

Manual del Cultivo del Trigo



Instituto Internacional de Nutrición de Plantas
Programa Latinoamérica Cono Sur
<http://lacs.ipni.net>

Manual del cultivo de trigo / Bernardette Abadia ... [et al.]; compilado por
Guillermo A. Divito; Fernando Oscar García; editado por Guillermo A. Divito; Fernando Oscar García. -
1a ed. compendiada. - Acassuso: International Plant Nutrition Institute, 2017.
224 p.; 28 x 19 cm.

ISBN 978-987-46277-3-5

1. Agricultura. 2. Cultivo Agrícola. 3. Manuales. I. Abadia, Bernardette II. Divito, Guillermo A., comp. III.
García, Fernando Oscar, comp. IV. Divito, Guillermo A., ed. V. García, Fernando Oscar, ed.
CDD 633

Este libro no podrá ser reproducido, ni total ni parcialmente, sin el previo permiso de los editores.

1ra edición Octubre 2017

Impreso en Argentina

ISBN 978-987-46277-3-5



Presentación

La creciente demanda global de alimentos, forrajes, fibras, biocombustibles y biomateriales genera desafíos, oportunidades y amenazas para los sistemas de producción agrícola. Esta demanda requiere de sistemas que provean productos en cantidad y calidad mejorando la vida de las personas y preservando el ambiente. El crecimiento en producción y productividad registrado en los últimos 50 años ha generado costos y externalidades negativas a nivel económico, social y ambiental. Así, el desafío para la humanidad es reducir el impacto de estos costos y externalidades y evitar que los mismos se amplifiquen y/o que se sumen nuevos a los ya existentes.

En este marco, la expansión de la agricultura hacia áreas aún no explotadas a través de la deforestación e incorporación de ecosistemas más frágiles constituye una severa amenaza a la sostenibilidad de los sistemas, por lo que, entre las alternativas propuestas, impulsar el crecimiento de la productividad en las tierras actualmente en uso ha sido considerada prioritaria. En Argentina, se han estimado brechas entre los rendimientos actuales y los alcanzables en secano del orden del 32%, 41% y 41% para soja, maíz y trigo, respectivamente (ver Capítulo 1 de esta publicación).

El cultivo de trigo ha sido una de las principales producciones agrícolas en los países del Cono Sur de Latinoamérica y actualmente incluye aproximadamente 6 millones de ha en Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay. Su importancia dentro de la economía de estas naciones, su relevante participación como proveedor de alimento para sus poblaciones y, desde el punto de vista agronómico, su rol en las rotaciones de cultivos anuales, han sido destacados y ampliamente discutidos en numerosas publicaciones.

Este manual trata de cubrir los temas más relevantes de la producción, industrialización y comercialización de trigo, con énfasis en los sistemas de la región triguera argentina. A través de catorce capítulos y una serie de anexos se revisan aspectos relacionados al crecimiento y la fenología; la ecofisiología y la generación de rendimiento; las nuevas variedades; la importancia del manejo del cultivo para calidad; la nutrición y las mejores prácticas de manejo de la fertilización; la identificación y manejo de malezas, enfermedades y plagas más relevantes; el manejo de cultivo en distintas regiones; la cosecha y el almacenamiento de granos; la molienda y la panificación; y el mercado actual.

Como editores queremos dejar expreso nuestro más sincero agradecimiento al trabajo, dedicación y paciencia que han demostrado los autores de los distintos capítulos. Estos destacados científicos y profesionales son referentes insoslayables en las distintas temáticas abordadas y es un honor contar con su contribución en este manual.

Guillermo A. Divito
Fernando O. García

EDITORES

Guillermo A. Divito

Ingeniero Agrónomo, Magister Scientiae y Doctor en Ciencias Agrarias. Actualmente se desempeña como asesor privado y Asistente Técnico de la Regional Necochea de Aapresid. Es especialista en manejo de cultivos agrícolas. Ha dirigido y asesorado tesis de grado y posgrado. Ha publicado trabajos en revistas científicas nacionales e internacionales con referato y de divulgación.

Fernando O. García

Ingeniero Agrónomo, Magister Scientiae y Ph.D. en Agronomía. Actualmente es Director Regional del International Plant Nutrition Institute (IPNI) Programa Cono Sur de Latinoamérica. Es especialista en fertilidad de suelos y nutrición de cultivos. Ha dirigido y asesorado tesis de grado y posgrado. Ha publicado numerosos trabajos en revistas científicas nacionales e internacionales con referato y de divulgación.

AUTORES

Bernadette Abadía

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
abadia.maria@inta.gov.ar

Pablo E. Abbate

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
abbate.pablo@inta.gov.ar

Cristian Álvarez

INTA Gral. Pico, La Pampa, Argentina.
alvarez.cristian@inta.gov.ar

Fernando Aramburu Merlos

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
aramburumerlos.f@inta.gov.ar

Mirian Barraco

INTA Gral. Villegas, Buenos Aires, Argentina.
barraco.miriam@inta.gov.ar

Ricardo Bartosik

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
bartosik.ricardo@inta.gov.ar

Javier Bujan

Kimei Cereales S.A. y Cámara Arbitral Bolsa de Cereales de Buenos Aires
bujan@kimei.com.ar

Leda E. Campaña

Molino Campodónico, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
laboratorio@molinocampodonico.com.ar

Miguel J. Cardoso

Molino Campodónico, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
laboratorio@molinocampodonico.com.ar

Leandro Cardoso

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
cardoso.marcelo@inta.gov.ar

Dora Carmona

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Buenos Aires, Argentina.
carmona.dora@inta.gov.ar

Marcelo Carmona

Facultad de Agronomía - UBA, Buenos Aires, Argentina
carmonam@agro.uba.ar

Pablo Calviño

Asesor y director técnico. Tandil, Buenos Aires, Argentina.
calvinopabloa@gmail.com

Adrián A. Correndo

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI), Latinoamérica-Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

acorrendo@ipni.net

Diego de la Torre

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

delatorre.diego@inta.gob.ar

Guillermo A. Divito

Asesor Privado. AAPRESID, Asistente Técnico Regional Necochea. Buenos Aires, Argentina.

guillermodivito@yahoo.com.ar

Oswaldo Ernst

EEMAC, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Paysandú, Uruguay.

oernst@fagro.edu.uy

Ariel Jesús Faberi

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-FCA UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

faberi.ariel@inta.gob.ar

Jorge A. Frascina

EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

frascina.jorge@inta.gob.ar

Fernando O. García

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI), Latinoamérica-Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

fgarcia@ipni.net

Lisardo González

Buck Semillas. La Dulce, Buenos Aires, Argentina.

lgonzalez@bucksemillas.com.ar

Esteban Hoffman

EEMAC, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Paysandú, Uruguay.

tato@fagro.edu.uy

María I. Leaden

Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

mileaden@hotmail.com

Gisele Maciel

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

maciel.gisel@inta.gob.ar

Pablo Manetti

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

manetti.pablo@inta.gob.ar

Juan Pablo Monzon

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

monzon.juanpablo@inta.gob.ar

Carla Salvio

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

salvio.carla@inta.gob.ar

Francisco Sautua

Facultad de Agronomía - UBA, Buenos Aires, Argentina

sautuaensayo@gmail.com

Santiago Néstor Tourn

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

tourn.santiago@inta.gob.ar

María Celia Tulli

Unidad Integrada Balcarce. EEA INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

tulli.maria@inta.gob.ar

Índice	Pág.
1. El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo _____	7
Pablo E. Abbate, Miguel J. Cardos y Leda E. Campaña	
Brechas de rendimiento de trigo en Argentina _____	20
Fernando Aramburu Merlos y Juan Pablo Monzon	
2. Como crece y se desarrolla el cultivo de trigo _____	22
Pablo E. Abbate y Guillermo A. Divito	
3. Ecofisiología y manejo del cultivo de trigo _____	33
Pablo E. Abbate	
4. Cambios recientes y venideros en las variedades de mayor difusión en Argentina ____	53
Lisardo González	
5. ¿Por qué es importante la calidad del trigo? _____	57
Jorge A. Fraschina	
6. La nutrición del cultivo de trigo _____	67
Guillermo A. Divito, Adrián A. Correndo y Fernando O. García	
7. Identificación y manejo de malezas _____	85
María I. Leaden	
8. Criterios para el manejo integrado de las enfermedades _____	93
Marcelo Carmona y Francisco Sautua	
9. Caracterización y manejo de plagas animales _____	109
Dora Carmona, Pablo Manetti, María C. Tulli, Carla Salvio y Ariel J. Faberi	
10. Manejo del cultivo de trigo en distintas regiones _____	123
10.a Región Pampeana Central	
Jorge A. Fraschina	
10.b Región Sudeste de Buenos Aires	
Pablo Calviño y Guillermo A. Divito	
10.c Noroeste de Buenos Aires y Este de La Pampa	
Cristian Álvarez y Mirian Barraco	
10.d Uruguay	
Esteban Hoffman y Oswaldo Ernst	
11. Eficiencia en la cosecha de trigo _____	143
Santiago N. Tourn	
12. Almacenamiento y acondicionamiento de trigo _____	152
Ricardo Bartosik, Bernadette Abadía, Leandro Cardoso, Diego de la Torre y Gisele Maciel	
13. Calidad, molienda y panificación de trigos _____	172
Miguel J. Cardos, Leda E. Campaña y Pablo E. Abbate	
14. ¿Y tranqueras afuera? Consideraciones para la comercialización _____	194
Javier Bujan	
Anexos _____	198

Capítulo IV: Cambios recientes y perspectivas futuras en las variedades de trigo de mayor difusión en Argentina

Lisardo González

Director Técnico de Buck Semillas

Las variedades disponibles en el mercado condicionan, según sus características, el rendimiento alcanzable, la calidad comercial e industrial del grano y, a su vez, determinan el manejo agronómico del cultivo. En este sentido, durante los últimos 20 años, han ocurrido cambios significativos en las características de las variedades de trigo predominantes en Argentina. El objetivo de este capítulo es describir los hechos más relevantes, que se sintetizan en: 1) la introducción de las primeras variedades francesas de alto potencial de rendimiento hacia finales de la década de 1990, y 2) la difusión de materiales franceses y sus cruza, con mejoras en parámetros de calidad y sanidad, que se produjo hacia mediados de la década del 2000. Asimismo, se describirá brevemente cuáles son las perspectivas futuras de la oferta de variedades, tanto para trigo pan, como para candeal y trigo blando.

La difusión de las variedades francesas

Durante las décadas de 1980 y 1990, las variedades de mayor difusión en Argentina fueron producto de la colaboración entre programas de mejoramiento de criaderos nacionales y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Estas líneas de genética “mexicana” llegaron a cubrir más del 80% del mercado nacional y se caracterizaban por el buen potencial de rendimiento, la buena aptitud comercial e industrial y el buen perfil sanitario.

Desde comienzos de la década de 1990 hubo intentos de introducir variedades de alto potencial de rendimiento, cercano a las 10 toneladas (o 100 quintales), provenientes de Gran Bretaña y Francia. Uno de los propulsores fue el INTA, que gestionó el ingreso y prueba de variedades pertenecientes a compañías privadas europeas. Sin embargo, estas variedades eran invernales, con requerimientos de frío y, en consecuencia, no lograron adaptarse a la mayoría de las condiciones ambientales de la Región Pampeana.

Por su parte, la empresa francesa Benoist comenzó, a mediados de la década de 1990, ensayos independientes en Argentina a fin de probar la performance de variedades desarrolladas en el sur de Francia, con menores requerimientos de frío y mayor adaptación a las condiciones locales. La empresa Nidera obtuvo la licencia para comercializar las primeras de estas variedades en el país, que denominaron Baguette 10 y 12. Ambas salieron al mercado en 1999 y la primera de ellas fue la de mayor difusión.

Estos cultivares se caracterizaron por tener un muy buen potencial de rendimiento, que superaban, en ambientes de mejor calidad, hasta en un 20% a las variedades tradicionales del mercado. Sin embargo, sus características industriales no eran buenas, principalmente debido al muy bajo peso hectolítrico y bajo contenido de proteína. Eran, además, muy susceptibles a roya de hoja y de tallo. Por ello, la empresa Nidera incentivó a que estos cultivares fueran manejados con un uso más intensivo de tecnologías, fundamentalmente aplicación de fungicidas y fertilización con dosis de nitrógeno más elevadas que lo usual para la época.

Las variedades francesas demandaron un mayor uso de fungicidas para preservar la sanidad de las hojas y un mayor uso de nitrógeno para satisfacer la mayor demanda y corregir la deficiencia de proteína en grano

La variedad Baguette 10 logró una muy buena adaptación a todas las regiones trigueras argentinas, debido a que presentaba muy poca sensibilidad al fotoperiodo. Su mayor difusión se dio en ambientes y sistemas productivos que permitieron explotar su potencial de rendimiento y obtener así redito del mayor uso de insumos. Así, logró captar gran proporción del mercado, principalmente en la zona Mar y Sierras, norte y noroeste de la provincia de Buenos Aires y Sur de Santa Fe. Simultáneamente, las compañías tradicionales presentaron variedades de germoplasma proveniente de CIMMYT, que tuvieron muy buena difusión, principalmente en ambientes y sistemas que priorizaban la mejor calidad del grano. Las principales fueron Buck Guapo, Buck Sureño y Klein Don Enrique. En muchos casos estas variedades se siguieron cultivando sin aplicaciones de fungicidas.

Las variedades actuales: alto potencial de rendimiento y buena calidad

De manera arbitraria, se puede establecer que, luego de la irrupción en el mercado de Baguette 10, el siguiente cambio significativo en la oferta de variedades en el mercado se produjo cuando la misma empresa logró corregir las características de calidad en las que dicho cultivar mostraba serias deficiencias.

Hacia el año 2003, otro criadero tradicional francés, Florimond Desprez, ofreció en Argentina la licencia de Nogal, una variedad comercializada en Francia. Este cultivar, que aún se ofrece en el mercado, presenta alto potencial de rendimiento, pero con características muy distintas a las francesas que se habían difundido anteriormente. Nogal tiene germoplasma de CIMMYT, con un componente de trigo sintético en su pedigríe, que le confiere resistencia a manchas foliares (septoriosis y mancha amarilla) y roya de la hoja y de tallo (ver **Capítulo 8**). En la actualidad, varios criaderos tienen licencia de variedades que provienen de cruzamientos con Nogal o líneas emparentadas y, en consecuencia, comparten algunas características.

Otro suceso importante que ocurrió a comienzos de la década del 2000 fue la incorporación al mercado local de una fuente de germoplasma proveniente de Brasil. Así, en 2003 el criadero Don Mario inscribió Onix y Cronox, que combinaron en su pedigríe genética de CIMMYT y del sur de dicho país. Estas variedades tienen tolerancia a fusariosis de la espiga y muy buen comportamiento a manchas foliares. Son variedades de ciclo corto, que lograron muy buena difusión en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe, donde prevalecen condiciones favorables para la ocurrencia de enfermedades.

En 2006, el criadero Buck comenzó a evaluar líneas de genética francesa provenientes del criadero Benoist (propiedad, por entonces, de Syngenta). Los primeros cultivares se inscribieron en 2010 y combinaron alto potencial de rendimiento, propio de las variedades francesas, con buenas características de calidad (variedades pertenecientes al Grupo 2) y sanitarias. Lograron una amplia difusión en gran parte de las regiones trigueras argentinas y Uruguay.

Actualmente, las variedades surgidas de cruces de materiales franceses y tradicionales ofrecen alto potencial de rendimiento, buena calidad comercial e industrial y buen comportamiento a enfermedades

En la actualidad, hay 22 criaderos que comercializan cultivares de trigo en Argentina. Criaderos tradicionales como Klein, continúan trabajando con germoplasma de CIMMYT, y ofrecen variedades de buena calidad comercial e industrial. Se destaca también el ingreso al mercado de empresas con larga tradición en Europa, como Limagrain.

¿Hacia dónde apunta el mejoramiento?

De manera general, los programas de mejoramiento se proponen mejorar el rendimiento, parámetros de calidad comercial e industrial y resistencia a enfermedades. Como se describió, en los últimos años ha ocurrido un marcado progreso en el rendimiento potencial de los cultivares, por lo que, sobre esa base, uno de los principales objetivos de los criaderos es lograr que los mismos se expresen con mayor estabilidad.

Se destaca que, además del mejoramiento tradicional, hay disponibles tecnologías que facilitarían el progreso genético para las características mencionadas, entre ellas:

Sintéticos: es una fuente importante de variabilidad genética que contribuye actualmente al mejoramiento y lo seguirá haciendo durante los próximos años. Son producto de la cruce de trigos tetraploides y diploides. Se caracterizan por tener un mayor número y peso de granos y un muy buen comportamiento ante enfermedades foliares (septoriosis y, en especial, mancha amarilla). También han mostrado mayor resistencia frente a algunos tipos de estreses abióticos como heladas, altas temperaturas, etc.

Híbridos: En general, la heterosis de los trigos híbridos se manifiesta en aumentos en el rendimiento del orden del 10% y mayor estabilidad. Además, los mismos presentan un crecimiento inicial más vigoroso, mayor tolerancia a distintos tipos de estreses abióticos (i.e. déficit hídrico) y mayor tolerancia a enfermedades foliares. Por ello, la hibridación en trigo es una alternativa importante de mejoramiento. En Argentina hubo experiencias con estos trigos hacia fines de la década de 1980, cuando la empresa Cargill comercializó sus híbridos Trigomax. Un aspecto muy importante que condiciona su adopción es que la producción de semilla híbrida es más cara que la de variedades. Algunas estimaciones indican que el costo de producción duplica el costo de las variedades.

Transgénicos: Como es común en otros cultivos, la transgénesis es una tecnología que podría contribuir a la mejora del rendimiento y la calidad, así como también a facilitar el manejo agronómico del cultivo. El criadero argentino Bioceres anunció recientemente una asociación con Florimond Desprez para desarrollar cultivares con el gen HB4. Dicho gen fue extraído del girasol caracterizado por investigadores del CONICET y la Universidad Nacional del Litoral. Podría aportar mayor tolerancia a sequía y salinidad. Además, la transgénesis es una herramienta promisorio para incorporar genes con actividad antifúngica. Esto resulta de interés especialmente para el progreso en la resistencia a fusariosis.

Trigo candeal y trigo blando: expectativas de los criaderos ante oportunidades del mercado

Uno de los objetivos principales para la obtención de nuevas variedades de trigo candeal es lograr mejoras en la calidad del grano y sus productos. En este sentido, se destaca que las primeras variedades difundidas en el país fueron obtenidas por selección a partir de poblaciones de trigos italianos, ucranianos y rusos introducidas por agricultores a comienzos de siglo XX. Estas variedades tenían un gluten muy fuerte, que las hacían muy demandadas en los mercados internacionales, principalmente en Italia. Sin embargo, presentaban características poco deseables, como propensión al vuelco, susceptibilidad a roya y bajo potencial de rendimiento.

De manera similar a lo que ocurrió con trigo pan, durante la década de 1970 se incorporó germoplasma proveniente de CIMMYT que aumentó el rendimiento potencial aproximadamente un 20%, aunque introdujeron varias características industriales poco deseables, como bajo peso hectolitrico y alto

porcentaje de cenizas en la sémola. Esto produjo disconformidades por parte de la industria nacional y ocasionó la pérdida de mercados en el exterior.

Así, se pretende orientar el mejoramiento de trigo candeal hacia la obtención de variedades con alto peso hectolítrico y de mil granos. Además, desde la óptica de la industria, se busca cultivares que den sémola que permita obtener fideos secos con buena resistencia a la cocción y con alto contenido de carotenoides que le confieran buena coloración. Estas características redundarían en beneficios para el mercado local y permitirían recuperar la exportación a mercados europeos, fundamentalmente el italiano. Criaderos de éste último país buscan actualmente introducir variedades en el mercado local a fin de asegurarse la provisión de sémola de calidad.

En trigo candeal, el desafío es obtener variedades con mejor calidad industrial, que permitan abastecer el mercado local y recuperar mercados europeos, fundamentalmente el italiano.

Por su parte, la industria de la galletita muestra un importante crecimiento a nivel local y mundial. Se prevé que esta tendencia continúe debido a que la galletita ofrece ventajas para el transporte y conservación respecto al pan. En Argentina, las galletitas se elaboran con trigo pan de baja calidad, aunque hay empresas que demandan trigos blandos para mejorar la calidad y para homogeneizarla con la que producen en otras partes del mundo. En la actualidad, hay compañías de galletitas internacionales que siembran bajo contrato trigos blandos en Argentina.

En síntesis, los desarrollos varietales de los últimos años han avanzado positivamente en aspectos relacionados al rendimiento, pero también en la calidad del producto y la resistencia a enfermedades. Las nuevas líneas de trabajo en la industria semillera se orientan a potenciar estos avances con las herramientas que proporciona la biotecnología y otras disciplinas científicas y satisfacer las demandas de productos de calidad diferenciada.