45-Don Pani, ITAPUA 50-Amistad e ITAPUA 55-Don H. Bertoni y dos variedades en el año 2003: ITAPÚA 60-Don Emilio e IAN -10 Don Arte. Las características de calidad comercial e industrial de estas variedades están presentadas en el Cuadro 11.

Cuadro 11. **Características de calidad de las variedades de trigo liberadas a partir del año 2000**

Variedad	P.H. k/hl	Peso Mil Granos g	Extracc. Harina %	Proteína %	F.N S	W (10 ⁻⁴ J)	Clase
Itapúa 40	80	34	67	13	352	286	Superior
Itapúa 45	79	35	67	13	316	307	Mejorador
Itapúa 50	80	34	70	13	325	260	Superior
Itapúa 55	80	33	70.5	14.7	275	200	Pan
Itapúa 60	80	35	66	13	338	204	Pan
Itapúa 65	80	35	68	13.7	367	200	Pan
IAN 10	79	34	67	13.8	350	365	Mejorador
IAN 15	80	34	63	13.9	365	196	Pan

Fuente: Laboratorio de Calidad del CRIA. 2005

La liberación de estas variedades fue clave para asegurar la alta calidad comercial de los trigos nacionales, ya que casi todas tienen un PH mínimo de 76 kg/hl, valor aceptado por las normas internacionales. A nivel de la molinería, esto se traduce en una primera extracción de harina del más del 65% y llegando a los valores de más de 70% en múltiples pasadas de la molienda.

Los datos presentados en el Cuadro 11 también muestran que la calidad industrial del trigo paraguayo es alta y que las variedades nacionales tienen un alto contenido de proteína. En una comparación entre los datos nacionales y datos argentinos, especialmente de la zona de exportación, Kohli (2005) señala el rango de proteína de este cereal entre el 8 a 11,5% en la Pampa húmeda y un promedio de 13% o más a nivel experimental, y 12% o más a nivel de las chacras en el Paraguay. Además muchas de las variedades muestran un rango de buena a excelente fuerza de gluten, apreciado por los mercados de exportación para la panificación industrial (Kohli, 2009).

EL DESTINO INDUSTRIAL DEL TRIGO PARAGUAYO

El trigo paraguayo sirve para la panificación directa, sin aditivos. Más allá de la ventaja proteica de los trigos nacionales, varias variedades ya tenían alta calidad de gluten confirmado por los valores alveográficos. Normalmente cualquier trigo que presente un valor alveográfico, $W = 300 \cdot 10^4 J$, es considerado muy fuerte a nivel mundial y que permite realizar las mezclas con otros trigos blandos para lograr una harina balanceada. La mayoría de las variedades liberadas desde el año 2000, tuvieron estas características en consideración y muestran los valores de W entre 200 a más de 300, que no solo permite su uso en la panificación mecanizada, sino también para mezclas con otros trigos de valor W bajo o débiles para los distintos productos finales.

LAS NORMAS DE CALIDAD COMERCIAL Y SU TIPIFICACIÓN

La norma de calidad de trigo que rigen en el país desde el año 2005, permiten el pago por la calidad del producto, siempre y cuando los productores puedan segregar y entregar una calidad de acuerdo a esos parámetros. Anteriormente, sin la norma, el comercio se hacía a granel. Los trigos no eran seleccionados por calidad, estaban mezclados y por esa razón se podía incurrir en la descompensación en cuanto a la calidad cuando se presentaban algunos problemas climáticos en algunas zonas, porque se mezclaban.

Estas normas fueron actualizadas en el marco de un Convenio entre la CAPECO, FECOPROD, el MAG y la Comisión Canadiense de Granos (CCG), a través del Proyecto “Calidad de Granos en el Paraguay”. Las bases de la norma fueron estudiadas por un comité técnico conjuntamente con el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN), que elaboró e implementó la norma, actualmente vigente. La norma fue aprobada y emanada el 13 de mayo de 2005 por resolución N° 169 del INTN como Norma N° 23 Trigo. Terminología y Requisitos generales de calidad para la comercialización (Cuadro 12). Conforme a dicha resolución la Norma de Trigo se encuentra en el ámbito voluntario. Esto se realizó en base a la realidad de la producción nacional y de acuerdo a la caracterización de las variedades y de su comportamiento en las diferentes regiones del país.

El objetivo de crear esta norma fue dar un valor agregado a la calidad, pagar por la calidad. La norma es una herramienta muy importante que le va a servir tanto al productor como al que comercialice el trigo, como una base de parámetro para la fijación del precio del trigo. En principio no se contemplaban en las normas la parte de calidad industrial, pero como la norma va orientada para la panificación, se incluyó también dentro el Falling Number y Proteína Bruta, que es también una innovación dentro de la norma nacional. Lo que se busca es que el productor logre mejor pago por la calidad, para que tengan así el estímulo de seguir sembrando el trigo.

Cuadro 12. **Terminología y Requisitos generales de calidad para la comercialización de trigo en Paraguay, Norma No. 23. INTN**

Grado	P.H Min. kg/hl	Cuerpos extraños Máx (%)	Ard. y dañados por el calor (%)	Total dañado max %	Granos Punta negra y/o carbón Máx. (%)	G. Panza Blanca	Quebrados y/o Chuzos	Falling Number F.N. (S)	Gluten Húmedo Min. (%)	Proteína Bruta Min. (%)
						Máx. (%)	Máx. (%)			
1	78	0.50	0.50	1.5	0.1	15	0.8	≥250	28	12
2	76	1.00	1.0	3.0	0.2	25	1.8	210-249	28	11
3	73	2.50	1.5	5.0	0.3	40	3.5	170-209	28	10

Fuente: Calidad de los Trigos Paraguayos. Graciela Cabrera Arredondo. Segundo Seminario Nacional de Trigo. Editores Kohli, et al., 2009.

FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL PARAGUAY

A partir de la campaña agrícola 2003, con la firma del Convenio entre el MAG-CIMMYT-CAPECO, se inició una nueva etapa de investigación del cultivo de trigo. El objetivo de este proyecto fue identificar materiales genéticos y prácticas agronómicas adecuadas a las zonas de apertura agrícola del Norte de Alto Paraná, Canindeyú y San Pedro, comúnmente afectados por la sequía durante el ciclo de cultivo. También se determinó la necesidad de contar con variedades más precoces para evitar la coincidencia de la cosecha con la época de lluvias. Esto fue para evitar el deterioro de los granos por la alta humedad y consecuentemente la mala calidad.

Fueron lanzadas comercialmente las variedades ITAPUA 60 e IAN 10 en el 2003, y otros dos, ITAPÚA 65 e IAN 15 en el 2005. Todas estas variedades son de alto potencial de rendimiento y además las variedades IAN 10, IAN 15 e ITAPUA 65 son precoces. Dos de estas variedades IAN 15 e Itapúa 65, también demuestran resistencia a los suelos ácidos que son comunes en la región norte. Todas las variedades mantienen una buena calidad comercial por presentar valores de PH muy superior a 76 kg/hl y la variedad IAN 10, tiene una calidad industrial superior, considerada dentro de la clase de Mejorador.

Al final de esta fase del proyecto se liberaron cinco variedades adicionales; tres de ellas para la región norte CANDINDE 1, CANDINDE 2 y CANINDE 3 y otras dos para la región sur: ITAPUA 70 e Itapúa 75. Estas variedades fueron específicamente seleccionadas y responden a los objetivos propuestos en el proyecto en cuanto a su potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad panadera (Cuadros 13 y 14).

Cabe resaltar que la variedad CANDINDE 1 es la primera variedad nacional que posee resistencia a la nueva enfermedad *Piricularia*, además de alcanzar la clasificación de Trigo Mejorador y/o Corrector, ideal para mezcla con harinas de trigos débiles (Cabrera, 2010)

Cuadro 13. **Características físico-químicas de cinco variedades de trigo lanzadas dentro del marco del Convenio MAG-CIMMYT-CAPECO**

Variedad	P.H. (kg/hl)	Proteína (%)	Extracción de Harina (%)	Sedimentación S.D.S. (ml)	Falling Number F.N. (S)	Ceniza (%)	Fuerza del Gluten W (10 ⁴ J)	P/L
Itapúa 70	80	12.5	63.4	14.2	295	0.44	365	0.8
Itapúa 75	77	13.4	60.0	10.6	306	0.48	265	0.8
Caninde 1	81	13.6	61.0	17.2	324	0.48	395	0.9
Caninde 2	79	13.7	60.0	11.8	300	0.49	306	0.9
Caninde 3	79	13.3	61.4	12.2	301	0.50	333	0.7

Fuente: Segundo Seminario Nacional de Trigo. Edit. M. Kohli, E. Cubilla y Lidia de Viedma. 2009.

Cuadro 14. **Valores de Farinografía de cinco variedades de trigo lanzadas dentro del marco del Convenio MAG-CIMMYT-CAPECO**

Variedad	Absorción de Agua	Tiempo de Desarrollo	Estabilidad	Aflojamiento Afloj. (U.B.)
	A.A (%)	T.D. (min)	Estab. (min)	
Itapúa 70	63	14.5	10.0	50
Itapúa 75	62	6.0	9.5	40
Caninde 1	65	6.0	16.5	10
Caninde 2	62	5.5	10.0	10
Caninde 3	63	6.5	113.5	60

Fuente: Segundo Seminario Nacional de Trigo. Edit. M. Kohli, E. Cubilla y Lidia de Viedma. 2009.

Considerando los éxitos del proyecto, el Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO) toma la decisión de contribuir con la financiación del proyecto por un segundo periodo (2008-2013). Este apoyo permitió explorar una gran cantidad de materiales genéticos desarrollados localmente, permitiendo contar con un amplio acervo genético nacional.

La investigación local realizada dentro de este segundo periodo resulto en el lanzamiento comercial de tres nuevas variedades de trigos, liberadas especialmente para la región norte del país, que son CANINDE 11, CANINDE 12 y CANINDE 13. Las características más resaltantes de estas variedades son el alto potencial de rendimiento, adaptación a las altas temperaturas y a las sequías frecuentes, precocidad, resistencia a principales enfermedades y una buena calidad industrial apta para la exportación (Cuadros 15 y 16).

Cuadro 15. **Características físico-químicas de tres variedades de trigo lanzadas dentro del Convenio MAG-CAPECO-INBIO (2009-2011)**

Variedad	P.H. (kg/hl)	Proteína (%)	Extracción de Harina (%)	Sedimentación S.D.S (ml)	Falling Number F.N. (S)	Ceniza (%)	Fuerza del Gluten W (10 ⁻⁴ J)	P Mm H ₂ O	L mm	P/L
Caninde 11	81	13.20	71	9.5	374	0.53	297	83	114	0.73
Caninde 12	81	13.20	68	10.9	410	0.49	267	84	107	0.79
Caninde 13	80	14.00	73	11.0	415	0.50	250	74	116	0.64

Fuente: Las semillas mejoradas del trigo 2012. Tríptico. Convenio MAG-CAPECO-INBIO.

Cuadro 16. **Características Farinográficas de tres variedades de trigo lanzadas dentro del Convenio MAG-CAPECO-INBIO (2009-2011)**

Variedad	Absorción de Agua A.A (%)	Tiempo de Desarrollo	Estabilidad de la Masa	Aflojamiento de la masa
		T.D. (min)	Estab. (min)	Afroj. (U.B.)
Caninde 11	60	8.5	18.0	0
Caninde 12	60	9.0	16.5	60
Caninde 13	60	10.0	22.0	0

Fuente: Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 2010. Laboratorio del CIHB.

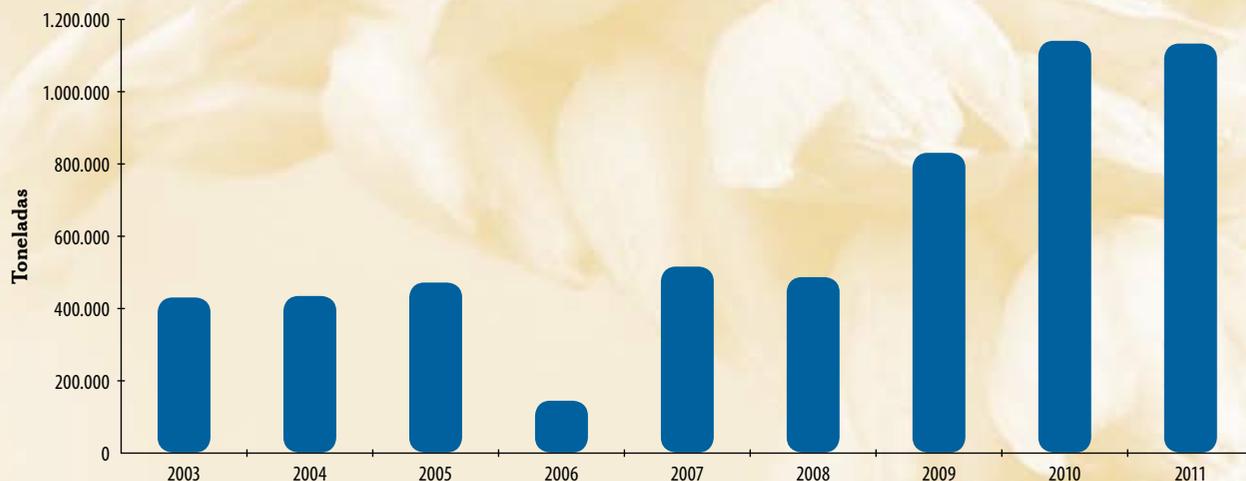
Los datos presentados en los cuadros 15 y 16 muestran que las tres variedades tienen un excelente valor del P.H., arriba de 80 kg/hl que permite una extracción harinera por encima de 65%. Considerando que son variedades especialmente para la región norte, su valor del Falling Number es muy alto, arriba de 350 segundos, ya que esta región no sufre de las lluvias en la cosecha, siempre y cuando el trigo no fuera sembrado muy tarde. Otra característica importante a resaltar de estas variedades es su alto contenido de proteína; en un año promedio poseen valores de entre 13% a 14% de proteína y aún más en ciertos casos. Su fuerza de gluten (W) lo coloca a estas variedades en un grupo superior con una excelente relación entre tenacidad y extensibilidad de la masa.

CONCLUSIONES

Durante las últimas dos décadas, el Paraguay ha evolucionado mucho no solo en la producción de trigo sino también en la calidad de trigos que produce. El cambio ha sido abismal; de un país importador de trigo con su propia producción incierta y de mediana a baja calidad, a un país autosuficiente en la producción y exportador de este cereal a nivel internacional con buena calidad (Fig. 1).

Actualmente, existe una gran gama de variedades, adaptadas a distintas regiones productoras de trigo y también de diferentes valores de fuerza de gluten que pueden ser empleadas para producir productos específicos o en la mezcla. En cuanto a la estabilidad de la masa, esta se encuentra por encima de los 10 minutos, valor aceptado dentro de la norma brasilera, referencia importante, por ser Brasil el principal mercado de exportación. Sin embargo, lejos de estos éxitos, hay un esfuerzo constante y continuado para seleccionar variedades con alto grado de resistencia al brotado. No cabe duda que las variedades precoces fueron capaces de madurar antes de la época de lluvias, escapando así a los problemas del brotado sufrido en el pasado, pero la imprevisibilidad de las lluvias primaverales son un factor importante a considerar en el programa de mejoramiento de la calidad.

Fig. 1. **Evolución de la exportación de trigo paraguayo entre 2003 y 2011**



Últimamente, el programa de mejoramiento ha tenido gran apoyo del Laboratorio de Calidad de Cereales de la Cooperativa Colonias Unidas que ha permitido identificar nuevos materiales genéticos con altos valores de W. Dependiendo de la necesidad del mercado, el programa está en condiciones de liberar nuevas variedades con estas características para fortalecer el mercado de exportación y en el proceso aumentar la superficie del cultivo de trigo en el país.

En un futuro muy cercano, será necesario incorporar la resistencia a la fusariosis de la espiga, no solo como el factor de rendimiento sino también por la calidad a exportar. En este sentido, los desafíos futuros para el Programa Nacional de Investigación de Trigo son varios, que van desde la determinación de las características de calidad industrial en los materiales genéticos avanzados a su interacción con factores de manejo y las localidades. Es clave lograr la estabilidad de la calidad de año a año para seguir creando una credibilidad en el mercado y al mismo tiempo determinar la aptitud de las variedades nacionales en cuanto al uso final del producto.

Para lograr estas metas en un corto a mediano plazo, es de gran importancia contar con un laboratorio equipado con instrumentos modernos que ayuden a hacer estos análisis de manera constante y confiable.

El programa de mejoramiento de trigo evalúa miles de líneas anualmente y una gran mayoría de estas, nunca llegan a ser analizadas por sus características de calidad por falta de un laboratorio ligado a la investigación. Es entendible que el rendimiento, sigue siendo el factor más importante para el productor, pero también es posible que muchas de estas líneas descartadas tengan atributos interesantes de calidad que permitan lograr nuevos nichos de mercado no explorados hasta ahora. Por otra parte, el país como exportador de este cereal necesita dar una garantía de la calidad a los productores y acopiadores, facilitándoles un laboratorio oficial certificado que pueda protegerles en un caso dado de litigio, generando datos confiables y certificados.

En resumen, garantizar la calidad de trigo tanto para el mercado nacional como para la exportación es una tarea pendiente. Se ha logrado mucho progreso en el desarrollo de las variedades de distintas calidades y la tecnología de su producción. Sin embargo, el futuro crecimiento del cultivo depende de la estabilidad de la calidad que podamos instalar en el competitivo mercado internacional, asegurando así una mayor contribución al progreso del país.

Agradecimientos:

- Al Ing. Agr. Francisco J. Vallejos y al Agr. José Aníbal Fariña, por su apoyo en la elaboración de los cuadros.

ANEXO II

Harinas y sus características

LIC. QUÍM. MYRIAM LEZCANO

Pan Bimbo

INTRODUCCIÓN

El trigo es el principal cereal utilizado para preparar harina, aunque una pequeña cantidad de harina se elabora a partir del centeno. Aunque las proteínas de la harina del trigo son superiores para elaborar pan, nutricionalmente son incompletas. El aminoácido limitante es la lisina. El desarrollo del híbrido de trigo y centeno, triticale, ha conducido a un grano con un contenido de lisina mayor que el trigo. Existe cierta información de los resultados de la harina triticale en la elaboración de panes. También se ha trabajado en la posibilidad de utilizar harinas hechas de semillas oleaginosas para suplementar las proteínas de la harina de soya debido a su alto contenido de lisina así como de proteínas.

Ahora que el país es un neto exportador del grano de trigo, debemos pensar seriamente en ocupar la capacidad molinera ociosa e incursionar en el mercado internacional de la harina. Esta transformación no solo es ventajosa económicamente sino que también generará nuevas fuentes de trabajo a lo largo de la cadena de trigo.

Mohan Kohli

Más recientemente, se ha enfocado la atención en otras harinas que incluyen las semillas de algodón, el frijol de vaca, el chícharo, el cacahuete, el cártamo, el ajonjolí y el girasol. La mayor parte darán un pan aceptable si la cantidad de harina de trigo reemplazada es limitada, si la fórmula se modifica y, en algunos casos, si se altera el proceso de manipulación. El pan hecho de harina de trigo es el estándar cuando se miden aquellos panes hechos de harina diferente a la de trigo.

Las harinas de trigo difieren del cereal de trigo no cocido, principalmente por el grado en que el grano se ha fraccionado o molido. La molienda fractura muchas de las células del endosperma, poniendo a descubierto

sus contenidos. No todas las harinas de trigo son semejantes. El éxito de hornear depende, en parte, de utilizar el mejor tipo de harina para cada producto, por lo que es pertinente tener en consideración cómo y por qué difieren las harinas.

HARINAS EMPLEADAS EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN

Las harinas de trigo se emplean para la elaboración de una amplia gama de productos de panificación. Cada producto se fabrica de mejor manera a partir de distintos tipos de harina. Los panes, bollos, pasteles, corteza para pay- todos requieren una harina especial y diferente.

• Harinas panaderas

Las harinas panaderas se emplean para la elaboración de productos de fermentación. La harina se muele a partir de trigos duros empleando una sola variedad de trigo, o una mezcla de ellas, para producir una harina con el comportamiento panadero deseado. Los trigos duros se distinguen por un alto contenido de proteínas de buena calidad.

La fabricación de los productos leudados con levadura se basa en la calidad de la proteína de la harina para formar una masa elástica y extensible cuando se mezcla con agua, capaz de retener el CO_2 producido durante la fermentación. Estas proteínas, las formadoras de gluten, deben estar presentes en suficiente cantidad y deben poseer la calidad necesaria para soportar las acciones de mezclado, estirado y doblado a las que se someten las masas durante la elaboración de pan. El gluten forma una estructura tridimensional (que debe desarrollarse durante el mezclado) en forma de red. Contiene celdillas que atrapan el CO_2 y otros leudantes, y que se expanden. La estructura de gluten, después de sufrir su última expansión durante el horneado, coagula impartiendo rigidez a los productos horneados.

Propiedades de las harinas panaderas

a. Fuerza

La fuerza de la harina se define como la capacidad de producir una pieza de pan de muy buen volumen, grano fino y uniforme, y una textura aterciopelada.

La fuerza de la harina depende principalmente de la cantidad y la calidad de las proteínas formadoras de gluten. Estas deben ser capaces de soportar el abuso mecánico al que se someten las masas y capaces de retener el gas generado durante la fermentación. Muchos investigadores opinan que, para que una harina pueda considerarse fuerte, debe poseer una buena actividad amilásica. De esta manera se asegura una buena producción de gas (que logran un buen volumen) y una óptima hidrólisis del almidón en dextrinas, que también mejoran el volumen.

b. Tolerancia

Las harinas panaderas deben poseer una buena tolerancia, sobre todo al mezclado y a la fermentación. Deben poder soportar un ligero sobremezclado y, con un pequeño exceso de fermentación, las masas no deben volverse demasiado flojas o pegajosas. La tolerancia de las harinas está relacionada con la calidad del gluten.

c. Absorción

La absorción de las harinas panaderas es un factor de calidad muy importante. Siempre se desean los valores superiores de absorción. De esta manera, aumenta el rendimiento de la masa y también ejerce una acción favorable sobre la vida de anaquel de los productos.

La absorción se define como “la cantidad de agua, expresada en porciento base harina, necesaria para obtener una masa de consistencia óptima, con buenas propiedades de manejo y que resulte en el mejor producto”

La absorción de las harinas depende en gran parte de su contenido proteínico. Sin embargo, la calidad de las proteínas también afecta la absorción. Esto explica el porqué dos harinas con el mismo contenido proteico no presenta el mismo valor de absorción óptimo.

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA

Entre los análisis químicos destacan el de contenido de humedad, de proteínas, de cenizas y actividad diastásica. La mayoría de estas determinaciones brindan información parcial acerca de la calidad panadera de las harinas. Deben correlacionarse con las pruebas físicas para establecer un cuadro más completo del comportamiento que se podrá esperar de las harinas.

• Contenido de humedad

Los diferentes métodos de análisis para determinar el contenido de humedad, se basan en el secado de la muestra, deteriorándose su peso antes y después de haber evaporado el contenido de humedad. Uno de los procedimientos más simples consiste en exponer la harina al calor de una lámpara de infrarojo, empleando una balanza de humedad. En otros casos se seca la muestra en un horno. El contenido de humedad de la harina se expresa en porciento.

Importancia del contenido de humedad

- La estabilidad de la harina durante el almacenamiento está inversamente relacionada con el contenido de humedad. Las harinas provenientes del molido presentan diferente contenido de humedad, debido a las diversas condiciones climáticas y ambientales. Los molineros deben tratar de embarcar a la harina con un contenido de humedad muy cercano al 14%. Cuando se almacenan las harinas en condiciones adecuadas, tiende a decrecer su contenido de humedad. Una harina de contenido de humedad excesivo se deteriora rápidamente, sobre todo en climas cálidos o en bodegas muy húmedas o mal ventiladas. Además, propiciará el desarrollo de insectos.
- Si durante el almacenamiento de la harina en la fábrica ocurre una pérdida o ganancia de humedad, sin detectar ésta, se presentan variaciones en la consistencia y características de procesamiento de la masa.
- En la fábrica, el contenido de humedad de la harina sirve parcialmente para fijar la absorción de la masa.
- La determinación del contenido de humedad es útil para comparar las composiciones químicas de distintas harinas, con la misma base de sólidos. Los datos de proteínas, cenizas y actividad diastásica se transforman a una base de 14% de humedad, haciendo posible la comparación de los valores.
- El contenido de humedad está directamente relacionado con el costo de la harina, razón por la cual las especificaciones marcan un máximo de 14.5%, arriba del cual debe ser comprada con base en su contenido de sólidos.

• Contenido de proteínas

Las proteínas de la harina de trigo, gracias a la formación del gluten, le imparten a la harina su característica única de formar una masa, que retendrá los gases desprendidos durante la fermentación y que, después de horneado, producirá un pan ligero y aireado.

El contenido de proteínas se determina generalmente, mediante el método Kjeldahl. El método realmente determina la cantidad de nitrógeno en la muestra de harina. El valor así obtenido se multiplica por el factor 5.7

para establecer el porcentaje de proteína. El factor se deriva del contenido de nitrógeno de las proteínas del trigo, que es de 17.5% (100/17.5 - 5.7). El valor de proteínas se reporta en porciento, sobre una base de 14% de humedad.

Importancia del contenido de proteínas

Indica el total de proteínas de la muestra de harina. Una harina de alto contenido de proteínas generalmente es una harina más fuerte, mientras que la de bajo contenido de proteínas es más débil.

La determinación no predice exactamente la calidad de la proteína, ya que abarca a las proteínas formadoras de gluten y a las no formadoras de gluten. Las proteínas formadoras de gluten se localizan exclusivamente en el endosperma. El salvado también contiene proteínas, pero diferentes a las que constituyen al gluten.

Aunque una harina contenga la cantidad de proteínas especificadas para cierto propósito, debe conocerse su calidad antes de emplearla. La calidad de las proteínas se refiere a sus características de extensibilidad o tenacidad a su fuerza o debilidad y a su comportamiento de mezclado. Estos factores solamente pueden medirse con aparatos que determinan las propiedades físicas de la masa, tales como el alveógrafo y el farinógrafo.

Las harinas panaderas (Tipo I y II) deben poseer un mínimo de proteínas que asegure, junto con la determinación de su calidad, un buen comportamiento panadero. En las harinas pasteleras y galleteras se establecen límites de contenido de proteínas, con los cuales se pueden elaborar los productos con las características deseadas.

• Contenido de cenizas

Las cenizas son el residuo mineral, que resulta del calentamiento (o calcinación de la harina) bajo condiciones controladas, hasta que se haya destruido todo el material orgánico, pero sin provocar la volatinización de los componentes no combustibles. Para tal efecto, generalmente se emplean muflas eléctricas, con temperaturas entre los 550° y 590°. El calentamiento se continúa hasta que la muestra ya no presenta pérdidas de peso y el residuo de cenizas sea gris-blanco.

Importancia del contenido de cenizas

Las cenizas representan la mayoría de los minerales, obtenidos por la planta de trigo desde el suelo. Los minerales no se distribuyen uniformemente en el grano de trigo. La porción de endosperma muestra una mucho menor concentración, que la del salvado.

El salvado contiene alrededor de 20 veces más cenizas, que el endosperma. Los valores son de 5 a 8% de cenizas en el salvado y 0.28 a 0.38% en el endosperma. Por tanto, la determinación de cenizas sirve como un indicador útil de la separación de las distintas fracciones del grano, obtenido durante la molienda. Debido a la gran diferencia en el porcentaje de cenizas de los componentes del grano, es posible estimar el grado de la harina mediante la determinación del contenido de cenizas. Sin embargo, el índice de cenizas no se puede emplear como un indicador único de la calidad de las harinas.

En resumen, el contenido de cenizas es un indicador del grado de extracción de la harina, y un índice parcial de la calidad de la harina. En las harinas se especifican contenidos de ceniza máximo.

• Actividad Diastásica (o Amilásica)

La determinación de la actividad diastásica de la harina es un índice de la cantidad de amilasas presentes en la harina. Las amilasas actúan sobre los gránulos del almidón dañado (durante la fermentación de las esponjas) y sobre los gránulos de almidón gelatinizados (durante el horneado), brindando a la levadura suficiente cantidad del azúcar fermentable (maltosa), para sostener una vigorosa actividad durante las etapas de proceso señaladas. La mayoría de las harinas son deficientes en la actividad de la alfa-amilasa, enzima que provee a la beta-amilasa de suficientes sitios donde actuar para la formación de maltosa.

Existen numerosas pruebas para determinar la actividad amilásica. La mayoría expresan los miligramos de maltosa producidos, a una temperatura y un pH adecuado, a partir de 10 gramos de harina. Las harinas con un valor de 250 mg de maltosa presentan una actividad amilásica reducida, los valores de 440 mg. de maltosa indican una elevada actividad diastásica.

Importancia de la determinación de la actividad amilásica

Con los procesos de cosecha modernos, la mayoría de las harinas son deficientes en la actividad de alfa-amilasa y requieren ser completadas con un concentrado de esta enzima. Esta complementación se realiza en las fábricas, agregando el complemento enzimático especificado en la fórmula. La dosificación de alfa-amilasa es un proceso delicado, por lo que se pide al molino que no la efectúe. Se especifica un máximo de actividad diastásica en las harinas panaderas para evitar el peligro de una sobredosificación de alfa-amilasa en la fábrica. Un exceso de actividad diastásica produce un pan de bajo volumen y miga gomosa y humedad, que no podrá salir a la venta.

• Producción de gas y retención de gas

La estructura y volumen característico de los productos de panificación están basados en la producción de CO₂ por parte de la levadura. El volumen deseado de hogaza solamente se obtiene si la masa le brinda a la levadura el ambiente adecuado para una buena producción de gas y, al mismo tiempo si posee la red de gluten capaz de retener una buena proporción del gas producido. La retención de gas se determina en forma más conveniente midiendo el incremento de volumen de la masa bajo fermentación. La producción de gas puede determinarse mediante el uso de un gran número de instrumentos que miden la presión ejercida por el CO₂ producido. Para la prueba de producción de gas se elabora una masa de harina, levadura y agua. La prueba da indicios de las propiedades de formación de azúcar de la harina, ya que la levadura en la masa solamente puede actuar sobre los pocos azúcares naturales de la harina y sobre los producidos por la actividad enzimática de la harina.

Por consiguientes, una harina con buenas propiedades de formación de azúcar tendrá un mayor poder de producción de gas, que una con poco poder de formación de azúcar (actividad diastásica).

ANÁLISIS FÍSICOS

Existen varios instrumentos, que miden las propiedades físicas de las masas. Están diseñadas para brindar datos acerca del mezclado, absorción, fermentación y características de oxidación de las harinas. Mediante el uso de estos instrumentos, es posible conseguir datos confiables acerca de la calidad panificable de las harinas. Los instrumentos empleados en la Organización, para tal efecto, son el farinógrafo y alveógrafo.

Entre los análisis físicos se citarán algunas pruebas prácticas a las que puede someterse las harinas, sin tener que emplear un equipo o reactivos complejos.

• Farinógrafo

El farinógrafo Brabender se emplea para verificar la uniformidad de las harinas en lo referente a sus características de mezclado. Este instrumento produce una curva, el farinograma, del cual se obtiene los siguientes datos:

- Absorción óptima de la harina.
- Tiempo óptimo de mezclado de las harinas.
- Comportamiento de las harinas durante el mezclado (estabilidad y tolerancia al mezclado, tiempo de rompimiento, etc.).

Interpretación de resultados de la curva

- **Absorción:**

Es el porcentaje de agua, base harina, necesario para llevar el centro de la curva a la línea de 500 BU. Se puede leer directamente de la bureta, desde la cual se agregó el agua a la harina.

El valor de absorción real en la planta variará un poco con respecto a lo leído en el farinógrafo, debido a la presencia de otros ingredientes en la masa. Sin embargo, la determinación es útil, ya que fácilmente puede calcularse un valor de correlación.

- **Tiempo de desarrollo óptimo (D)**

Representa el intervalo de tiempo entre la primera adición de agua a los 0 minutos y el punto de máxima consistencia (o mínima movilidad) justo antes de la primera señal de debilitamiento. El tiempo de desarrollo óptimo varía con las distintas harinas. Las harinas fuertes presentan un mayor valor que las débiles.

- **Tiempo de llegada (C)**

Es el tiempo que transcurre, una vez arrancada la mezcladora y añadida al agua, para que la parte superior de la curva intersecte la línea de 500 BU.

- **Estabilidad (E)**

La estabilidad se define como la diferencia de tiempo entre el punto donde la parte superior de la curva por primera vez intercepta las 500 BU (tiempo de llegada) y el punto donde la parte superior de la curva deja la línea de 500 BU (tiempo de salida). Entre mayor sea el valor de estabilidad mejor se comportará la harina durante el mezclado.

- **Índice de tolerancia al mezclado (G)**

Este valor es la diferencia en Unidades Brabender de la parte superior de la curva en el punto de desarrollo máximo, a la parte superior de la curva después de 5 minutos de haber logrado el punto de desarrollo máximo. Entre mayor sea la porción de la curva en términos de unidades de tiempo, mayor será la tolerancia al mezclado de la harina. De igual manera entre menor sea la diferencia de BU, mayor será la tolerancia. Esta determinación es una de las aplicaciones más valiosas del farinógrafo, ya que la tolerancia al mezclado es una de las principales características de la harina en las que se interesa el panadero.

- **Tiempo de salida (F)**

Es el tiempo que transcurre desde la primera adición de agua, hasta que la parte superior de la curva abandona la línea de 500 BU. Entre mayor sea el valor de tiempo de salida, más fuerte será la harina.

- **Tiempo de caída (H)**

Es la lectura de introducción más reciente en el farinograma y se define como el tiempo que pasa desde el comienzo del mezclado, hasta el decrecimiento, en 30 unidades Brabender, del pico de la gráfica. Se determina dibujando una línea horizontal, a través del centro del trazo en el punto de máximo desarrollo y una línea paralela 30 unidades Brabender abajo y se mide el tiempo desde el principio de mezclado, hasta que el centro de la curva descendente, cruza la línea más baja.

Cuando este tiempo es corto, quiere decir que la harina no tiene fuerza suficiente para tolerar mezclado extra, es una harina crítica ya que fácilmente se le puede sobremezclar. Si es muy largo, significa que la harina es fuerte y que quizá en la fábrica, nunca se llegue a desarrollar completamente en el tiempo del que se dispone.

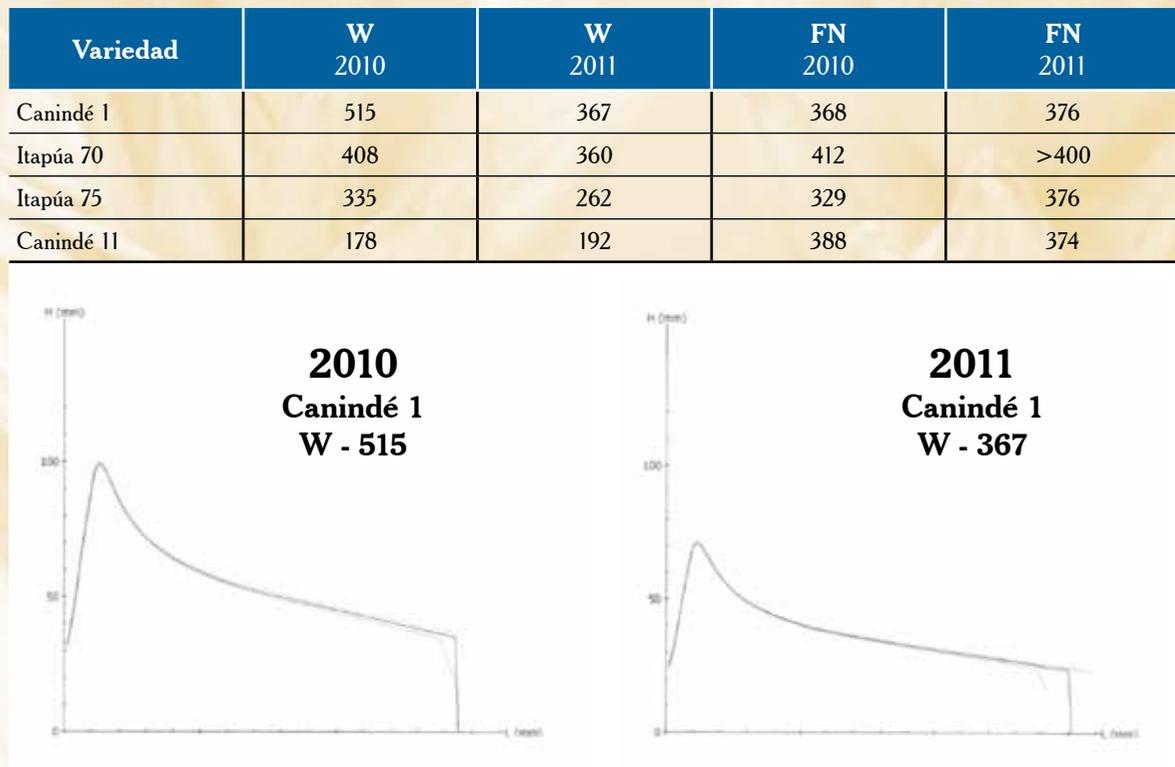
- **Valoramiento**

Con un aditamento auxiliar del farinógrafo formado por un tió de regla deslizante se interpreta el farinograma para establecer un valor numérico. Este da inicios de la "fuerza" de la harina, la cual puede leerse en una escala.

Los datos del valorímetro son particularmente útiles para las operaciones de mezclado de harinas. Facilitan el establecimiento de la proporción de cada harina a emplear para que la mezcla posea la fuerza deseada.

En resumen, en manos de un tecnólogo panadero experimentado, el farinógrafo brindará los siguientes controles prácticos: verificación de la uniformidad de los embarques de harina en lo referente a la fuerza o tolerancia al mezclado, interpretándose estos factores por la forma general del farinograma, determinación de la absorción y de los requerimientos de mezclado de una harina antes de que pase a producción, ayuda a la elaboración de mezclas de harina para formar la mezcla con la característica deseada y verificar la consistencia de la masa en varias etapas del proceso.

Fig. 1. **Ejemplo de un farinograma**



• Alveografo

El alveógrafo o extensómetro de Chopin es un aparato diseñado para medir la resistencia a la expansión y la extensibilidad de una delgada placa de masa. Además, proporciona datos acerca de la fuerza de la harina. El alveograma indica las características panificables de una harina. En el caso de harinas panaderas, da información acerca de las características de crecimiento de la masa durante la fermentación y las características de retención de gas.

a. Significado de P/G

El alveograma muestra que la resistencia de la masa a la expansión es mayor al comienzo de la prueba, lo que resulta en una elevación de la curva hasta el punto P. La presión inicial a vencer se debe a la falta de orientación de las cadenas de gluten. En el punto de máxima presión (P), las cadenas se alinean en paralelo y comienzan a estirarse y deslizarse una sobre otra con mayor facilidad.

La masa comienza a extenderse con una mayor presión de aire y disminuye su espesor. El resultado es un decrecimiento más gradual (característico de cada harina), hasta que la membrana de masa se rompe (en el

punto M). Esto provoca que todo el aire escape a través de la membrana rota de masa, por lo que ya no actúa sobre la pluma y la curva cae al eje de las abscisas.

La altura PQ es un indicio de la fuerza tensil o tenacidad de la harina. El valor P, leído en milímetros a partir de la gráfica, es igual a la tenacidad o resistencia a la deformación de la harina.

La extensibilidad de la harina se expresa como G. Este valor puede determinarse mediante el volumen total obtenido por la burbuja de masa. Los valores de P o G aislados no brindan mucha información acerca del comportamiento integral de la harina. Una harina puede ser tenaz y no extensible, tenaz y extensible, extensible y no tenaz. Para que una masa bajo fermentación pueda aumentar su volumen, es necesario que la harina tenga una buena extensibilidad. Sin embargo, para que la masa pueda retener el gas generado, y así pueda sostener el volumen, la harina debe mostrar cierta tenacidad. La retención aritmética entre los valores de P y G, es decir P/G , brinda la información deseada.

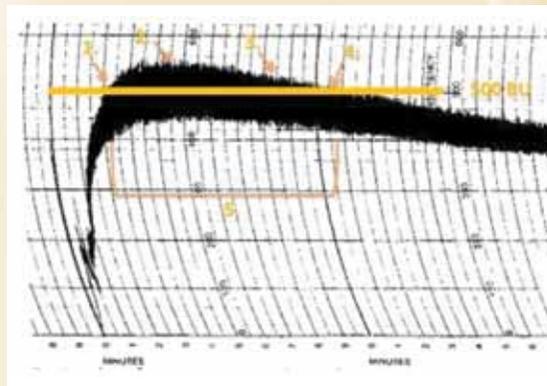
Se ha demostrado que, en una harina con $P/G = 5$, se encuentran balanceadas la tenacidad y extensibilidad de la harina. Esta harina resultará en un buen producto de fermentación. Una harina con P/G mayor a 5 es una harina más tenaz, que extensible. Una harina con P/G menor a 5 es una harina más extensible que tenaz.

b. Significado de W

El valor W, calculado con los resultados del alveograma, indica la fuerza de la harina. La corriente de aire que extiende a la masa efectúa un trabajo mecánico, el cual es mayor conforme la harina va siendo más tenaz o conforme va siendo más extensible. El valor W da la medida de este trabajo, que es la fuerza de la harina, pues cuanto mayor es esta fuerza, mayor será el trabajo de deformación que se haya necesitado y entre más débil sea la harina, menor será el trabajo de deformación.

Fig. 2. Ejemplo de un alveograma

Estabilidad



• Falling Number

a. Descripción General

El método del número de caída es un método estandarizado internacionalmente para la determinación de alfa-amilasa en granos, harinas, y otros almidones, en particular de trigo y centeno.

Se determina la actividad de la alfa-amilasa usando el almidón de la muestra como sustrato; el método se basa en la rápida gelatinización de una suspensión de harina en un baño de agua caliente y la subsecuente medición de la licuefacción del almidón contenido en la muestra por la actividad de la alfa-amilasa.

Los valores del número de caída muestran una compleja relación inversa con la cantidad de alfa-amilasa en la muestra; dicha relación es conocida como la ecuación de licuefacción de Perten.

b. Aplicación del número de caída

Los resultados del número de caída pueden ser aplicados para monitorear el proceso de maduración de los granos próximos a cosechar mediante la determinación de la fecha óptima de corte, especialmente en regiones que están sujetas al cultivo de temporal.

Los resultados del número de caída pueden ser aplicados para la clasificación de granos en granos de excelente calidad para panificación y grados deficientes adecuados sólo para alimentos de poco valor, o para mezclas controladas. Los resultados del número de caída pueden ser aplicados en panificación para determinar la calidad de una harina y para optimizar la mezcla de harinas, apropiada para cada producto.

El número de caída es reportado en unidades de tiempo (segundos), y los valores óptimos que se manejan para harinas panaderas se encuentran entre 250-300 seg.

Los resultados del número de caída pueden ser aplicados por el comerciante para establecer la calidad de los granos o harinas de los granos para exportación o para el comercio local.

NOTA: El valor del número de caída es afectado por la temperatura de ebullición del agua, la cual es una función de la presión atmosférica.

• Prueba de sedimentación

La prueba de sedimentación se usa para estimar la calidad del gluten y, por tanto, brinda valiosa información acerca de la calidad panificable de la harina. Es una prueba muy simple, rápida y práctica, menos sofisticada que las de los aparatos empleados para determinar el comportamiento panadero de las harinas.

a. Principio

Los distintos tipos de harinas difieren en la capacidad de absorción de agua por parte de las proteínas formadoras de gluten. El gluten de las harinas fuertes se hidrata más rápidamente y posee mayor capacidad de hidratación, que el gluten formado por las harinas débiles.

Ciertos ácidos aumentan la capacidad de hinchamiento del gluten, el grado de hinchamiento depende de las características propias del gluten que se somete a prueba. Por tanto, una de las formas más simples de medición de la caída del gluten es la determinación del aumento de viscosidad de una suspensión harina/agua, obtenido con la adición de ácido láctico se hinchan enormemente las partículas de proteína, las cuales tienden a sedimentarse en el fondo de la suspensión. La suspensión se coloca en una bureta calibrada en mililitros, para poder observar y medir fácilmente la rapidez de sedimentación.

b. Interpretación de resultados

- Al aumentar la cantidad de agua absorbida, disminuye la gravedad específica de la suspensión, es decir, se vuelve más ligera la suspensión y disminuye la rapidez de sedimentación.
- Una sedimentación que termine muy rápidamente indica una baja cantidad de proteínas y/o una mala calidad panificable.

Una sedimentación lenta indica una alta calidad de proteínas y/o una buena calidad panificable.

El nivel de sedimentación depende de la cantidad de proteínas y del grado de hinchamiento con agua, el cual es un índice de su calidad (para que ocurra el hinchamiento, las proteínas deben ser insolubles).

Debido a que el valor de sedimentación depende de la cantidad y de la calidad de proteínas, este dato brinda mayor información acerca de la calidad panadera de una harina, que una prueba en la que solamente se mide la cantidad de gluten, la calidad de gluten o el contenido de proteínas. Entre mayor sea el valor de sedimentación, mayor será el volumen de la hogaza.

Los valores de sedimentación varían entre 20 ó menos, para una harina de bajo contenido protéico o de mala calidad panadera, a 56 ó más para una harina de alto contenido protéico o de muy buena calidad panificable. En la TABLA II se muestran algunos valores de sedimentación, como ejemplo, de distintos tipos de harinas.

VALORES DE SEDIMENTACIÓN	
TIPO DE HARINA	SEDIMENTACIÓN (ml)
Harina de patente	43
Harina de segunda extracción	41
Harina de trigo integral	20
Harina de centeno	11
Harina pastelera	10

• El gluten de trigo vital

La harina, cuando se humedece con agua y se amasa forma un material elástico duro que conocemos como masa. Aproximadamente el 80% de la proteína de trigo, está formada por un grupo complejo de proteínas del cual la gliadina y la glutemina son las más dominantes. Este grupo de proteínas forma el gluten y es responsable de la típica estructura de celdas de la masa. En la elaboración del gluten de trigo vital, la proteína de la harina se separa del almidón mediante el amasado de la harina de trigo con agua. Las buenas harinas de calidad se mezclan para formar masas flojas y acuosas, que contienen de 80a 90 kilogramos de agua por 100 Kgs de harina.

Después de hidratar uniformemente la harina, la masa se lava y amasa en varias ocasiones con agua adicional. El gluten permanece como una masa dura y se decanta el almidón junto con el agua en exceso. Las harinas promedio producen alrededor de 15 Kgs de gluten y 50 Kgs de almidón por cada 100 Kg de harina. El resto de la harina permanece en el agua de lavado como pequeños gránulos solubles de almidón y salvado. En este momento, el gluten contiene más o menos 30 partes de gluten por 70 partes de agua. El gluten al igual que otras proteínas se desnaturaliza fácilmente por el calor, particularmente en presencia de grandes cantidades de agua, de manera que se tiene que mantener un cuidadoso proceso de secado para mantener su vitalidad. Un análisis típico de gluten de trigo vital se proporciona en la Tabla 1.

Tabla 1. **Gluten de trigo vital. Análisis típico**

	%
Humedad	6.0
Proteína (base seca)	75.5
Ceniza	1.0
Grasa (extracto etérico)	1.2

a. Utilización del gluten de trigo

Debido a que el gluten de trigo es en gran parte responsable de la estructura celular en el sistema de la masa, el gluten de trigo vital se usa para complementar a la proteína natural del trigo, cuando se necesita fuerza adicional. Por ejemplo, en bollos y roles la proteína de la harina debe soportar un alto nivel de manteca y azúcar, y el gluten de trigo aporta la fuerza requerida. En panes de variedad, los ingredientes que no son harina diluyen la harina de trigo a un grado tal que el gluten no puede funcionar satisfactoriamente a menos de complementarse con el gluten de trigo vital.

En la producción industrial de pan blanco, el gluten de trigo vital es benéfico al constituir paredes laterales más fuertes y prevenir que el pan horneado colapse. Como guía en estas aplicaciones, la adición de 1% de gluten de trigo vital (por ciento panadero) a una fórmula incrementa el contenido protéico de la mezcla harina/gluten en un 0.6%. Además, al agregar un kg de gluten a 100 kgs de harina que contiene 12% de proteína, se produce una mezcla de 12.6% de proteína. Los usos típicos del gluten de trigo vital se proporcionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Usos de gluten de trigo

PRODUCTO	% DE GLUTEN (por ciento panadero)
Bollos y medias noches	1-2
Pan Blanco	1-2
Panes negro y de centeno	1-4
Panes dulces	1-2
Panes con fibra (fibras naturales de grano)	4-7
Panes franceses e italianos	1-2

b. Forma de uso del gluten de trigo vital

El gluten de trigo vital es una proteína natural del trigo y es compatible con la harina y otros ingredientes de la masa. Se recomiendan algunos ajustes al agregar gluten en el proceso de panificación.

- 1) Absorción. En productos de pan leudados con levadura, el agua se incrementa alrededor de 1.5 kgs por cada kg de gluten de trigo en la fórmula.

El agua adicional deberá añadirse en el paso donde se agrega el gluten de trigo. Por ejemplo, si el gluten se agrega en la etapa de esponja, se deberá adicionar el incremento de absorción en esta misma etapa.

ADICIONES DE GLUTEN SECO REQUERIDO PARA INCREMENTAR EL CONTENIDO DE PROTEÍNA DE UNA HARINA

	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%
6%	1.35	2.71	4.17	5.64	7.15	8.70	10.29	11.92	13.59	15.30	17.05
7%		1.37	2.78	4.23	5.72	7.25	8.82	10.43	12.08	13.77	15.50
8%			1.39	2.82	4.29	5.80	7.35	8.94	10.57	12.24	13.95
9%				1.41	2.86	4.35	5.88	7.45	9.06	10.71	12.40
10%					1.43	2.90	4.41	5.96	7.55	9.18	10.85
11%						1.45	2.94	4.47	6.04	7.66	9.30
12%							1.47	2.98	4.53	6.12	7.75
13%								1.49	3.02	4.59	6.20
14%									1.51	3.06	4.65
15%										1.53	3.10
16%											1.55

- 2) Tiempo de producción. El tiempo de mezclado debe incrementarse ligeramente para compensar la proteína adicionada. El incremento del tiempo de mezclado depende parcialmente del momento en que se agregue el gluten de trigo. Por ejemplo, en un proceso de esponja-masa, el tiempo de mezclado incrementado será menor si el gluten se adiciona a la esponja, en comparación a adicionar el gluten a la masa.

Como guía un 2% de gluten agregado a la fórmula incrementará el tiempo de mezclado alrededor de un minuto usando la mezcladora estándar horizontal de alta velocidad.

c. Función en la fermentación del gluten de trigo

El gluten de trigo funciona óptimamente cuando se le da un tiempo de fermentación y de hidratación completo, que produce el efecto suavizante necesario para el desempeño óptimo.

A pesar de que el gluten de trigo vital funcionará en un sistema de fermentación corto, el desempeño máximo se obtendrá a lo largo de un periodo de fermentación mayor, tal como la fermentación de la esponja. El gluten de trigo debe mezclarse con ingredientes secos en alguna forma, antes de entrar en contacto con el agua. El contacto directo con agua puede provocar la formación de grumos. Estos grumos resultantes son muy difíciles de mezclar uniformemente con el sistema de masa.

d. Beneficios de utilizar gluten de trigo vital

Existen varios beneficios y/o ventajas al usar el gluten de trigo vital y son las siguientes:

- 1) Tolerancia y fuerza de la masa: El gluten de trigo vital mejora la tolerancia a las variaciones en las condiciones del proceso y provee fuerza para sostener a los ingredientes que no son harina.
- 2) Volumen de la hogaza: El gluten de trigo vital reduce la retención de gas en la masa, siendo el resultado un mejor volumen de la hogaza y cuerpo en los productos de panificación.
- 3) “Bisagra” mejorada: El gluten de trigo mejora la estructura de la miga al reforzar la “bisagra” en los bollos para hamburguesas.

• Prueba de absorción

Esta es otra prueba simple y práctica para el panadero, mediante la cual se mide la capacidad de absorción de agua de la harina. Es una prueba física que establece la absorción de la harina, es decir, las partes de agua por 100 partes de harina, necesarias para producir una masa de consistencia o firmeza estándar.

La prueba consiste en colocar 50 g de harina en un mortero, agregarle 28 ml de agua y mezclar. Se formará una masa muy firme, a la cual habrá que adicionar 0.5 mol de agua a intervalos, hasta lograr la consistencia óptima, la cual puede verificarse formando una pelota con la masa y observando su extensión. La masa de consistencia óptima se extiende lentamente.

FUNCION DE LA HARINA EN PRODUCTOS DE PANIFICACION

• Función en productos de fermentación

1. Proveer estructura

La harina es la responsable de la estructura de los productos de panificación, a través de la formación de gluten y la gelatinización del almidón.

La glialina y glutenina, que forman el 80% del total de las proteínas, se hidratan al mezclarse con agua y construyen una red, el gluten, responsable de la retención de gas en productos de fermentación. El gluten se desarrolla durante el mezclado y se acondiciona durante la fermentación. Rodea a las celdillas de gas en las masas y permite su expansión. Al igual que otras proteínas, el gluten se desnaturaliza durante el horneado, impartiendo rigidez y estructura al producto final.

Mediante el proceso de gelatinización, el almidón de la harina también desarrolla parte de la estructura de los productos. Esto ocurre durante el horneado. Los gránulos de almidón se hinchan gradualmente cuando la masa alcanza temperatura entre 55 a 82°C. Aumentan su área superficial, que inmediatamente es rodeada por el agua disponible para formar una especie de gel que, después de la cocción y enfriamiento, se vuelve rígido para así contribuir a la estructura del producto.

2. Mejora de las características del producto final

- a. **Volumen.** La harina es el esqueleto básico de los productos de fermentación. Es el principal responsable del volumen del producto final. Para lograr el volumen óptimo, deberá emplearse una harina con un contenido y calidad de proteína adecuados al producto que se elabore.
- b. **Color de la corteza.** La harina influye parcialmente el color de corteza de los productos de fermentación. El color de corteza podrá ser pálido o acentuado, dependiendo del contenido de almidón dañado de la harina y de su actividad amilásica (considerando que no se añade azúcar a la masa).
- c. **Color de la miga.** El color de la harina influye hasta cierto punto el color de miga de los productos. Enre mayor sea el contenido de cenizas de la harina, más oscuro será un color y menos blanca la miga. El color de la miga también está influenciado por la estructura del grano. Las celdillas pequeñas y uniformes producen una miga más blanca, gracias a una mayor cantidad de luz reflejada. Un grano abierto e irregular, producirá una miga más oscura.
- d. **Grano y textura.** El tipo de harina empleada regula las características del grano del producto final y éste, a su vez, determina la textura. Una harina fuerte y de buena calidad, producirá una miga con un grano fino y uniforme, mismo que le impartirá una textura aterciopelada.

*El equipo de trigo del
CRIA, Capitán Miranda.*



ARTEMAC^{s.a.}

Tte. Vera 2856 e/ Cnel. Cabrera y Dr. Caballero
Asunción, Paraguay
Telefax: (021) 612 404 - 660 984 - 621 770/2

Otras publicaciones apoyadas por CAPECO

- 1. Avances y Resultados de la Investigación del Trigo en el Paraguay.**
Compilado por Lidia de Viedma; Ricardo Pedretti; M. M. Kohli; Graciela Gómez. Asunción: MAG/DIA/CRIA, IICA, CAPECO, 2004. 124 p.
- 2. CAPECO, Una trayectoria, una realidad.**
25 Años de CAPECO. Asunción, 2005. 119 p.
- 3. Resultados de Investigación: Roya de la Soja.**
Acuerdo de Cooperación MAG/CAPECO/USDA. Paraguay, 2006. 49 p.
- 4. Primer Seminario Nacional de Trigo. Del grano al Pan.**
Eds. M. M. Kohli y L. E. Cubilla. 2007 CAPECO, Asunción, Paraguay. 120 p.
- 5. Segundo Seminario Nacional de Trigo: Del Grano al Pan.**
Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Lidia de Viedma. 2009. CAPECO, Asunción, Paraguay. 140 p.
- 6. Manual del Productor, Guía para la Producción de Trigo.**
Eds. M. M. Kohli, Lidia de Viedma, L. E. Cubilla. MAG/DIA/CRIA/CAPECO. 40 p.
- 7. Tercer Seminario Nacional de Trigo: Del Grano al Pan.**
Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Graciela Cabrera. 2010. CAPECO/INBIO, Asunción, Paraguay. 168 p.
- 8. Guía Práctica para el Manejo y la Producción de Trigo.**
Eds. M. M. Kohli, G. Cabrera, L. E. Cubilla. IPTA/CAPECO/INBIO. 52 p.

Otras publicaciones apoyadas por INBIO

- 1. *Macrophomina phaseolina*, hongo causante de la pudrición carbonosa del tallo.**
Facultad de Ciencias Agrarias (UNA) e Instituto de Biotecnología Agrícola. Orrego F, Aida L. (Editora) San Lorenzo, Paraguay, 2009. 107 p.
- 2. Comportamiento de 13 cultivares de soja en siete épocas de siembra en la región sureste de Paraguay.**
Morel Yurenka, Aníbal. 2009. Centro Regional de Investigación Agrícola (DIA-MAG) & INBIO. Boletín de Investigación, Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay. 20 p.
- 3. Aspectos biológicos de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera, Noctuidae) criadas en diferentes tipos de dietas. Plaga del cultivo de Soja.**
Gómez, Victor A. Facultad de Ciencias Agrarias (UNA) & Instituto de Biotecnología Agrícola. Departamento de Protección Vegetal. San Lorenzo, Paraguay. 2009. 40 p.
- 4. Nivel de Control de *Diloboderus* en Trigo, Canola, Maíz y Girasol.**
Espinoza Morel, Nancy. Centro Regional de Investigación Agrícola, Cap. Miranda, Paraguay, IPTA/INBIO, 2010: 14 p.
- 5. Identificación, detección y transmisión de la enfermedad del Ka'are del sésamo.**
González Segnana, Luis Roberto; Ramírez de López, María B.; Watanabe Kitajima, Eliot. FCA-UNA/INBIO, San Lorenzo, Paraguay, 2011. 56 p.
- 6. Epidemiología y control del virus del sésamo**
González Segnana, Luis Roberto (*et al.*). FCA-UNA/INBIO, San Lorenzo, Paraguay, 2012.



ISBN 978-99953-2-683-8

