

Producción y calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) en Argentina: análisis del quinquenio 2014/2018

MOLFESE, E.R.¹; FRITZ, N.²

RESUMEN

En Argentina el cultivo del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) históricamente se ha localizado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, aunque desde hace unos años se incorporó superficie bajo riego en la provincia de San Luis y también, una significativa cantidad de hectáreas en las provincias de Tucumán y Salta, debido a la instalación de un importante molino y fábrica de pastas que utilizan el candeal como insumo para la elaboración de sus productos. Además, en las provincias de Córdoba y Santiago del Estero se tiene conocimiento de su cultivo. Para la comercialización existe un sistema de “grados” que son asignados según el resultado que se obtiene sobre una muestra representativa a la cual se aplica la disposición actualmente vigente para trigo fideo correspondiente a la resolución de la ex-Junta Nacional de Granos N.º 31591 (Norma SENASA XXI) que marca tolerancias máximas permitidas en cada rubro. Sin embargo, es una práctica común que cada molino o fábrica procesadora acuerde con el productor un contrato donde aplica bonificaciones o rebajas sobre la base de ciertas escalas fijadas para parámetros de calidad comercial e industrial, tales como: peso hectolítrico, vitreosidad, gluten y proteína. Este tipo de mercado es cerrado y se concretan acuerdos entre productores y la industria, garantizando así un precio previsible y estable, ya que se toma como precio base al del trigo pan más un plus que puede ser variable entre años y entre empresas también. A nivel experimental existen numerosos trabajos en nuestro país que han evaluado los factores que afectan la calidad final de los trigos en diferentes ensayos multiambientales generando valiosa información. En cambio, sobre la calidad de la producción nacional no existían datos concretos. Como consecuencia, surgió la necesidad de hacer un seguimiento de la producción a través de un mecanismo de monitoreo sistemático y representativo de las distintas regiones productoras de este cereal. A partir del año 2000 y considerando la importancia histórica del trigo candeal se lo incluyó en un relevamiento anual que se realizaba con la colaboración de diferentes organismos de la cadena. Desde entonces, anualmente se realiza la publicación de un informe de cosecha donde se vuelcan datos de calidad de los granos y las sémolas. Esta información está disponible tanto para los clientes internos como los potenciales compradores externos. El objetivo de este trabajo es brindar una aproximación a la definición del mercado del trigo candeal en Argentina en el último quinquenio, evaluando la evolución del área sembrada, la producción y el rendimiento, caracterizando además la calidad comercial e industrial de la materia prima producida.

Palabras clave: trigo candeal, producción, calidad comercial, industrial.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAIBA-INTA). Ruta 3, km 488 (7500), Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: molfese.elenarosa@inta.gob.ar

²Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca.

ABSTRACT

In Argentina, the cultivation of durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *Durum*) was historically located in the southwest of the province of Buenos Aires, although for some years some surface has been incorporated under irrigation in the province of San Luis, and also of a significant amount of hectares in the provinces of Tucumán and Salta, due to the installation of an important mill and pasta factory, which use the durum wheat as an input for the production of their products. Also in the provinces of Córdoba and Santiago del Estero are aware of their cultivation. For marketing there is a system of “grades” that are assigned according to the result obtained on a representative sample to which the currently valid provision for noodles is applied corresponds to the resolution of the former National Grain Board N° 31,591 (Standard SENASA XXI), which marks maximum tolerances allowed in each item. However, it is a common practice that each mill or processing factory agrees with the producer a contract where it applies bonuses and / or rebates on the basis of certain scales set for commercial and industrial quality parameters, such as: test weight, vitreosity, gluten and / or protein. This type of market is closed and agreements between producers and industry are finalized, thus guaranteeing a predictable and stable price, since it is taken as the base price of wheat bread plus a plus that can be variable between years and between companies as well. On an experimental level there are numerous works in our country that have evaluated the factors that affect the final quality of the wheats in different multiambient trials generating valuable information. On the other hand, for a long time, there was no data on the quality of national production. As a consequence, there was a need to monitor production through a systematic and representative monitoring mechanism of the different producing regions of this cereal. From the year 2000 and considering the historical importance of durum wheat, it was included in an annual survey with the collaboration of different organizations in the chain. Since then, a harvest report is published annually where quality data on grains and semolina are turned over. This information is available to both internal customers and potential external buyers. The objective of this work is to provide an approximation to the definition of the durum wheat market in Argentina in the last five years, evaluating the evolution of the planted area, production and yield, also characterizing the commercial and industrial quality of the raw material produced.

Keywords: durum wheat, production, commercial, industrial quality.

INTRODUCCIÓN

La sémola que se obtiene de la molienda del grano de trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) es el ingrediente básico con el que se elaboran las pastas de tipo italiano. En otros sitios (norte de África y Cercano Oriente) se realiza el consumo directo del grano entero o partido en comidas regionales/étnicas como el couscous, el trigo burgol, frekeb y chapattis (Kezih *et al.*, 2014).

La pasta se considera un alimento sano ya que es baja en grasa, tiene un buen contenido proteico, y es alta en carbohidratos digeribles lentos y por lo tanto tiene un bajo índice glucémico (Paladino *et al.*, 2014).

El grano producido en Argentina es utilizado en el mercado interno por los molinos semoleros y fábricas elaboradoras de pasta seca. Según una estimación de la Unión de Industriales Fideeros de la República Argentina (UIFRA, 2019), el 35% de la producción de pastas secas de Argentina es elaborada exclusivamente con sémola de trigo candeal. La misma fuente indica que el consumo nacional en el 2018 fue de 8,73 kg *per cápita* (incluyendo la totalidad de las pastas alimenticias, tanto secas como frescas, artesanales e industriales).

El cultivo de esta especie históricamente estuvo localizado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, aunque desde hace unos años se ha incorporado alguna superficie bajo riego en la provincia de San Luis, y también de una significativa cantidad de hectáreas en las provincias de Tucumán y Salta (subregión triguera NOA), debido a la instalación de un importante molino y fábrica de pastas, que utilizan al candeal como insumo para la elaboración de sus productos (Molfese *et al.*, 2017). También en las provincias de Córdoba y Santiago del Estero se han cultivado con diferente éxito algunas hectáreas.

La producción promedio del quinquenio 2014-2019 fue de 192.435 t con una cantidad de 65.647 ha sembradas. El rendimiento promedio en ese período fue de 3.108 kg.ha⁻¹ (SIIA, Estimaciones Agrícolas).

Al ser un mercado relativamente pequeño en comparación con la producción de trigo pan, la cantidad de variedades inscriptas ante el Instituto Nacional de Semillas en los últimos diez años no supera las 15 (INASE, 2019).

En Argentina para la comercialización existe un sistema de “grados” que son asignados según el resultado que se obtiene sobre una muestra representativa (Norma SENA-

SA XXI, 2019). Sin embargo es una práctica común que cada molino o fábrica procesadora acuerde con el productor un contrato donde aplica bonificaciones o rebajas sobre la base de ciertas escalas fijadas para parámetros de calidad comercial e industrial, tales como: peso hectolítrico, vitreosidad, gluten, proteína e incluso la elección de la variedad, que, por ejemplo, asegura un buen color de sémola.

En general, se considera que el contenido de proteína en el grano, la fuerza y elasticidad del gluten y el color en la sémola son los principales factores involucrados en la calidad de trigo candeal y que, en definitiva, redundan en las cualidades reológicas de la masa. El porcentaje de vitreosidad de los granos es también una característica importante. La industria fideera prefiere los granos vitreos debido a su correlación positiva con el porcentaje de proteína, el rendimiento de sémola y la calidad de cocción (Roncallo *et al.*, 2009).

Este tipo de mercado es cerrado y se concretan acuerdos entre productores y la industria, garantizando así un precio previsible y estable, ya que se toma como precio base al del trigo pan más un plus que puede variar ente 5-25%, según los casos. En estos contratos se fija el tipo de mercadería que necesita la industria, pudiendo variar las necesidades de una a otra, incluso de un año a otro. Se puede obtener un aumento o disminución del precio base de hasta un 30-35%. Esta forma particular de comercialización tiene dos ventajas: i) permite a la industria fijar un precio de acuerdo con la calidad del trigo y ii) permite al agricultor aumentar sus ingresos si la calidad final del trigo es alta. La industria y los intermediarios seleccionan como proveedores de materias primas a aquellos agricultores con un cierto nivel tecnológico a los que proporcionan semillas y asesoramiento sobre técnicas de fertilización y control de enfermedades (Seghezzeo, 2015).

A nivel experimental existen numerosos trabajos en nuestro país que han evaluado los factores que afectan la calidad final de los trigos en diferentes ensayos multambientales generando valiosa información (Molfese *et al.*, 2001; Fernández, 2008; Gomez *et al.*, 2008; Larsen *et al.*, 2014; Miravalles *et al.*, 2017). Actualmente se han ampliado estos ensayos probando variedades en nuevas áreas de cultivo (Romani *et al.*, 2019).

En cambio, la calidad de la producción nacional solo era conocida por los acopios y molinos que recibían la mercadería directamente de los productores. Como consecuencia, surgió la necesidad de realizar un seguimiento de la producción a través de un mecanismo de monitoreo sistemático y representativo de las distintas regiones productoras de este cereal como ocurría con el trigo pan desde la campaña 1996/97, donde por iniciativa de una empresa privada junto al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se caracterizaba la calidad de los granos. Posteriormente se sumaron los sectores acopiadores y cooperativos, el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Agroalimentaria (SENASA), Cámaras Arbitrales, sector privado y otros organismos de la cadena.

A partir del año 2000 y considerando la importancia histórica del trigo candeal se lo incluyó en el relevamiento y desde entonces, anualmente se realiza la publicación de un informe de cosecha donde se vuelcan datos de calidad de los granos y las sémolas¹. Esta información está disponible tanto para el mercado interno como el externo (en inglés y portugués), tal como lo hacen los países más avanzados en comercialización y difusión de sus trigos (AETC, 2018; FranceAgrimer, 2018; Canadian Grain Commission, 2018; U.S. WheatAssociates, 2018).

El objetivo de esta comunicación es brindar una aproximación a la definición del mercado del trigo candeal en Argentina en el último quinquenio, evaluando la evolución del área sembrada, la producción y el rendimiento, caracterizando además, la calidad comercial e industrial de la materia prima producida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tomando como base los datos que surgen de la publicación Trigo Argentino, Informe Institucional sobre su Calidad¹ se confeccionó una reseña sobre la producción y calidad de trigo candeal a nivel nacional. La mecánica de obtención y manejo de las muestras fue la siguiente:

- Las muestras primarias obtenidas al ingreso de las empresas usuarias fueron derivadas al Laboratorio de la Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca.
- Las muestras conjunto se organizaron de acuerdo a las distintas zonas de procedencia, todas ellas ubicadas en las subregiones trigueras IV, V Sud y NOA (figura 1, A y B).
- En la Cámara Arbitral de Bahía Blanca se realizaron los análisis de calidad comercial.
- Posteriormente, las muestras se enviaron a la Chacra Experimental de Barrow donde se realizó la evaluación de la calidad industrial en el Laboratorio de Calidad Industrial de Granos.
- La coordinación general del informe está desde el comienzo del relevamiento a cargo de la Dirección de Calidad Agroalimentaria del SENASA.

En la figura 1 se indican zonas de producción y origen de las muestras analizadas.

Calidad comercial

Los rubros analíticos que determinan la calidad comercial son los responsables de dar valor a la mercadería y fueron determinados en la Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca.

La disposición actualmente vigente para trigo fideo corresponde a la resolución de la ex-Junta Nacional de Granos N.º 31591 del 13 de julio de 1988 (Norma SENASA XXI); en la tabla 1 se observan las tolerancias máximas permitidas en cada rubro.

¹ <https://www.trigoargentino.com.ar>

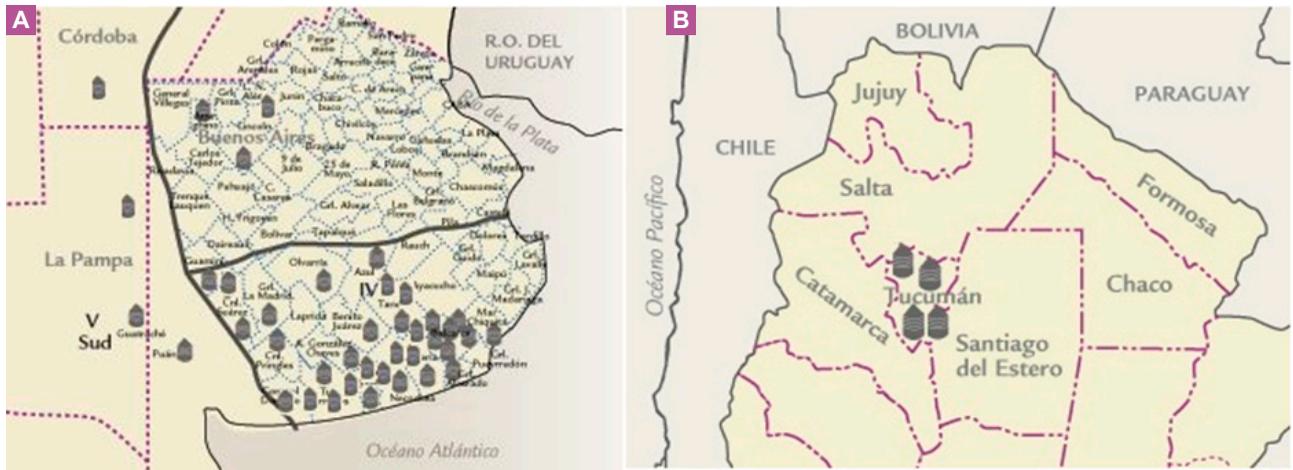


Figura 1. Área de cultivo de trigo candeal. A: Subregiones IV y V. B: Subregión NOA.

Fuente: <https://www.trigoargentino.com.ar/TrigoFideo>

NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACION DE TRIGO FIDEO (Res. ex- SAGyP 1075/94 Norma XXI)

G	Peso	Tolerancia máximas para cada grado						Trébol de color	H	U	Trigo	Vitreosidad
		Materias Extrañas	Granos dañados		Granos Quebrados y/o Chuzos(1)	Granos con carbón	Granos Picados					
Min	Granos ardidos		Total	Dañados por calor				Máx.	semillas c/100 grs.	Máx	Máx	Máx
R	Hectolitrico	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	78	0,75	0,50	1,00	1,50	0,10	0,50	8	14,0	3,00	50	
2	76	1,50	1,00	2,00	3,00	0,20						
3	72	3,00	1,50	3,00	5,00	0,30						
Descuento porcentual a aplicar por c/Kg faltante de P.H. o sobre c/% de excedente		1,0	1,0	1,5	1,0	0,5	5,0	2,0	2% de merma y gastos de zarandeo	Merma por tabla y gastos de secado	0,5	Ver recuadro aparte

VITREOSIDAD (2)	
BONIFICACION	REBAJA
51 a 55 %	0,50%
56 a 60 %	1,00%
61 a 65 %	1,50%
66 a 70 %	2,00%
71 a 75 %	3,00%
76 a 80 %	4,00%
81 a 85 %	5,00%
86 a 90 %	6,00%
91 a 95 %	7,00%
96 a 100 %	8,00%

PROTEINA (2)	
Por valores superiores a 11% se bonificará a 2% por cada % o frac. proporcional.	Por valores inferiores a 10% se rebajará a 2% por cada % o frac. proporcional.

LIBRE DE INSECTOS Y/O ARACNIDOS VIVOS

(1) Son todos aquellos granos o pedazos de granos de trigo fideo que pasen por una zaranda de agujeros acanalados de 1.6 mm de ancho por 9.5 mm de largo, excluidos los granos o pedazos de grano de trigo fideo dañado.

(2) Bonificaciones y rebajas sobre el precio del grado 2

ARBITRAJES ESTABLECIDOS DESCUENTOS SOBRE EL PRECIO (SEGÚN INTENSIDAD).

Punta Negra por carbón desde 1% a 4%.
 Revocado en tierra desde 0,5% a 2%.
 Olores comercialmente objetables desde 0.5 % a 2%

FUENTE: 2019 – TRIGO ARGENTINO – INFORME INSTITUCIONAL DE LA CALIDAD

Tabla 1. Estándar oficial para la comercialización de trigo fideo en Argentina.

Rubros de graduación

Peso hectolítrico (Resolución SAGPyA 1262/04)

Se define como el peso de un volumen de 100 litros de trigo tal cual, expresado en kg/hl. Se determina mediante el uso de una balanza Schopper.

Materias extrañas (Resolución SAGPyA 1262/04)

Son aquellos granos o pedazos de granos que no son de trigo pan y toda otra materia inerte.

Granos dañados (Resolución SAGPyA 1262/04)

Son aquellos granos o pedazos de granos que presentan una alteración sustancial en su constitución. Se consideran como tales a los ardidados y/o dañados por calor, granos verdes, helados, brotados, calcinados, roídos por isoca y roídos en su germen.

Granos con carbón (Resolución SAGPyA 1262/04)

Son aquellos transformados en una masa pulverulenta de color negra a causa del ataque del hongo *Tilletia spp.* Su aspecto exterior es redondeado y de un color grisáceo.

Granos quebrados y/o chuzos (Resolución SAGPyA 1262/04)

Son aquellos granos o pedazos de granos (no dañados) de trigo pan que pasan por una zaranda con agujeros acanalados de 9,5 x 1,6 mm.

Rubros de condición

Humedad (IRAM* 15850 Parte 1)

Se realiza una molienda previa, se seca a una temperatura de 130° + 3 °C a presión normal, con estufa de circulación forzada de aire durante una hora.

Semillas de Trigo pan, trébol de olor, granos picados

En cada caso poseen un máximo tolerado.

Insectos vivos

La presencia de un solo insecto vivo es motivo de rechazo de la mercadería.

Revolcados en tierra

Todo lote que presente una elevada proporción de granos que llevan tierra adherida en la mayor parte de su superficie.

Olores comercialmente objetables

Son aquellos que por su intensidad y persistencia afectan la normal utilización del grano.

Proteína

Se determina por métodos rápidos basados en la reflectancia y transmitancia NIRT DS 2500 (FOSS, Hillerod, Dinamarca).

Vitreosidad (Norma XXI de la Resolución ex-SAGPyA N.º 1075/94)

Se define como el porcentaje en peso de los granos vítreos presentes, entendiéndose como tales a los granos totalmente translucidos que no presenten puntos, áreas o manchas opacas debido a endosperma almidonoso o fenómeno de opacidad por causa de lavado.

Los parámetros de vitreosidad y proteína se liquidan de acuerdo a escalas que prevén bonificaciones y rebajas a partir de un valor o franja de indiferencia. En el caso de la vitreosidad este valor es de 50% y la bonificación máxima llega al 8% para vitreosidades entre 96 y 100%. En tanto que la máxima rebaja alcanza 19% para vitreosidades entre 0 y 5%. En cuanto a la proteína la franja de indiferencia se ubica entre 10 y 11%. Las bonificaciones por encima de 11% y las rebajas por debajo de 10%, se calculan a razón de 2% por cada por ciento o fracción proporcional.

Calidad industrial

La calidad industrial fue evaluada en el Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de la Chacra Experimental Integrada Barrow, único laboratorio del país que cuenta con equipamiento y metodología apropiada para ese fin. La metodología utilizada sobre las muestras de trigo fue:

- Molienda

Se acondiciona un kilo de muestra a 15,8% humedad durante 20 h. La molienda se realiza en un molino experimental, Bühler 202 D. Se informa el rendimiento de sémola limpia. (Granulometría entre 125-355 micrones).

- Falling Number (Método de Harberg - Perten - AACC N° 56-81-IRAM* 15862)

Para conocer la actividad enzimática se utiliza el Falling Number midiendo el tiempo de caída en segundos. Se determina sobre 7 g de harina.

- Gluten (IRAM* 15864 Parte 2)

El gluten es una sustancia gomosa de color blanco amarillento que se obtiene lavando la masa mediante una corriente de solución salina para eliminar el almidón y las proteínas solubles (albúminas y globulinas), quedando las proteínas insolubles (gliadinas y gluteninas) que constituyen el gluten húmedo y seco. El resultado se expresa en por ciento. Se determina mediante el equipo Glutomatic.

- Gluten Índice (GI): Norma ICC N.º 155

Luego de realizar el ensayo de gluten húmedo, la fuerza centrífuga fuerza el paso del gluten a través de un tamiz especial. La cantidad de gluten que atraviesa el tamiz es un indicador de las características del gluten.

- Color b*

Se mide color en la sémola mediante Minolta Chromameter CR 310. Método triestímulo, notación Hunter Lab* .L* (luminosidad), a* (rojo) y b* (amarillo).

- Farinograma

Se utiliza Farinógrafo de Brabender de acuerdo a la adaptación de la técnica de Irvine *et al.* (1961) con un porcentaje de absorción de agua constante (45%), tiempo de amasado fijo (8 minutos) y amasadora de 50 g. Se calcula: NE: nivel de energía y AFLO: aflojamiento. Esta determinación se utiliza para evaluar los programas de mejoramiento de candeal (Molfese *et al.*, 2017; Molfese y Astiz, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra la evolución a nivel nacional de la superficie sembrada, producción y rendimiento del trigo candeal durante los últimos 5 años.

El análisis de los datos muestra una disminución sostenida en el tiempo en la superficie sembrada y en la producción. En la campaña 2018/19 se logró el mayor rendimiento promedio por hectárea del quinquenio a nivel país, lo cual contribuyó a mitigar en parte la caída en la superficie sembrada.

Al examinar la participación de cada provincia en el total nacional se observa la prevalencia de Buenos Aires en todas las campañas (tabla 3). Un informe realizado por Lezcano en 2019 menciona que en esa provincia la mayor producción se da en los partidos de Coronel Dorrego, Coronel Pringles

y Olavarría, con el 33,1%, 15,5% y 10,4%, respectivamente. También describe la situación en otras provincias observándose en San Luis un crecimiento continuo del cultivo, especialmente en el departamento de Ayacucho. Mientras que en Tucumán se registró en las últimas campañas una disminución interanual de la producción en todos los departamentos: Burruyacú, Cruz Alta, La Cocha, Leales y Graneros, con participaciones similares entre ellos.

Calidad comercial

En la tabla 4 se indican los valores mínimos, máximos, promedio, el desvío estándar y el coeficiente de variación en los distintos rubros que definen la calidad comercial del trigo sobre todas las muestras analizadas. El número de estas cambió en función de la producción anual, asociada fundamentalmente a las condiciones climáticas y también al compromiso asumido por los diferentes actores en la recolección de las muestras.

En el período considerado no se evidenciaron problemas en la comercialización para los rubros peso hectolítrico, materias extrañas, granos quebrados y chuzos y proteína.

En cambio se registraron bajos niveles de vitreosidad (en general por granos lavados) y presencia de granos de trigo pan (cuya tolerancia máxima según el estándar es de 3%).

Los granos lavados son aquellos cuya vitreosidad disminuye por una lluvia previa a la cosecha, condición que ocurre con bastante frecuencia y cuyo mayor efecto se ve sobre el peso hectolítrico, ya que absorbe agua, se hincha y al secarse no recobra su tamaño original. Las fracturas internas que se producen reducen la densidad del grano y

Campaña	Sup. sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento kg.ha ⁻¹
2014/15	79.965	213.347	2.880
2015/16	74.640	256.276	3.446
2016/17	64.538	162.426	2.585
2017/18	62.098	181.718	3.005
2018/19	46.995	148.410	3.623

Tabla 2. Promedio nacional de la superficie sembrada (ha), producción (t) y rendimiento (kg.ha⁻¹) en las campañas 2014/15 al 2018/19.

Fuente: SIIA, Estimaciones Agrícolas, Marzo 2019.

Campaña	Sup. sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento kg.ha ⁻¹
2014/15	79.965	213.347	2.880
2015/16	74.640	256.276	3.446
2016/17	64.538	162.426	2.585
2017/18	62.098	181.718	3.005
2018/19	46.995	148.410	3.623

Tabla 3. Producción nacional (t) de trigo candeal y participación (%) por provincia (período 2014-2018).

Fuente: <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/estimaciones-agricolas>

Campaña	Total Muestras	Rubros analíticos	Mínimo	Máximo	Promedio	Desvío estándar	Coefficiente variación
		Peso Hectolítrico (kg/hl)	67,8	84,15	78,29	3,86	4,92
		Total Dañados (%)	0	2,8	0,59	0,56	94,23
		Materias Extrañas (%)	0,14	2,4	0,73	0,54	73,89
2014/2015	42	Granos Quebrados y/o Chuzos (%)	0,18	1,92	0,67	0,45	66,75
		Vitreosidad (%)	2	97	37	24	66
		Trigo pan (%)	0,44	11,76	4,25	2,89	67,97
		Proteína (s/b 13,5 % H°) (%)	9,2	13,5	11,6	1,1	9,14
		Peso Hectolítrico (kg/hl)	71,4	84,15	79,9	2,39	2,99
		Total Dañados (%)	0	14,82	1,52	3,42	224,34
		Materias Extrañas (%)	0,18	2,24	0,64	0,52	80,93
2015/2016	31	Granos Quebrados y/o Chuzos (%)	0,06	1,1	0,39	0,27	68,7
		Vitreosidad (%)	2	81	37	22	60
		Trigo pan (%)	0,18	13,92	2,64	2,54	96,3
		Proteína (s/b 13,5 % H°) (%)	8,8	13,1	10,93	0,96	8,77
		Peso Hectolítrico (kg/hl)	75,2	85,05	80,67	2,33	2,89
		Total Dañados (%)	0	1,04	0,18	0,23	127,60
		Materias Extrañas (%)	0,06	3,48	0,63	0,72	114,50
2016/2017	50	Granos Quebrados y/o Chuzos (%)	0,14	8,84	0,82	1,28	150,60
		Vitreosidad (%)	6	86	52	22	43
		Trigo pan (%)	0,64	14,46	3,51	2,69	76,70
		Proteína (s/b 13,5 % H°) (%)	9,3	14,3	11,90	1,3?	10,70
		Peso Hectolítrico (kg/hl)	74,1	83,05	80,85	2,01	2,49
		Total Dañados (%)	0,08	1,8	0,51	0,39	77,73
		Materias Extrañas (%)	0,2	1,72	0,65	0,38	57,95
2017/2018	26	Granos Quebrados y/o Chuzos (%)	0,06	1,18	0,29	0,23	89,94
		Vitreosidad (%)	19	81	51	18	35
		Trigo pan (%)	1	5,62	2,77	1,27	45,78
		Proteína (s/b 13,5 % H°) (%)	10,1	13	11,6	0,7	5,74
		Peso Hectolítrico (kg/hl)	74,1	80,35	76,85	1,43	1,86
		Total Dañados (%)	0,08	34,76	3,86	7,84	246,13
		Materias Extrañas (%)	0,1	3,56	0,58	0,72	123,79
2018/2019	22	Granos Quebrados y/o Chuzos (%)	0,18	2,1	0,66	0,43	66,06
		Vitreosidad (%)	3	66	22	15	69
		Trigo pan (%)	1,34	10,44	4,19	2,59	61,81
		Proteína (s/b 13,5 % H°) (%)	9,5	13,6	12,1	1,03	8,57

Tabla 4. Calidad comercial: valores, mínimos, máximos, promedio, desvío estándar y coeficiente de variación para el trigo candeal en el período 2014/15 al 2018/19.

Fuente: <https://www.trigoargentino.com.ar/TrigoFideo>

Campaña	Total Muestras	Análisis sémola	Mínimo	Máximo	Promedio	Desvío estándar	Coefficiente variación
		Falling Number (seg.)	431	683	514	60	12
		Color(B)	17,7	24,1	20,9	1,7	8,02
		Gluten Húmedo (%)	23	34,7	29,2	2,8	9,6
2014/2015	42	Gluten Index	4	86	54	20	37,37
	FARINOGRAMA	Nivel de Energía	22,6	37,2	27,3	3,1	11,44
		Aflocamiento (%)	23	38	29	3	11,81
		Falling Number (seg.)	216	610	450	60	12
		Color(B)	18,9	24	21,2	1,7	8,02
		Gluten Húmedo (%)	24,2	29,3	26,6	2,8	9,6
2015/2016	31	Gluten Index	49	94	73	20	37,37
	FARINOGRAMA	Nivel de Energía	26,2	34,1	28,8	3,1	11,44
		Aflocamiento (%)	23	32	27	3	11,81
		Falling Number (seg.)	382	620	497	51	10
		Color(B)	16,6	24,6	21,0	1,7	8
		Gluten Húmedo (%)	20,3	36,5	29,4	45	15,3
2016/2017	50	Gluten Index	24	97	68	18	27
	FARINOGRAMA	Nivel de Energía	21,6	37,5	27,4	3,2	11,7
		Aflocamiento (%)	17	42	31	5	15
		Falling Number (seg.)	413	491	450	19	4,13
		Color(B)	18,2	23,7	20,7	1,4	6,79
		Gluten Húmedo (%)	24,5	33,5	28,2	2,36	8,37
2017/2018	26	Gluten Index	15	93	59	18	30,6
	FARINOGRAMA	Nivel de Energía	22,3	31,4	27,1	2,6	9,61
		Aflocamiento (%)	27	38	32	3	9,25
		Falling Number (seg.)	99	442	332	101	30,35
		Color(B)	17,4	24,6	19,6	1,9	9,91
		Gluten Húmedo (%)	26	34,8	30,2	2,8	9,14
2018/2019	22	Gluten Index	4	97	57	27	47,55
	FARINOGRAMA	Nivel de Energía	25	36,8	31,2	2,9	9,21
		Aflocamiento (%)	24	41	33	5	14,6

Tabla 5. Calidad industrial: valores, mínimos, máximos, promedio, desvío estándar y coeficiente de variación para el trigo candeal en el período 2014/15 al 2018/19.

Fuente: <https://www.trigoargentino.com.ar/TrigoFideo>

el peso hectolítrico (3-4 kg/hl), con la consecuente caída del rendimiento semolero (2%) (Sieber *et al.*, 2015).

En la campaña 2018/19 el 95% de las muestras recibidas estuvo fuera de estándar debido a la presencia de granos con fusarium (calcinados) y granos brotados. Estos defectos se contabilizan en el rubro Total dañados donde el límite máximo es 3%. De acuerdo al informe (informe_anual_fusarium_2018_inta) realizado por técnicos de INTA la campaña 2018/19 se caracterizó por niveles moderados a altos de ataque de fusarium en la zona triguera iv (Olavarría, Azúl, Tandil, Coronel Suarez, Tres Arroyos y otros) y en el sector sur de la subregión II sur (9 de Julio, Bolívar, Pehuajó y otros). Los eventos infectivos ocurrieron coincidentemente con el período de susceptibilidad del cultivo (inicio-fin de floración), según lo indicado por el sistema de alerta de Fusariosis Espiga Trigo (FET) de la Estación Experimental Castelar en un reporte del 21/11/2018.

Los granos brotados aparecen cuando se dan condiciones de humedad y temperatura adecuadas próximas a la recolección de trigo. El brotado/germinación se produce como resultado de la ruptura de la dormición en el grano, aumentando la actividad de enzimas alfa-amilasas y proteasas en el grano. El tiempo de dormición del grano, y en contraposición, la tendencia al brotado son caracteres genéticos altamente influenciados por el ambiente (Donaire *et al.*, 2016).

En la tabla 5 se muestran los valores mínimos, máximos, promedio, el desvío estándar y el coeficiente de variación de las características industriales de las sémolas, en las últimas cinco campañas analizadas.

Para este informe se tomaron aquellos atributos que son los requeridos para la fabricación de pasta de buena calidad.

Las propiedades de calidad de la pasta están relacionadas principalmente con un alto contenido de proteína en grano y con la calidad de la proteína que forma gluten. Estos rasgos junto con la vitreosidad y el color amarillo de la sémola son de gran importancia para la calidad del trigo duro (Subira *et al.*, 2014).

Se destacan en la última campaña los valores de Falling Number por debajo de 400 segundos, con un valor mínimo de 99, lo cual indica que el grano estaba totalmente germinado. Este análisis confirma la alta actividad amilásica, debido a la presencia de granos brotados que se detectaron en el análisis comercial (tabla 4).

El color amarillo de las sémolas es un carácter genético de alta heredabilidad y está dentro de los valores esperados de acuerdo con las variedades que existen en el mercado argentino actual (Molfese *et al.*, 2016).

Puede observarse que a pesar del ataque de fusarium que tuvo el cultivo en la última campaña, la cantidad de gluten, proteína y demás parámetros industriales no se resintieron.

Zona de producción y ambiente

El área de cultivo del trigo candeal incluye a las subregiones trigueras iv y v sur y la subregión NOA, las cuales tienen características agroecológicas diferenciales (Zarrilli, 2010).

Dentro de la subregión iv se tienen suelos heterogéneos, en algunos casos con presencia de tosca entre los 50 y 100 cm. La región presenta un régimen hídrico subhúmedo-semiárido con una precipitación media anual de 750 a 600 mm, con rendimientos variables. Esta región presenta lluvias fuertes antes o durante el período de cosecha, lo cual puede afectar la calidad de los granos por lavado provocando frecuentes variaciones en la calidad del trigo cultivado. Esta zona es triguera por excelencia y se destaca por su productividad, estabilidad en el rendimiento y la calidad industrial de los granos que se obtienen.

La región v Sur posee características secas y frías, variando la precipitación media de noroeste a sudoeste, con 750 y 550 mm. Se caracteriza por presentar una importante variabilidad climática debido a la irregular distribución de las lluvias, las temperaturas extremas y los fuertes vientos, que, dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo en que ocurren, puede afectar la producción tanto en calidad como en cantidad.

En la región NOA existen algunas limitaciones en el cultivo debido a sequías que ocurren durante el invierno o bien a las temperaturas extremas durante el desarrollo de este. Eventualmente se produce brotado de los granos.

En la provincia de Tucumán se reconocen básicamente dos zonas trigueras:

- i) Área pedemontana con condiciones subhúmedas a húmedas, con menor riesgo de heladas. Esta zona tiene como límite oeste la cadena del aconquija y como límite este la isohieta de 700 mm.
- ii) Área de la llanura Chaco Pampeana subhúmeda a semiárida, desde la isohieta de los 700 mm hasta los límites con la provincia de Santiago del Estero. Aquí es mayor el riesgo de heladas y menor la disponibilidad hídrica (Martín, 2004).

Análisis de la calidad por zona de producción

Otra manera de abordar el estudio de la calidad comercial e industrial de la producción nacional de trigo durum es analizando cada una de las subregiones en las campañas consideradas (tabla 6 y 7).

En las tres regiones se observa la posibilidad de obtener trigos con buena calidad comercial e industrial.

Los productores que se dedican al cultivo de este trigo están bien informados, tecnificados y conocen los cuidados necesarios para obtener mercadería que no sea de rechazo ya que están acostumbrados a trabajar bajo contrato.

Solo las condiciones climáticas pueden modificar lo planteado, tal como ocurrió en la región del NOA, en la campaña 2018/19. De acuerdo a fuentes privadas (Complejo San Salvador, Tucumán, 2019, comunicación personal) al momento de la siembra no se disponía de un buen perfil de humedad y varios productores no sembraron candeal. Durante el período de desarrollo del cultivo especialmente en el mes de julio ocurrieron heladas intensas y de duración prolongada. Iniciada la cosecha en octubre, esta comenzó sin lluvias con

Campaña	Subregión	Peso Hectolítico (kg/l)	Granos dañados							Total Dañados (%)	Materias extrañas (%)	Granos quebrados y/o chuzos	Vitreosidad (%)	Trigo pan
			Verdes	Helados	Brotados	Roidos por isoca	Germen roído	Fusarium	Ardidos					
2014/15	IV	78,13	0,01	0,00	0,18	0,06	0,15	0,23	0,00	0,64	0,82	0,72	35	4,16
	V Sud	77,19	0,01	0,00	0,03	0,07	0,15	0,05	0,00	0,31	0,63	0,49	33	3,86
	NOA	81,43	0,00	0,00	0,17	0,12	0,39	0,02	0,00	0,70	0,19	0,55	54	5,56
2015/16	IV	79,84	0,00	0,00	1,28	0,06	0,54	0,05	0,00	1,93	0,64	0,43	37	2,42
	V Sud	79,59	0,00	0,00	0,02	0,00	0,46	0,03	0,00	0,51	0,86	0,25	34	2,06
	NOA	80,59	0,00	0,00	0,12	0,03	0,03	0,00	0,00	0,18	0,41	0,30	40	4,51
2016/17	IV	80,06	0,00	0,00	0,01	0,01	0,07	0,04	0,00	0,14	0,69	0,92	53	3,88
	V Sud	79,46	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,01	0,00	0,20	0,84	0,86	41	3,80
	NOA	83,82	0,02	0,00	0,19	0,00	0,11	0,01	0,00	0,33	0,24	0,42	54	1,89
2017/18	IV	81,17	0,00	0,11	0,03	0,02	0,14	0,16	0,00	0,44	0,63	0,26	49	2,82
	V Sud	78,42	0,02	0,57	0,00	0,03	0,07	0,30	0,00	0,99	0,79	0,53	64	2,35
	NOA													
2018/19	IV	76,47	0,00	0,00	0,12	0,06	0,13	0,76	0,00	1,07	0,71	0,47	14	4,37
	V Sud	77,45	0,00	0,00	0,00	0,09	0,23	0,00	0,00	0,31	0,72	1,11	28	4,31
	NOA	77,23	0,00	0,00	11,73	0,09	0,00	0,00	0,00	11,82	0,23	0,73	34	3,75

Tabla 6. Calidad comercial del trigo candeal por subregión y por año (2014/2018).

Fuente: <https://www.trigoargentino.com.ar/TrigoFideo>

Campaña	Subregión	Proteína (s/b 13,5 % H ^o) (%)	Falling Number (seg)	Color (b)	Gluten Húmedo (%)	Gluten Index	Farinograma Nivel Energía	Farinograma Aflojamiento (%)
2014/15	IV	11,58	513	20,6	29,6	50	27,5	30
	V Sud	11,01	500	21,3	26,4	68	26,0	27
	NOA	12,50	547	22,1	31,1	55	28,3	29
2015/16	IV	11,00	428	21,5	26,9	73	29,2	27
	V Sud	10,50	454	21,2	26,7	68	28,4	28
	NOA	10,40	572	19,5	24,7	78	27,2	26
2016/17	IV	12,31	508	21,0	31,1	62	27,5	32
	V Sud	11,00	523	21,7	26,9	67	24,5	31
	NOA	10,94	437	20,7	24,5	89	28,7	27
2017/18	IV	11,60	448	20,5	28,4	58	27,4	33
	V Sud	11,30	460	22,1	27,3	65	24,5	32
	NOA							
2018/19	IV	11,92	370	19,0	31,0	41	30,8	36
	V Sud	10,98	428	21,4	29,1	57	28,9	31,5
	NOA	13,07	193	19,6	29,2	89	33,4	30

Tabla 7. Calidad industrial del trigo candeal por subregión y año (2014/2018).

Fuente: <https://www.trigoargentino.com.ar/TrigoFideo>

lo que los bajos rindes que se presentaban aparecían con buena calidad. Se produjo entonces un desmejoramiento de las condiciones climáticas con un período de lluvias de bajo milímetro, pero continuas en 8 a 12 días aproximadamente. Estas lluvias generaron alta presencia de granos brotados entre 40 a 80% y rindes menores a 1000 kg.ha⁻¹.

En la IV y V Sud en la campaña se registraron algunos eventos de heladas tardías y tormentas con granizo en las distintas áreas que hizo que disminuyera el peso de los granos y la vitreosidad.

Los aspectos de calidad industrial por zona se ven en la tabla 7. Los resultados mostraron que en condiciones de cultivo a campo los trigos tuvieron adecuado Falling Number, excepto en el NOA en la última campaña, cuestión ya desarrollada y por consecuencia de los granos brotados.

El gluten index y el color son factores cualitativos importantes que hacen a la calidad tecnológica del trigo candeal. La fuerza del gluten medida por el gluten index tiene alta heredabilidad. La calidad del gluten mostró valores entre 50 y 90. Se considera un valor óptimo para los trigos un gluten index GI > 70% (Cubadda *et al.*, 1991).

La fuerza de la masa (nivel de energía y aflojamiento) presentó niveles aceptables y buena característica para

cumplir con los requisitos de las industrias fideeras (Molfese y Astiz, 2018).

De las 14 campañas analizadas en 9 (que representó un 64%) se detectó presencia de granos de trigo pan por encima de los límites que indica el estándar (tabla 1).

Para conocer la calidad de los trigos producidos en los ambientes acotados y definidos como subregiones IV, V Sud y NOA se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre algunas de las variables más representativas: Peso Hectolítico= peso hectolítrito (kg/hl), PROT= porcentaje de proteína (%), FN= Falling Number (segundos), VITREOSIDAD= granos vitreos (%) Total Dañados: granos dañados (%) COLOR b= valor b, GH= gluten húmedo (%), GI= Índice de gluten.

La figura 2 muestra la representación entre ambientes y características de calidad como variables, con muy buen % de explicación de la CP 1 (67,0%). El análisis logró separar la subregión NOA de las subregiones IV y V Sud.

Se observó que las variables Peso Hectolítico y Total dañados estuvieron muy relacionadas entre sí y asociadas con la zona definida como NOA. El % de Total dañados se vincula con la presencia de granos brotados en la última campaña (tabla 7).

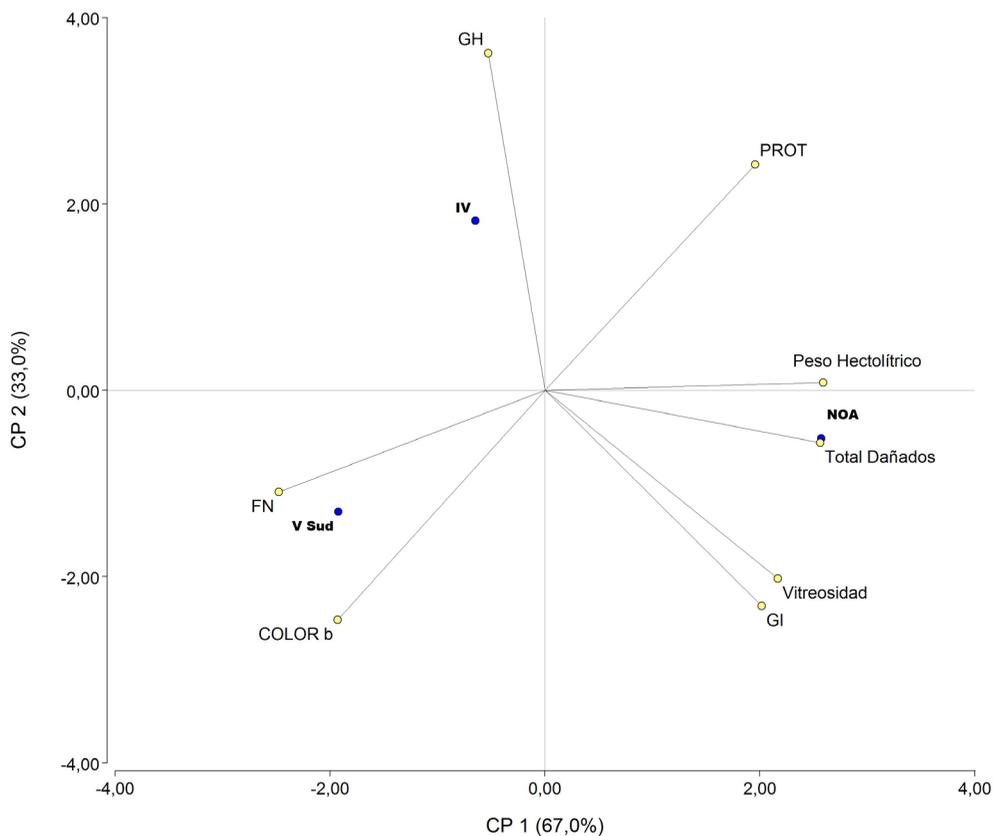


Figura 2. Análisis de componentes principales por ambiente (IV, V Sud y NOA): Peso Hectolítico= peso hectolítrito (kg/hl), PROT= porcentaje de proteína (%), FN= Falling Number (segundos), VITREOSIDAD= granos vitreos (%) Total Dañados: granos dañados (%) COLOR= valor b, GH= gluten húmedo (%), GI= Índice de gluten.

Los parámetros color b y FN presentaron alta asociación con la zona v Sud. Este ambiente es típicamente semiárido, lo cual favorece la baja actividad enzimática por falta de lluvia. En un estudio realizado por Miravalles *et al.* (2017) se evaluó la interacción genotipo ambiente en la expresión del color, observándose mayores disminuciones en los niveles de color en aquellas situaciones donde imperaban condiciones favorables para el logro de alto peso de mil granos. De esta manera, en la región v Sud, aumentaría la probabilidad de obtener sémolas más amarillas.

El parámetro proteína no tuvo una buena performance en la región v Sud, pudiéndose asociar a suelos con características más limitantes y pobres fertilizaciones.

Se observa entre GI y GH una correlación negativa. Sissons *et al.* (2012) mencionaron que los mayores contenidos de gluten pueden ablandar las masas, afectando el GI.

La CP2 explica el 33,0% de la variación donde el contenido de GH se asoció positivamente con la zona IV.

CONCLUSIONES

La producción de trigo candeal en Argentina presenta oscilaciones entre años, asociadas fundamentalmente a las condiciones climáticas y de manejo.

Los puntos para mejorar se basan en el porcentaje de vitreosidad y presencia de granos de trigo pan. Para lograr granos vitreos además de realizar fertilizaciones fraccionadas y ajustadas a las necesidades y potencial del cultivo es muy importante efectuar la cosecha a tiempo, evitando las lluvias que producen granos lavados y que después son materia de controversia al momento de evaluar la vitreosidad.

Para evitar la presencia de granos de trigo pan se debe considerar la inclusión del cultivo dentro de rotaciones que contemplen el uso de lotes que no tengan como antecesor al trigo pan, utilizar semilla original y cuidar la limpieza de los elementos para utilizar en la cosecha.

La calidad industrial en cuanto a cantidad y fuerza del gluten cumple con lo solicitado por el mercado interno.

El análisis por zona de cultivo mostró alguna debilidad en la zona NOA debido a las condiciones ambientales que podrían ser limitantes algunos años. Sin embargo, con un manejo adecuado se logran trigos y sémolas aptas para ser utilizadas y avalan la posible expansión del cultivo.

Las estadísticas del sector de elaboración de pastas estiman que la producción anual de pastas secas muestra un sostenido crecimiento desde el 2013 hasta la fecha. Además, la capacidad anual de molienda de este cultivo supera las 400.000 t (UIFRA, 2017), mucho más que lo producido en el último quinquenio.

El grano es casi totalmente consumido en el mercado interno por las empresas molineras y fábricas elaboradoras de pasta seca, con alguna pequeña exportación de sémolas o fideos secos.

Estos datos demuestran que Argentina tiene un gran potencial para aumentar la producción de materia prima

de calidad considerando la tendencia de crecimiento en el consumo interno y también es factible que pueda satisfacer los requerimientos de mercados internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- AETC, 2018. Asociación Española de Técnicos Cerealeros. (Disponible: www.aetc.es verificado: septiembre de 2019).
- CGC, 2018. Canadian Grain Commission: Wheat: Classes and varieties. (Disponible: <https://www.grainscanada.gc.ca/en/> verificado: septiembre de 2019).
- CUBADDA, R.; CARCEA, M.; PASQUI, L.A.; PERTEN, H. 1991. Metodo rapido di valutazione della qualità del glutine delle semole e del grano duro. *Chimica dei Cereali. Tecnica molitoria*: 861-874.
- DONAIRE, G.; BAINOTTI, C.; REARTES, F.; SALINES, J.; FRASCHINA, J.; ALBERIONE, E.; GÓMEZ, D.; CONDE, B.; BAGÜES, G.; CRAVERO, G. 2016. Caracterización de cultivares de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) para la resistencia al brotado de grano de la espiga. VIII Congreso Nacional de Trigo. Pergamino, Buenos aires.
- FERNÁNDEZ, M.A. 2008. La estabilidad del rendimiento de trigo candeal (*Triticum durum* Desf.) en la región de las planicies con tosca de la provincia de La Pampa. *Rev. Fac. Agronomía UNLPam* – Vol. 9, 6300, Santa Rosa – Argentina.
- FRANCEAGRIMER, 2018. Qualité des blés durs français. Récolte. (Disponible: <https://www.franceagrimer.fr> verificado: septiembre de 2019).
- FUSARIOSIS DE LA ESPIGA DE TRIGO. Análisis de las condiciones meteorológicas campaña 2018/19. (Disponible: https://inta.gov.ar/sites/default/files/informe_anual_fusarium_2018_inta_0.pdf verificado: septiembre de 2019).
- GOMEZ, P.; RONCALLO, P.; AKKIRAJU, P.C.; WINZER, N.; MIRANDA, R.; CERVIGNI, G.; ECHENIQUE, V.; JENSEN, C.; WEHRHAHNE, L.; BARIFFI, J.; CARRERA, A. 2008. Análisis multambiental de trigo candeal en rils y variedades comerciales. VII Congreso Nacional de Trigo. v Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Primaveral. I Encuentro del Mercosur.
- INASE (INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS). 2019. Catálogo Nacional de Cultivares.
- IRVINE, G.; BRADLEY, J.; MARTIN, G. 1961. A Farinograph technique for macaroni doughs. *Cereal Chem*, Vol 38 (2). 153-164 pp.
- KEZIH, R.; BEKHOUCHE, F.; MERAZKA, A. 2014. Some traditional Algerian products from durum wheat. *African Journal of Food Science*. Vol. 8(1). 30-34 pp.
- LARSEN, A.; JENSEN, C.; SEGHEZZO, M.L. 2014. Rendimiento y calidad de trigo candeal (*triticum turgidum* ssp. Durum) en el sur bonaerense. *Journal of Basic & Applied Genetics*, Volumen 25, Issue 1, Supp. 186 p.
- LEZCANO, E. 2019. Cadena de las pastas alimenticias. Informe Secretaría Agroindustria.
- MARTIN, G. 2004. Producción de Cereales para el NOA. 98 p. (Disponible: <https://studylib.es/doc/5198725/produccion-de-cereales-para-el-noa> verificado: septiembre de 2019).
- MOLFESE, E.R.; SEGHEZZO, M.L.; LERNER, S.; PONZIO, N.; ZAMOA, M.; COGLIATTI, D.; ROGERS, J. 2001. Efecto del genotipo, el ambiente y la fertilización sobre el contenido de pigmento en *Triticum urgidum* L. var. *Durum*. *Actas Congreso Nacional de Trigo*, Carlos Paz. Argentina.
- MIRAVALLS, M.; MOLFESE, E.; SEGHEZZO, M.L.; JENSEN, C. 2017. Interacción genotipo-ambiente para el color de la sémola en el trigo candeal (*triticum durum* Desf.). *Actas III Workshop Internacional ecofisiología de cultivos*. Mar del Plata.

- MOLFESE, E.R.; ASTIZ, V.; LARSEN, A.; JENSEN, C.; SEGHEZZO, M.L. 2016. Evaluación de la calidad de variedades comerciales de trigo candeal (*Triticum turgidum* ssp. *Durum*) de Argentina. VIII Congreso Nacional de Trigo. Pergamino, Buenos Aires.
- MOLFESE, E.R.; ASTIZ, V.; SEGHEZZO, M.L. 2017. Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) en los programas de mejoramiento de Argentina. RIA 43 N.º 3.
- MOLFESE, E.R.; ASTIZ, V. 2018. *Triticum durum*: application of an index to predict quality in argentinian wheat. Actas Latinoamerican Conference Cereal. México.
- NORMAS IRAM. <http://www.iram.org.ar/> (verificado: septiembre de 2019).
- PADALINO, L.; MASTROMATTEO, M.; LECCE, L.; SPINELLI, S.; CONTO, F.; DEL NOBILE, M.A. 2014. Efect of durum wheat cultivars on physico-chemical and sensory properties of spaghetti. JSFA 94:2196-2204.
- ROMANI, M.; MOLFESE, E., ASTIZ, A.; BAINOTTI, C.; LARSEN, A. 2019. Ensayo comparativo de rendimiento de trigo pan y trigo candeal bajo riego. (Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/ensayo-comparativo-de-rendimiento-de-trigo-pan-y-trigo-candeal-bajo-riego> verificado: septiembre de 2019).
- RONCALLO, P.; GARBUS, I.; PICCA, A.; ECHENIQUE, V.; CARRERA, A.; CERVIGNI, G.; MIRANDA, R. 2009. Análisis de las bases genéticas del color en trigo candeal. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, Vol. 108 (1): 9-23.
- SENASA. Norma XXI. Estándar oficial para la comercialización de trigo fideo. (Disponible: <https://www.argentina.gov.ar/senasa> verificado: septiembre de 2019).
- SEGHEZZO, M.L. 2015. DURUM. Chemistry and technology. Chapter 14. 6-7 pp.
- SIIA. 2019. Estimaciones Agrícolas.
- SIEBER, A.; WÜRSCHUM, T.; FRIEDRICH, C.; LONGIN, H. 2015. Vitreosity its stability and relationship to protein content in durum wheat. Journal of Cereal Science 61. 71-77 pp.
- SISSONS, M.; ABECASSIS, J.; MARCHYLO, B., CARCEA, M. 2012. Durum wheat: Chemistry and technology, 2nd edition. AACC.
- SUBIRA, J.; PEÑA, R.J.; ÁLVARO, A.; AMMAR, K.R.A; ROYO, C. 2014. Breeding progress in the pasta-making quality of durum wheat cultivars released in Italy and Spain during the 20th Century. Crop and Pasture Science 65, 16-26.
- TRIGO ARGENTINO. Informe sobre calidad. (Disponible: <https://www.trigoargentino.com.ar> verificado: septiembre de 2019).
- UIFRA (Unión De Industriales Fideeros De La República Argentina). 2017, 2018, 2019. Reporte anual de la Industria Fideera Argentina. Pastas Secas. Estadísticas Sectoriales- (Disponible: <https://uifra.org.ar/> verificado: septiembre de 2019).
- U.S. 2018. WheatAssociates. (Disponible: <http://www.uswheat.org/es> verificado: septiembre de 2019).
- ZARRILLI, A.G. 2010. Ecología, capitalismo y desarrollo agrario en la región Pampeana (1890-1950). Un enfoque histórico-ecológico de la cuestión agraria. (Disponible: www.eumed.net/tesis/2010/agz/ verificado: septiembre de 2019).