

Área de Consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos



**Análisis de las etapas de
transformación del trigo en
S.A Molino Fénix para
disminuir la contaminación
por DON**

Autor
Salvay, María Laura

AÑO
2016

Tutor:

Ing. Agr. Manera Gabriel

Evaluadores:

Dra. María Alejandra Pérez

Biól. MSc. Sandra Kopp

Ing. Agr. Enzo Tártara

Nota trabajo final:

Agradecimiento

Quiero agradecer a mi tutor, Ingeniero Agrónomo Gabriel Manera, por su dedicación, paciencia, compromiso y sus aportes para la realización del presente trabajo; como al equipo docente del Área de Consolidación “Gestión de la Producción de Agroalimentos” quienes colaboraron con sus conocimientos para la confección del mismo.

Un especial agradecimiento a mi familia y seres queridos por su comprensión y acompañamiento durante todos estos años de estudios universitarios.

También quiero agradecer a los miembros del Molino Fénix y al acopio, por brindarme la posibilidad de conocer su empresa para el estudio de caso y por recibirme amablemente. También quiero dar las gracias en particular, a la Sra. Silvana Gonella, al Sr. Leandro Chiurciu, al Sr. Lucas Falchetto, Sr. Marioni Alfonso y Sr. Bertero Facundo, empleados de la empresa bajo estudio, quienes estuvieron a mi lado ayudando desde un primer momento.

Por último dar las gracias a los Ingenieros del INTA de Marcos Juárez entre ellos, Alberione Enrique, Bainotti Carlos, Cuniberti Martha y Mir Leticia, por brindarme toda la información que estaba a su disposición para asesorarme en el tema.

Resumen

El presente trabajo se desarrolla en el marco del espacio curricular “Gestión de la Producción de Agroalimentos” perteneciente al ciclo del Área de Consolidación; el cual contempla como temática de análisis, la relación que existe entre el *Fusarium* del trigo y la producción de toxina deoxinivalenol (DON) en el proceso de elaboración del principal producto de la industria molinera, la harina.

Se tomó para el estudio de caso la empresa, S.A. Molinos Fénix, situada en la localidad de Laborde, en la provincia de Córdoba.

Fusarium sp causa reducción en el rendimiento del cultivo, pero además afecta la calidad del grano, manifestando problemas de calidad comercial e industrial, asimismo de presentar riesgos de desarrollo de micotoxinas.

Los molinos nacionales no poseen una reglamentación específica en relación a los granos contaminados con *Fusarium*, ya que existe la posibilidad de que el hongo siga presente en granos aparentemente no contaminados.

S.A. Molinos Fénix está certificado con la ISO 9001 y con la norma 22000, que abarca todo lo de inocuidad alimentaria y se cumplen con los puntos del HACCP y las Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos.

El estudio que se presenta, intenta además de realizar una caracterización del daño, encontrar herramientas que puedan ayudar al manejo de poscosecha, clasificación, prelimpieza en acopio e industria.

El objetivo principal del trabajo fue analizar cada una de las etapas del proceso de transformación del trigo en S.A Molino Fénix en la localidad de Laborde para implementar acciones tendientes a disminuir la incidencia de deoxinivalenol (DON). Se trabajó con información proveniente de diferentes fuentes bibliográficas para poder abordar la temática. Se describió todos aquellos factores, prácticas agronómicas y de manejo dentro del molino que alteran la calidad final de la harina, en relación al *Fusarium*.

De la recopilación de información y del estudio de caso, se concluye que para poder cumplir con la detección de la toxina DON y mejorar la calidad de la harina, se debería incorporar algunos equipos a fin de identificar y a su vez eliminar la mayor parte de los granos con *Fusarium* y toxina

Palabras claves: Trigo, *Fusarium*, harina, toxina.

Índice de contenido

Agradecimiento	1
Resumen.....	2
Palabras claves: Trigo, <i>Fusarium</i> , harina, toxina.....	2
Índice de contenido	3
Índice de Figuras.....	5
Introducción	7
Cultivo de trigo a nivel mundial y país.....	8
Cadena agroalimentaria de trigo	12
La harina de trigo	14
Destino industrial de la producción de trigo en Argentina.....	16
<i>Fusarium</i> sp.....	17
Micotoxinas.....	19
Toxina DON	21
Condiciones de crecimiento.....	21
Toxicidad.....	21
Tratamientos de reducción.....	22
Objetivo general	24
Objetivos específicos	24
Análisis de caso.....	24
S.A. Molinos Fénix	24
Ubicación	24
Acopio.....	29
Molino	32
Certificaciones.....	46
FODA	48
FORTALEZAS.....	48
OPORTUNIDADES	48
DEBILIDADES	48
AMENAZAS.....	48
Propuesta de mejora.....	49
Análisis de negocio.....	53
Datos de los productos principales	53
Total de ganancias.....	55

Recupero.....	55
Valores del equipo.....	56
Costo de la inversión	56
Amortización.....	57
Interés.....	57
Recupero.....	57
Consideraciones Finales	58
Bibliografía.....	59
Anexos.....	62
Anexo 1: Entrevista al encargado del Molino Fénix	62
Anexo 2: Leyes reglamentarias de la calidad	66
¿Qué es la norma ISO 22000 de Gestión de Seguridad Alimentaria?	66
¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 22000?	66
¿Qué es la ISO 9001?	67
¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad?	67
Anexo 3: Distintas variedades con diferentes contenidos de DON, correlación entre hongo y toxina, proteína, peso hectolátrico, rendimiento y peso de mil granos.....	67
Anexo 3: Niveles de la toxina DON aptos para consumo	70
Anexo 4: Zonas susceptibles a Fusariosis	71
Anexo 5: Comportamiento genético de cultivares de trigo frente a la Fusariosis de la espiga de trigo.....	72
Anexo 6: Comportamiento sanitario de cultivares de trigo en el Área Central Norte.....	73
Anexo 7: Procedimiento del ensayo.....	74

Índice de Figuras

Figura 1: Estructura del grano de trigo.....	8
Figura 2: Producción mundial de cereales y oleaginosas.....	9
Figura 3: Volumen de trigo en los principales países productores.....	9
Figura 4: Principales zonas de producción de trigo en Argentina.....	10
Figura 5: Evolución del rendimiento, área sembrada y producción de trigo en Argentina.....	11
Figura 6: Cadena agroalimentaria de trigo.....	14
Figura 7: Productos y subproductos del proceso de transformación de trigo.....	16
Figura 8: Rendimiento promedio de la molienda de trigo.....	16
Figura 9 : Cadena de transformación de trigo en argentina.....	17
Figura 10: Espiga de trigo sana (izquierda) afectada por Fusarium sp (derecha).....	18
Figura 11 : Granos de trigo sanos (izquierda) y afectados por Fusarium sp (derecha).....	19
Figura 12: Características de las micotoxinas.....	20
Figura 13: Ubicación del Molino Fénix.....	24
Figura 14: Ingreso al Molino Fénix.....	25
Figura 15: Vista aérea del Molino Fénix.....	26
Figura 16: Proceso de obtención de la harina de trigo.....	28
Figura 17: Máquina de limpieza, vista de perfil del acopio Molino Fénix.....	30
Figura 18:. Máquina de limpieza del acopio Molino Fénix.....	31
Figura 19: Recepción de la materia prima en el Molino Fénix.....	32
Figura 20: Máquina de limpieza de trigo en el Molino Fénix.....	33
Figura 21: Celdas de almacenamiento del Molino Fénix.....	34
Figura 22: Silos de almacenamiento del Molino Fénix.....	34
Figura 23: Máquina moledora en el Molino Fénix.....	36
Figura 24: Sistema de molienda del Molino Fénix.....	37
Figura 25: Sistema de molienda del Molino Fénix.....	37
Figura 26: Planchister en el Molino Fénix.....	38
Figura 27: Lugar de envasado en el Molino Fénix.....	41
Figura 28: Carga de harina a granel en el Molino Fénix.....	43
Figura 29: Esquema de decisiones para el manejo de grano contaminado con Fusarium sp. en la planta de acopio.....	50

Figura 30: Sortex, máquina que separa granos con Fusarium de granos sanos.....	51
Figura 31: Duración de trabajo de aokinmycontrol DON.....	52
Figura 32: Aokinmycontrol Rapid Kinetic Assay.....	52
Figura 33: Aokin FP470.....	52
Figura 34: Nivel de DON (ppm) (verde: DON<1ppm y rojo: DON>=1ppm) para las campañas trigueras 2012/2013 (izquierda) y 2014/2015 (derecha).....	71
Figura 35: Comportamiento genético de cultivares de trigo frente a la Fusariosis de la espiga de trigo.....	72
Figura 36: Comportamiento sanitario de cultivares de trigo en el Área Central Norte.....	73
Figura 37: Preparación de la muestra.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1: Producción de trigo en Argentina.....	11
Tabla 2: Valores de producción de trigo en Córdoba.	12
Tabla 3: Composición química del trigo.	15
Tabla 4: Proporciones de los aditivos incorporados a la harina de consumo.	40
Tabla 5: Datos de los productos principales.....	53
Tabla 6: Camiones (aproximadamente 12 camiones/día).....	53
Tabla 7: Tolvas.	54
Tabla 8: Total de ganancias.	55
Tabla 9: Recupero de la inversión.....	55
Tabla 10: Valores del equipo.	56
Tabla 11: Costo de la inversión. de la inversión.	57
Tabla 13: Interés de la.....	56
Tabla 12: Amortización inversión.	57
Tabla 14: Recupero de la inversión.....	57
Tabla 15: Distintas variedades con diferentes contenidos de DON, correlación entre hongo y toxina, proteína, peso hectolítico, rendimiento y peso de mil granos.	67
Tabla 16: Niveles de la toxina DON aptos para consumo.	70

Introducción

En los últimos años, la selección de cultivares de trigo se ha enfocado en mejorar el rendimiento y la adaptación a diferentes ambientes, obteniendo cultivares con excelente performance, pero este gran esmero ha perjudicado la calidad industrial de los mismos (García et al., 2003).

Al hablar de calidad nos referimos a un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Es un concepto muy variable; ya que depende del criterio especificado con relación al mercado y la industria; también es dinámico y se modifica en el tiempo con los distintos usos y necesidades de cada región o país, que pueden cambiar de acuerdo a nuevos conocimientos o criterios de evaluación (Satore et al., 2012).

“Trigo” es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*. Todos ellos son plantas anuales de la familia de las gramíneas, y su cultivo se ha extendido por todo el mundo. Es uno de los tres cereales más cultivados globalmente, junto al maíz y al arroz, y es uno de los más antiguos conocidos por el hombre (Gómez Pallarés et al., 2007). Las variedades más cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*. El trigo harinero hexaploide llamado *T. aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo.

Actualmente se destinan al consumo humano, y en menor cantidad para forrajes. El grano se utiliza para hacer harina blanca, harina integral, sémola y malta, así como una gran variedad de productos alimenticios derivados como pan, galletas, cerveza, whisky, pasta, cereales de desayuno, aperitivos. En Europa, el trigo fue la principal fuente de almidón para la fabricación de papel y cartón hasta que se introdujo el cultivo del maíz (Gómez Pallarés et al., 2007).

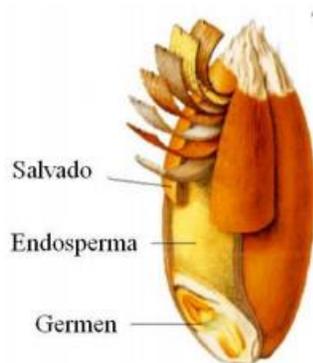
La molienda de sus granos es un proceso aún más antiguo que la agricultura, ya que los granos de trigo recolectados eran triturados con piedras que hacían las veces de morteros. Su origen corresponde a la región asiática entre los ríos Tigris y Éufrates. Desde Oriente medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones principalmente a Europa y a las fértiles llanuras de la Rusia europea. Las colonizaciones anglosajona y española fueron las responsables de introducir el cultivo en América donde se expandió por las grandes llanuras del norte como la cuenca del Misisipi-Missouri, Grandes Llanos, y del sur, como la Llanura Pampeana (Evans et al., 1981).

El “trigo pan” es el más difundido en el mundo y, como indica su nombre, el más apto para panificación. Dentro de esta especie existe una muy amplia gama de variedades y una marcada variabilidad entre éstas en cuanto a su calidad panadera ya que difieren en una serie de características como dureza del grano, contenido de proteínas, características del gluten (Álvarez, 2001).

El grano de trigo al igual que los demás cereales, es una cariósida y se encuentra constituido por tres partes principales: el salvado, el germen o embrión, y el endosperma (Figura 1). El salvado está constituido por las capas externas del grano (pericarpio, cubiertas de la semilla, epidermis

nucelar y capa de aleurona) cuyas células tienen un alto contenido de celulosa y hemicelulosa; estos componentes rodean al endospermo y son eliminados durante la molienda del grano. El germen constituye un porcentaje muy pequeño del grano, y es el lugar donde se iniciará una nueva planta. Es relativamente rico en proteínas, azúcares y aceite y por esta razón es eliminado de la harina con el fin de evitar el enranciamiento (Hoseney, 1994).

Por último, el endosperma con células repletas de gránulos de almidón incluidos en una matriz proteica. Ésta, constituida por proteínas de reserva, que en el caso del trigo forman el gluten, y por proteínas metabólicamente activas (Pomeranz, 1971).



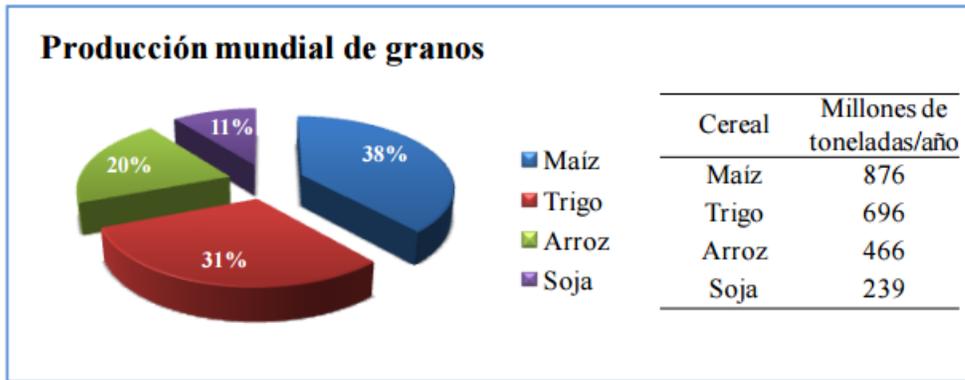
Fuente: Hoseney, 1994.

Figura 1: Estructura del grano de trigo

Cultivo de trigo a nivel mundial y país

El trigo es uno de los cereales más importante en el mundo en términos de cultivo y alimentación humana. Es el segundo en producción mundial, después del maíz y se encuentra entre los tres cereales que mayor rango geográfico y climático tiene para su producción (FAOSTATS, 2013). Esta amplia adaptación a diversas condiciones ambientales es posible gracias a la gran variabilidad genética existente, con producción de más de 2500 cultivares (Shewry et al., 2003).

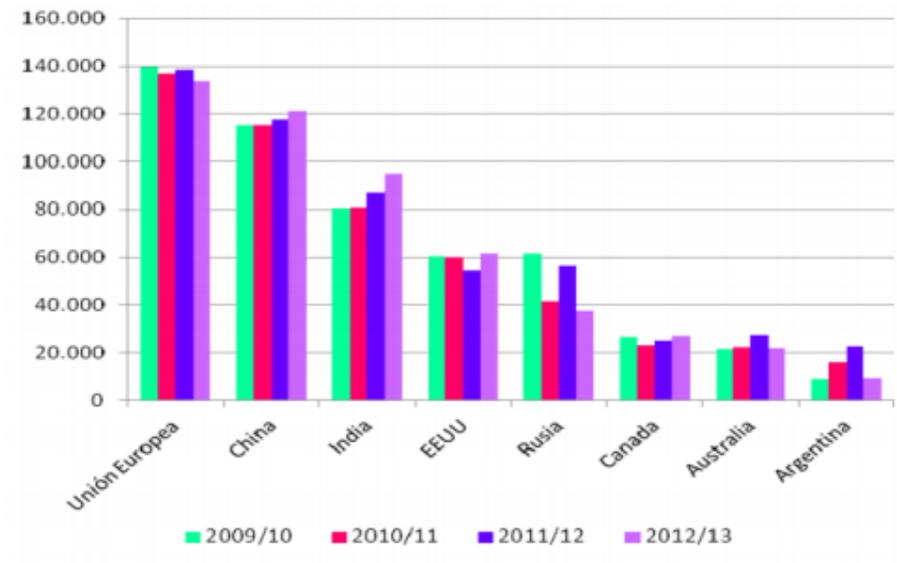
En la Figura 2 se puede observar la producción en millones de toneladas/año de cereales y oleaginosas a nivel mundial ubicándose el trigo en segundo lugar representando 696 millones de toneladas/año.



Fuente: FAO, 2012.

Figura 2: Producción mundial de cereales y oleaginosas

Durante los últimos 10 años se han producido modificaciones en la estructura mundial de producción y comercio de trigo (Figura 3). En dicho período ha ido disminuyendo la superficie destinada al trigo en Norteamérica, China y la Región del Mar Negro. Las tierras desocupadas se destinan a otros cultivos alternativos (canola en Canadá, maíz y soja en EEUU, a prácticas de conservación (EE.UU.) o al desarrollo urbano (China). En EEUU, la superficie de trigo viene registrando una tendencia negativa desde 1981, y amplió las superficies destinadas a soja y maíz. En China, el área destinada a trigo ha descendido de 29 millones de hectáreas en 1995, a menos de 22 millones en la actualidad. Por otro lado, se ha ampliado la superficie destinada a trigo en el sur de Asia y en el Mercosur (con crecimientos en Brasil y Uruguay y mermas en la Argentina).



Fuente: FAO, 2014.

Figura 3: Volumen de trigo en los principales países productores

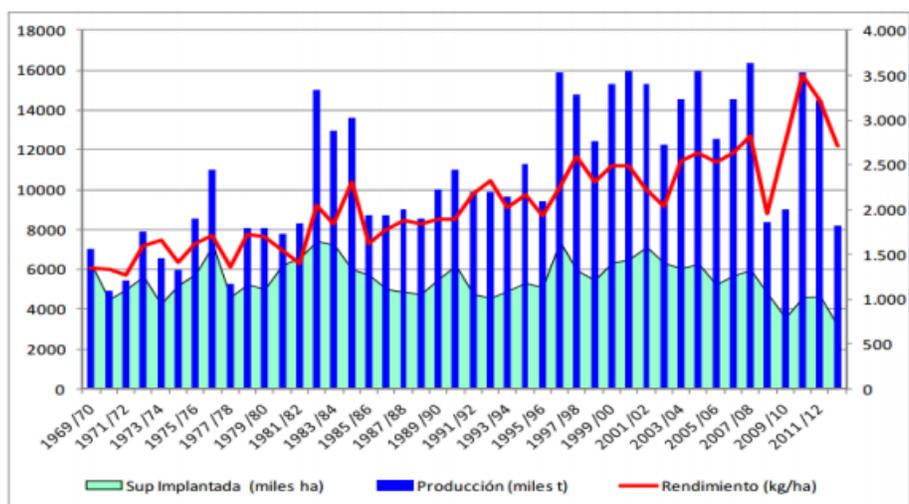
Según SAGPyA (2012), a nivel país, la distribución del área sembrada de trigo por provincias coloca a Buenos Aires (51%) como el principal distrito, seguido de Córdoba (16%), Santa Fe (13%), La Pampa (6%), Entre Ríos (5%). La provincia de Córdoba se encuentra mayormente en la subregión V norte, mientras que la localidad de Laborde en donde se localiza la industria molinera se halla en la subregión II norte como se muestra en la Figura 4.



Fuente: SAGPyA, 2012.

Figura 4: Principales zonas de producción de trigo en Argentina

La producción de trigo pan promedio para el período (2001-2011), ha sido de 13,3 millones de toneladas anuales. El área sembrada muestra una tendencia decreciente hacia el final del lapso analizado (-38% aprox.), pero el rendimiento del cultivo en la campaña 2010/11 ha sido el más alto de la década (3.404 kg/ha).



Fuente: Cuniberti, 2004.

Figura 5: Evolución del rendimiento, área sembrada y producción de trigo en Argentina

CAMPAÑA DE TRIGO 2015/16

Con respecto a la producción nacional de trigo para la campaña 2015/16, la provincia de mayor superficie sembrada y producción fue Buenos Aires, la de más alto rinde en noviembre de 2015 fue Santa Fe y en Diciembre se siguió manteniendo.

A nivel de Córdoba, la campaña de trigo de mayor superficie sembrada, rendimiento y producción fue la 2014/2015.

Tabla 1: Producción de trigo en Argentina

	Superficie sembrada mil ha	Superficie no cosechada mil ha	Superficie no cosechada %	Producción Nacional mil t
Nacional	3,44	174	(5,1%)	9,6
	Superficie sembrada mil ha	Rinde estimado noviembre qq/ha	Rinde estimado diciembre qq/ha	Producción mil t
Buenos Aires	1,57	32,0	31,7	4,6
Córdoba	0,85	28,4	28,4	2,3
Santa Fe	0,34	32,2	33,3	1,1
Entre Ríos	0,19	28,2	28,0	0,5
La Pampa	0,23	27,7	27,7	0,6
Otras provincias	0,25	17,0	17,3	0,4

Aclaración: la sumatoria de cada valor a nivel provincial puede no coincidir con el total por el efecto del redondeo de cifras.

Fuente: Departamento de Información Agroeconómica- Bolsa de Cereales de Córdoba, 2016.

Tabla 2: Valores de producción de trigo en Córdoba

TRIGO CÓRDOBA	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16(*)	VARIACIÓN INTERANUAL (%)
Hectáreas sembradas	824.000	483.100	802.000	1.301.300	908.700	-30
Rendimiento (qq/ha)	23,9	24,3	18,0	27,0	26,6	-1
Producción (t)	1.847.700	1.103.500	1.317.300	3.496.200	2.420.100	-31

Aclaración: (*) Valor provisorio a octubre. El producto de las variables de producción puede no coincidir con el total por efecto del redondeo de cifras.

Fuente: Departamento de Información Agroeconómica- Bolsa de Cereales de Córdoba, 2016.

Calidad de trigo comercializado en Argentina

En Argentina, el trigo pan se comercializa mediante la aplicación de la "Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan – NORMA XX TRIGO PAN" (Resolución de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos N° 1.262/04, modificada por otras dos Resoluciones: la 825/05 y la 603/06, aunque actualmente en vigencia en su totalidad). La norma establece tres grados de trigo pan: 1, 2 y 3, basada en el peso hectolítrico, la proteína en grano, el rendimiento en harina, cenizas, gluten húmedo, estabilidad farinográfica y volumen de pan y principalmente en la fuerza panadera a través del W alveográfico (Miranda, 2001). El grupo 1 está compuesto por trigos correctores aptos para panificación industrial ($340 < W < 600$); el grupo 2, compuesto por trigos para panificación tradicional, más de 8 h de fermentación (W entre 240 y 340); y el grupo 3, por trigos aptos para panificación directa, menos de 8 h de fermentación (W entre 180 y 240) (Cuniberti, 2004).

Cadena agroalimentaria de trigo

La cadena de trigo comienza con una gran cantidad de productores agropecuarios que cultivan el cereal a lo largo de distintas regiones trigueras. Estos productores se articulan hacia atrás con los proveedores de insumos, y servicios (contratistas de servicio de siembra, aplicaciones fitosanitarias, cosecha, monitoreo, administración, contaduría, etc.), además, con entidades financieras (bancos) y de tecnología (Universidades, el INTA, empresas privadas, etc.). También con entidades en las que se nuclean los productores como son las Sociedades Rurales, cooperativas, cambio rural, grupos CREA, entre otras y con el Estado, que actúa como entidad reguladora, recaudadora, fiscalizadora (en todos los eslabones). Hacia adelante, la cadena se vincula con empresas transportistas y acopios (privados y cooperativas), que prestan principalmente servicios de almacenaje y acondicionamiento de granos, y con corredores de

cereales. Estos son los intermediarios entre la oferta y la demanda en la compraventa de granos, además aportan transparencia a las operaciones granarias.

El siguiente eslabón corresponde al industrial que está formado por dos grandes actores, el sector de la primera transformación, molinos harineros, y los de segunda transformación, industria de panificados. Según las estadísticas de la Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario (ONCCA-organismo actualmente eliminado) se contaba en el año 2010 con 171 molinos harineros en todo el país, ubicados principalmente en las zonas productoras de trigo. La industria molinera ha ido aumentando su grado de concentración en los últimos años (IERAL de Fundación Mediterránea, 2011).

El 31% de los molinos era de tamaño micro (menos de 34 toneladas diarias), el 33% eran pequeños (entre 34 toneladas y 120 toneladas diarias), el 25% eran medianos (entre 120 t y 360 t) y el 10% eran grandes (más de 360 t/día). Las industrias de segunda transformación, están conformadas por las panaderías, las fábricas de pastas, y las fábricas de galletitas y bizcochos. A su vez, dentro de la industria de panificados, el principal destino de la harina en Argentina, se destacan dos tipos de actividades: las panaderías artesanales y las panaderías industriales (panificadoras). Éstas últimas se articulan hacia atrás con molinos harineros e indirectamente con distribuidores mayoristas, así como con proveedores de insumos específicos.

La panadería artesanal se relaciona hacia adelante con el consumidor, y ambas indirectamente con los distribuidores (comercio mayoristas, hipermercados, supermercados o venta minorista).

El consumo de trigo y sus derivados se agrupan en: consumo de trigo (cereal), de harina, de panadería y de pastas.

En la Figura 6 se presenta el esquema de la cadena agroalimentaria del trigo, con las principales componentes de cada uno de los eslabones, como así también las interacciones y articulaciones entre los mismos, hasta llegar a los diversos productos y subproductos a disposición del consumidor.

CADENA PRODUCTIVA DE TRIGO, HARINA Y PRODUCTOS DERIVADOS

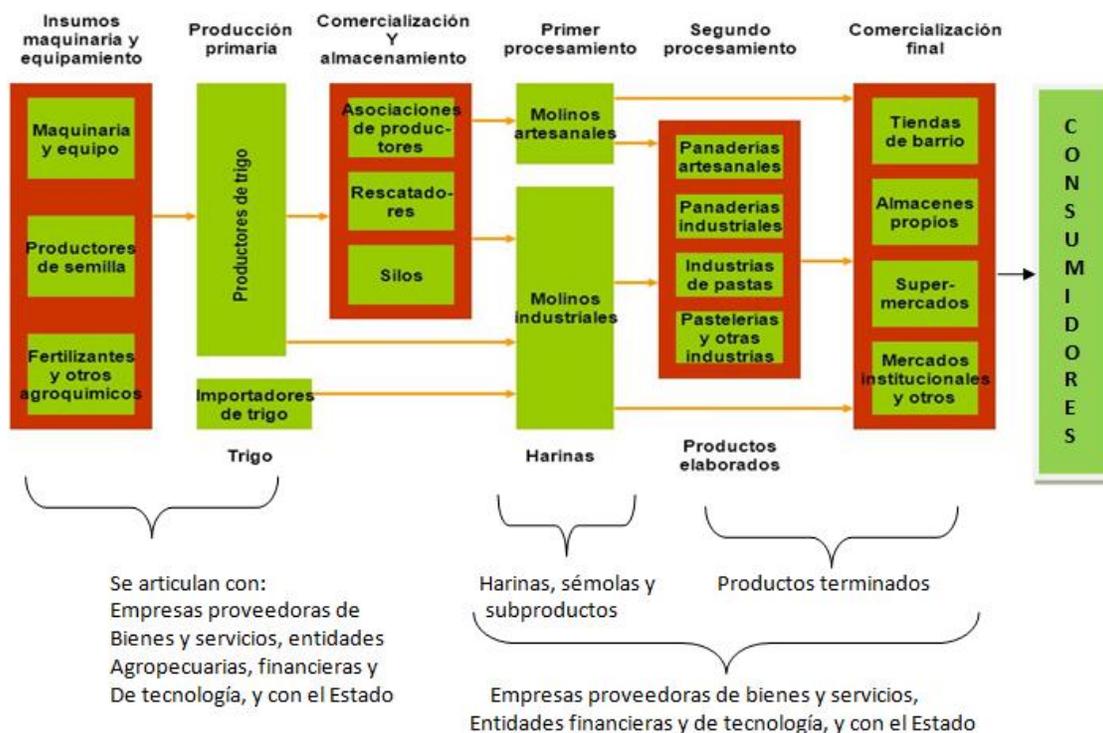


Figura 6: Cadena agroalimentaria de trigo

La harina de trigo

La harina blanca de trigo proviene del endosperma del grano (Código Alimentario Argentino (CAA, 2014) Artículo 661-(Res 167, 26.1.82), y su composición química puede variar según el tipo de trigo del que proviene, el cultivar, la zona y las condiciones de cultivo y el año de cosecha. Existe una variación en la composición química de la harina respecto del grano, producida durante el proceso de molienda. La harina de trigo es la única con la habilidad de formar masas cohesivas, capaces de retener gases durante el horneado y dar productos aireados y livianos. Estas propiedades características de la harina de trigo se deben a su composición química, y en especial a sus proteínas y su capacidad de formar gluten. En la Tabla 3 se muestran los intervalos típicos de composición del grano de trigo (Matz, 1999).

Tabla 3: Composición química del trigo

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TRIGO (%)		
COMPONENTES	MÍNIMO	MÁXIMO
Almidón	60,0	68,0
Proteínas	7,0	18,0
Cenizas	1,5	2,0
Lípidos	1,5	2,0
Fibra cruda	2,0	2,5
Humedad	8,0	18,0

Fuente: Matz, 1999.

La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuado.

El trigo entero rinde más del 72% de harina blanca y el resto en subproductos. En la molienda, el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en diferentes tipos de harinas (Alfaro Ponce et, al. 2013).

La tipificación comercial de las harinas establece distintas categorías en función de su contenido de cenizas, humedad, absorción y volumen de pan. La de mayor calidad se denomina harina cuatro ceros (0000), seguida por la tres ceros, dos ceros, cero y medio cero. Nuestro mercado interno produce aproximadamente un 75% de harina tres ceros (Álvarez, 2001).

El principal subproducto de la industria molinera, en volumen, es el afrechillo y en valor, el germen de trigo, que se destina a la industria aceitera y farmacéutica. En los últimos años, algunas empresas molineras han comenzado a elaborar y vender las denominadas premezclas, compuestas de harinas y otros ingredientes, dirigidas fundamentalmente al sector panadero. De esta forma, se recibe la mezcla adecuada para la elaboración de distintos productos (SAGPyA, 2007).

En la Figura 7 se puede observar cómo está formado el grano de trigo con sus respectivos productos.

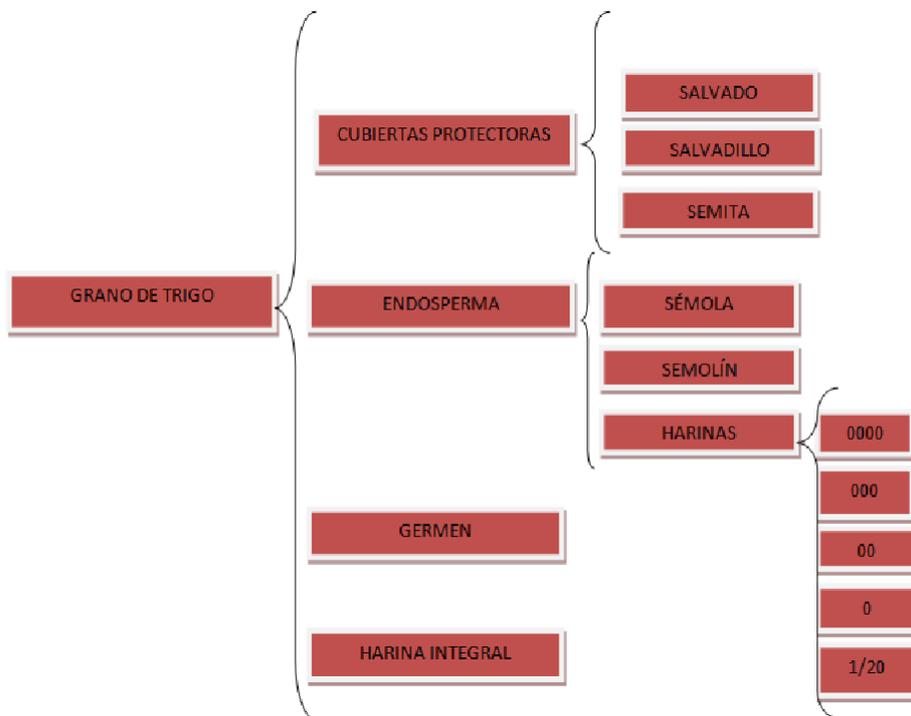
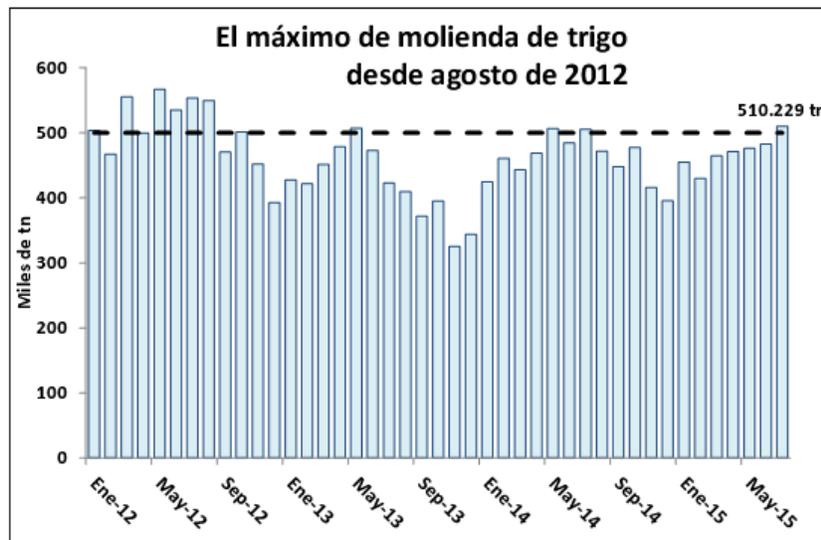


Figura 7: Productos y subproductos del proceso de transformación de trigo

Destino industrial de la producción de trigo en Argentina

Como se puede observar en la Figura 8, el rendimiento promedio de la molienda de trigo es de 510.229 t, contabilizando desde el periodo enero del 2012 hasta mayo del 2015. Alrededor del 12-15% de la harina producida se exporta y el resto se destina a panificación.



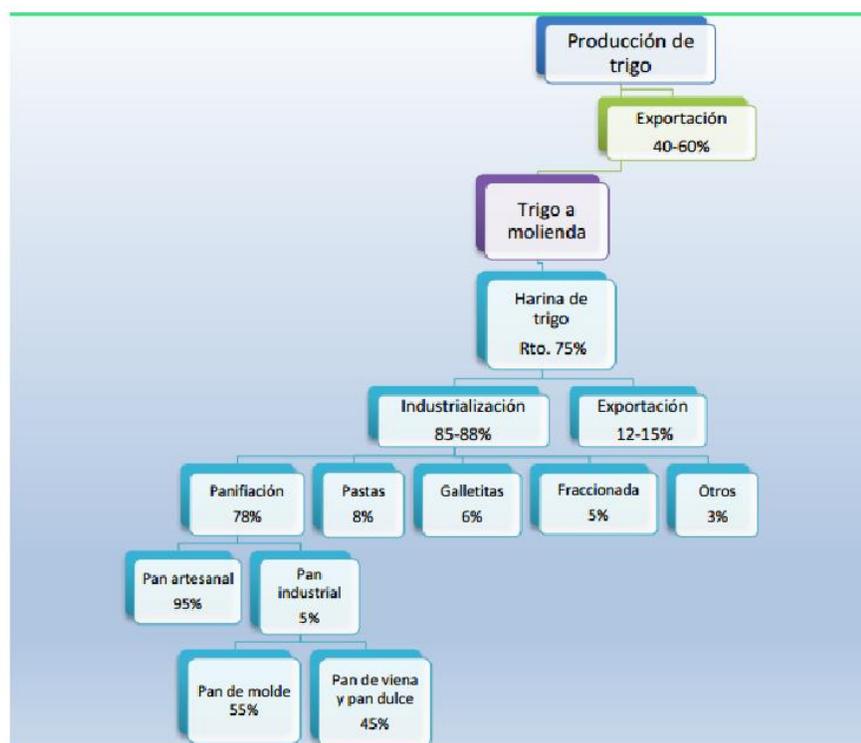
Fuente: APR Marcos Juárez, 2012.

Figura 8: Rendimiento promedio de la molienda de trigo

El 95% de la panificación es pan artesanal, elaborado por pequeñas y medianas panaderías. El 5% restante, es procesado por empresas industriales. La producción de pan industrial está compuesta por un 55% de pan de molde (lacteado) y un 45% de bollería (pan de Viena y pan dulce) (SAGPyA, 2007).

Según el último informe oficial, en 2010, el consumo anual per cápita en la Argentina se estimó en 70,6 kg para el pan tradicional de panadería y en 4,6 kg para el pan industrial, pan de molde y pan de bollería (Alimentos Argentinos, 2012).

En la Figura 9 se puede visualizar como es la cadena de transformación del trigo.



Fuente: SAGPyA, 2007.

Figura 9: Cadena de transformación de trigo en Argentina

Muchos hongos causan enfermedades en el trigo harinero, el trigo duro y el triticale (Prescott, et al. 1986), destacándose:

Fusarium sp

Siempre está latente la presencia de *Fusarium sp*, el hongo causante de la fusariosis de la espiga, en ciertas regiones del país debido a las condiciones climáticas, especialmente cuando ocurre el fenómeno del Niño. Esto se debe a que los estados de espigazón, floración e inicios de llenado del grano coinciden con períodos muy húmedos y templado-cálidos que favorecen su desarrollo. El

ataque de *Fusarium* sp causa reducción en el rendimiento del cultivo, pero además afecta la calidad del grano, incluyendo los aspectos panadero (Cuniberti, 2001).

Se trata de un hongo que está en el campo y que encuentra condiciones adecuadas para su desarrollo cuando la humedad relativa ambiente supera al 80% durante la etapa de floración y formación del grano, y la temperatura es de alrededor de 20° C (Cuniberti, 2001).

En ataques tempranos puede provocar aborto de granos matando a las florecillas, limitando el número total que producirá la espiga o bien cuando el grano está formado limita su desarrollo, quedando chuzos, arrugados y en consecuencia muy livianos, con bajo peso hectolítrico. Si el ataque se produce luego del llenado de grano el tamaño del mismo no es afectado, incluso su aspecto y coloración, pero el hongo está presente y los niveles de DON (toxina deoxinivalenol) pueden ser significativos (aunque en nuestro país no hay reglamentación específica que haga referencia al máximo permitido de DON en granos/harinas con destino comercial, internacionalmente se considera que partidas con igual o mayor a 1 parte por millón (ppm) no deben ser destinadas al consumo humano). Internacionalmente se establece un límite de toxinas de una 1ppm en harinas y 2 ppm en granos, siendo importante destacar que las toxinas se concentran en la periferia del grano, contribuyendo la molienda a eliminar gran parte de ellas (Cuniberti, 2001).

En el cultivo se pueden observar espiguillas y espigas de color blanquecinas en contraste con las no afectadas de color verde (Figura 10). El tegumento adquiere un color blanquecino, puede tener zonas color rosado y el endosperma presentar un aspecto yesoso de color blanco intenso (Figura 11) (Cuniberti, 2001).



Fuente: Cuniberti, 2001.

Figura 10: Espiga de trigo sana (izquierda) afectada por *Fusarium* sp (derecha)



Fuente: Cuniberti, 2001.

Figura 11: Granos de trigo sanos (izquierda) y afectados por *Fusarium* sp (derecha)

Hasta la fecha, los molinos nacionales no poseen una reglamentación específica en relación a los granos contaminados con *Fusarium* sp pero algunos no comercializan las muestras que poseen más del 2% de granos infectados con este hongo y porque existe la posibilidad de que el hongo esté presente en granos aparentemente no contaminados, o bien que el hongo este presente pero no haya generado micotoxinas (Alimentos Argentinos, 2012) (Ver Anexo 4).

Micotoxinas

La FAO (1991) define a las micotoxinas como metabolitos de hongos que provocan cambios patológicos tanto en los seres humanos como animales, y la micotoxicosis son los síndromes de la toxicidad resultante de la absorción de micotoxinas. El término micotoxina deriva de las palabras griegas “mykes” (hongos) y “toksicons” (veneno). Estas pueden ser producidas antes o después de la cosecha, durante el almacenaje, transporte, procesamiento o en el momento de ser utilizados en la alimentación.

Son metabolitos secundarios de hongos, producidos en la etapa final del crecimiento exponencial de una colonia fúngica y no tiene aparentemente una importancia en el crecimiento o metabolismo de estos organismos. El desarrollo de hongos capaces de producir micotoxinas se ve favorecido por condiciones ambientales adecuadas (humedad, temperatura y pH) y fuente de energía y nitrógeno. Las micotoxinas constituyen un peligro potencial tanto para los humanos como para los animales que las consumen (Carrillo et al., 2007).

La presencia de micotoxinas indica la infestación por hongos en alguna etapa de la cadena alimentaria. Las micotoxinas se encuentran dentro de las 40 sustancias más carcinogénicas (Kopp,

2014). En la Figura 12 se observan algunas características de las micotoxinas. Las concentraciones de las mismas se expresan en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (1/109) (Carrillo et al., 2007).



Fuentes: Kopp, 2014.

Figura 12: Características de las micotoxinas

Las micotoxinas tienen como características que son de bajo peso molecular, son termoestables, alteran los procesos metabólicos básicos de la célula animal, poseen amplio rango de efecto tóxico. Una misma toxina puede ser producida por diferentes géneros de hongos o por especies distintas dentro del mismo género. Que no se pueda visualizar el desarrollo del hongo, no implica que este no esté presente (Kopp, 2014).

La contaminación con micotoxinas producidas por *Fusarium* sp debe evitarse principalmente previniendo la aparición y desarrollo del hongo desde el campo hasta el uso final del grano. En este sentido, como no es posible controlar las condiciones ambientales como las precipitaciones y la humedad durante el periodo susceptible del cultivo (espigazón, floración e inicio de llenado de grano), se debe poner especial énfasis en algunas prácticas agronómicas para reducir el desarrollo de *Fusarium* sp. Generalmente se recurre a la rotación de cultivos, el control de insectos, el uso de agentes antifúngicos combinados con los modelos predictivos de enfermedades que permiten anticipar decisiones y al uso de variedades resistentes (Helmut, 2010).

En la etapa de poscosecha, el almacenamiento de los granos limpios, fríos y secos (trigo a 14% o menos), en estructuras limpias y el control de insectos tienden a evitar el desarrollo del hongo y, por lo tanto, la producción o el incremento de micotoxinas durante el periodo en que los granos son conservados (Mc Mullen, 2008).

Toxina DON

Esta toxina DON (deoxinivalenol) pertenecen al grupo de las micotoxinas, toxinas producidas por hongos que contaminan los cereales y alimentos a base de cereales, pudiendo provocar al ser humano una intoxicación al consumir dichos alimentos infectados con altas concentraciones de DON. La concentración de DON o vomitoxina se puede reducir (pero no eliminar) con la limpieza del grano (Elika, 2013).

Es una micotoxina producida por dos hongos del género *Fusarium*:

- *Fusarium graminearum*, que prevalece en áreas templadas y húmedas de cultivo, creciendo a una temperatura óptima de 25°C y humedad relativa mayor al 88%.
- *Fusarium culmorum* en aquellas áreas con condiciones ambientales frías y húmedas, creciendo a una temperatura óptima de 21°C y humedad relativa mayor al 87%.

Se considera una típica “micotoxina de campo”, formándose principalmente en el cultivo de cereales (principalmente, trigo y maíz), aunque, también puede formarse durante la recolección, transporte, almacenamiento y secado por inadecuadas prácticas de higiene y manipulación de los cereales (Elika, 2013).

Se desarrolla en el cultivo favorecida por rangos de temperatura de entre (21-25°C) y elevada humedad, pero también puede formarse durante la recolección, transporte y almacenamiento (Elika, 2013).

Condiciones de crecimiento

Las condiciones climáticas durante el crecimiento de la planta, en particular en el momento de la floración, tienen una gran influencia en la producción de micotoxinas por el hongo *Fusarium*. Asimismo, los daños físicos a las cosechas (por golpes, ataques de insectos, roedores, aves) favorecen la proliferación de hongos y su consecuente producción de micotoxinas, como el deoxinivalenol. Particularmente, es una micotoxina termoestable (hasta 180 ° C) persistiendo durante el procesado de los alimentos. Si bien esta temperatura no se alcanza durante la fabricación de la harina, si se logra durante el horneado del pan, por lo que no se mantiene su toxicidad en este tipo de elaboraciones, no ocurre lo mismo con las pastas secas y frescas, el que va a depender según el tipo de cocción.

Toxicidad

No es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad porque no hay evidencia de carcinogenicidad, mutagenicidad, ni genotoxicidad del DON y sus metabolitos, en especies animales de laboratorio o sometidos a experimentación. No obstante, es teratogénica, pero no maternalmente tóxica y puede causar efectos en el sistema inmunológico a dosis altas (Elika, 2013).

En la transformación de los alimentos, es importante aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura, de higiene y manipulación durante el almacenamiento, transporte, producción y envasado de los cereales y alimentos a base a los mismos, con el fin de reducir en la mayor medida posible los niveles de DON en el alimento final, así como establecer programas de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) (Elika, 2013).

Tratamientos de reducción

Es muy termoestable, por lo que durante la molienda y panificación ni se eliminan ni se reducen los niveles de dicha micotoxina. En el caso de las pastas, la disminución de la cantidad de DON depende de la forma de cocción. Para espaguetis, macarrones y pastas similares, los niveles se reducen por eliminar el agua de cocción, mientras que en fideos destinados a sopa, donde no se desecha el líquido de cocción, la micotoxina queda presente en dicho líquido. No obstante, el uso de tratamientos físicos de descontaminación, como la selección de granos de cereales, los descascarillados y la posterior separación mecánica de la cáscara y el polvo del resto de los mismos, reducen significativamente el contenido de DON en los granos debido a que la mayor concentración de micotoxinas ocurre en la cáscara de éstos y en el salvado. En este caso, los alimentos descontaminados físicamente no se pueden mezclar con alimentos destinados al consumo humano directo ni ser utilizados como ingrediente alimentario. La detoxificación con agentes químicos está prohibida en alimentos destinados al consumo humano, aunque su uso está permitido en materias primas de alimentación animal (FAO, 2013)

El *Fusarium* se concentra en el salvado, localizado en la periferia del grano; por lo tanto, la molienda reduce la presencia de la toxina en aproximadamente un 40%. Luego, con la elaboración del pan se pierde otro 50% debido a la combinación de la pérdida de DON y a su dilución entre los ingredientes de la receta. En galletitas, la disminución es menor, estimada en un 30%. En años con presencia de esta enfermedad se debe ser cauteloso en el consumo de productos panificados integrales (FAO, 2013).

Niveles de la toxina DON aptos para consumo

En la actualidad, los molinos nacionales no cuentan con ninguna reglamentación que estipule la aceptación o el rechazo de muestras con *Fusarium* para su comercialización y posterior consumo, y menos aún, con normativas que establezcan niveles de DON determinantes de la aceptación o el rechazo de las partidas de granos / harinas, aunque recientemente se ha elaborado por la ONU un anteproyecto de niveles máximos de DON para la Argentina. En este se consideran los siguientes valores límites: 2 mg / g para cereales en granos sin elaborar, 1 mg / g para las harinas y 0,5 mg / g para los alimentos en base de cereales destinados a lactantes y niños de corta edad.

La producción de micotoxinas depende además de la especie o el aislamiento específico, de varios factores ambientales, cabe destacar que muestras con porcentajes relativamente bajos

de *Fusarium graminearum* arrojaron resultados considerables de DON del mismo modo, porcentajes altos de *Fusarium* puede dar bajas concentraciones de DON.

Se hace necesario, al menos en los años en los que se dan condiciones predisponentes para la aparición de fusariosis, que tanto los productores como los molinos y demás integrantes de los canales de comercialización de alimentos realicen estudios exhaustivos de los granos y de las harinas, para evitar riesgos en la salud de los consumidores (Martínez et al.,2014).

Los límites máximos de contenido de DON en determinados productos alimenticios están regulados en la Unión Europea por el Reglamento (CE) 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, y sus posteriores modificaciones (1126/2011).

Tales límites en trigo duro es de 1750 ug/kg; en cereales destinados al consumo humano directo, harina de cereales, salvado, germen como producto final comercializado para el consumo humano directo y pastas secas es de 750; pan (incluidos pequeños productos de panadería), pasteles, galletas, aperitivos de cereales y cereales para desayuno con un valor de 500; por último, alimentos elaborados a base de cereales, alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad de 200 ug/kg (Ver anexo3).

Objetivo general

Analizar cada una de las etapas del proceso de transformación del trigo en S.A Molino Fénix en la localidad de Laborde para implementar acciones tendientes a disminuir la incidencia de deoxinivalenol (DON).

Objetivos específicos

Incluir prácticas de manejo para disminuir la incidencia de DON en el producto final.

Evaluar la incorporación de un equipo de alta tecnología para la determinación rápida de DON en harinas.

Análisis de caso

S.A. Molinos Fénix

Ubicación

La empresa S.A. Molinos Fénix se encuentra ubicado en la localidad de Laborde, al sudeste de la provincia de Córdoba, a 270 km de la capital provincial, en el departamento Unión. En la Figura 13 se puede observar la ubicación del Molino Fénix.



Fuente: Google Maps, 2016.

Figura 13: Ubicación del Molino Fénix



Figura 14: Ingreso al Molino Fénix

Breve reseña histórica

Molinos Fénix SA es una empresa Argentina dedicada a la producción de derivados del trigo para la industria alimenticia. Fue fundada en 1889 con tecnología de punta para la época. Desde allí, leal a su estilo, la premisa básica de su desarrollo ha sido la preocupación en lo que concierne a la actualización de sus plantas, de manera de mantener la calidad que el mercado ha reconocido a través de los años. El molino nació antes que el pueblo, en el año 1902, como se puede observar en la Figura 15, donde se instala en esa región Emilio Werner, y construye un molino harinero para elaborar el trigo producido en la zona, ya que era de excelente calidad, y de allí podía enviarse al puerto.

A un año de instalado el Molino, Juan María Laborde, dona los terrenos aledaños a la planta harinera, y nace en 1903, la localidad de Laborde.



Fuente: Primo, 2002.

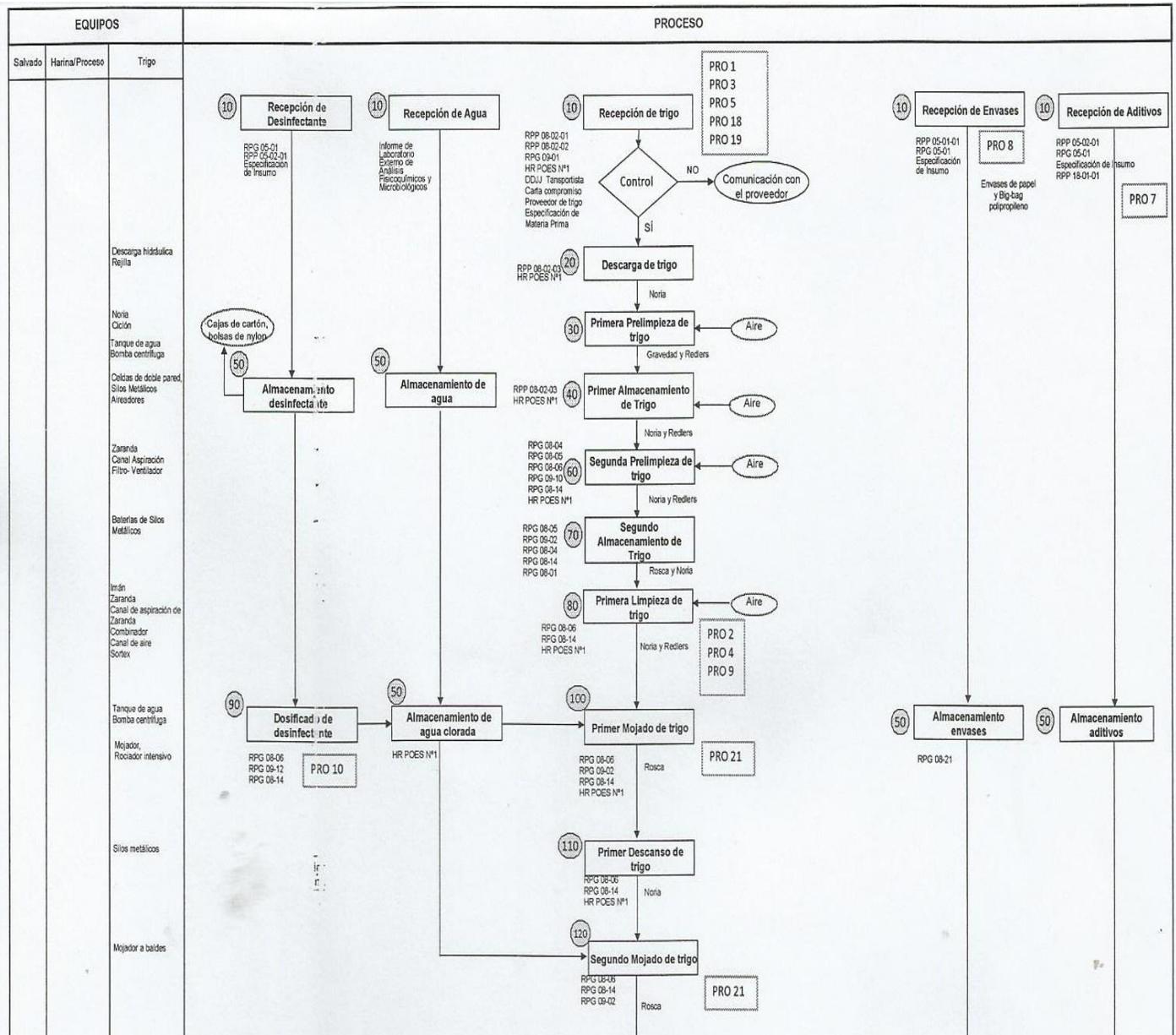
Figura 15: Vista aérea del Molino Fénix

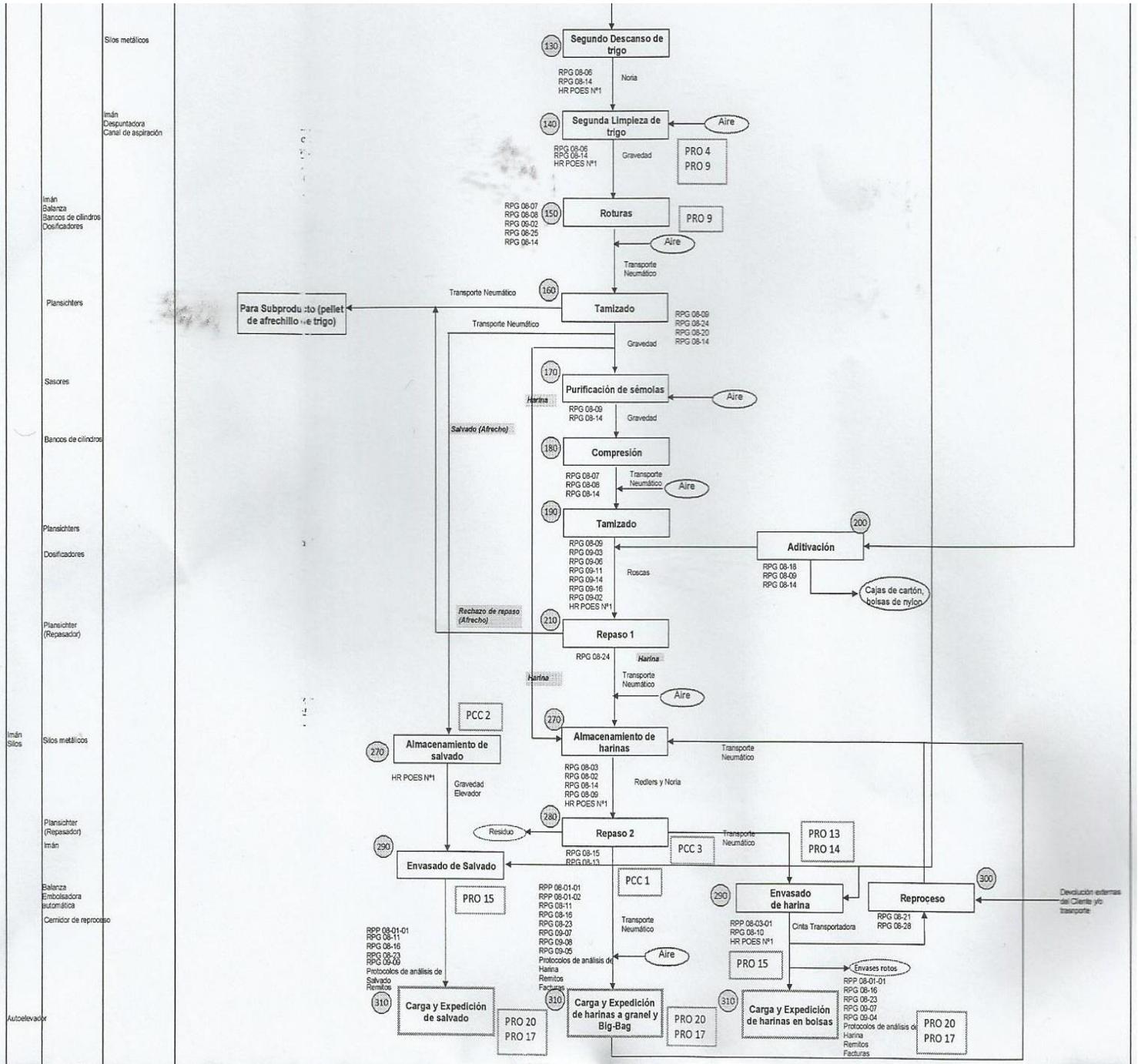
Don Emilio Werner, su fundador, llegó a la Argentina en 1885 enviado por la firma Allis Chalmer Mfg. CO. Para la cual se desempeñaba como Técnico especialista. En ese momento su empresa lo contrató para modernizar un establecimiento molinero ubicado en el puerto de Rosario. Finalizado su trabajo, desistió de volver a los Estados Unidos para quedarse en un país que ofrecía enormes posibilidades a emprendedores como Don Emilio (Primo, 2002).

Su capacidad de gestión, sumada a su determinación le permitió en poco tiempo adquirir a mediados de 1889 un molino que ya venía explotando en arriendo en la localidad de Casilda. Siete años más tarde el molino de Casilda contaba con uno de los primeros silos en la Argentina (Primo, 2002).

En 1918 se constituyó la Sociedad Anónima Molinos Fénix, para ese momento la empresa contaba con establecimientos en San Urbano, Río Cuarto, Venado Tuerto y Villa María. Poco tiempo después, se anexaban las plantas de General Pico, General Villegas, Cañada Verde, Villa Mercedes, Laborde y América. Para la década del 50/60 Sociedad Anónima Molinos Fénix se erigía como la tercera empresa del sector en cuanto a volumen de producción. Sus marcas de harina "Victoria" y "Victoria Regia", que se comercializaba a nivel mayorista y minorista eran destacadas a nivel nacional e internacional por la calidad de su elaboración. Actualmente, la empresa cuenta con dos modernas plantas operativas situadas en las localidades de Villa María y Laborde (Primo, 2002). Hoy en día, con más de 700 t/día de molienda y modernos equipos de procesamiento de cereales, Molinos Fénix sigue manteniendo su lugar como empresa líder.

En la Figura 16 se detallan los pasos del proceso para la obtención de harina de trigo en S.A. Molinos Fénix.





Fuente: S.A. Molinos Fénix.

Figura 16: Proceso de obtención de la harina de trigo

La empresa cuenta con dos grandes sectores de trabajo, el acopio que realiza la labor de recepción y acondicionamiento del grano de trigo; y el molino propiamente dicho.

Acopio

Recepción

Al ingresar los camiones al acopio se realiza el calado, en el acoplado se hacen cinco calados y en el chasis tres, en forma diagonal aproximadamente de 40. Se vuelve hacer hincapié en que no siempre el poseer poca contaminación de *Fusarium* sp es un indicador de que la micotoxina se encuentre en bajas concentraciones a las permitidas (el máximo permitido de DON en granos/harinas con destino comercial, internacionalmente se considera que partidas con igual o mayor a 1 parte por millón (ppm) no deben ser destinadas al consumo humano, internacionalmente se establece un límite de toxinas de una 1ppm en harinas y 2ppm en granos).

Una vez que se realiza el calado, la muestra, se homogeniza y se pasa por zarandas. El grano con *Fusarium* se separa fácilmente por ser liviano y chuzo. El peso de la muestra es de 400 gramos, porque después se le hace el análisis de gluten, pH, humedad y finalmente el comercial.

Luego, el perito clasificador, observa visualmente la cantidad de *Fusarium*, es decir en qué porcentaje se encuentra, se ha recibido desde 3% hasta con 25%.

Limpieza

Los granos afectados con *Fusarium* sp, son más livianos que los granos sanos, lo más práctico es utilizar esta diferencia de peso para facilitar la limpieza. Una de las maneras más efectivas de separación es a través de una corriente de aire para que “vuele” el grano afectado. La máquina empleada se puede observar en la Figura 17.

Los granos fusariosos separados por el sistema de limpieza probablemente tendrán muy baja calidad nutricional, además tienen muy alta concentración de micotoxinas, por lo que no se recomienda su utilización en alimentación humana o animal, aunque se suelen vender a empresas para alimentación animal, en pocas concentraciones son colocados en los alimentos balanceados (3-5%). El resto es descartado porque no se utiliza para ningún uso comercial por ser perjudicial la toxina DON.

Dependiendo del porcentaje que se reciba puede ser que se necesite una doble limpieza para disminuir ese porcentaje, el acopio cobra \$100 la tonelada cuando el trigo tiene menos de 5% de fusarium y arriba del 5% de *Fusarium* cobra \$150 porque ellos le pasan doble limpieza. Ellos toman el 5% porque es lo estimativo ya más de 10 % es menos usual. La aireación se debe regular porque se pueden perder granos no contaminados. Hay mayor cantidad, entonces se pasa dos veces para asegurar la eliminación de la mayoría de los granos contaminados.

La máquina se va regulando dependiendo de la densidad del grano, manejando la entrada de aire y el caudal de trigo según las necesidades. Se debe eliminar la mayor cantidad de *Fusarium* ya que

éste en el almacenamiento bajo determinadas condiciones de temperatura y humedad se genera más micotoxinas.

La máquina que se muestra en la Figura 18 tuvo que ser restaurada en el momento que se presentó la infección de *Fusarium* sp.



Figura 17: Máquina de limpieza, vista de perfil del acopio Molino Fénix



Figura 18: Máquina de limpieza del acopio Molino Fénix

Secado

El almacenamiento de grano seco (14% o menos) no representa ningún riesgo para el desarrollo de hongos ni para la producción de toxinas. Por encima de ese valor los hongos comienzan a estar activos, y si la humedad del grano es superior a 20% el desarrollo del hongo es muy rápido y se crean condiciones para la producción de toxinas. Por lo cual el secado es la principal herramienta para prevenir el desarrollo del hongo y micotoxinas durante el almacenamiento. Sin embargo, en aquellos lotes afectados es muy posible que se haya producido toxina a campo, la cual permanece en el grano durante todo el período de almacenamiento, inclusive después del secado.

Almacenaje

El grano se debe almacenar seco (humedad de 14% o menos). Actualmente se almacenan en silo (sin diferenciar origen, procedencia ni variedad de la materia prima). Se debe procurar mantener limpio los silos, sin roedores e insectos y en buen estado de mantenimiento. La capacidad de almacenaje en el acopio es de 12.000 toneladas aproximadamente.

La ventaja que tiene el acopio es de poseer una buena distribución de silos, cuenta con 10 a 12 silos de diferentes capacidades, para poder llegar a realizar mezclas. Cuenta con un silo de 4.000 toneladas, dos de 500 toneladas y de menor capacidad.

No se segrega por presencia de *Fusarium*, menos aun por grado de susceptibilidad de variedades o regiones de origen para la clasificación y el almacenamiento.

Molino

Recepción de la materia prima

En esta etapa se realiza el control de presencia de granos de soja, determinación de granos curados, control de olor de pesticida presencia de pesticidas por el olor y determinación de % de granos con Fusarium.

El trigo que llega a la planta, se transporta vía terrestre desde los silos de almacenamiento del acopio propio o reciben de otros acopios también acopios o directamente desde el campo, mediante camiones.

La capacidad de recepción es de 2 celdas, una de ella de 6.000 t y la otra de 8.000 t de trigo; también hay 4 silos de 40.000 t cada uno.

En la Figura 19 se puede visualizar la recepción del camión en el Molino Fénix.



Figura 19: Recepción de la materia prima en el Molino Fénix

Descarga de trigo

Se procede a pesar el camión en la báscula, luego se completa la hoja de descarga de trigo, donde el ayudante de recepción lo recibe y procede con el vaciamiento mediante un sistema hidráulico, el camión ya vacío, se vuelve a pesar y se le entrega al conductor la carta de porte junto al ticket de balanza. Al final del día la hoja de descarga de trigo es receptada por el jefe de planta, quien lo archiva.

Primera prelimpieza

Posteriormente a la etapa de descarga, se transporta el trigo por medio de una noria (vertical) hasta el ciclón, donde se lleva a cabo la primera prelimpieza, el mismo separa las impurezas más grandes adquiridas durante la cosecha, en su trayecto del campo al molino y/o en su estadía en acopios (Figura 20).



Figura 20: Máquina de limpieza de trigo en el Molino Fénix

Primer almacenamiento de trigo

Luego de la primera prelimpieza, el trigo se deposita en celdas de doble pared (Figura 21) (una externa de ladrillos y la interna de chapa) y silos de chapa que poseen un sistema de aireación para mantener el cereal en condiciones óptimas de temperatura y humedad (Figura 22). El grano se clasifica de acuerdo al contenido de gluten.

El transporte de la primera prelimpieza a las celdas y silos se efectúa por gravedad y la distribución en las distintas bocas de las celdas se realiza por medio de un redlers.



Figura 21: Celdas de almacenamiento del Molino Fénix



Figura 22: Silos de almacenamiento del Molino Fénix

Segunda prelimpieza

Antes del almacenamiento del grano en los silos de la planta, se lleva a cabo la segunda prelimpieza, mediante una zaranda, que separa la impureza tales como hilos, piedras, pajas, tierra, chalas. Toda la máquina se encuentra bajo la acción de una corriente de aire regulable que aspira las impurezas más ligeras.

El transporte del trigo desde el primer almacenamiento a la segunda prelimpieza se realiza mediante noria y redlers.

Segundo almacenamiento de trigo

El trigo proveniente de la segunda prelimpieza se transporta por medio de norias y redlers al segundo almacenamiento, que consiste en una batería en silos metálicos de fondo cónico enterrado. El trigo contenido en cada silo está clasificado de acuerdo a un rango de % de glúten. Dos silos se destinan a la premezcla de trigo, de acuerdo a la harina que se tenga que elaborar.

Primera limpieza

De los silos de premezcla se lleva a la etapa de primera limpieza, el grano es transportado mediante roscas y norias hasta el sexto piso, en donde, se comienza el proceso de limpieza del grano; en esta etapa el transporte se efectúa por gravedad. El trigo se hace pasar primero por un imán donde se retienen las partículas ferrosas. Posteriormente el trigo, atraviesa una zaranda donde se separan los granos de otros cereales e impurezas de diferente tamaño al trigo. El producto pasa por un canal de aspiración, para retirar los granos livianos. Después, se realiza la separación por gravedad.

Primer mojado

El trigo proveniente de la primera limpieza se transporta por noria y redlers a esta etapa, en donde se le añade agua con desinfectante. El trigo ingresa con una humedad de 10-13%, el agua se agrega mediante un equipo de dosificación automática, que de acuerdo a la humedad de ingreso del grano y a su caudal, ajusta el flujo de agua para llegar a la humedad requerida (15-16%). Después del agregado del agua, atraviesa el mojado intensivo, en donde, rompe las paredes del grano y le da un tiempo de retención para que el agua penetre en el grano.

Primer descanso

De la etapa anterior, a través de una rosca llega al primer descanso, donde se deja reposar el grano en el silo metálico, dura aproximadamente 16 horas para que el agua penetre en el interior del grano y se uniformice alcanzando un estado de humectación que permite en la molienda, separar fácilmente el salvado del endosperma.

Segundo mojado

Desde los silos del primer descanso, el trigo se transporta por una noria a esta etapa, en donde se le añade agua con desinfectante, mediante un equipo mojado a baldes, el que tiene una rueda con recipientes de dos capacidades diferentes, que se incorporan o se quitan de acuerdo a la humedad final a la que se debe llegar.

Segundo descanso

En esta etapa, el trigo llega al silo mediante roscas, y se deja reposar el grano en silos metálicos durante 8 horas, para que el agua difunda al interior del grano y se distribuya uniformemente.

Segunda limpieza

De la etapa anterior, se dirige por una noria, a un imán y luego se realiza el despuntado del trigo limpio, eliminando las impurezas adheridas a la pared del grano, esporas de hongos, el cepillo y tegumento suelto, mediante una despuntadora. Todas las materias extrañas separadas son aspiradas.

Roturas

El trigo que viene de la segunda limpieza por gravedad, pasa por un imán e ingresa a una balanza que define la carga horaria del Molino. La molienda se realiza mediante máquinas llamadas bancos de cilindros, que poseen rollos de acero de giro opuesto, a distinta velocidad uno del otro (Figuras 23, 24 y 25).

En esta etapa se busca separar sémolas de buena calidad.

El proceso es cíclico, pasando de los bancos de cilindros a los plansichter y de éstos las fracciones de cáscara y sémolas clasificadas caen a otros bancos de cilindros para continuar el ciclo. Se busca retirar la mayor cantidad de harina que se encuentra adherida al salvado.

El transporte de todos los productos que deben ascender se realiza por transporte neumático y los que descienden, por gravedad. Las cañerías son de chapa de acero y los visores son de acrílico. Se cuenta con 5 pasajes de roturas de cilindros estriados.



Figura 23: Máquina moledora en el Molino Fénix



Figura 24: Sistema de molienda del Molino Fénix



Figura 25: Sistema de molienda del Molino Fénix

Etapa tamizado

Todo el producto que pasa por los cilindros de trituración llega a los cernedores o plansichter por transporte neumático. Estas máquinas están constituidas por varios cuerpos y cada uno de ellos por zarandas con mallas de diferentes aberturas (Figura 26).

El trabajo de los plansichter consiste en realizar una clasificación por tamaño. De las roturas el producto que se muele se clasifica en producto grueso, sémolas gruesas, sémolas finas y una pequeña cantidad de harina de roturas.

El producto grueso ingresa al siguiente paso de la molienda; las sémolas avanzan hacia un paso de purificación, la harina cae por gravedad a un tornillo sin fin, donde se mezcla con las harinas separadas en cada pasaje y se obtiene salvado como subproducto. Esta separación se logra por la acción del movimiento circular del cernedor, que permite a las partículas finas pasar a través de la abertura de la malla y, a las gruesas seguir el recorrido hacia el siguiente paso de molienda.

El salvado se controla cada una hora mientras se va elaborando. La producción se envía por transporte neumático al silo de almacenamiento, previo a haber pasado por un imán.



Figura 26: Planchister en el Molino Fénix

Purificación de sémolas

Esta etapa se realiza en máquinas denominadas sasores y consiste en la purificación de las sémolas.

Los sasores están constituidos por tamices oscilantes a través de los cuales circula de abajo hacia arriba una corriente de aire. El producto que llega a los sasores es una sémola de diferentes tamaños, incluyendo semolinas, el cual viene contaminado en menor grado de salvado o afrecho.

La función principal de los sasores es separar las partículas de afrecho del endosperma por medio de corrientes de aire. Esto es posible porque las partículas de salvado tienen mayor resistencia al aire que las sémolas, por lo que corren por la parte inferior del flujo, mientras que las partículas de salvado flotan hacia la salida del purificador.

La segunda función consiste en clasificar los productos en varios rangos de tamaño de partícula por medio de un tamiz vibrante ligeramente inclinado en forma descendente. El tamiz está revestido con una serie de telas de nylon, cuyas aperturas son relativamente pequeñas en la cabeza y se van agrandando progresivamente hacia el extremo opuesto.

Las sémolas purificadas se clasifican en dos calidades y se siguen procesando por separado en la siguiente etapa.

Compresión

En las compresiones se reciben sémolas y semolines provenientes de la etapa de tamizado de las roturas y se comprimen para extraer harina.

Se cuentan con 10 pasajes de compresiones de cilindros lisos.

Todo el producto que pasa por los cilindros de compresión es transportado a los plansichter por transporte neumático.

Tamizado

Todo el producto que pasa por los cilindros de compresión es trasladado por transporte neumático a los plansichter, la harina cae por gravedad a una rosca, donde se mezcla con las harinas de cada pasaje.

En esta etapa se obtiene como subproducto semita, afrechillo, afrecho y germen que se envían por transporte neumático al silo correspondiente.

Aditivación

Los aditivos se agregan en línea mediante equipos dosificadores, de acuerdo a los requerimientos de los clientes y se incorpora vitamina B1 y B2.

El plansichtero es quien realiza los controles de peso según las indicaciones que le da el molinero y se registra N° de lote, la cantidad adicionada y los controles de peso, por otra parte, también se asientan los lotes de todos los aditivos utilizados y la fecha de comienzo de uso de cada uno.

De acuerdo a la Ley 25.630 (año 2002) la harina de trigo destinada al consumo que se comercializa en el mercado nacional, deberá ser adicionada con hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina en las proporciones que a continuación se indican:

Tabla 4: Proporciones de los aditivos incorporados a la harina de consumo

Nutrientes	Forma del compuesto	Nivel de adición (mg/kg)
Hierro (como Fe elemental)	Sulfato ferroso	30
Ácido fólico	Ácido fólico	2,2
Tiamina (B1)	Mononitrato de tiamina	6,3
Riboflavina (B2)	Riboflavina	1,3
Niacina	Nicotinamida	13,0

Fuente: INTA, 2013.

Repaso 1

La harina proveniente de la etapa de tamizado, mediante roscas, llega a un plansichter de repaso, para retener cascaritas y alguna otra materia extraña que hubiese podido ingresar al proceso.

El plansichtero se encarga de realizar el tamizado de la harina cada una hora para determinar si existen cascaritas del grano de trigo.

Almacenamiento de:

-Harinas

La harina que se produce, se almacena a granel en silos metálicos, dispuesta para envasado o para venta a granel.

Según el transporte a utilizar, se necesitan, siete silos para camiones, en bolsas, con 1.200 bolsas de 50 kilos cada una, en cada uno de estos depósitos y uno más es destinado para semolín; para carga en tolva se destinan cuatro, con 1.800 bolsas de 50 kilos cada una.

Luego, el molinero indica al plansichtero la harina a producir en cada silo y traslada las medidas y especifica el tipo de harina de cada uno de éstos depósitos.

-Salvado

El salvado que se produce se almacena a granel en silos metálicos, dispuesto para envasado o para venta a granel.

Repaso 2

A la harina proveniente de la etapa de almacenamiento se la hace pasar a través de un repasador, que consiste en un plansichter con malla de 450 micrones, para retener la posible presencia de alguna materia extraña. En el plansichter se realiza la limpieza de telas y zarandas, se examinan el estado de las telas y tamices del repasador, se sanitiza, así como también, se observa si existe la presencia de contaminantes físicos o de insectos vivos o muertos.

Después del repasador se ubica el imán de carga, por el cual pasa la harina, que luego se dirige para la carga a granel o en bolsas.

Envasado de:

En esta etapa se realiza el control visual de etiquetado de bolsas, clave del fechador, control visual de etiquetas de bolsones y orden de carga emitida por el cliente por escrito.

-Harina

El envasado de harina se realiza con dos máquinas automáticas, las que expenden bolsas de 50 kilos. El transporte de las bolsas hacia el camión o al depósito, se realiza mediante cintas transportadoras. Al comienzo de la cinta se encuentra un impresor (fechador), que inscribe la leyenda, cargada previamente por el responsable de la carga, dicha leyenda incluye N° de lote, fecha de elaboración y de vencimiento, que sirve de referencia para hacer la trazabilidad del producto terminado.

Al momento de efectuar la carga, el responsable de la carga da el aviso al embolsador de qué silo pueden extraer la harina.

Para los clientes que así lo requieran se extraen muestras, ya sea para analizar o para enviar al cliente. La harina también se envasa en big-bag, los que se identifican con etiquetas donde se indica N° de lote, fecha de elaboración y de vencimiento, que sirve de referencia para hacer la trazabilidad del producto terminado. Una vez envasado se disponen sobre pallet como se pueden ver en la siguiente Figura.



Figura 27: Lugar de envasado en el Molino Fénix

-Salvado

El salvado se envasa en bolsas y en big-bag, los que se identifican con etiquetas donde se indica N° de lote, fecha de elaboración y de vencimiento, que sirve de referencia para hacer la trazabilidad del producto terminado. Una vez envasado se disponen sobre pallet.

Reproceso

La harina contenida en las bolsas que se van rompiendo (debido a fallas en los envases o por la cinta transportadora) durante la carga en los camiones, se destina para reproceso. En el informe diario, se registran el total de envases rotos por camión, los que se envían al mezclador que posee una malla para retener la presencia potencial de materias extrañas de mayor tamaño, y luego ingresa a un plansichter de repaso con malla de 450 micrones, para reingresar por transporte neumático a la etapa de almacenamiento de harinas.

También forman parte del reproceso, las devoluciones de clientes, de harina a granel, previa evaluación del lote. Este reproceso consiste en la descarga del producto mediante un soplador que contiene el transporte, hasta el silo de almacenamiento de harina que corresponda, teniendo la precaución de que el mismo se encuentre vacío.

Carga y expedición de:

-Harina a granel

Previo a la carga, los camiones se registran en portería mientras esperan que se disponga el ingreso a la planta, una vez ingresados se realizan controles de transporte vacíos.

Al momento de efectuar la misma, el responsable da el aviso de qué silo pueden extraer harina como se observa en la Figura 28.

El operario de carga muestrea la harina de cada tolva, arma un conjunto, luego se analiza en el laboratorio, y con los resultados se completa el protocolo de análisis de harina que el laboratorio envía por e-mail al destino que corresponda.

Finalizada la operación, el responsable de la misma hace precintar cada una de las tapas de las tolvas, previo haber registrado los números de los precintos.

Luego se dirige al sector balanza, donde se pesa, y el encargado introduce los datos del transporte y el peso leído en el programa de la empresa, para emitir el ticket por duplicado, de los cuales uno queda ahí y el otro se le da al transportista para que se lo entregue a administración y se confeccione el remito y la factura correspondiente.



Figura 28: Carga de harina a granel en el Molino Fénix

-Harina envasada

La harina se despacha en envases de 50 kilos o en big-bag.

Previo a la carga, los camiones se registran en portería, mientras esperan que se disponga el ingreso a la planta, una vez allí, se realiza la inspección del transporte vacío.

-Salvado

Previo a la carga, los camiones se registran en portería, mientras esperan que se disponga el ingreso a la planta, una vez allí, se realizan controles de transporte vacíos.

Para cumplir con requisito de clientes, se muestrea el salvado durante el envasado y se analiza en el laboratorio. El laboratorista envía por e-mail al destino que corresponda.

Terminada la carga, el responsable de carga hace precintar el transporte, previo a haber registrado los números de los precintos que se le entregan al cargador.

Luego se pasa y se introducen los datos en el programa de la empresa, para emitir el ticket de balanza por duplicado, de los cuales uno queda en la balanza y el otro se le da al transportista para que se lo entregue a administración y se confeccione el remito y factura correspondiente.

El responsable de carga pasa los números de precintos a administración, quienes lo asientan en el remito.

Almacenamiento de afrechillo

El afrechillo y afrecho provenientes de la etapa de tamizado se almacenan en silos de hormigón. El transporte de los subproductos se realiza por una noria.

El afrechillo se almacena en 2 silos con 80.000 kg cada silo, se produce 4.000 kg/hs.

Prensado

En la prensa se produce pellet para alimentación animal, la materia prima de este producto está constituida por los subproductos de la molienda: afrecho, afrechillo, semita y germen.

Los subproductos de la molienda pasan por un imán y luego a través de una máquina denominada prensa, en la que se agrega vapor y se somete a presión mecánica para lograr los cartuchos de pellet.

El personal de la prensa lleva una muestra de la producción al laboratorio para que se realicen los análisis.

Enfriado

A continuación de la etapa de prensado, los cartuchos de pellet atraviesan una torre enfriadora, que por medio de una corriente de aire disminuye la temperatura del producto.

Tamizado

El producto proveniente de la torre enfriadora cae sobre un tamiz con movimiento oscilante, que se encarga de clasificar el producto por tamaño.

Reproceso

El pellet de tamaño menor que el diámetro de la malla de la etapa de tamizado se envía a la etapa de prensado nuevamente.

Almacenamiento de pellet

El almacenamiento de pellet se realiza en silos de hormigón, destinándose 2 silos con 210.000 kg cada uno.

Carga y expedición de pellet

El pellet que se produce se carga a granel.

La administración registra el pedido del cliente y una vez confirmada la operación, se la entrega al transportista, quien lleva dicha orden al responsable.

El responsable de carga hace constar el N° de silo de donde se extrae el producto y se la entrega a un cargador.

Quien, antes de proceder a la carga, debe inspeccionar el transporte, verificando la ausencia de insectos, de olores extraños y de humedad. Si el transporte no es apto para la carga, se rechaza y de ser necesario, se le informa al transporte y al cliente para acordar las acciones a tomar.

Para cumplir con los requisitos de clientes, se muestrea la carga y se realiza un examen visual en el laboratorio y se guarda una contramuestra.

Terminada la operación, se pesa y se cargan los datos en el programa de la empresa, para emitir el ticket de balanza por duplicado, de los cuales uno queda en la ahí y el otro se entrega al transportista para que lo ingrese a administración y se confeccione el remito y factura correspondiente.

Algunos de los productos obtenidos en el proceso de molienda

De la molienda se obtienen diversas clases de harinas, entre ellas:

Harina 000 panadera

Esta harina es utilizada en panificaciones con fermentaciones largas y fermentaciones cortas. La misma deriva en la producción del pan francés o aquel de tipo casero, miñones, pan de molde, baguette, y flautitas. También es apta para la elaboración de facturas, productos de confitería y de pastelería. Es una harina de gran ductilidad adaptable a los diferentes métodos de panificación según el tipo de producción a la que se somete.

Harina pandulcera

Es elaborada para la producción de Pan dulce, y es obtenida a partir de trigos especiales con alto contenido de gluten, una alta energía de deformación y muy buen equilibrio farinográfico. Preparada para una alta tolerancia al amasado, soporta procesos de elaboración extensos manteniendo sus cualidades durante la fermentación. Esta harina produce masas aptas para soportar los productos que alteran la consistencia de la miga (frutas, pasas de uvas y nueces).

Harina 0000 común

Esta tradicional harina más fina que las tipo 000 permite elaborar panes de molde, tipo inglés o sándwich y otros productos de miga blanca y textura fresca. Sus propiedades de baja carga bacteriana, buen color, masa elástica y de fácil tratamiento permiten obtener masas para pastas frescas, productos de pastelería y pizzas. Esta harina 0000 es elaborada seleccionando los pasajes blancos durante las etapas de cernido del proceso de molienda.

Harina 0000 fortificada

Harina fortificada con dosificación de vitaminas y minerales, especialmente destinada a la elaboración de panes de molde, tipo inglés o sándwich de suave miga blanca y alveolo regular. También es apta para pastas frescas, pasteurizadas, parcialmente deshidratadas y secas. Esta harina de tolerancia al amasado es utilizada para productos de pastelería y pizzas.

Harinas especiales 000-0000

Estas harinas son elaboradas para cumplir con las más altas exigencias de los clientes. Son productos con requisitos que amplían o modifican las características de los productos estándar.

Semolin de trigo

Especial para la elaboración de pastas frescas y pasteurizadas como ñoquis, tallarines, raviolos o capelletis. El producto, de color amarillo tenue, se elabora mediante una selección de bajo recuento en picaduras lo que le brinda al producto final un aspecto agradable y sabroso.

Subproductos de la molienda

Los siguientes subproductos de la molienda aportan básicamente fibras, proteínas y son utilizados principalmente para productos balanceados:

- Pelletes de afrechillo
- Afrechillo
- Semita
- Germen

Certificaciones

El Código Alimentario Argentino (C.A.A.) incluye en el Capítulo N° II la obligación de aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos (BPM), asimismo la Resolución 80/96 del Reglamento del Mercosur indica la aplicación de las BPM para establecimiento elaboradores de alimentos que comercializan sus productos en dicho mercado (CAA, 2010). La empresa cumple con las buenas Prácticas de Manufacturas requeridas por el Código Alimentario Argentino, por lo cual el producto puede ser vendido para consumo.

BPM (Buenas Prácticas de Manufacturas)

La certificación de Buenas Prácticas de Manufacturas certifica en forma independiente que se cumple con los prerrequisitos y prácticas básicas de fabricación necesarias para la implementación efectiva de un programa de seguridad alimentario de Análisis de Peligro y Puntos de Control Críticos. Las BPM implican el cumplimiento de ciertos requisitos mínimos de sentido común relacionados con la sanidad y de procesamiento, los cuales son aplicables a todos los establecimientos procesadores de alimentos.

HACCP (Análisis de peligros y Puntos Críticos de Control)

Este sistema que tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. El sistema de HACCP puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y su aplicación deberá basarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana, además de mejorar la inocuidad de los alimentos. La aplicación del sistema de HACCP puede ofrecer otras ventajas significativas, facilitar asimismo la inspección por parte de las autoridades de reglamentación, y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos (FAO, 1997).

Beneficios

La certificación HACCP mejora su sistema de gestión de seguridad alimentaria y calidad de producto. Demuestra de inmediato su compromiso con la producción y comercio de alimentos seguros, lo cual puede ser particularmente beneficioso cuando recibe inspecciones de las autoridades 28 reguladoras o de partes interesadas. Demostrar un compromiso real con la seguridad de los alimentos puede también transformar su marca y actuar como una herramienta muy efectiva para su entrada al mercado, abriéndole nuevas oportunidades de realizar negocios en todo el mundo (SGS, 2015).

FODA

FORTALEZAS

- Fácil acceso a la materia prima.
- Buena capacidad de producción.
- Eficiente equipamiento.
- Genera fuente de trabajo.
- Diversidad de productos.
- Apoyo de los acopiadores, industriales y exportadores.

OPORTUNIDADES

- Las plantas y centros logísticos están ubicados en zonas estratégicas de la Argentina permitiendo agilidad en el traslado de los productos que se comercializa.
- Exportación de los productos elaborados.
- Fluidez de abastecimiento.
- Cumple con las exigencias sobre normas de calidad (BPM, ISO 9.001, HACCP, IRAM y con la norma 22.000).

DEBILIDADES

- Falta de tecnología adecuada para la determinación de la toxina DON disponible en la zona.
- Las tendencias en el precio del trigo, puede reducir su rentabilidad.

AMENAZAS

- Problemas en la calidad comercial de la harina.
- Problemas ocasionados por el hongo *Fusarium* sp y la toxina DON.

Propuesta de mejora

La fusariosis de la espiga es una de las enfermedades de más difícil control y si bien ninguna práctica de manejo por sí sola será capaz de realizar un control total de la enfermedad, la adopción en conjunto de las éstas, puede minimizar el riesgo de contenidos no deseables de micotoxinas en el grano y en el producto final. Por lo cual se propone lo siguiente:

1. Contar con el personal de recepción capacitado: es necesario que tengan conocimientos acerca de las zonas más susceptibles en las que se presenta *Fusarium* en esa campaña y a la vez conocer el comportamiento genético y sanitario de cultivares de trigo frente a la fusariosis o golpe blanco. Conocer la procedencia del lote ayuda a evitar ingreso de material contaminante al acopio.

Las zonas más susceptibles se dirigen desde las regiones del este hacia las del oeste, en dirección de mayor a menor humedad. Entre esas regiones se pueden destacar el sur de las provincias de Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y norte de la provincia de Buenos Aires (Ver anexo 4).

Con respecto a las variedades, existen distintos grados de susceptibilidad a *Fusarium*. De acuerdo al ciclo tenemos SURSEM Lapacho, Klein Gladiador y ACA Cedro siendo los de mayor índice de fusariosis en el ciclo largo; con respecto al intermedio Nidera Baguette 601, Buck SY 100 y Buck SY 200 son los más susceptibles y en el ciclo corto Don Mario Cronox, Klein Zorro y ACA 908 (Ver anexo 5).

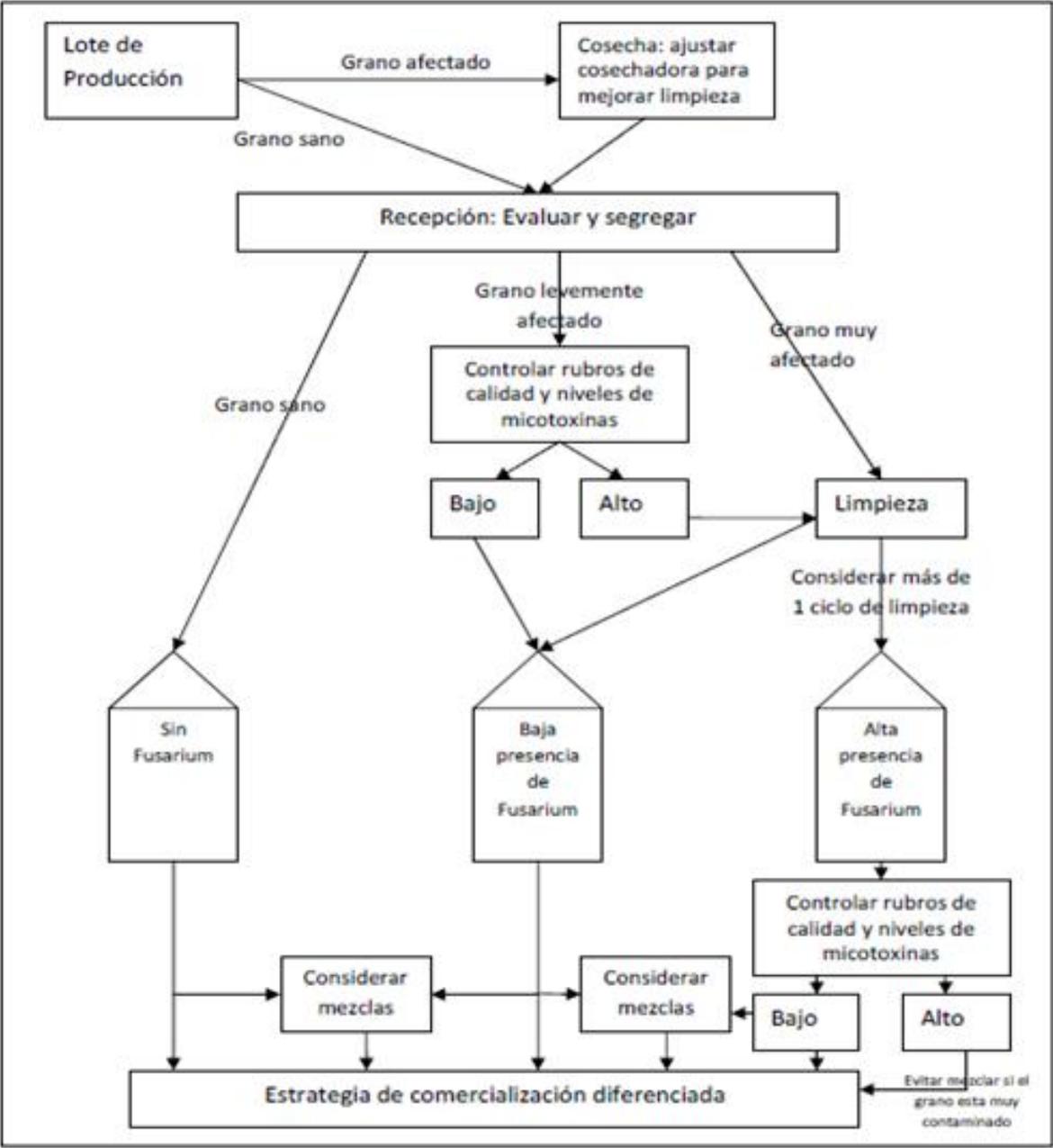
2. Modificar la forma de almacenamiento que se lleva a cabo en el acopio. De esta manera se ayuda a disminuir el inóculo de *Fusarium* sp de los camiones al ingresar al mismo.

Se aconseja realizar una adecuada clasificación del trigo que ingresa al acopio colocando el material en diferentes silos de acuerdo al grado de contaminación presentes en él. De esta forma lograrían facilitar la recepción por parte de los operarios, así como también el descarte del material contaminado, y por último todo el procesamiento en el molino, es decir, la empresa trabajaría con menor grado de contaminación obteniendo mejor calidad en el producto final. Todo esto conlleva a obtener mejor margen económico para la empresa.

El acopio cuenta con disponibilidad de silos, con lo que sería más fácil la clasificación sin tener que invertir en ellos.

Los lotes de granos sin evidencia de *Fusarium* sp tendrán menos riesgos de presencia de micotoxinas, por lo que conviene mantenerlos separados. Por otro lado, los lotes que tienen baja incidencia se pueden muestrear para determinar si excede el límite de daño establecido en el estándar de comercialización, o si excede el límite permitido de micotoxinas. Si se exceden estos límites, probablemente una limpieza logrará bajar ambos indicadores, mejorando las posibilidades comerciales (la mezcla también podría ser una opción, siempre que los límites de micotoxinas sean

bajos). Por otra parte si el lote está muy afectado, entonces habrá que manejarlo de manera diferencial para no contaminar el resto del grano de la planta. En este caso conviene hacer una muy buena limpieza, volver a evaluar la calidad y los límites de micotoxinas para determinar la mejor estrategia de comercialización. No conviene mezclar el grano muy afectado con grano sano porque se corre el riesgo de contaminar la totalidad del lote, sobretodo si los niveles de micotoxinas son muy altos. La Figura 30 se muestra un posible esquema de manejo de granos con *Fusarium* sp en el acopio (Cuniberti, 2001).



Fuente: Cuniberti, 2001.

Figura 29: Esquema de decisiones para el manejo de grano contaminado con *Fusarium* sp en la planta de acopio

3. Se propone invertir dentro del Molino, con la compra de una máquina llamada Sortex (método óptico), la cual, separa impurezas, granos dañados, granos de otros cereales, granos coloreados que tienen color diferente al grano de trigo. Las impurezas más livianas son aspiradas mediante aire.



Fuente: Google, 2016.

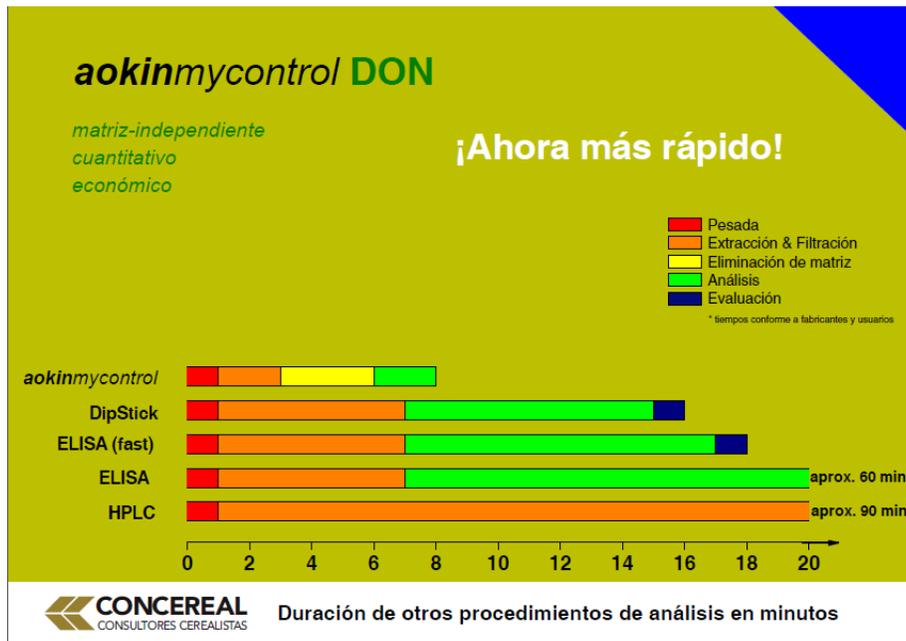
Figura 30: Sortex, máquina que separa granos con Fusarium de granos sanos

La evaluación de la toxina DON a través de análisis específicos es onerosa y lleva tiempo, lo que impide su realización en el momento del recibo en el molino. Por ende, se propone invertir en equipo llamado Rapid Kinetic Assay, que identifique el nivel de toxina DON, para disminuir el rechazo de los productos y subproductos, mano de obra y costo de transporte.

El ensayo se basa en la determinación de la micotoxina con un anticuerpo específico. Se utiliza como indicador la fluorescencia polarizada de la muestra. Compuesto de espectrómetro Aokin FP470, software específico Aokinmycontrol y ordenador portátil.

Ventajas del método:

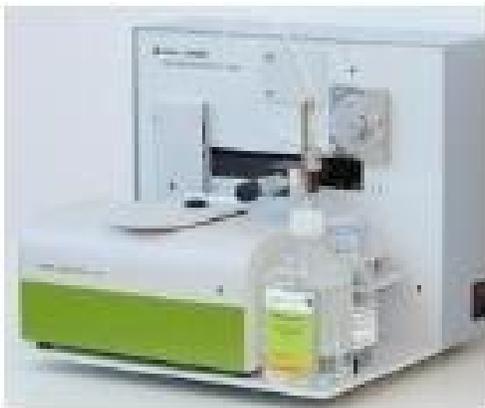
- Rápido
La prueba completa incluida la preparación de la muestra, puede realizarse en menos de 15 minutos.
- Cuantitativo
Límite de detección de menos 0,1 ppb.
- Fiable
Varianza <10%



Fuente: Bainotti, 2016.

Figura 31: Duración de trabajo de aokinmycontrol DON

El Rapid Kinetic Assay proporciona la misma precisión que los procedimientos HPLC convencionales, pero permite un funcionamiento más fácil y rápido. Por lo tanto, más eficiente (Ver anexo 7).



Fuente: Bainotti, 2016.

Figura 32: Aokinmycontrol Rapid Kinetic Assay



Fuente: Bainotti, 2016.

Figura 33: Aokin FP470

Análisis de negocio

Con la información a la que se tuvo acceso, se realizó el siguiente análisis.

La ganancia aproximada se estimó teniendo en cuenta sólo los productos principales, la harina 0000 y 000, sin tener contar los numerosos subproductos ni las ventas minoristas que se realizan.

Datos de los productos principales

Tabla 5: Datos de los productos principales

Harina 0000	Bolsa de 50 kg	\$ 240
Harina 000	Bolsa de 50kg	\$ 210

Molienda: 14.500 kg de trigo/hs

Volumen de venta del establecimiento

Se parte con el supuesto de 12 camiones de 30 tn /día), al no acceder al precio de la harina a granel, se considera el valor de la misma similar a la envasada en bolsas de 50 kg.

Tabla 6: Camiones (aproximadamente 12 camiones/día)

Camiones, harina 000	Camiones	11
	Bolsas de 50 kg	590
	Precio/bolsa de 50 kg	\$ 210
	Por semana	5 días
	Total	\$ 6.814.500
	Camiones	1

Camiones, harina 0000	Bolsas de 50 kg	590
	Precio/ bolsa de 50 kg	\$ 240
	Por semana	5 días
	Total	\$ 708.000
	TOTAL	\$ 7.522.500

Tolvas

Tabla 7: Tolvas

Tolvas	Tolvas	12
	Bolsas de 50 kg	540
	Precio/ bolsa de 50 kg	\$ 210
	Semana	1
	TOTAL	\$ 1.360.800

Total de ganancias

Tabla 8: Total de ganancias

Camiones, harina 000	\$ 6.814.500
Camiones, harina 0000	\$ 708.000
Tolvas	\$ 1.360.800
Total	\$ 8.883.300/semana \$ 35.533.200/mes

Con respecto a la incorporación de la máquina de limpieza Sortex, el costo de la misma se estima en 180.000 dólares, lo que representaría al cambio actual \$2.700.000.

Recupero

RECUPERO: Inversión/ ganancia aproximada

Tabla 9: Recupero de la inversión

Recupero	Inversión	\$ 2.700.000
	Ganancia aproximada	\$ 8.883.300 / semana
		Total: 3,0 = 1.090 días aproximadamente

Actualmente el análisis de micotoxina DON se realiza en la última etapa de la elaboración de la harina. El análisis se hace por lote (mínima unidad trazable) y el costo es de \$3.900 con 30 determinaciones (el Kit), en donde cada determinación cuesta \$130.

Valores del equipo

Tabla 10: Valores del equipo

Aokin FP470 software y PC incluido	22.990 €
Aokin LHW03 estación de trabajo automático para líquidos	5.950 €
Kit aokinmycontrol DON para 20 análisis	180 €

En el molino se realizan 3 análisis/día, este valor se obtiene porque se trabaja con 3 lotes (unidad mínima trazable), por lo tanto en el año necesitaríamos 1.095 análisis.

Si 20 análisis cuestan 180€, 1.095 análisis costarían 9.855€.

Al costo del análisis (9.855€) hay que sumarle el software y PC que costaría 22.990€ + la estación de trabajo automático para líquidos que costaría 5.950€. El costo total de la inversión que se propone, sería de 38.795€, pasándolo a nuestra moneda, quedaría un valor de \$659.515.

La ganancia aproximada resultó de los siguientes datos, teniendo en cuenta sólo los productos principales como son la harina 0000 y 000.

Costo de la inversión

COSTO: Gasto + amortización + interés

Tabla 11: Costo de la inversión

Costo	Gasto	\$ 659.515
	Amortización	\$ 65.951,5
	Interés	\$ 197.855
	Total:	\$ 923.321,5

Amortización

AMORTIZACIÓN: Valor a nuevo/vida útil

Tabla 12: Amortización de la inversión

Amortización	Valor a nuevo	\$ 659.515
	Vida útil	10 años
		Total: \$ 65.951,5

Interés

INTERÉS: Monto de la inversión * tasa de interés

Tabla 13: Interés de la inversión

Interés	Monto de la inversión	\$ 659.515
	Tasa de interés	30%
		Total: \$ 197.855

Fuente: Bainotti, 2016.

Recupero

RECUPERO: Inversión/ ganancia aproximada

Tabla 14: Recupero de la inversión

Recupero	Inversión	\$ 923.321,5
	Ganancia aproximada	\$ 8.883.300
		Total: 0,10= 36 días aproximadamente

Por lo que se concluye que la inversión se recupera en menos de dos meses, considerando la información económica a la que se pudo acceder desde la empresa.

Consideraciones Finales

- * Se sugiere un análisis previo a nivel gerencial en lo que respecta a la identificación de variedades susceptibles y de zonas de producción con riesgo de desarrollo de fusariosis de trigo en cada campaña, a fin de evitar la compra de aquellos lotes.
- * Se recomienda realizar una buena clasificación en el acopio, con respecto al porcentaje de *Fusarium* con el cual llega el trigo y así poder disminuir la infección mediante mezclas y mediante la separación por grado de infección.
- * A partir de la determinación de la incidencia de la toxina DON en la calidad de la harina, se plantea incorporar una nueva máquina de limpieza para detectar los granos infectados con *Fusarium* sp. y por lo tanto evitar mayor contaminación con el hongo y la toxina DON.
- * Después de realizar el balance costo-beneficio para determinar la viabilidad de la incorporación de los nuevos equipos para identificar la presencia de *Fusarium* sp. y la toxina DON, se sugiere la adquisición del Rapid Kinetic Assay, un equipo que determina la toxina DON en menos tiempo, y así poder realizar el análisis en el momento de recepción y no tener que hacerlo al final de la transformación del trigo. Se concluye que la inversión se recupera en menos de dos meses.

Bibliografía

Alberione E., Martínez M. y Moschino R. 2014. Fusariosis de la espiga de trigo / deoxinivalenol (complejo FET/DON). Informe técnico. INTA E.E.A. Marcos Juárez y Castelar. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_fusarium_don_folleto.pdf. Consultado: 11/05/2016.

Alfaro Ponce. 2013. Proceso de elaboración de harina de trigo. Facultad de ingeniería industrial y sistema. Informe técnico. Disponible en <http://es.slideshare.net/maryzita91/proceso-de-elaboracin-de-harina-de-trigo-1>. Consultado: 02/03/2016.

Álvarez L. 2001. Generalidades del cultivo de trigo. Disponible en <http://news.agrofy.com.ar/especiales/trigo15-16/siembra-trigo>. Consultado: 17/05/2016.

Carrillo y Gómez Molina, 2007. Micotoxinas. Universidad Nacional de Salta. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/9%20micotoxinas.pdf>. Consultado: 17/05/2016.

CODEX, capítulo IX, art. 661, Alimentos Farináceos, Cereales, Harinas y derivados. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf. Consultado: 15/07/2016.

Cuniberti M. 2001. Fusarium vs calidad de trigo. Disponible en: <http://www.redagraria.com/divulgaci%F3n%20t%E9cnica/articulos%20de%20dt/fusarium%20vs%20calidad%20trigo.html>. Consultado: 20/03/2016.

Cuniberti, M., 2004. Propuesta de clasificación del trigo argentino. Revista IDIA-INTA 6:21-25.

ELIKA: Ficha Deoxinivalenol. Alimentación

Animal http://www.elika.net/es/fichas_sustancias_indeseables.asp?id_cat=4. Consultado: 23/03/2016.

FAO/WHO Technical Report Series 959.JEFCA 72.Evaluation of certain contaminants in food.2013. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf. Consultado: 07/03/2016.

FAO, 1997. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación.

FAOSTAT. 2013. División estadística de la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Informe producción mundial de granos. Publicado en internet disponible en: <http://faostat.fao.org>. Consultado: 16/04/2016.

García F, 2003. Calidad en Trigo. Unidad integrada INTA FCA Balcarce.

Gómez Pallares, M; León A, Rosell C, M. 2007. Trigo. En: De tales harinas, Tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica, León A E, Rosell (Ed.) Hugo Báez Editor. Pag.17-72.

Helmut, S. (2010). Harvest and Storage Strategies to Minimize Fusarium 2010. Disponible en:

Hoseney R. C. 1994. Structure of Cereal. En: Principles of Cereal Science and Technology, Second Edition. Hoseney R.C. (ed.) American Association of Cereal Chemists, USA. 378 pp.

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/croppest/2010/07cpo10a1.htm>

Consultado: 02/04/2016.

J.M. Prescott, P.A. Burnett, E.E. Saari, J. Ransom, J. Bowman, W. de Milliano, R.P. Singh, G. Bekele. 1986. Enfermedades y plagas del trigo, una guía para su identificación en el campo. Pag 1.

Kopp S. 2014. Calidad e inocuidad de los alimentos: Prácticas de manejo que inciden en la transmisión de enfermedades por microorganismos en los alimentos. Curso optativo. Área de Gestión de la calidad de los Agroalimentos. FCA UNC.

Matz S. 1999. Bakery Technology and Engineering, 3ª Edition. Editado por Matz, S. PanTechInternarional, USA.

McMullen, M; Zhong, S; Neate, S. (2008). Fusarium Head Blight (Scab) of Small Grains. Disponible en: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/smgrains/pp804w.htm>. Consultado: 02/04/2016.

Méndez, J.M. y Aimaretti, N. 2011. Valor agregado al grano de trigo, estudio de factibilidad para la instalación de un molino harinero. Actualización técnica N° 70, p. 23-25, 41.

Pomeranz Y. 1971. Composition and functionality of wheat-flour components. En: Wheat, Chemistry and Technology. Pomeranz Y. (ed.), AACC. St Paul, MN. Second Edition. pp. 585-674.

Primo, L.A. 2002. Contar hasta cien...ayer Las Liebres, hoy Laborde. 1ra. edición. Editado en los Talleres Gráficos del Boletín Oficial, Córdoba, pp. 173-174.

Satorre, E.; BenechArnold, R; Slafer, G.; de la Fuente, E.; Mirales, D.; Otegui, M.ySavin, R. Características físicas, químicas de los granos y usos principales. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. Pág. 18.

SGS, 2015. Soluciones para la inocuidad y calidad alimentaria a través de la cadena mundial de suministro de alimentos. Disponible en: <http://www.sgs.com/sgsdocuments/sgs-ssc-ngfoodsafety-broch-esp-lr-single.pdf>. Consultado el 25/08/16.

Shewry P. R., Halford N. G. and Lafiandra D. 2003. Genetics of wheat gluten proteins. En Advances in Genetics, 49: 111-184.

Wheat Science Today and tomorrow. Cambridge University Press. Evans, L.T. and W.J. Peacock (Eds). 1981. pp 304.Ev.

WIKI-ELIKA, 2013. Disponible en: <http://wiki.elika.net/index.php/Deoxinivalenol> . Consultado el 9/03/16.

Anexos

Anexo 1: Entrevista al encargado del Molino Fénix

- ¿Cuántas toneladas/día de trigo recibe el Molino?
- ¿Cuáles son los procesos que se le realizan al grano para disminuir la infección de *Fusarium* durante la industrialización?
- Los productores ¿tienen alguna certificación que están libre del hongo?
- Si los camiones poseen *Fusarium*, ¿se los rechaza directamente o se ve de donde proviene el trigo y que el campo posea buenas prácticas?
- ¿Cuáles son los problemas que pueden generar las micotoxinas en la harina?
- ¿Cuál es el problema que poseen con las proteínas?
- ¿Se mezclan los diferentes tipos de harinas para compensar el % de proteínas?
- ¿Con que normas trabajan?
- ¿Con cuánta reserva de grano trigo almacenado cuentan?
- ¿Tienen conocimiento de la aplicación de HACCP o APPCC (Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control)?

Cuando llega el camión se acepta con el 1% de fusariosis, este porcentaje es fijado a nivel comercial, como también el de calidad, que tenga el 1%, no se descarta que el grano, quede infectado. En el análisis comercial puede estar poco infectado a simple vista pero no quiere decir que tenga poca concentración de toxinas.

Habría que hacerle el análisis a cada camión cuando llega antes de recibirlo, apenas llega se hace un análisis al trigo, separando granos dañados, material extraño, granos verdes, granos curados, granos picados, sería un análisis comercial, como no hay posibilidad de analizar camión por camión lo que hacen en el Molino es rechazar más de 1%. Lo que vemos, es el grano infectado. Otros molinos hacen un análisis de 40 min, llegan los camiones se les hace un calado en el camión y en el chasis del mismo, se hace una análisis comercial de acuerdo a las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). Si se hace el análisis de toxinas se le agrega 40 min o 1hs, este molino no realiza esto sino que le hacen el análisis al producto terminado, es decir, a la harina y a los subproductos. Este análisis de toxicidad sería ideal, hacerlo al comienzo del proceso, ya que se podría estar trabajando con una toxicidad mayor, que la que da con el análisis de fusariosis. El análisis de toxina se lo hacen al final, por la falta de conocimiento y manejo de *Fusarium*, pero es mejor hacerlo al inicio del proceso, cuando tiene el 1%, a lo mejor está más tóxico que el 3% como hacen los del Molino que tienen en cuenta los granos afectados, sin tener en cuenta al inicio el análisis de toxinas.

El problema de fusarium se da una vez cada 10 o 15 años aproximadamente, lo que hacen es ponerse más estrictos en la recepción del grano de trigo, y lo que tendrían que implementar sería el análisis de toxinas al inicio para poder clasificar por grado de toxicidad y después ir mezclando para llegar a la especificación.

El trigo pasa por una serie de máquinas, que trabajan a base de aire, primeramente limpieza, en la cual, los granos más livianos, contaminados, se eliminan. Una vez que se tiene el producto final se pueden mezclar, el límite de vomitoxina es de 0,7 ppm. Cuando se sobrepasa, se devuelve el producto, hay algunas empresas como Arcor que exportan a Europa que son más exigentes, en cambio, otras no. Se realiza un nuevo análisis y si sobrepasa se rechaza, 0,75 para harina y 1 para salvado. Esto son los requerimientos de calidad. En humanos si se consume con DON alto se afecta más a niños, adultos, o personas con algún problema de salud, defensas bajas, si se trata de una persona sana generalmente no hay problemas adversos a lo sumo puede causar vómitos. Si se pasa de 0,7 ppm puede causar problemas. Cuando hay devolución de producto es pérdida económica por el flete, pérdida de tiempo en el proceso porque vuelve y hay que mezclarlas con otras harinas. Esa harina en vez de ir a Arcor se va a otro mercado que no tiene tantas exigencias o al mismo Arcor que va a masitas o a otros productos de no tanta exigencia.

Los consejos deberían comenzar desde el campo, cosechan antes, con más humedad para que se rompa menos el grano de trigo y que se disperse.

En el acopio se colocó, una máquina nueva, donde cae el grano de trigo y a contraflujo se le manda aire con un ventilador, el grano más pesado cae y el más liviano va para otro lado, que sería el contaminado.

Los granos muy contaminados se tiran porque no sirven, ni para alimentar a los animales por la toxicidad.

En el Molino va al silo y después a las zarandas y de ahí a la molienda.

El Molino no sabe de qué productor es el trigo, lo que hacen es analizar todos los camiones que llegan porque la mayoría llegan de acopios. Éstos no clasifican por productor, sino por calidad, esto es un problema de Argentina porque para poder exportar trigo tiene que separar los trigos por calidad y no lo hacen, por ejemplo Brasil si lo realiza, venden diferenciando la calidad. Nuestro país no tiene bien establecido este requisito importante en los silos, los laboratorios y los acopios.

El Molino no tiene forma de saber, de qué campaña es el trigo que está recibiendo, por tal motivo en estos casos, teniendo lugar de almacenamiento, recepciona trigo de campañas anteriores. Éste tiene capacidad para almacenar durante 3 meses. Al mezclar de distintas campañas te ayuda a disminuir el problema.

Los camiones que llegan al molino son generalmente de la zona, viene de hasta 100 km aproximadamente no mas por el tema del flete que se encarece mucho.

El Molino en época de cosecha se recibe aproximadamente 30-35 camiones por día de 30 toneladas y en esta época con problemas de ruta 4 o 5 camiones por día, pero si no lo normal es unos 12 o 15 camiones por día.

La reserva para trabajar cómodo, es de 3 meses de almacenamiento lo que te permite hacer mezclas de trigo y poder mantener la calidad, se hacen mezclas más homogéneas. Al panadero le interesa mantener la calidad.

La harina se vende de varias formas, bolsas de 50 kilos, en bolsas de 25 kilos, en big-bag que son bolsones que cargan 800 kilos, y también se vende a granel en los camiones tolvas depende a quien se venden, si son industrias grandes van los camiones, las industrias más chicas trabajan con big bag y las panaderías trabajan con las bolsas.

El problema del gluten que depende del producto que se fabrique con la harina va a ser el contenido de proteína necesario.

Para hacer pan dulce se necesita mucha proteína, lo que se analiza es el gluten, 32-33 de gluten ayuda a que tome volumen y que retenga la carga de frutas, para harina de fideos 25-26 de gluten, para harina panadera lo ideal 26-28 de gluten hoy en día los trigos tienen menos proteínas entonces todos los panaderos tienen que hacer el pan con 22-23 de gluten que es lo hay en el mercado.

Glutomatic analiza el gluten, primero amasa y luego lava, y va quitando el almidón y se forma el gluten. Se pesa y se conoce el contenido de gluten. Si es bajo se trabaja con mezclas. Es complicado conseguir trigo con alto gluten, esta dado por la variedad de trigo, por fertilización, las condiciones climáticas, las rotaciones. Con bajo gluten en el glutomatic no liga, entonces se lo rechaza, pero si el gluten es bajo se mezclan hasta llegar a la especificación que se desea o se destina a otro tipo de harina que no sea tan exigente al gluten.

Cuando hay problema de gluten se debe recurrir a buscar trigo a otro lado para poder realizar las mezclas, hay harinas que no se pueden hacer porque el mercado necesita de alto gluten y el molino no puede proveer eso por falta de trigo competente, existen aditivos pero son antieconómicos, el Molino de Semino separa del trigo del almidón, y el gluten, entonces venden el gluten, pero colocarle gluten a la harina de trigo es antieconómico. Hay muchas enzimas que mejoran la panificación.

Las dos proteínas del gluten tienen que estar equilibradas, la curva del alveograma puede dar que sea muy tenaz o muy elástica, la relación P/L debe ser de 0,9-1,2 para panificación. No se diferencia entre una proteína y la otra, en el glutomatic se ve si el gluten es bueno o malo son todas bolitas pegadas, si bien da 25 de gluten la calidad puede que no sea buena. Esto se da por las malas prácticas en los acopios que secan a altas temperaturas el grano, entonces se desnaturalizan las proteínas y cuando se lo analiza da un alto porcentaje, pero cuando se hace el pan la calidad disminuye, porque se desnaturaliza las proteínas. Para cada producto hay un W determinado.

Ni bien se cosecha el grano, es malo para la molienda, por tal motivo se va mezclando con granos de trigo de campañas anteriores, porque enzimáticamente no está acondicionado, sino que esta lechoso, le falta madurar, a los 40 días se puede empezar a moler, a los 2 meses ya se encuentra en condiciones óptimas. Las harinas son bien blancas y después cerca del año se empiezan a perder las propiedades, se ponen más tenaz, el W disminuye, las harinas son más grises y en la panificación todo esto influye. Empieza con una calidad mala, hace el pico y después vuelve a disminuir. El Molino a veces no sabes de qué época es el trigo, ni bien se trilla se nota la diferencia ya después de 3-4 meses no se sabes si es de la última campaña o la anterior.

El Molino está certificado con la ISO 9001 y con la norma 22000, que abarca todo lo de inocuidad alimentaria y se cumplen con los puntos del HACCP.

- Costo del análisis de toxina al final del proceso, frecuencia con la que se realiza.
- Correlación entre la cantidad al inicio del proceso y el final del hongo.
- Ley 9001 y 22000

El análisis de toxina se realiza al último a la harina en vez de hacerlo primero al trigo cuando ingresa, en análisis se hace por lote (mínima unidad trazable) y el costo es de \$3900 con 30 determinaciones, una determinación cuesta \$130.

El trigo cuando ingresa no se le realiza análisis de toxina pero si de fusarium, se cala con calador catre, se realiza un visteo, y se manda al laboratorio. En el visteo se separa 100 gramos y se cuarteo, y se determina porcentaje de fusarium.

Con las maquinarias de limpieza se aseguran que la harina no supere el porcentaje de vomitoxina, es relativo porque el porcentaje de fusarium no es indicador de toxina.

Se hacen varios lotes por día.

Al final del proceso no se mide hongo sino toxina entonces no hay una correlación entre toxina y hongo. No hacen análisis de hongo sino se ve grano aceptado, la toxina es la sustancia química que produce el hongo y no se puede determinar la cantidad de toxina que produce, esto va a depender del hongo y de las condiciones.

Los granos afectados se disminuyen durante el proceso de elaboración.

No hay correlación de la cantidad de toxina al inicio con el final, ya que en el molino solo se realiza análisis de toxina al final y no al inicio.

No se hace al inicio por una cuestión de costo y de tiempo porque al inicio es más rápido determinar fusarium y aparte lleva mucho tiempo (2 horas) y por el costo del análisis. Al realizarse al último es una forma para poder liberar los productos que salen a la venta.

Normas: ISO 9001 y FSSC 22000. La primera es de Calidad y la segunda de Inocuidad Alimentaria.

En la 9001 procedimiento de control de documento, gestión de recursos humanos, ambientales, se relaciona con la llegada de materia prima porque se debe saber que se está recibiendo, saber los controles que se le hace, de quien es, evaluación de proveedores por si no cumplen.

La 22000 se evalúa el tema de los alérgenos y los peligros físicos (vidrios, metales) químicos (granos curados) y biológicos que pueden llegar en esa etapa, fusarium se tiene en cuenta, evalúan si el trigo llega con soja, alto porcentaje de soja se rechaza, y se tienen que declarar si la harina contiene soja.

Cuando se devuelve la mercadería por exceso de toxina se devuelve y se mezcla para disminuir dicho exceso, el costo es de mano de obra y de flete. Hay que tener disponibilidad de silos.

Anexo 2: Leyes reglamentarias de la calidad

La ISO 22000 es una norma internacional que define los requisitos de un sistema de gestión de Seguridad Alimentaria capaz de cubrir a todas las organizaciones de la cadena alimentaria desde la "granja hasta el tenedor".

¿Qué es la norma ISO 22000 de Gestión de Seguridad Alimentaria?

La ISO 22000 es una norma internacional adecuada para cualquier empresa de la cadena alimentaria, incluyendo organizaciones interrelacionadas como productores de equipos, material de envasado, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes.

La norma ISO 22000:2005 está pensada también para aquellas empresas que buscan integrar su sistema de Gestión de Calidad, por ejemplo, el sistema ISO 9001, y su sistema de gestión de Seguridad Alimentaria.

La norma combina elementos clave reconocidos normalmente para garantizar la Seguridad Alimentaria en toda la cadena alimentaria, incluyendo:

- Comunicación interactiva
- Gestión de sistemas
- Control de los riesgos de Seguridad Alimentaria mediante programas de requisitos previos y planes HACCP
- Mejora continua y actualización del sistema de gestión de Seguridad Alimentaria

¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 22000?

- Introducir procesos reconocidos internacionalmente en su empresa
- Ofrecer a proveedores y partes interesadas confianza en sus controles de riesgos
- Establecer dichos controles de riesgos en su cadena de suministro
- Introducir la transparencia respecto a las responsabilidades

- Mejorar y actualizar de forma continua sus sistemas para que sigan siendo eficaces

¿Qué es la ISO 9001?

Un sistema de gestión ISO 9001 le ayudará a gestionar y controlar de manera continua la calidad en todos los procesos. Como norma de gestión de la calidad de mayor reconocimiento en el mundo, así como el estándar de referencia, describe cómo alcanzar un desempeño y servicio consistentes.

¿Cuáles son las ventajas de la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad?

- Le permite convertirse en un competidor más consistente en el mercado
- Mejor Gestión de la Calidad que ayuda a satisfacer las necesidades de sus clientes
- Métodos más eficaces de trabajo que le ahorrarán tiempo, dinero y recursos
- Mejor desempeño operativo que reducirá errores y aumentará los beneficios
- Motiva y aumenta el nivel de compromiso del personal a través de procesos internos más eficientes
- Aumenta el número de clientes de valor a través de un mejor servicio de atención al cliente
- Amplía las oportunidades de negocio demostrando conformidad con las normas

Anexo 3: Distintas variedades con diferentes contenidos de DON, correlación entre hongo y toxina, proteína, peso hectolítrico, rendimiento y peso de mil granos

Incidencia y severidad, proporción de granos enfermos y contenido de DON en infección natural en cultivares de ciclo largo-intermedio y ciclo corto.

Tabla 15: Distintas variedades con diferentes contenidos de DON, correlación entre hongo y toxina, proteína, peso hectolítrico, rendimiento y peso de mil granos

Cultivar	Ensayo RET	Incidencia/ Severidad 1	iF2	Granos Enfermos (%)	Contenido de DON(ppm)			
					Media	Min	Max	Desv.
Baguette 801 PREMIUM	I	0,05 0,05	0,03	28,5 a	-	-	-	-
Sy 200	I	2.2	4	5,6 fgh	-	-	-	-
Klein Proteo	III	1.1	1	2,5 h	1,41ab	0,98	1,87	0,4
Biointa 1004	III	4.2	8	22,5 ab	1,49ab	1,12	1,89	0,3
Klein Tauro	III	2.2	4	2,5 h	1,12ab	1,03	1,26	0,1
Biointa 1006	III	6.6	3,6	15,3 bcde	2,10abc	1,70	2,58	0,4

Cronox	III	2.1	2	7 efgh	2,23abcd d	2,09	2,41	0,1
Baguette PREMIUM 11	I	0,05.1	0,5	8 efgh	2,94abc de	2,61	3,47	0,4
Klein Zorro	III	2.2	4	2 h	2,44abc de	1,84	2,81	0,5
Klein Leon	III	8.3	24	12,5 cdefg	2,80abc de	1,51	4,07	1,2
Aca 906	III	8.5	40	12 defg	2,74abc d	2,05	3,54	0,7
Biointa 1002	III	5.3	15	-	3,16abc def	1,70	4,66	1,4
Biointa 2005	III	2.1	2	10,3 efgh	2,96abc defg	2,75	3,20	0,23
Cipres	I	1.1	1	-	3,22abc defgh	3,00	3,60	0,3
Buck Mangrullo	I	0,05.1	0,5	5,3gh	3,71bcd efgh	3,53	3,80	0,1
Lenox	I	0,05.0,05	0,03	21abcd	4,42bcd efgh	1,74	6,05	2,3
Le 2333	III	1.1	1	11,5defgh	5,70cde fgh	5,19	6,05	0,4
Biointa 1005	III	9.8	72	21,3abc	6,14cde fgh	4,33	8,05	1,8
Biointa 2004	II	8.3	24	10,3efgh	7,33efg h	5,72	9,43	1,9
Le 2330	I	0,05.0,05	0,03	3,5gh	6,77def gh	4,93	8,51	1,7
Biointa 3006	I	2.2	4	9,3efgh	7,11efg h	6,12	8,77	1,4
Aca 903B	III	4.6	48	26 a	7,13efg h	5,85	8,67	1,4
Aca 356	I	0,05.1	0,5	13,6bcdef	9,04fgh	7,52	10,96	1,7
Biointa 3005	I	6.2	12	13,6bcdef	9,38gh	8,27	10,43	1,0
Biointa 1007	III	8.5	40	22ab	11,12h	9,43	13,08	1,8
p-valor				<0,0001	<0,0001			

¹ Escala de doble dígito (CIMMYT) ² IF: Índice de Fusarium nd = no detectado (límite de detección 0,05 ppm). En cada columna, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

Los resultados revelaron pobre asociación entre incidencia y severidad y contenido de DON.

Se afirma que la formación de toxinas es menor en genotipos más resistentes. Algunos de los factores que influyen en la relación infección/contenido de DON fueron atribuidos al momento de floración. Cultivares con floración anticipada mostraron menor contenido de DON comparadas con los de floración más tardía. Por otra parte al no hallar correlación entre severidad a FET y

concentración de DON se concluyó que las concentraciones de DON resultaron decrecientes desde las glumas hacia los granos debido a varias barreras físicas que pueden potencialmente limitar el movimiento del hongo y consecuentemente el contenido de DON. Estas conclusiones explicarían porque pueden registrarse altas infecciones en espiga, no correspondiéndose con lo observado a nivel de granos.

Alta proporción de granos enfermos, con bajo contenido de DON, explicaron los bajos contenidos de DON como una consecuencia de mecanismos de degradación y tolerancia a la micotoxina en granos.

Se observó baja infección en granos (inferior a 5%) en Klein Zorro, Klein Proteo y Klein Tauro. No se detectó DON en Baguette 801 Premium y SY 200 en tanto que presentaron bajos contenidos de DON y niveles variables de severidad Klein Proteo, Cronox, Baguette Premium 11, ACA Ciprés, BIOINTA 2005, Klein Zorro, Klein Tauro, BIOINTA 1004, Klein León, BIOINTA 1002, ACA 906 y BIOINTA 1006. No se observaron relaciones la proporción de granos enfermos y el contenido de DON. En la mayoría de los cultivares se midió concentraciones de DON superiores al nivel de tolerancia mundial (1ppm). Se observaron buenos contenidos de proteínas y gluten y bajo PH, que se vio asociado a granos de menor tamaño, afectados por la enfermedad. En general el rendimiento de granos se vio muy afectado, con la excepción de los cultivares SY 200, Cronox y Klein Zorro. Se observó asociación positiva entre rendimiento de granos y PMG en Klein Tauro, Baguette Premium 11, Buck Mangrullo, Klein Zorro, SY 200 y BIOINTA 3005. Los cultivares LE 2333, Klein Proteo, Klein Tauro y ACA 906 mostraron alto contenido de proteínas en granos y mayor rendimiento. Los cultivares que mostraron mejor comportamiento teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados fueron Klein Zorro y Klein Tauro. Klein Proteo y Cronox se destacaron junto con SY 200 por bajos contenidos de DON y mayores valores de PH. En síntesis, se observó que menores niveles de severidad no aseguraron menor proporción de granos enfermos ni tampoco menor contenido de micotoxina. El rendimiento se vio afectado por mermas en los PH y por diferencias en los PMG y el contenido de proteínas fue mayor en aquellos cultivares que presentaron menor rendimiento de granos.

Anexo 3: Niveles de la toxina DON aptos para consumo

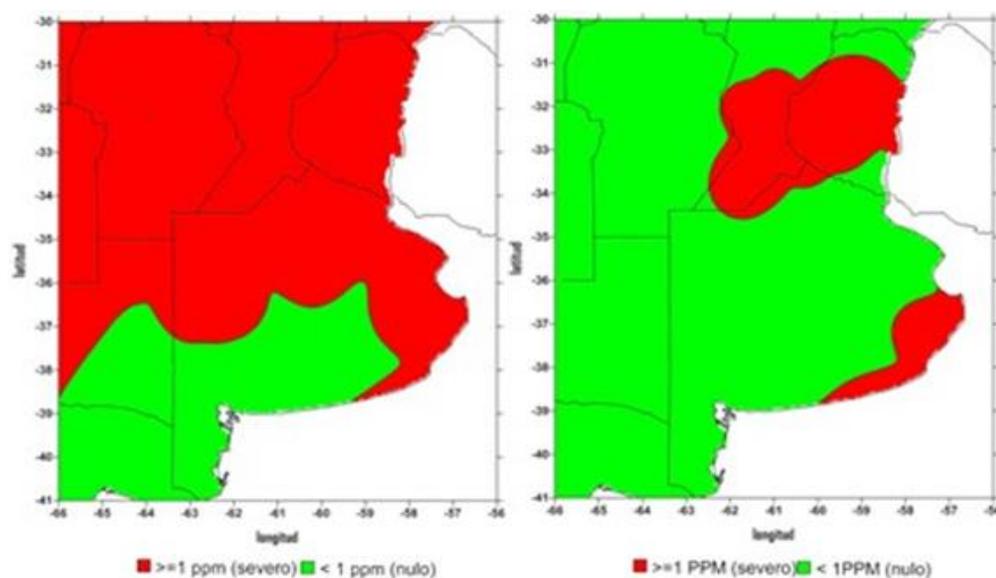
Tabla 16: Niveles de la toxina DON aptos para consumo

Productos alimenticios	Contenidos máximos (µg/kg)
Cereales no elaborados (18) que no sean trigo duro, avena y maíz	1250
Trigo duro y avena no elaborados (18)	1750
Maíz no elaborado (18), excepto el destinado a molienda por vía húmeda (37)	1750
Cereales destinados al consumo humano directo, harina de cereales, salvado y germen como producto final comercializado para el consumo humano directo, a excepción de los productos alimenticios enumerados en los tres últimos puntos	750
Pasta seca (22)	750
Pan (incluidos pequeños productos de panadería), pasteles, galletas, aperitivos de cereales y cereales para desayuno	500
Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad	200
Fracciones de la molienda del maíz con un tamaño de partícula > 500 micras, clasificadas en los códigos NC 1103 13 u 1103 20 40, y otros productos de la molienda del maíz con un tamaño de partícula > 500 micras, no destinados al consumo humano directo, clasificados en el código NC 1904 10 10	750
Fracciones de la molienda del maíz con un tamaño de partícula ≤ 500 micras, clasificadas en el código NC 1102 20, y otros productos de la molienda del maíz con un tamaño de partícula ≤ 500 micras, no destinados al consumo humano directo, clasificados en el código NC 1904 10 10	1250

(18) El contenido máximo se aplica a los cereales no elaborados comercializados para una primera fase de transformación. Por «primera fase de transformación» se entenderá cualquier tratamiento físico o térmico, distinto al secado, a que sea sometido el grano o su superficie. Los procedimientos de limpieza, clasificación y secado no se consideran incluidos en la «primera fase de transformación» en tanto en cuanto no se ejerza ninguna acción física sobre el grano en sí y el grano entero permanezca intacto tras la limpieza y la clasificación. En los sistemas integrados de producción y transformación, el contenido máximo se aplica a los cereales no elaborados en caso de que estén destinados a una primera fase de transformación. (22) Por pasta (seca) se entiende pasta con un contenido de agua de aproximadamente el 12 %. (37) La excepción se aplica únicamente al maíz del que es evidente, por ejemplo por su etiquetado o destino, que está únicamente destinado a su molienda por vía húmeda (producción de almidón).

Fuente: Elika, 2013.

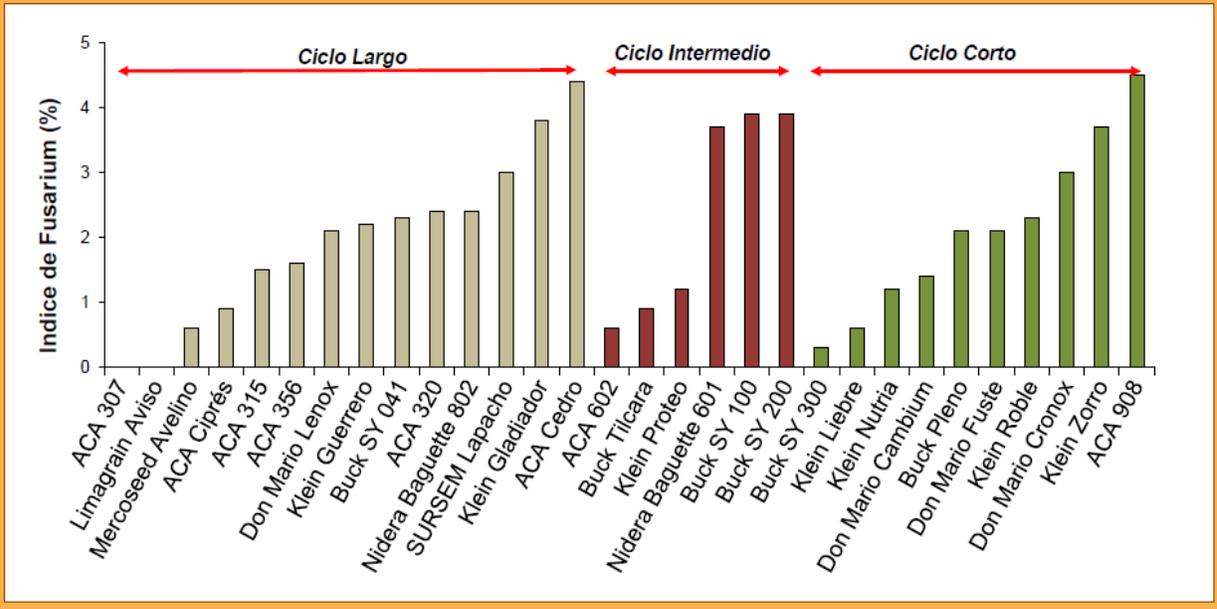
Anexo 4: Zonas susceptibles a Fusariosis



Fuente: Alberione, et al., 2014.

Figura 34: Nivel de DON (ppm) (verde: $\text{DON} < 1\text{ppm}$ y rojo: $\text{DON} \geq 1\text{ppm}$) para las campañas trigueras 2012/2013 (izquierda) y 2014/2015 (derecha)

Anexo 5: Comportamiento genético de cultivares de trigo frente a la Fusariosis de la espiga de trigo



Fuente: Alberione et al., 2014.

Figura 35: Comportamiento genético de cultivares de trigo frente a la Fusariosis de la espiga de trigo

Anexo 6: Comportamiento sanitario de cultivares de trigo en el Área Central Norte

CULTIVARES Ciclo Largo e Intermedio	RH	RT	SH	MA	FE	CULTIVARES Ciclo Corto	RH	RT	SH	MA	FE
ACA 223	S	R	S	MS	MS	ACA 801 *	MS	+	+	+	-
ACA 302	MS	+	MS	S	S						
ACA 303	MR	+	MS	MS	S	B. BIGUA	MR	MS	S	S	MS
ACA 601 *	MR	+	+	S	+	B. BRASIL	S	R	S	MS	MS
C. NAHUEL	MS	S	S	MS	MS	B. PINGO	S	S	S	S	MS
B. ARRIERO	MS	MS	MS	MS	MS	K. CHAJA	MR	+	MS	MS	MS
B. GUAPO	MS	R	MS	S	MS	K. DON ENRIQUE	S	R	MS	S	MS
B. GUATIMOZIN	MR	R	S	S	MS	K. FLECHA *	S	+	+	MS	+
B. MATACO	R	+	MS	S	MS						
B. SUREÑO	S	R	MS	S	S	INIA CHURRINCHE	MR	+	+	S	+
B. YASTO	MR	S	S	MS	MS						
						P. DON UMBERTO	S	R	MS	MS	MS
CAUDILLO	MS	R	MS	S	MS	P. GAUCHO	R	R	S	S	S
						P. GRANAR	MS	R	S	MS	MS
INIA TIJERETA	R	+	MS	MS	MS						
K. ESCORPION	MS	MS	MS	S	MS						
K. ESCUDO	MS	R	MS	S	MS						
K. JABALÍ	S	+	MS	S	MS						
K. MARTILLO	MS	R	MS	MS	MS						
K. SAGITARIO	MS	MS	S	S	MS						
K. PROTEO *	R	+	+	+	+						
P. MOLINERO	MS	R	S	S	MS						
P. PUNTAL	S	MR	S	S	S						

Referencias: RH= roya de la hoja, RT= roya del tallo, SH= septoriosis de la hoja.
 MA= mancha amarilla, FE= fusariosis de la espiga
 R= resistente, MR= moderadamente resistente, MS= mod. susceptible, S= susceptible
 + = sin información suficiente, * = con información de un año.
 ACA= Asoc. de Coop. Argentinas, B= Buck, K= Klein, P= Prodesem, INIA= Ins. Nac. de
 Investigación Agropecuaria de Uruguay.

Fuente: Grupos Mejoramiento de trigo y Patología de la EEA INTA Mcos. Juárez, Cba

Fuente: Grupos Mejoramiento de trigo y Patología de la EEA INTA Mcos. Juárez, Cba.

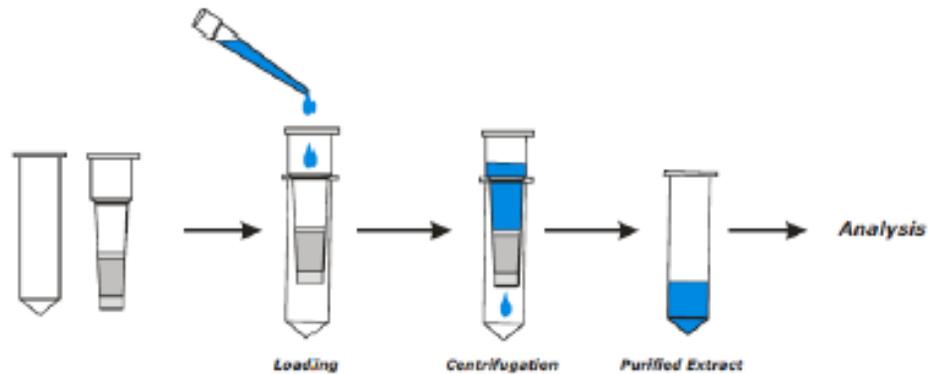
Figura 36: Comportamiento sanitario de cultivares de trigo en el Área Central Norte

Anexo 7: Procedimiento del ensayo

Procedimiento del ensayo

1. Preparación de la muestra

Extracción y preparación fácil rápida de acuerdo con el protocolo estandarizado para cada micotoxina.



Fuente: Bainotti, 2016.

Figura 37: Preparación de la muestra

2. Medida

Añadir los reactivos e iniciar la medida en el espectrómetro aokinFP470.

3. Evaluación

Determinación automática de las concentraciones utilizando el software aokinmycontrol.