

TRIGO CANDEAL

MANUAL TECNICO



CHACRA EXPERIMENTAL INTEGRADA BARROW
(Convenio MAGyAL - INTA)



TRIGO CANDEAL

Manual Técnico

Secretaría de Agricultura, Ganadería
Pesca y Alimentación de la Nación
INTA
Centro Regional Buenos Aires Sur

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
(Provincia de Buenos Aires)
Subsecretaría de Desarrollo Agropecuario,
Alimentario y Microemprendimientos
Dirección Provincial de Desarrollo Agropecuario
Dirección de Tecnología y Experimentación

**CHACRA EXPERIMENTAL INTEGRADA BARROW
(Convenio MAGyA - INTA)**

RESPONSABLE DE ESTA PUBLICACIÓN:
CHACRA EXPERIMENTAL INTEGRADA BARROW
Convenio: MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES - INTA

Serie: MATERIAL DE DIVULGACION N° 3
ISSN N° 0328-1353

La reproducción total o parcial de esta publicación
será autorizada previa solicitud por escrito a:
Chacra Experimental Integrada Barrow
CC 50 - 7500 Tres Arroyos - Pcia. de Bs.As.

Centros de investigación involucrados en esta obra:

CHACRA EXPERIMENTAL INTEGRADA BARROW
Funciona mediante convenio entre el Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Pcia. de
Buenos Aires (MAGyAL) y el Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria (INTA).

UNIDAD INTEGRADA BALCARCE
Funciona mediante convenio entre el INTA y la Facultad
de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad
Nacional de Mar del Plata.

ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA
BORDENAVE.

FACULTADES DE AGRONOMIA
Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires
Universidad Nacional del Sur.

Primera Edición: Diciembre, 2001
Primera Impresión: 1000 ejemplares
Impreso en Argentina

La impresión de este manual ha sido financiada por las siguientes Empresas:
Molinos Río de La Plata S.A.
Kraft Food Argentina S.A. (Ex-Establecimiento Modelo Terrabusi S.A.I.C)
Virgilio Manera S.A.I.C.F.

Agradecimiento: A BASF Argentina S.A. por el aporte de fotografías sobre enfermedades del cultivo.

PRESENTACION

A comienzos del siglo XXI, la humanidad asiste a una revolución del conocimiento y de la información, pero paradójicamente, también continúan los graves problemas de desigualdades, malnutrición, pobreza y falta de seguridad alimentaria.

América Latina deberá atender necesidades básicas alimentarias de manera creciente en principio para sus propios habitantes, pero también tendrá oportunidades de incrementar las exportaciones de alimentos de calidad, sobre todo los derivados de los cereales y de las carnes.

Argentina es un importante productor y exportador de trigo, y para continuar en esa senda deberá mejorar en el corto plazo su competitividad sobre todo a nivel cualitativo, ofreciendo calidades preservadas e identificadas. Sin lugar a dudas una de las alternativas aún no aprovechadas adecuadamente lo constituye el trigo candeal (trigo fideero). Su grano, sus sémolas y las pastas secas elaboradas con dicha materia prima brindan oportunidades en los mercados externos que Argentina puede abastecer con eficiencia, calidad y precio.

El trigo candeal ha sufrido en nuestro país numerosos vaivenes en su larga trayectoria productiva, sin embargo hoy nos encontramos en una situación diferente y mejorada, gracias al trabajo que han realizado un grupo de investigadores, tecnólogos, extensionistas y empresarios privados que decidieron hace un tiempo aunar esfuerzos para mejorar la calidad y la productividad del trigo para fideos.

Ese esfuerzo colectivo mancomunado entre la actividad estatal y privada han posibilitado desarrollar variedades de alta calidad industrial, tecnologías e información, que mediante esta publicación pretendemos poner al alcance de todos los interesados.

La tarea no ha sido fácil, pero fue ampliamente satisfactoria.

Es necesario destacar la predisposición prestada por los diferentes colaboradores de los respectivos capítulos, pertenecientes a la CEI Barrow, a la EEA Bordenave y a la U.I. Balcarce. A todos ellos nuestro profundo agradecimiento.

La labor de compilación y edición no hubiera sido posible sin el trabajo incansable de los Ings. Agrs. Carlos Jensen y Héctor Carbajo, quienes merecen un reconocimiento muy especial.

Muchas gracias a la Sra. Zulma López y al Sr. Ruben Langhi por su inestimable colaboración.

A las empresas semoleras y fideeras, que participaron cofinanciando, a lo largo de estos años el proyecto junto con el INTA y el MAGyA, y que hicieron posible esta publicación, muchas gracias.

Ing. Agr. Julio César Catullo
Director Chacra Experimental Integrada Barrow

PROLOGO

Un grupo de Instituciones y Empresas Semoleras - Fideeras, integradas en la producción y utilización del trigo candeal o trigo fideo, resolvieron ofrecer un manual sobre el cultivo para alentar su crecimiento y beneficiar a toda la cadena productiva.

Este manual aspira, modestamente, a facilitar a los productores el aprovechamiento de los aportes de la tecnología con que se cuenta hasta el presente.

Su enfoque parte del supuesto, generalmente aceptado, de que existe cierta similitud entre el trigo candeal y el trigo pan; no obstante ello, se han contemplado aspectos que revisten especial atención, en función de los requerimientos del trigo candeal.

Se inicia con una breve introducción, relacionada a los antecedentes del cultivo. Continúa con su ubicación geográfica. Seguidamente, se describe la planta, como así también su crecimiento y desarrollo. Esta somera descripción, permite introducirnos en la fisiología de la determinación del rendimiento del trigo candeal, tema desarrollado en comparación con trigo pan. Con respecto al manejo del cultivo, su interacción con el suelo, rotaciones, labranzas y fertilización, se basan en las necesidades del mismo y en los criterios de diagnóstico disponibles. También se incluyen conceptos sobre riego complementario, necesario cuando se producen deficiencias hídricas principalmente en el momento crítico del cultivo. Posteriormente se tratan las variedades, su potencial productivo en conjunto para cada subregión, indicando épocas y densidades de siembra. Los factores adversos de origen biológico, previa introducción y descripción, son abordados desde su estrategia de manejo y control. Las pérdidas de rendimiento y calidad, durante y después de la madurez del cultivo, son analizados teniendo en cuenta diferentes tratamientos requeridos en la cosecha y postcosecha del mismo. Los aspectos de calidad, comercial e industrial, son tratados detalladamente, destacando el comportamiento varietal al respecto. Finalmente, este trabajo se completa con el análisis de las normas oficiales de comercialización, sin dejar de señalar que existen estrategias particulares al respecto.

Para tratar los diferentes temas, fue necesario reunir a destacados profesionales en investigación y experimentación del cultivo y del ámbito educativo, los cuales realizan sus actividades en diferentes instituciones oficiales nacionales y provinciales.

Las correcciones, dibujos y diagramación, fueron posibles por la invaluable labor de técnicos auxiliares de la CEI Barrow.

A todos los participantes de esta manual nuestro agradecimiento y a los productores el mayor deseo de éxito.

Héctor L. Carbajo
Carlos A. Jensen

PROFESIONALES PARTICIPANTES EN LA ELABORACION DE ESTE MANUAL

ABBATE, Pablo Eduardo. Ingeniero Agrónomo Ph. D. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce.
BAEZ, Agustín. Ingeniero Agrónomo. Especialista en Producción Vegetal. Chacra Experimental Integrada Barrow
BARTOSIK, Ricardo. Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce.
BERGH, Ricardo. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Chacra Experimental Integrada Barrow.
CAPURRO José Antonio. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce.
CARBAJO, Héctor Leopoldo. Ingeniero Agrónomo. Chacra Experimental Integrada Barrow.
CATULLO, Julio César. Ingeniero Agrónomo. Chacra Experimental Integrada Barrow.
CURVETTO, Rodolfo Oscar. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
FORJAN, Horacio. Ingeniero Agrónomo. Chacra Experimental Integrada Barrow.
GUALATTI, Antonio. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce.
ISTILART, Carolina. Ingeniera Agrónoma. Chacra Experimental Integrada Barrow
JENSEN, Carlos Alberto. Ingeniero Agrónomo. Chacra Experimental Integrada Barrow.
KRUGER, Hugo. Ingeniero Agrónomo PhD. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
LAZARO, Laura. Ingeniera Agrónoma. Ms. Sc. Facultad de Agronomía de Azul, Univ. Nac. del Centro Pcia. de Bs.
As.
LOEWY, Tomás. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
LOPEZ, Juan Ramón. Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
LOPEZ, Ricardo. Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
MOLFESE, Elena. Ingeniera Agrónoma. Chacra Experimental Integrada Barrow.
RIPOLL, Mariano. Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
RODRIGUEZ, Juan Carlos. Ingeniero Agrónomo. Ph. D. Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce.
RON, María M. Ingeniera Agrónoma. Ms. Sc. Universidad Nacional del Sur.
SEGHEZZO, María Laura. Ingeniera Química. Chacra Experimental Integrada Barrow.
VIGNA, Mario. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
VIGNA, Oscar. Agrónomo. Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.
ZAMORA, Martín. Ingeniero Agrónomo. Chacra Experimental Integrada Barrow

TECNICOS AUXILIARES

LANGHI, Ruben. Chacra Experimental Integrada Barrow.
LOPEZ, Zulma. Chacra Experimental Integrada Barrow.

INDICE

INTRODUCCION (Carbajo, H. L.)	11
CAPITULO I	
- Areas de cultivo (Carbajo, H. L.; Gualati, A.; Jensen, C. A.; Loewy, T.)	13
CAPITULO II	
- Descripción de la planta (Jensen, C. A.; Carbajo, H. L.)	15
CAPITULO III	
- Crecimiento y desarrollo de la planta (Jensen, C. A.; Carbajo, H. L.)	19
CAPITULO IV	
- Fisiología del rendimiento (Abbate, P. E.; Lázaro, L.)	23
CAPITULO V	
- Rotaciones en el centrosur bonaerense (Forján H. J.)	31
- Labranzas en el centrosur bonaerense (Bergh, R.)	35
- Manejo de suelos en el sudoeste bonaerense (Ripoll, M.; Krüger, H.)	37
CAPITULO VI	
- Fertilización en el centrosur bonaerense (Bergh, R.)	43
- Fertilización en el sudoeste bonaerense (Loewy, T.; Ron, M.)	45
CAPITULO VII	
- Riego complementario (Baez, A.; Zamora, M.)	53
CAPITULO VIII	
- Cultivares (Jensen, C. A.; López, J. R.)	59
CAPITULO IX	
- Enfermedades (Jensen, C. A.; Carbajo, H. L.)	63
- Control de malezas (López, R. L.; Catullo, J. C.; Istilart, C. M.)	67
- Plagas (Curvetto, R. O.)	70
CAPITULO X	
- Cosecha (Capurro, J. A.)	73
- Postcosecha (Rodríguez, J. C.; Bartosik, R.)	79
CAPITULO XI	
- Calidad comercial e industrial (Seghezzo, M. L.; Molfese, E.)	83
CAPITULO XII	
- Comercialización (Carbajo, H. L.)	89
UNIDADES y ABREVIATURAS	91
BIBLIOGRAFIA	93

INTRODUCCION

El primer trigo sembrado en Argentina, a mediados del siglo XVI en cercanías de la actual ciudad de Santa Fe, fue trigo candeal traído por los conquistadores españoles.

Pero ello no deja de ser un hecho anecdótico, pues luego el trigo que se difundió, al principio en escala muy reducida y posteriormente en forma explosiva fue el trigo pan, uno de los granos principales de la cerealicultura nacional.

El candeal reaparece en nuestro país en las primeras décadas del siglo XX y, aunque no hay seguridad de cuándo y dónde se produjo, puede aceptarse que fue en el sur bonaerense, a partir de pequeñas partidas de semilla introducidas por los inmigrantes, posiblemente italianos. En esa región continuó evolucionando modestamente al principio, aunque luego entre las décadas del 40 al 60, ya cubría áreas de relativa importancia en las subregiones trigueras IV y V sur, alcanzando a fines de esa última década a ocupar más de 350 mil ha en promedio y aportar por encima de 500 mil tn de grano. Para ese entonces el cultivo era significativo, especialmente por su localización regional, representando el 5.6% de la superficie y el 7.2% de la producción de trigo argentino.

Cabe acotar, que en el orden mundial, si bien es la segunda especie en importancia dentro de los trigos cultivados, las magnitudes porcentuales del candeal no se alejan mucho de aquellos valores, aunque en algunos países la importancia del candeal es sustancialmente mayor (Argelia, Marruecos, Turquía, Italia). A modo de referencia sobre su importancia en el mundo, puede señalarse que se siembran alrededor de 18 millones de hectáreas, las que aportan aproximadamente 30 millones de toneladas de grano, con oscilaciones anuales bastante importantes (25 a 34 millones de tn). El comercio internacional del grano ronda los 6 millones de tn y el comercio de sémola y de pastas elaboradas también alcanzan proporciones significativas.

A mediados del siglo pasado la producción nacional se destinaba en mayor medida a la exportación, especialmente a Italia, donde encontraba una buena aceptación por algunos atributos de calidad con los que corregían las deficiencias de sus propias producciones y localmente se abastecía el modesto consumo interno de las industrias semoleras-fideeras radicadas en la región de cultivo.

Ese panorama alentador provocado por la exportación despertó el interés de los productores y de los técnicos incorporándose al paquete tecnológico del candeal criterios de fertilización, de control de malezas y otros tomados del trigo pan, incrementándose asimismo el interés de los fitomejoradores que desarrollaron nuevos cultivares con potenciales de rendimientos superiores y con mejoras en el comportamiento frente a algunas enfermedades habituales y también un cambio en el tipo de planta (talla baja) que aumentó el atractivo en el sector productivo. Sin embargo, en esas nuevas variedades algunas características no fueron consideradas en forma adecuada (susceptibilidad a "golpe blanco" y falta de atención a determinados parámetros de calidad industrial), las que influyeron sobre la calidad comercial e industrial de las cosechas, y motivaron un creciente desinterés de los importadores en nuestra producción. Desaparecido así su principal destino, se redujeron paulatinamente los volúmenes producidos, a punto tal que en algunos años de la década del 80 Argentina debió importar partidas de trigo candeal para satisfacer su pequeño consumo interno.

Hace relativamente pocos años, en el marco de vínculo entre empresas y servicios de investigación, los industriales locales definieron más claramente sus exigencias en cuanto a la materia prima para sus elaboraciones y el Estado revisó las bases de comercialización, mejorando las relaciones entre las diferentes partes del proceso agroindustrial. Sumándose a ello los apoyos que ese grupo de industriales le están brindando a los organismos tecnológicos oficiales involucrados, permitió profundizar los estudios en marcha e iniciar nuevas acciones que permiten pensar que se ha de consolidar la actividad. Ese apoyo también se extiende a las tareas de difusión de dichos avances para un más rápido y mejor aprovechamiento por parte de todos.

Este programa crea un panorama alentador dado que permitiría lograr una producción de materia prima mejor calificada, la cual estaría nuevamente habilitada para competir en los mercados internacionales.

Es oportuno recordar que estarían operando en Argentina unas 150 fábricas de pastas secas, muchas de ellas de reducida escala, pero unas 10 tienen muy significativa importancia en el aprovisionamiento nacional. Algunas reúnen la actividad semolera conjuntamente con la fideera.

Esas industrias producen alrededor de 240.000 tn anuales de pastas, con un valor aproximado de 250 millones de dólares. De dichas pastas, solo una parte son elaboradas a base de sémola de candeal, dado que en nuestro país no existen regulaciones restrictivas al uso de trigo pan. Cabe señalar, sin embargo, que las instalaciones industriales más recientes y las modernizaciones de las otras plantas están vinculadas al procesamiento de pastas a base de trigo candeal.

Podemos agregar al respecto que nuestro país exporta en promedio en estos últimos años, algo menos del 10% del total de pastas producidas, siendo su destino Brasil, Chile y Uruguay. Esta exportación muestra en la década del 90 una tendencia ligeramente creciente. Argentina también importa un cierto tonelaje de pastas, principalmente de Italia. Son productos de marcas reconocidas mundialmente, estando destinadas a un sector calificado del consumo nacional.

Quisiéramos, por último, mencionar la importancia que las pastas secas tienen en la alimentación en nuestro país: según informes oficiales el consumo por habitante/año es de 7 kg, incluyéndose todos los tipos de pastas de origen industrial. Para una mejor visualización de esa cifra, podemos decir que Italia encabeza el ranking del consumo mundial con 37 kg/hab./año; el segundo consumidor es Venezuela con 12 kg y Argentina se ubica octavo dentro de un grupo de países.

Las expectativas favorables, en cuanto a la mejora de la calidad del producto final y a posibles mercados externos de materia prima calificada o productos elaborados, alientan esperanzas de un horizonte mas optimista para colocar nuevamente al trigo candeal dentro del espectro de los granos cultivados en el sur de la región cerealera.

CAPITULO I

AREAS DE CULTIVO

Aunque el candeal también es un trigo y, en consecuencia, parecería habilitado para ser difundido en todas las áreas trigueras, reconoce en nuestro país una localización de sus siembras en el sector sud atlántico bonaerense, subregiones trigueras IV y parte de la VS (figura 1).

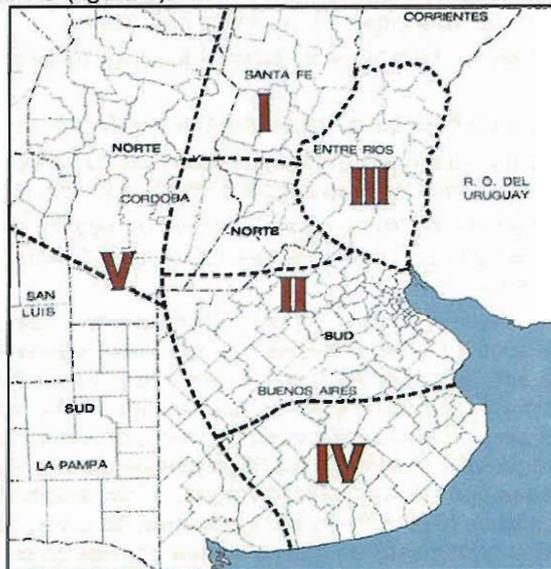


Figura 1: Subregiones trigueras

Hay antecedentes reiterados de siembras en el norte bonaerense y pampeano y en las provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos; pero por diversas causas (enfermedades y falta de adaptación de las variedades usadas), esos intentos no tuvieron continuidad, porque no fueron todo lo exitosos que se esperaba. A través del tiempo ha mantenido su continuidad en las subregiones ya citadas.

Como referencia puede señalarse que mundialmente las siembras de trigo candeal se localizan, preferentemente, en regiones subhúmedas y semiáridas-áridas y predominantemente en áreas de siembras primaverales y con vegetación estival.

En nuestro país, al igual que el resto de los cereales finos, su siembra es invernal con un ciclo hasta principios de verano.

El sector sud bonaerense antes señalado, en el cual el cultivo prospera, puede dividirse en tres subregiones distintas: 1) Sudeste, 2) Centrosur, 3) Sudoeste (figura 2).

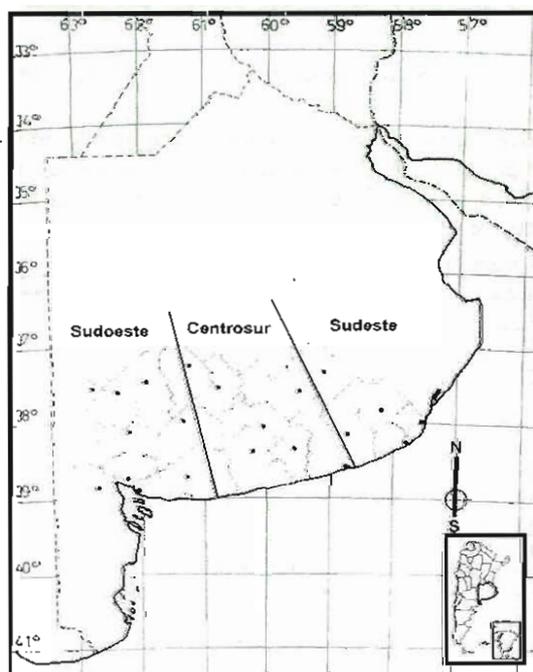


Figura 2: Subregiones candealeras.

- 1) El sudeste, que corresponde al área papera, presenta suelos de mayor fertilidad natural, los cuales se pueden agrupar en: a) suelos poco profundos, con piedra cerca de la superficie y que se encuentra en las proximidades de las sierras, b) suelos de profundidad variable (menos de 1,5 m), con la presencia de un manto de tosca, y c) suelos profundos, sin la presencia de tosca o piedra. La limitación más importante de los suelos es la presencia de tosca o roca (reduce la capacidad de almacenaje y el volumen de suelo a explorar por las raíces) y las pendientes pronunciadas que los hacen susceptibles a la erosión hídrica. En general presentan un alto contenido de materia orgánica (5,5 - 6,5%), y estabilidad. Suelos que tengan una profundidad superior a 1 m, presentan en general una capacidad de almacenaje de 300 mm.

La región presenta un régimen hídrico subhúmedo - húmedo con una precipitación media de 900 mm siendo enero a marzo el trimestre más lluvioso y junio a agosto el más seco.

La temperatura media anual es de 13.9 °C y el período libre de heladas va desde principios de octubre a mediados de mayo.

Durante el desarrollo del cultivo de trigo (julio - diciembre), la media de las precipitaciones es de 440 mm.

Durante el período crítico del cultivo de trigo (aproximadamente del 20 de octubre al 20 de noviembre), se produce una precipitación media de 95 mm, una humedad relativa media de 75% y una temperatura media de 14.7 °C.

Es la subregión con mayor potencial de rinde, pero con mayores riesgos sanitarios (fusariosis, escudete negro, etc.) y problemas de calidad del grano (lavado) en relación con las precipitaciones más abundantes y la consiguiente mayor humedad relativa.

- 2) El centrosur, donde los cultivos de cosecha fina y gruesa tienen fuerte presencia, zona mixta cerealera, es el área más tradicional del cultivo de trigo candeal. Presenta una gran heterogeneidad de suelos. En la zona norte son planos de escasa pendiente con desagüe dificultoso o impedido, baja infiltración, tosca a poca profundidad y altas posibilidades de anegamiento. Hacia el centro y sudeste los suelos constituidos por una llanura ondulada a suavemente ondulada, con drenaje hacia el Océano Atlántico, presenta con frecuencia limitaciones por tosca a los 50-100 cm. La franja colindante con el litoral marítimo carece de tosca por encima del metro de profundidad, lo cual determina mayor capacidad de retención de agua, a diferencia de la zona más costera con suelos arenosos excesivamente drenados, baja capacidad de retención de agua, escasa materia orgánica, nutrientes y erosión eólica. Finalmente en la zona oeste los suelos son en general de escasa profundidad con tosca a menos de 1m, presentan erosión eólica e hídrica en algunas micro-áreas.

La región presenta un régimen hídrico subhúmedo - semiárido con una precipitación media anual de 750 a 600 mm en sentido este-oeste, siendo noviembre a marzo los meses más lluviosos y julio a agosto los más secos.

La temperatura media anual es de 13.5 °C y el período libre de heladas va de mediados de noviembre a mediados de abril.

Durante el desarrollo del cultivo de trigo (julio-diciembre) la media de la precipitación oscila en 250 a 350 mm

Durante el período crítico del cultivo de trigo (aproximadamente de mediados de octubre a mediados de noviembre) la precipitación media es de 75 mm, una humedad relativa media de 67% y una temperatura media de 16.7 °C.

- 3) El sudoeste, es de características más secas y frías y también con una fuerte presencia de cultivos de grano fino; la producción mixta agrícola ganadera, es una característica de la región.

Al norte de la subregión se presenta el sistema de lagunas "Las Encadenadas" (Adolfo Alsina y Guaminí), con suelos arenosos y profundos. Al sur de este sistema, son de texturas medias a francas y con limitaciones de profundidad moderadas a severas.

La degradación física y química de los suelos se ha incrementado notablemente en las últimas décadas, fruto de un uso no sustentable del recurso.

El clima transita de subhúmedo (NE) a semiárido (SO), La precipitación media varía en dirección noreste-sudoeste entre 750 y 550 mm, con picos en otoño y primavera. El balance hídrico anual es negativo (100 a 400 mm), produciéndose el mayor déficit en verano. En el último cuarto de siglo la tendencia del nivel de precipitaciones es positiva, acompañada de mayor irregularidad climática.

La precipitación media entre junio y noviembre (desarrollo del trigo) varía entre 250 y 280 mm con coeficientes de variación del orden del 50%. La temperatura media anual es de 15 °C, con medias en enero de 19 a 25 °C y en julio de 7 a 9 °C. El período libre de heladas es de 215 a 275 días según zonas.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA PLANTA

Como todos los cereales, su planta se compone básicamente de raíz, tallo, hojas, espiga y grano, cuya integración al conjunto se produce en el transcurso de los sucesivos estados de desarrollo de la planta.

- **Raíz:** Presenta dos tipos, primarias o seminales y secundarias o adventicias (figura 1). Las seminales se encuentran preformadas en el embrión y cuando se inicia la germinación dan origen a la radícula, dos pares de raicillas laterales y ocasionalmente una sexta raicilla.

Las secundarias aparecen luego emergiendo desde la corona o nudos basales de los tallos y forman el sistema principal de absorción de agua, nutrientes y anclaje de la planta.

Ambos tipos son fibrosos, pero las secundarias son de mayor diámetro, se ramifican más y pueden profundizar más de un metro en buenas condiciones de suelo y humedad. Un escaso crecimiento de raíces incidirá negativamente en el desarrollo de las partes aéreas de la planta (tallos, hojas, etc.).

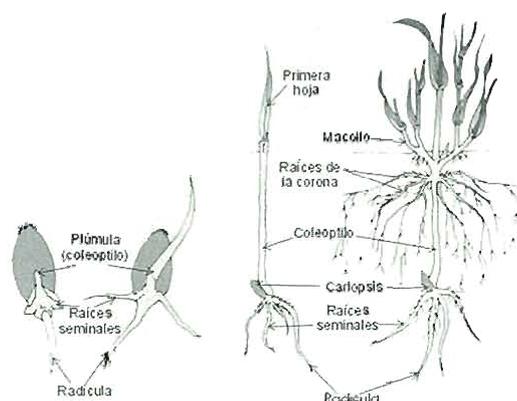


Figura 1: Primeros estados

- **Tallo:** El tallo principal es cilíndrico, erecto y hueco, aunque también puede ser macizo. Está formado por entrenudos que varían en número (3 a 9), separados por nudos bien definidos (figura 2). Cada nudo da origen a una hoja. Los entrenudos basales son muy cortos y los superiores más largos. Normalmente el último entrenudo o pedúnculo que sostiene a la espiga es macizo.



Figura 2: Tallo, nudo y entrenudo.

Los tallos secundarios llamados macollos, normalmente huecos aunque también pueden ser macizos, emergen de las yemas axilares de los nudos basales del tallo principal. Otros macollos pueden originarse en la base de los primeros macollos (figura 1).

El número de macollos y la altura de la planta está condicionada por factores genéticos y ambientales (humedad, temperatura y fertilidad del suelo).

- **Hoja:** Hay dos tipos de hojas, transformadas y normales. Las hojas transformadas se encuentran en el grano (coleóptilo y prófilos) y en la espiga (brácteas denominadas glumas)

Las hojas normales se observan sobre el tallo en forma alterna y opuesta. Están formadas por una porción basal llamada vaina. Esta nace en el nudo cubriendo el entrenudo superior. En el extremo superior de la vaina nace la lámina de la hoja; ésta es lineal, con nervaduras paralelas y termina en un ápice agudo.

En la unión de la vaina y la lámina se encuentra una membrana fina y transparente (figura 3), la lígula con dos apéndices laterales pequeños llamados aurículas. El número de hojas varía con el número de nudos.

La hoja ubicada en el extremo superior de la planta se denomina hoja bandera.



Figura 3: Unión de vaina y lámina. Lígula y aurículas

- **Órganos florales:** La inflorescencia es una espiga terminal única, compuesta por dos rangos de espiguillas alternas, dispuestas sobre un eje principal llamado raquis, compuesto de cortos entrenudos o artejos (figura 4).

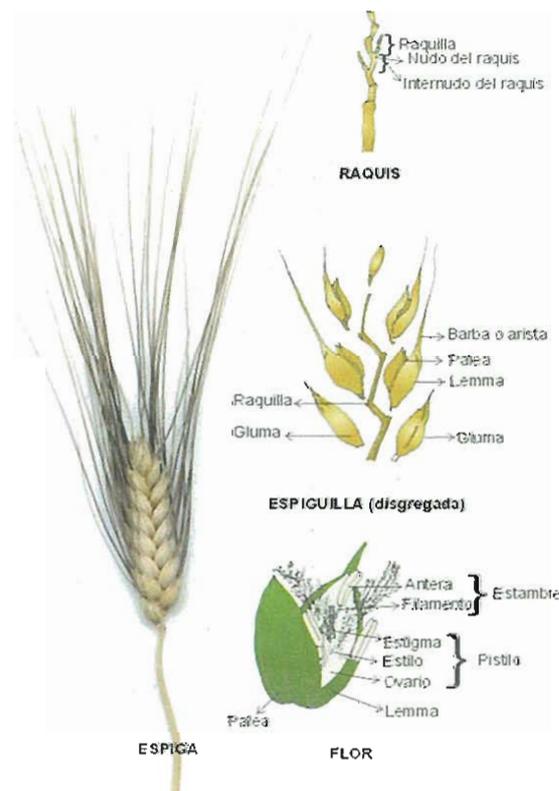


Figura 4: Órganos florales

En el extremo superior de la espiga, hay una espiguilla terminal que define la espiga y se ubica en forma perpendicular al resto de las espiguillas.

Cada espiguilla está formada por 2 a 6 flores insertas en forma alternada sobre un eje llamado raquilla. En la base de las espiguillas se encuentran dos brácteas llamadas glumas que envuelven las flores.

La flor consiste en una glumela superior grande llamada lemma y otra opuesta inferior y más pequeña denominada palea. La lemma tiene una arista de hasta 20 cm de largo. Entre ambas glumelas se encuentran ubicados los órganos sexuales femenino y masculino.

El órgano sexual masculino consiste de 3 estambres unidos a la base de la flor por filamentos cortos que en anthesis se alargan y superan al órgano femenino para depositar los granos de polen maduros.

El órgano femenino consta en su parte inferior de un ovario uniovulado, es decir que cada flor produce un solo grano, y en la parte superior dos estigmas plumosos receptores del polen.

- **Fruto:** El fruto es un cariopsis comúnmente llamado grano (figura 5). Consiste en tres partes principales: 1) una cubierta protectora o pericarpio, que rodea toda la semilla; 2) un embrión o germen, que es la planta en estado de latencia, localizado en el ápice del grano y ubicado en la base de la flor; en el ápice opuesto pueden encontrarse pequeños pelos (cepillo); 3) el endosperma que es el lugar de almacenaje de alimento para ser utilizado por el embrión en el momento de la germinación y es también, el producto que se utiliza fundamentalmente con destino industrial.

La forma del grano por lo general es elíptica u oval, en corte transversal se observa una hendidura denominada surco. El color del grano varía del blanco amarillento al amarillo ámbar. Aunque existen, es poco frecuente ver granos de color rojo.

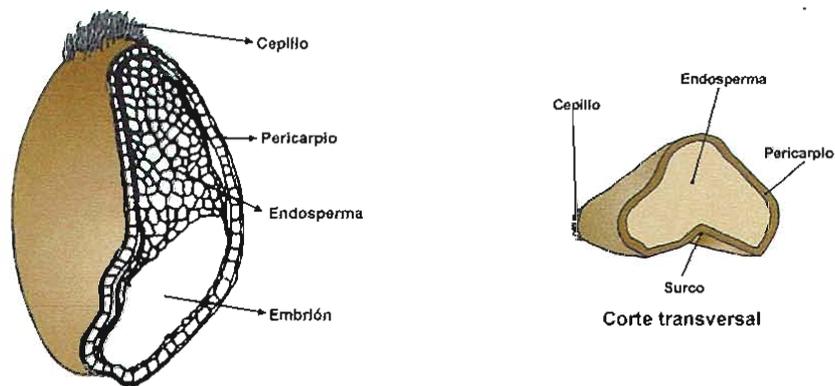


Figura 5: Fruto (grano)

CAPITULO III

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA

Desde la siembra a la madurez, la planta de trigo atraviesa por una secuencia de etapas que conforman el ciclo del cultivo (figura 1).

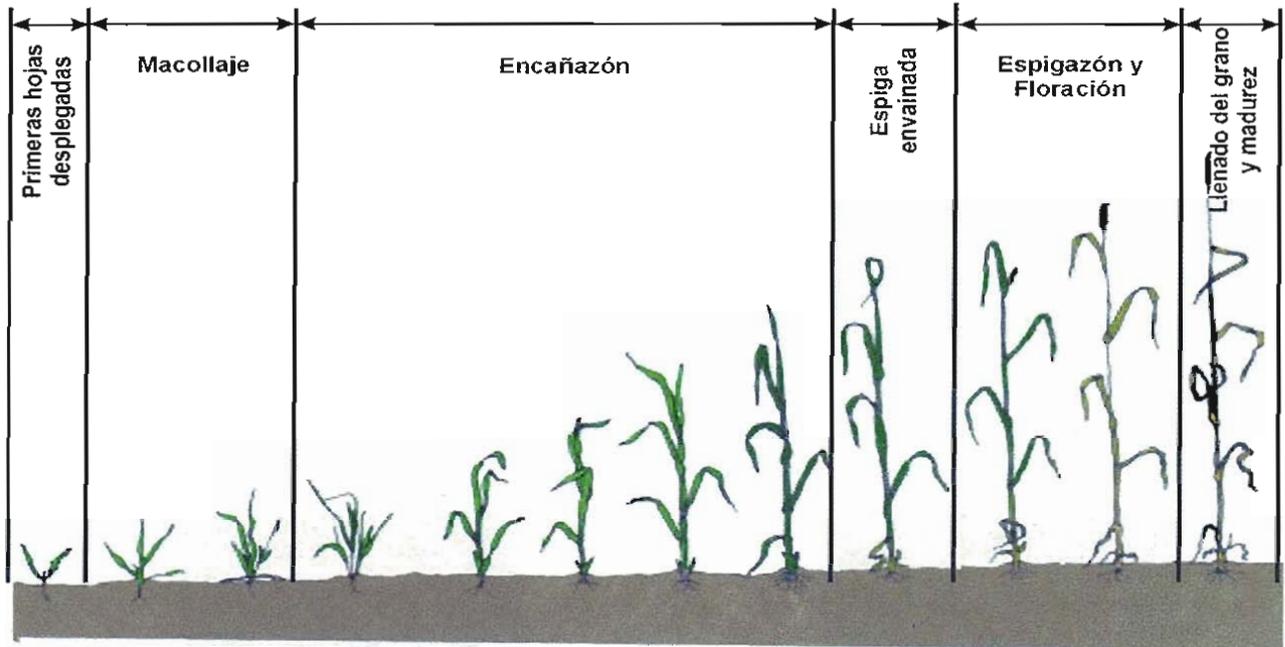


Figura 1: Etapas de crecimiento de la planta de trigo

- **Germinación:** cuando el grano es depositado en el suelo (siembra) en condiciones favorables se produce la etapa de germinación (figura 2). Para que ello ocurra deben confluir una serie de factores como viabilidad de la semilla (poder germinativo), suficiente disponibilidad de humedad, oxígeno y temperatura favorable.

La absorción de agua inicia en la semilla una serie de procesos físico-químicos que determinan la emergencia del embrión. En esta primer etapa, la absorción de agua por parte del grano hace que éste aumente de dos a tres veces su peso inicial en alrededor de 10 a 15 horas.

Los granos con endosperma vítreo, como el trigo candeal, absorben agua más lentamente pero en mayor cantidad que los de endosperma harinoso (trigo pan). Cuando el grado de humedad del suelo está a nivel o poco por debajo de la "capacidad de campo", la germinación se producirá más rápido.

La concentración de oxígeno es indispensable para la respiración, la que irá incrementándose a medida que avanza el proceso de germinación.

En suelos saturados de agua, ésta ocupa los espacios libres provocando la falta de oxígeno y en consecuencia se produce la muerte de la semilla por asfixia, determinando su posterior pudrición.

El proceso de germinación puede ocurrir en un amplio rango de temperatura que varía entre 2 y 35 °C, con un óptimo de 20 a 25 °C. Los niveles por debajo del óptimo retrasan el proceso y cuando están por encima favorecen el desarrollo de agentes adversos (hongos y bacterias) que alteran el normal desarrollo de la germinación.

En condiciones adecuadas de humedad, temperatura, oxígeno, etc. la semilla comienza a germinar dentro de las 24-48 horas. El embrión se dilata, rompe el pericarpio y a partir de ahí se desarrolla la radícula. Una vez constituido el sistema de raíces seminales, éstas se extienden rápidamente comenzando con su función de absorción; simultáneamente se desarrolla la plúmula, que dará origen a la parte aérea de la planta.

- **Emergencia:** La plúmula protegida por el coleóptilo crece hasta alcanzar la superficie de la tierra, produciéndose la emergencia (figura 3). Desde la siembra a la emergencia transcurren entre 10 y 20 días, dependiendo de la temperatura, humedad, profundidad de siembra, compactación del suelo, etc.

A partir de la emergencia se pone en funcionamiento el mecanismo de fotosíntesis y la planta despliega sus primeras hojas. Este proceso de fotosíntesis es fundamental pues produce, a partir de las partes verdes de la planta y con los elementos absorbidos por la raíz, las sustancias de reserva que finalmente la planta acumulará en los granos.

- **Macollaje:** Con la aparición de la cuarta hoja emergen, de la base del tallo principal, yemas adventicias iniciando la etapa de macollaje (figuras 4 y 5).



Figura 2: Germinación



Figura 3: Emergencia y primer hoja desplegada

Las raíces adventicias se forman en la base de cada macollo; éstos son fisiológicamente muy independientes uno del otro hasta el final del ciclo del cultivo.

Estas raíces crecen rápidamente, actúan como anclaje de la planta y en la captación de agua y nutrientes del suelo.

El número de macollos es variable, dependiendo de la variedad, condiciones ambientales y técnicas culturales. El período de macollaje varía entre 30 y 40 días y finaliza con la diferenciación del ápice del primordio de la espiga.



Figura 4: Inicio de macollaje.



Figura 5: Fin de macollaje.

- **Encañazón:** El primordio de la espiga se desarrolla simultáneamente con la elongación de entrenudos y el consiguiente alargamiento del tallo; aparecen los nudos y el desarrollo simultáneo de hojas, las que normalmente crecen en tamaño (figura 6).

Durante esta etapa se definirá la fertilidad de la espiga, la cual está relacionada a su vez al potencial genético de cada variedad.

- **Espiga envainada:** En esta etapa aparece la hoja superior (hoja bandera); su vaina está hinchada por la espiga que se hace evidente y emergen las primeras barbas de la misma (figura 7).

- **Espigazón y floración:** El crecimiento vegetativo se ha completado. En esta etapa emerge la espiga y culmina la diferenciación de los órganos florales (figura 8). A los pocos días de la emergencia de la espiga se produce la floración (antesis) (figura 9).

El trigo candeal es autofecundo, no obstante la fecundación cruzada puede llegar a un 5%, dependiendo de las condiciones ambientales y de la variedad. Bajo condiciones de humedad se favorece la autofecundación y en condiciones de sequía la fecundación cruzada.

En la antesis, los filamentos de las anteras se alargan rápidamente y las anteras liberan los granos de polen el cual es depositado sobre el estigma receptivo.

La floración de cada espiga tarda de 3 a 6 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Comienza en las flores laterales hacia las centrales de la espiguilla en la parte media de la espiga y continúa hacia ambos extremos de la misma.

En esta etapa y fundamentalmente en la floración, el trigo es sensible a factores limitantes como temperaturas

altas y bajas, déficit hídrico, exceso de humedad, deficiente disponibilidad de nutrientes y factores bióticos como hongos, especialmente fusariosis y escudete negro.

• **Llenado del grano y madurez:** Una vez producida la fecundación, el ovario crece rápidamente en tamaño y se desarrolla el grano (cariopsis). Las reservas acumuladas en tallos y hojas son movilizadas hacia la espiga. La acumulación de sustancias de reserva (proteína y almidón) aumentan rápidamente el peso seco del grano. Mientras existan tejidos verdes la planta continua trabajando en la absorción de nutrientes para el crecimiento del grano. El pasaje de sustancias de reserva hacia el grano finaliza cuando el pedúnculo de la espiga se torna de color amarillo alcanzando así la madurez fisiológica; finalmente la planta comienza a secarse progresivamente desde abajo hacia arriba.

Esta etapa desde la fecundación a la madurez fisiológica, tarda entre 30 y 50 días, dependiendo de las condiciones ambientales y de la variedad. Temperaturas elevadas, falta de humedad y elevada radiación solar acortan dicho período, mientras que se prolonga en condiciones de suelo con abundante humedad, temperaturas bajas y días nublados.

La madurez comercial o de cosecha se produce cuando el contenido de humedad del grano está por debajo del 15%.



Figura 6: Inicio de encañazón.



Figura 7: Espiga envainada



Figura 8: Espigazón



Figura 9: Floración (antesis)

CAPITULO IV

FISIOLOGIA DEL RENDIMIENTO

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizan los principales aspectos de la fisiología del cultivo. En primer lugar, se considerará el rendimiento potencial, entendiendo por tal al obtenido sin limitaciones de agua ni de nutrientes y en ausencia de efectos adversos de malezas, plagas, enfermedades y climáticos (por ejemplo: vuelco, daño por granizo, heladas en floración, arrebato del grano por altas temperaturas). Este análisis es aplicable a cultivos regados o en años climáticamente favorables y permitirá interpretar los efectos de las limitaciones de nitrógeno y agua, típicos de muchas situaciones productivas. El enfoque es similar al seguido por Abbate et al. (1994) para trigo pan, partiendo del supuesto, generalmente aceptado, de una gran similitud entre la fisiología del cultivo de trigo candeal y del trigo pan. La información sobre trigo candeal generada en Argentina y en el extranjero es más escasa que la de trigo pan. La mayor parte de la información local presentada fue obtenida en los Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR) de trigo candeal y en la Red de Ensayos Territoriales (RET) de trigo pan de Balcarce y Miramar (período 1980-2000), y en experimentos de rendimiento potencial conducidos en Balcarce y Azul (período 1995-2000). En estos últimos, en cada año se comparó 1-2 cultivares de trigo candeal (línea BF1776, Buck Cristal, Buck Ambar, Buck Topacio ó Chagual INIA) con el mismo cultivar de trigo pan (Granero INTA).

1-RENDIMIENTO POTENCIAL

El rendimiento del trigo candeal puede considerarse como el producto entre dos componentes principales: el número de granos por unidad de superficie y el peso por grano (o peso de mil granos x 1/1000). Como estos componentes se definen en distinto momento - el número de granos/m² al inicio del llenado del grano y el peso por grano en madurez - la distinción entre ellos permite considerar el efecto del ambiente en cada componente por separado. Aunque a campo las variaciones del número de granos/m² entre lotes o años suelen ser visualmente menos evidentes que las variaciones en el peso del grano, es el número de granos el componente que, en general, resulta de mayor relevancia para explicar las diferencias de rendimiento en trigo candeal (figura 1).

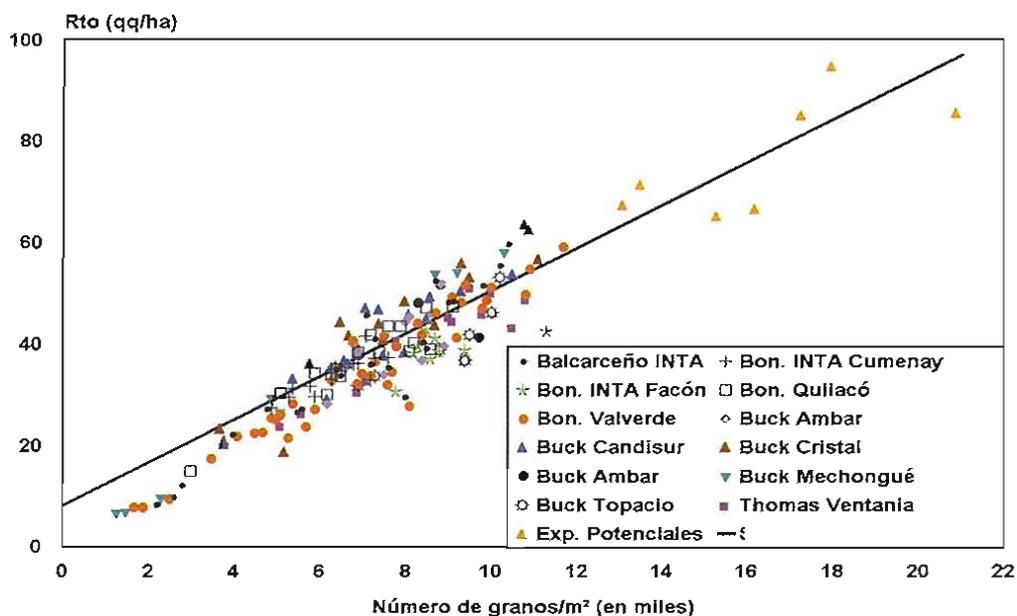


Figura 1: Relación entre el rendimiento y el número de granos/m² obtenida con datos de los Ensayos Regionales de trigo candeal de Balcarce y Miramar (período 1980-2000) y de experimentos de rendimiento potencial de Balcarce y Azul (período 1995-2000).

El número de granos/m² puede considerarse como el producto de sus *componentes numéricos*: número de espigas/m², número de espiguillas por espiga y el número de granos por espiguilla. Estos componentes se definen en forma sucesiva a través del ciclo del cultivo, y a menudo ayudan a explicar, retrospectivamente, en qué etapa y qué factor produjo una reducción en el rendimiento. Sin embargo, el trigo posee una notable capacidad de *compensación* entre componentes numéricos: al aumentar uno cae otro, impidiendo definir una combinación óptima que maximice el rendimiento. El número total de flores que un cultivo de trigo candeal genera por unidad de superficie supera con creces (unas cuatro veces) el número de granos logrados a cosecha. Un enfoque alternativo considera que el número de granos/m² no está limitado por la generación de flores (*granos potenciales*), sino por su supervivencia, que es el resultado de la cantidad de hidratos de carbono generados por medio de la fotosíntesis (*fotoasimilados*), que el cultivo destina a sostener el crecimiento de las flores generadas. Esta asignación de fotoasimilados puede cuantificarse por medio del peso seco de las espigas/m² al inicio del llenado de los granos

(sin incluir el peso de los granos). Cuanto mayor es el peso seco de las espigas, mayor es esa asignación de fotoasimilados y mayor el número de granos por unidad de superficie a obtener. Por otro lado, en cultivos sin limitaciones hídricas, más del 80% del peso del grano maduro suele provenir de fotoasimilados producidos durante su llenado. El peso de mil granos será la resultante del balance entre la disponibilidad de fotoasimilados para su llenado (*fuentes*) y de la capacidad de los granos (*destinos*) para almacenarlos.

1-1. ETAPAS DE LA GENERACIÓN DEL RENDIMIENTO

Desde el punto de vista de la generación del rendimiento el ciclo del cultivo de trigo candeal puede dividirse en tres etapas (figura 2). La primera comienza con la emergencia, abarcando el macollaje y aproximadamente la mitad de la encañazón. El fenómeno más importante durante esta etapa es la expansión del área foliar del cultivo. Si bien ésta suele aumentar hasta 10-15 días antes de floración, al final de la primera etapa es de esperar que el cultivo posea suficiente área foliar como para cubrir totalmente el suelo y captar (*interceptar*) toda la luz (*radiación*) solar disponible. La duración de esta etapa es mayor en los cultivares de ciclo largo que en los cortos, y se relaciona inversamente con la temperatura y el *fotoperíodo* (tiempo entre los crepúsculos solares). En consecuencia, un cultivo tendrá menos tiempo para generar área foliar con temperaturas cálidas y días largos.

El primer período termina aproximadamente con la expansión de la anteúltima hoja (2-3 nudos detectables), 20-25 días antes de floración en nuestras condiciones ambientales. Entonces, comienza la segunda etapa, el *período de crecimiento de las espigas*, que finaliza con el inicio del llenado de los granos. En este estado, queda determinado el número de granos. El peso seco de las espigas/m² (excluido el peso de los granos) será el resultado del tiempo que las espigas tuvieron para crecer y de su tasa de crecimiento, es decir, su aumento de peso seco por día. La duración del período de crecimiento de las espigas se relaciona inversamente con la temperatura, y en algunos cultivares posiblemente también con el fotoperíodo. Las temperaturas frescas (y eventualmente los días cortos) durante esta etapa alargan su duración; en tal circunstancia es de esperar mayor número de granos y mayor rendimiento potencial. Por otro lado, la tasa de crecimiento de las espigas depende directamente de la tasa de crecimiento del cultivo durante esta etapa y de qué proporción de este crecimiento se destina a las espigas (*partición*). La tasa de crecimiento del cultivo se relaciona linealmente con la radiación solar interceptada por el cultivo, y al menos en trigo pan es poco afectada por la temperatura. A su vez, la radiación interceptada es el resultado de la cantidad de radiación solar que recibe el cultivo y del área foliar que el cultivo disponga para captarla. Como se observa en la figura 2, el porcentaje de radiación interceptada aumenta durante el primer período, mientras se genera área foliar, y debe ser alto (mayor al 90 %) durante el período de crecimiento de las espigas, para aprovechar toda la radiación solar disponible. La figura 3 muestra el efecto de reducir la radiación interceptada por medio de un sombreado en distintos momentos del ciclo en trigo candeal. Es evidente que el número de granos/m² se ve fuertemente afectado cuando se reduce la radiación durante el período de crecimiento de las espigas. La figura 4 resume los componentes fisiológicos que intervienen en la determinación del número de granos en trigo candeal, resaltando la importancia central del peso seco de las espigas. Los componentes de la izquierda describen el efecto del crecimiento del cultivo sobre el número de granos, mientras que los de la derecha muestran el efecto del desarrollo.

El tercer período, el de *llenado de los granos*, comienza pocos días después de floración y finaliza con la madurez del grano, quedando determinado el peso de mil granos y el rendimiento. En trigo candeal se ha encontrado un efecto negativo de la temperatura durante esta etapa sobre el peso individual del grano. Las altas temperaturas afectan la duración del período de llenado y el peso potencial del grano; este último, entendido como el peso que alcanza un grano sin la competencia de los otros. Otros factores como la radiación interceptada durante el llenado y el número de granos también pueden afectar el peso de mil granos, pero su efecto suele ser menor que el de la temperatura.

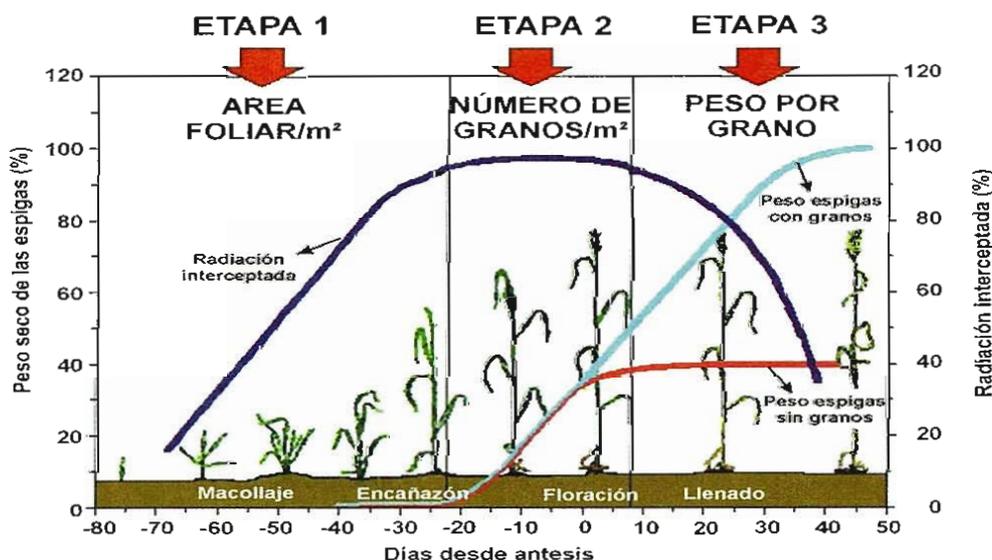


Figura 2: Esquema mostrando las etapas de generación del rendimiento a lo largo del ciclo de un trigo candeal. Las curvas muestran la evolución de la radiación solar interceptada por el cultivo y del peso seco de las espigas (con y sin grano) para un cultivo con buena disponibilidad de agua y nutrientes.

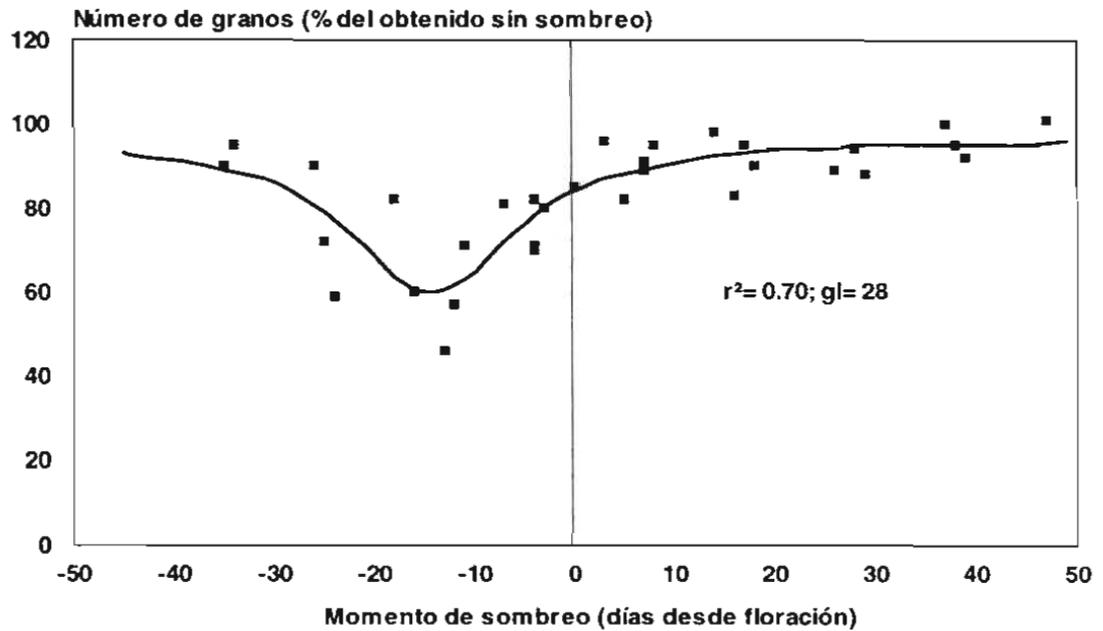


Figura 3: Efecto de un sombreado de 2-3 semanas de duración de 56% de intensidad sobre el número de granos/m², para tres variedades de trigo candeal en México. Los puntos se ubicaron en el centro del periodo de sombreado (adaptado de Wall, 1979).

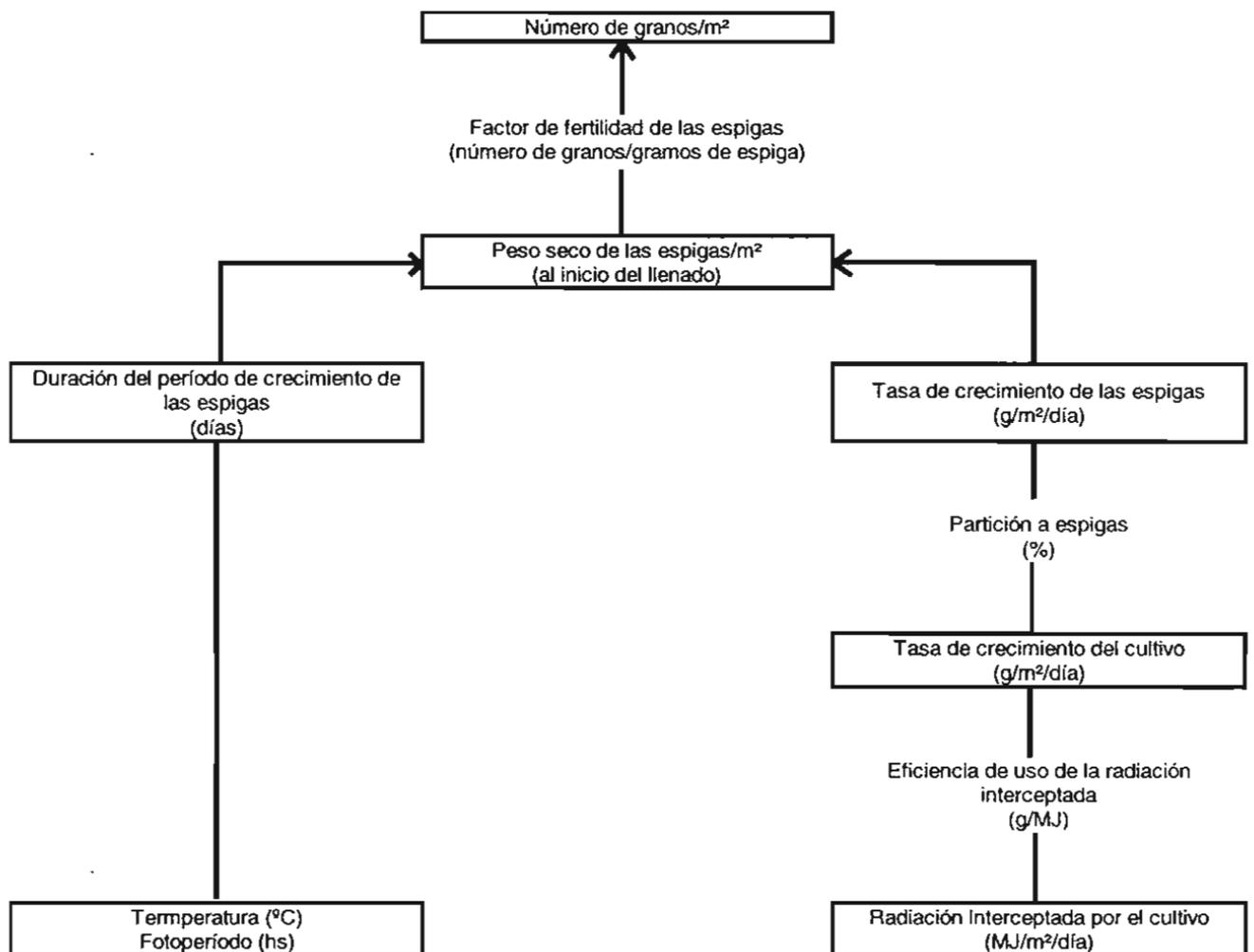


Figura 4: Principales componentes considerados en el análisis de la determinación del número de granos/m² de trigo candeal. La tabla 1 ejemplifica este esquema con valores para Balcarce

2-VARIACIONES DEL RENDIMIENTO POTENCIAL

De acuerdo con lo anterior, el rendimiento potencial aumentará con alta radiación solar y temperaturas frescas (y bajo fotoperíodo) durante el período de crecimiento de las espigas (etapa 2, figura 2), y temperaturas frescas durante el llenado de los granos (etapa 3). La radiación, la temperatura y el fotoperíodo se incrementan de invierno a verano. La fecha de floración que permite alcanzar el mayor rendimiento potencial puede variar con las características climáticas propias de cada localidad y entre años, pero por lo general, la condición más favorable se da a fines de invierno. Para estas fechas de floración el nivel de radiación es bajo, pero las temperaturas frescas y el fotoperíodo corto alargarían la duración del período de crecimiento de las espigas y del llenado; sin embargo, el riesgo de que una helada dañe las espigas resulta crítico. El compromiso entre alto rendimiento potencial y bajo riesgo de heladas determina generalmente la fecha de floración óptima. Asumiendo un riesgo de daño por helada en floración menor al 10% (un año cada 10), la floración no debería ocurrir antes del 1-10 de noviembre en Balcarce, Miramar, Azul o Necochea. Con fechas de floración más tardías el riesgo de heladas es menor pero el rendimiento potencial cae por el aumento de la temperatura. De lo anterior surge que el modo apropiado de determinar la fecha de siembra es estableciendo primero la fecha de floración adecuada y en función de ella y del ciclo del cultivar, la fecha de siembra. La figura 5 muestra los días de emergencia a espigazón para algunos cultivares de trigo candeal en Balcarce y Miramar. Al retrasarse la fechas de emergencia se acorta el ciclo de todos los cultivares debido al aumento de la temperatura y del fotoperíodo. Los cultivares que acortan más su ciclo tendrán fecha de floración más estable al modificar la fecha de emergencia. Esta característica puede ser ventajosa ante cambios involuntarios en la fecha de siembra, pero dificulta manipular la fecha de floración a través de la fecha de siembra. Para alcanzar la floración el 5 de noviembre, la fecha de emergencia para Thomas Ventania resultaría el 5 de julio y para los cultivares restantes entre el 5 y el 25 de agosto.

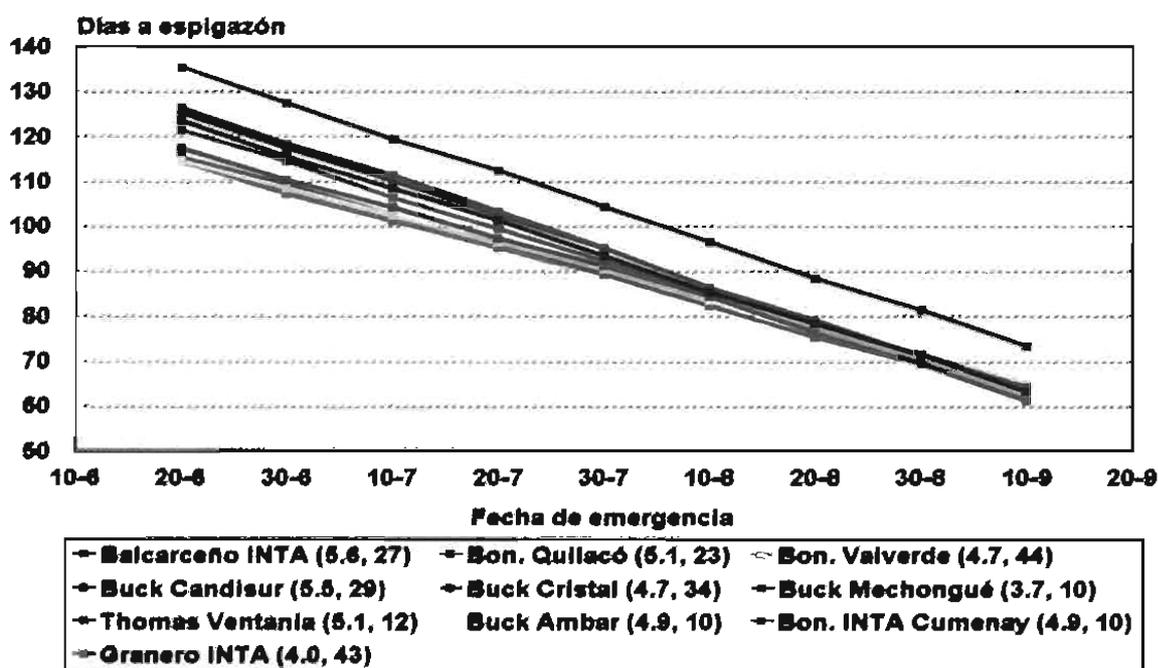


Figura 5: Relaciones entre los días de emergencia a espigazón y la fecha de emergencia en Balcarce y Miramar, para algunos trigos candeales y un trigo pan de referencia (Granero INTA), obtenidas a partir de los Ensayos Comparativos de Rendimiento (período 1980-2000). Entre paréntesis se muestra el error estándar de estimación de la duración del período (días) y la cantidad de datos con que se construyó la relación.

Comparando los rendimientos de trigo candeal (Ensayos Comparativos de Rendimiento) con los de trigo pan (Red de Ensayos Territoriales) en Balcarce y Miramar (figura 6a), no se observa ninguna diferencia clara entre ambas especies. En los experimentos de rendimiento potencial de Balcarce y Azul (figura 6a) la ventaja de los trigos candeales (línea BF1776, Buck Cristal, Buck Ambar, Buck Topacio ó Chagual INIA) vs. un mismo trigo pan (Granero INTA) fue en promedio 3%. Sin embargo, típicamente el trigo candeal produce menos granos/m² que el trigo pan (figura 6b). Esta diferencia puede atribuirse al menor número de granos por gramo de espiga (*factor de fertilidad de las espigas*) de los trigos candeales (tabla 1). En tal sentido el trigo candeal resulta menos eficiente que el trigo pan, ya que a igual crecimiento del cultivo produce un menor número de granos/m². Por otro lado, el trigo candeal comúnmente compone su rendimiento con un peso de mil granos mayor al de trigo pan (figura 6c), por medio de una mayor tasa de llenado por grano e igual duración del período (tabla 1). Sin embargo, la tasa de acumulación del rendimiento (qg/ha ganados por día) no suele diferir entre ambos tipos de trigo. En ausencia de limitaciones hídricas durante el llenado de los granos, el peso de mil granos de trigo candeal llega a alcanzar más del 80% de su peso potencial (tabla 1). Así, al igual que el trigo pan, el rendimiento parece estar más frecuentemente limitado por la capacidad de almacenamiento de los destinos que por la fuente disponible para llenar los granos. Esto implica que el período de crecimiento de las espigas, en el que se determina el número de granos, es por lo general la etapa más crítica para la generación del rendimiento, y explica por qué el rendimiento suele estar más asociado con el número de granos/m² que con el peso de mil granos (figura 1).

Tabla1: Comparación entre los componentes ecofisiológicos de trigo candeal (promedio de línea BF1776, Buck Cristal, Buck Ambar, Buck Topacio y Chagual INIA) y un trigo pan (Granero INTA). Datos obtenidos en experimentos de rendimiento potencial de Balcarce y Azul (período 1995/2000)

Rendimiento y sus componentes	Candeal	Pan	Diferencia (%)
Rendimiento (qq/ha) ^a	74.6	75.6	-1
Número de granos/m ² (en miles)	13.8	17.1	-19
Número de granos/g de espiga	63	77	-18
Peso seco de las espigas (g/m ²)	219	222	-1
Duración del período de crecimiento de las espigas ^b (días)	27	28	-4
Tasa de crecimiento de las espigas ^c (g/m ² /día)	7.8	7.5	4
Partición a espigas ^c (%)	33	30	10
Tasa de crecimiento del cultivo ^c (g/m ² /día)	26	25	4
EUR ^d (g/MJ)	2.5	2.6	-4
Radiación Interceptada ^e (MJ/m ² /día)	10	10	0
Peso de mil granos (g)	47	38	24
Peso potencial del grano (g)	55	43	28
Proporción del peso potencial (%)	87	90	-3
Duración del período de llenado (días desde antesis)	37	37	0
Tasa de llenado por grano (mg/día)	1.5	1.2	25
Tasa de acumulación del rendimiento (qq/ha/día)	2	2	0

^a con 14% de humedad

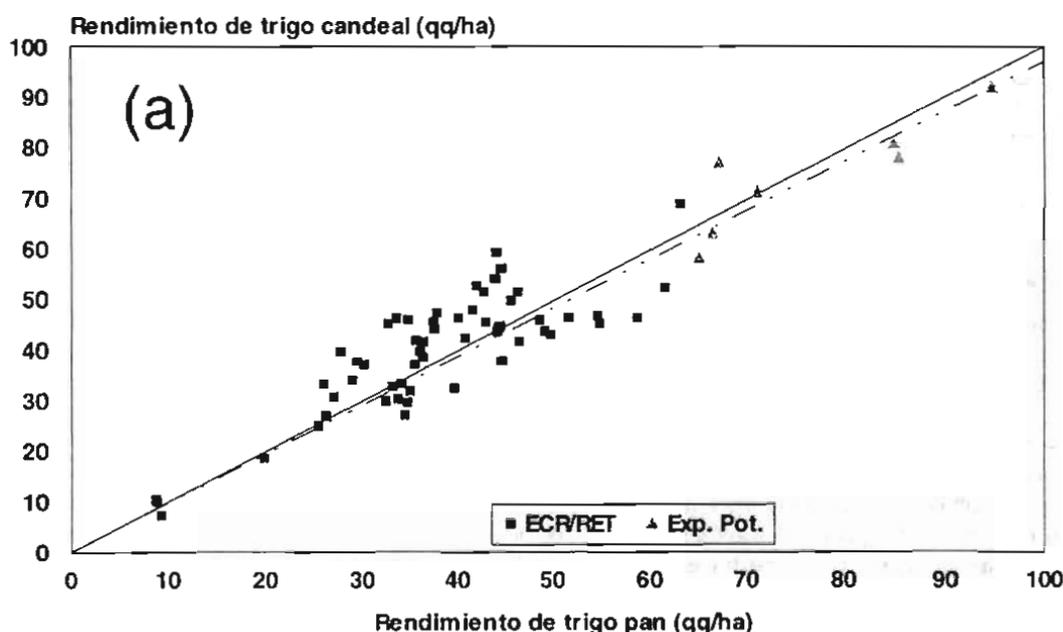
^b hasta 7 días después de antesis

^c durante el período de crecimiento de las espigas

^d eficiencia de uso de la radiación interceptada por el cultivo durante el período de crecimiento de las espigas

^e radiación fotosintéticamente activa interceptada por el cultivo durante el período de crecimiento de las espigas

La densidad de siembra óptima para alcanzar el rendimiento potencial será aquella que permita generar suficiente área foliar como para interceptar toda la radiación recibida por el cultivo durante el período de crecimiento de las espigas. Densidades mayores no producirían aumentos en el rendimiento y resultarían en un gasto superfluo en semillas y un mayor riesgo de vuelco. De la misma manera, condiciones que favorezcan un excesivo crecimiento inicial del cultivo, tales como alta disponibilidad hídrica y de nutrientes desde estados tempranos, no serán ventajosas desde el punto de vista del aprovechamiento de la radiación, sino que pueden predisponer al vuelco del cultivo. La introducción de genes de enanismo por medio del mejoramiento genético en los años 70 no sólo permitió reducir la susceptibilidad al vuelco posibilitando un manejo más intensivo del cultivo, sino también destinar una mayor proporción de fotoasimilados a las espigas en detrimento de los tallos, aumentando así la capacidad del cultivo de producir granos. A través del mejoramiento genético también se han obtenido cultivares de trigo candeal de hojas más verticales con la idea de favorecer la llegada de luz a las hojas inferiores, aumentando la eficiencia de uso de la radiación y la tasa de crecimiento del cultivo. Como contrapartida, estos cultivares podrían requerir una mayor densidad de siembra para generar el área foliar necesaria durante el período de crecimiento de las espigas. Como en siembras tardías la temperatura y el fotoperíodo de la etapa de expansión del área foliar son más altas, la densidad de siembra deberá ser mayor que en siembras tempranas. Los cultivares de ciclo largo tienen fundamentalmente una mayor duración de esa etapa y la ventaja que tendrían con respecto a los ciclos cortos radicaría en disponer de más tiempo para generar área foliar.



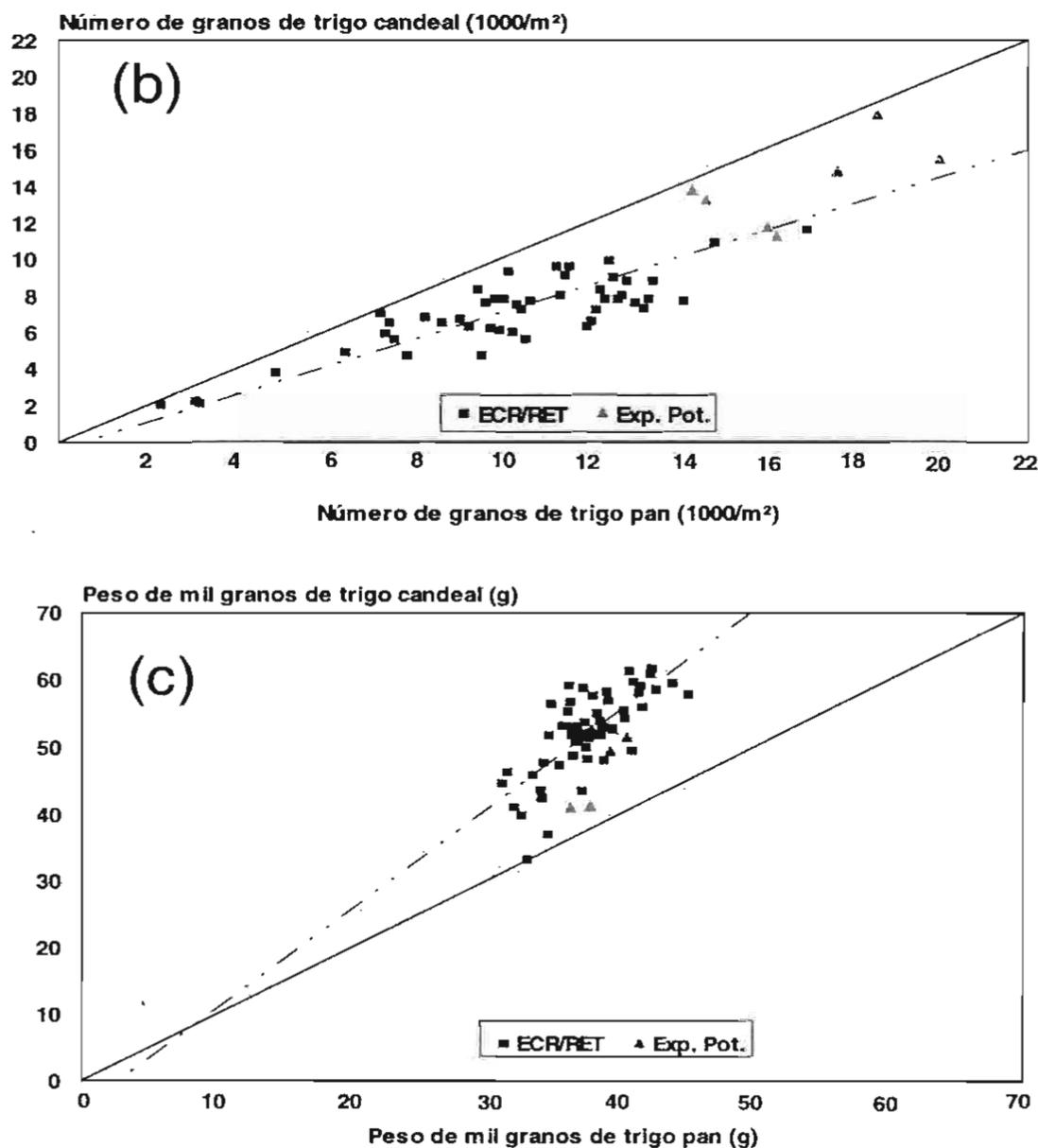


Figura 6: Relación entre el rendimiento (a), y sus principales componentes (b y c), de trigo candeal y el de trigo pan, obtenidas a partir de los Ensayos Comparativos de Rendimiento de trigo candeal (ECR) y de la Red de Ensayos Territoriales de trigo pan (RET) de Balcarce y Miramar (período 1980-2000), y en Experimentos de rendimiento potencial (Exp. Pot.) de Balcarce y Azul (período 1995-2000). Cada punto de los ECR/RET corresponde al promedio de todos los cultivares de cada fecha de siembra, de cada año. Cada punto de los Experimentos potenciales corresponde a un solo trigo candeal vs. un mismo trigo pan (Granero INTA). La línea llena representa la relación 1:1, la línea punteada es la recta de regresión.

3- LIMITACIONES DEL RENDIMIENTO POTENCIAL

La disponibilidad de nitrógeno tiene poco efecto sobre el llenado de los granos afectando principalmente el número de granos/m². Si bien es común que con baja disponibilidad de nutrientes el área foliar se mantenga verde por menos tiempo, esto no implica un período de llenado más corto, aunque sí un secado del cultivo más rápido. Las limitaciones de nitrógeno reducen el área foliar pudiendo afectar la radiación interceptada por el cultivo. Si esta situación se mantiene durante el período de crecimiento de las espigas, el número de granos/m² se verá afectado. Además, una deficiencia de nitrógeno puede reducir el número de granos/m² a través de una menor capacidad fotosintética del cultivo, afectando la eficiencia de uso de la radiación. Probablemente la deficiencia de nitrógeno no sólo reduce el número de granos a través de un menor peso seco de las espigas, sino que además podría afectar la fertilidad de las espigas, como se ha encontrado en trigo pan. Para lograr el rendimiento potencial, el cultivo deberá absorber suficiente nitrógeno al inicio del período de crecimiento de las espigas, como para generar el área foliar que permita interceptar toda la radiación disponible. Posteriormente, deberá absorber suficiente nitrógeno como para mantener el área foliar y la capacidad fotosintética del cultivo.

Hasta floración se superpone el crecimiento de varios órganos, que pueden ser destinos del nitrógeno absorbi-

do por el cultivo. A partir de este estado el grano es el principal órgano en crecimiento y por lo tanto el principal destino. Al comenzar el crecimiento del grano, generalmente la actividad radical declina y resta absorber menos del 20% del total del nitrógeno acumulado por el cultivo, por lo que la mayor parte del nitrógeno del grano (65-80%) proviene de la removilización del nitrógeno acumulado antes de floración. Es conocido que el mejoramiento genético aumentó el rendimiento reduciendo el contenido proteico del grano. El aumento de rendimiento logrado se debió a un mayor número de granos/m² con poco cambio de su peso, del nitrógeno absorbido por el cultivo y de la capacidad de removilizar nitrógeno durante el llenado. Así, el menor contenido proteico en cultivares de alto rendimiento puede explicarse como una disminución del nitrógeno absorbido por cada grano y como un aumento en la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno. Desde un punto de vista esto es un éxito del mejoramiento genético, pero desde otro se atenta contra la calidad del grano si el mayor potencial de rendimiento no es acompañado de una mejor nutrición nitrogenada del cultivo. Generalmente, la fertilización nitrogenada, particularmente si es tardía, aumenta más el nitrógeno absorbido por el cultivo que el número de granos/m², mejorando el contenido proteico del grano. Tanto en trigo candeal como en trigo pan la escasa vitreosidad se asocia principalmente con un bajo contenido de proteína en el grano, y puede corregirse, en buena medida, mejorando la nutrición nitrogenada del cultivo. No hay motivos fisiológicos que hagan suponer que alto rendimiento y alta calidad son incompatibles. Obviamente, obtener cultivares por medio del mejoramiento genético que satisfagan esos dos objetivos será más difícil que alcanzar uno solo de ellos. Por otro lado, compatibilizar alto rendimiento y alta calidad generalmente requerirá un gasto adicional para mejorar la nutrición del cultivo.

Las limitaciones hídricas reducen el área foliar y, por lo tanto, la intercepción de la radiación. Parece válida la idea de que la reducción temprana del área foliar no produce caídas de rendimiento en trigo candeal, si pasado el período de estrés hídrico, el cultivo alcanza suficiente área foliar como para captar la radiación disponible durante el período de crecimiento de las espigas. Por el contrario, si el cultivo no logra suficiente área foliar, el rendimiento se verá afectado, incluso aunque se haya restablecido la disponibilidad de agua. Una deficiencia hídrica también determina una menor eficiencia de uso de la radiación interceptada, que contribuye a reducir el número de granos/m² cuando el estrés se produce durante el período de crecimiento de las espigas. La disponibilidad de agua puede modificar el tiempo a floración, reduciéndolo en años de sequía. Sin embargo, la importancia de este efecto sobre el rendimiento parece menor, porque para cuando se manifiesta, el crecimiento del cultivo ya fue severamente afectado. El déficit hídrico durante el llenado del grano reduce el crecimiento del cultivo en esta etapa y en consecuencia puede afectar el peso de mil granos. Las sequías durante el llenado son frecuentes y, en general, están acompañadas de altas temperaturas, confundiendo los efectos. Sin embargo, la etapa de llenado no parece ser la más crítica para la determinación del rendimiento de trigo candeal. Como se mencionó, el rendimiento suele estar más frecuentemente limitado por la capacidad de almacenamiento de los destinos que por la fuente disponible para llenar los granos. Tampoco parece que el rendimiento del trigo candeal sea más susceptible a limitaciones del llenado de los granos que el trigo pan. No se observan evidencias en ese sentido en la figura 6, y ya fue señalado que ambos cultivos suelen tener similar tasa de acumulación de rendimiento. Sin embargo, el trigo candeal típicamente manifiesta más problemas de peso hectolítrico que el trigo pan. Esto se debería a que, en trigo candeal, un llenado incompleto afecta más el diámetro que el largo del grano, resultando menos esférico.

El estrés hídrico puede afectar la concentración de nitrógeno en el grano de acuerdo con el momento en que se produzca, pero en general, tiende a aumentarla. Si el estrés se produce durante la encañazón y antes de floración, es de esperar una disminución del número de granos/m² mayor que la caída del nitrógeno absorbido, lo que aumenta la proporción de nitrógeno por grano. Si el estrés ocurre durante el llenado del grano, el peso por grano puede verse afectado más que el nitrógeno disponible para removilizar, definido en floración, que se diluirá en una menor cantidad de almidón aumentando el contenido proteico del grano. En ambientes en que el rendimiento se asocia más con el número de granos que con el peso de mil (por ejemplo: figura 1), es de esperar que el contenido proteico del grano se relacione más con las condiciones de crecimiento hasta el inicio del llenado, que con las condiciones durante el llenado de los granos.

CAPITULO V

ROTACIONES EN EL CENTROSUR BONAERENSE

INTRODUCCION

La rotación de cultivos cumple un rol fundamental en los sistemas de producción. Diferentes secuencias inciden en forma variada sobre el suelo a través del tiempo, afectando directamente la sustentabilidad del sistema de producción y el rendimiento de los cultivos.

El nivel de abastecimiento de nutrientes, la capacidad de los suelos de infiltrar y retener agua, la estabilidad de los agregados, el tenor de materia orgánica, la evolución de las poblaciones de malezas, el control de plagas y enfermedades, son influenciados por la rotación de cultivos.

Cuando en esa rotación se incluyen pasturas perennes con especies gramíneas y leguminosas en su composición, se mejoran las propiedades del suelo afectadas por periodos agrícolas prolongados donde se han empleado labranzas poco conservacionistas.

En nuestra región, a partir de la década del 80, se observó una tendencia a prolongar los ciclos agrícolas debido a precios favorables de los granos lo que incidió directamente en la incorporación de tecnología. El avance en el mejoramiento genético de las especies y el desarrollo tecnológico en el área de insumos (nuevos herbicidas específicos para cada cultivo, fertilizantes a valores más accesibles, etc.), acompañan esa intensificación de la agricultura.

A raíz de esta situación, muchas de las rotaciones programadas fueron cambiadas, comenzándose a priorizar aquellos cultivos de grano que proponen una mayor rentabilidad. Este cambio en los sistemas mixtos de la región, plantea actualmente la inquietud sobre la estabilidad de los mismos en el tiempo, en especial aquellos que mantengan el sistema de labranza convencional.

El rendimiento de los cultivos ha llegado a niveles elevados, lo cual provoca una alta extracción de nutrientes del suelo, disminuyendo en forma rápida y marcada la fertilidad. Como consecuencia de esto, se hace necesario ajustar a las condiciones edafo-climáticas locales, las rotaciones o secuencias de cultivos y las prácticas de manejo de suelo, a fin de poder regular esa disponibilidad de nutrientes a los cultivos. Para el caso específico del trigo candeal, en un principio fue utilizada la información obtenida en manejo del cultivo de trigo pan, dada las características similares de las especies. En la actualidad se ha generado información específica que marca el comportamiento del candeal ante diferentes situaciones de cultivo.

HISTORIA AGRÍCOLA DEL LOTE

La información surgida del ensayo de rotaciones conducido en la Chacra Experimental Integrada Barrow nos permite comparar situaciones o secuencias de cultivo a través del tiempo midiendo la evolución que presentan los rendimientos cuando se prolongan los ciclos agrícolas o cuando los cultivos se desarrollan en ambientes de diferente fertilidad.

Para el caso específico del trigo, si promediamos situaciones donde el cultivo ha estado presente en los distintos años en esquemas de agricultura continua, se observa una caída de los rendimientos a medida que los cultivos agrícolas se suceden. Esa merma es más pronunciada cuanto mayores son los rendimientos obtenidos anualmente y cuando se empleen secuencias de cultivo muy extractivas de nutrientes.

El hoy generalizado uso de fertilizantes nitrogenados además de los fosforados, permite balancear esa pérdida de fertilidad de los suelos, manteniéndose los rendimientos elevados y estables.

Cuando la continuidad de los cultivos agrícolas se hace más prolongada, la respuesta al agregado de nitrógeno es mayor, debiéndose ajustar la dosis para obtener respuestas siempre crecientes. En consecuencia, si bien los rendimientos se mantienen elevados, el cultivo se hace más dependiente al agregado de fertilizante y responde con incrementos a la fertilización a medida que la historia agrícola del lote se prolonga (figura 1).

En consecuencia, cuando se decide hacer trigo, la historia agrícola que tenga ese lote va a ser uno de los factores que defina el nivel de fertilización a aplicar.

Las condiciones climáticas que ocurran durante el ciclo del trigo y en especial en el periodo de floración, son decisivas para que se manifiesten estas diferencias entre las distintas historias agrícolas de un determinado lote.

En años con precipitaciones escasas no se aprecian esas diferencias ni aún entre situaciones con o sin fertilización (nitrógeno). Los años con buen abastecimiento de agua por la cantidad y distribución de las lluvias durante el período crítico del cultivo, permiten obtener rendimientos significativamente mayores en las situaciones con historia agrícola corta con la presencia de una pastura reciente, comparado con una historia de agricultura permanente. Si a su vez, estas situaciones son fertilizadas con nitrógeno, la respuesta en rendimiento resulta elevada, en especial en aquellos suelos con historia agrícola prolongada (figura 2)

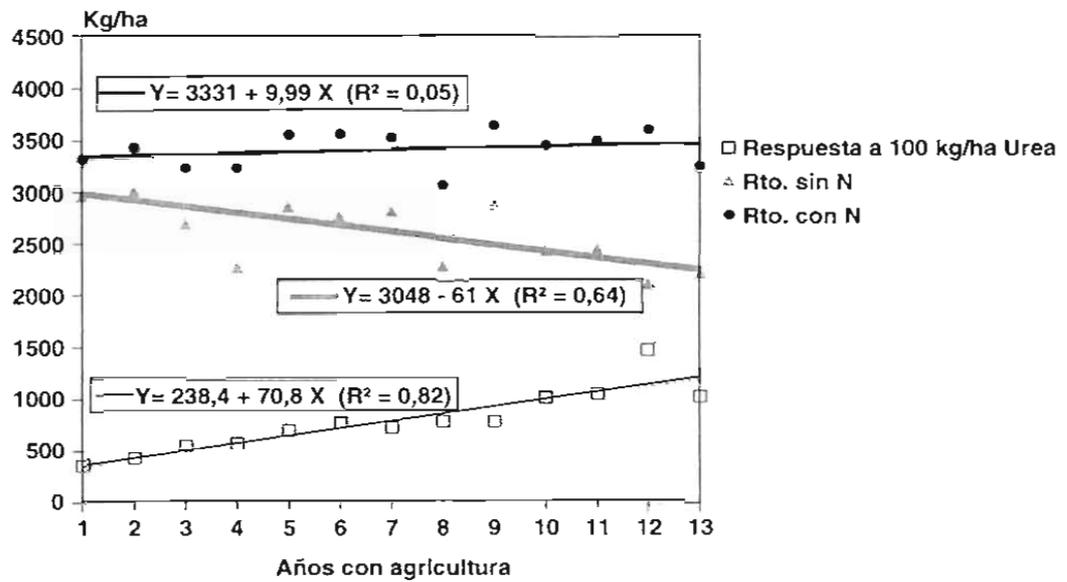


Figura 1: Evolución de los rendimientos de trigo y respuesta a la fertilización nitrogenada (100 kg/ha de urea) en suelo con historia agrícola en aumento.

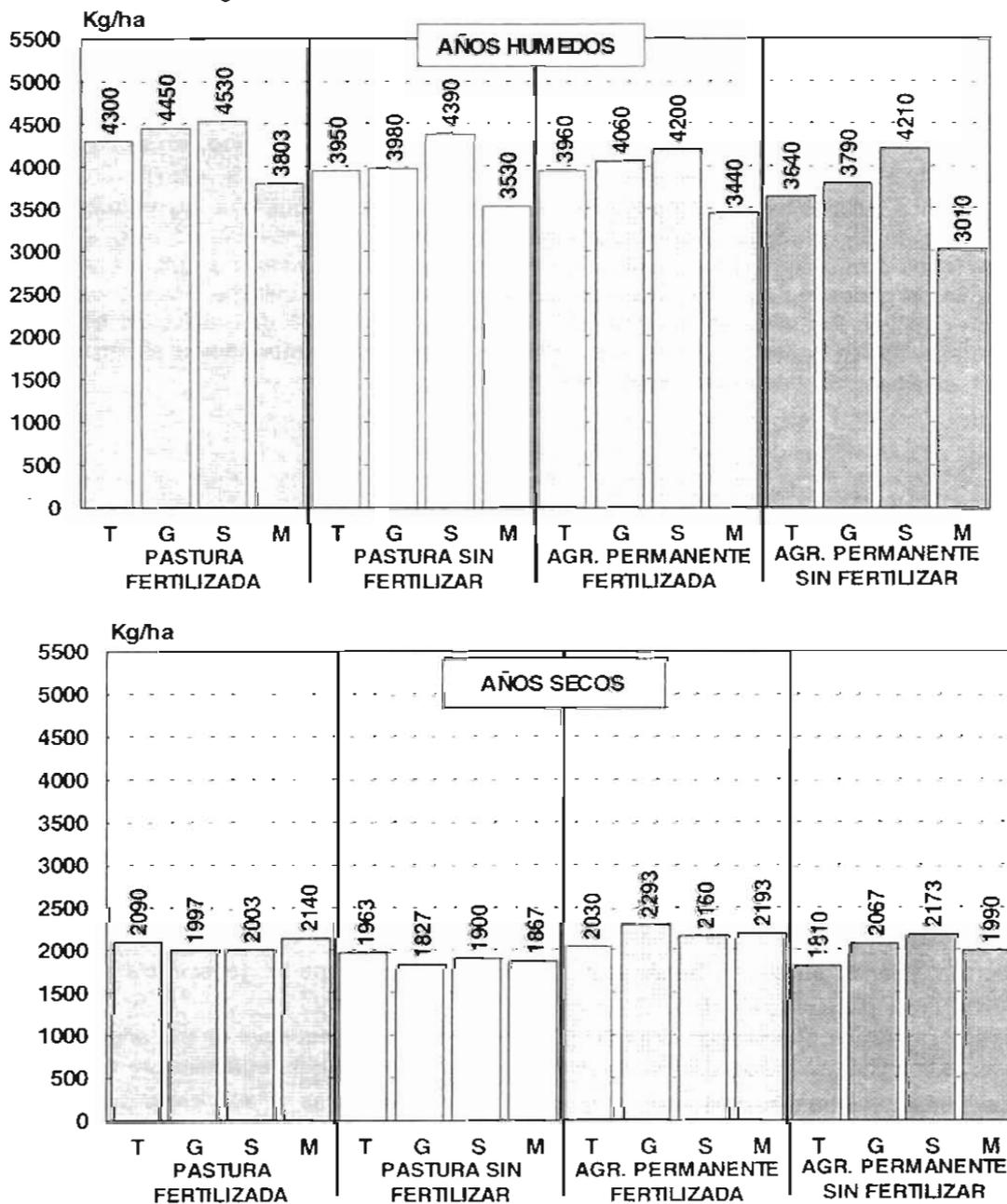


Figura 2: Rendimientos de trigo candeal en años con diferentes condiciones climáticas. Respuesta a historia del lote, cultivo antecesor inmediato (T= Trigo; G= Girasol; S = Soja; M = Maíz) y fertilización nitrogenada (100 kg/ha de urea).

Además del efecto observado sobre los rendimientos, se han medido importantes diferencias en los valores de proteína del grano, las que correlacionan directamente con rendimiento de acuerdo a las condiciones climáticas que se presenten.

En años secos, donde los rendimientos son relativamente bajos, se registran elevados niveles de proteína en aquellas situaciones donde la presencia de la pastura ha sido reciente (lote descansado con buen nivel de nutrientes en el suelo). A su vez, entre los distintos cultivos antecesores se presentan diferencias relacionadas con el nivel de consumo de nutrientes de cada uno. Se puede observar que en el caso de antecesor maíz, aún en las situaciones fertilizadas con nitrógeno, la proteína es más baja.

Cuando las condiciones climáticas favorecen al cultivo y los rendimientos son elevados, los niveles de proteína resultan menores y no se aprecian diferencias entre distinta prolongación de la historia agrícola, cultivo antecesor o fertilización nitrogenada, ya que el nitrógeno aplicado es utilizado en la compensación del rinde. Serían necesarias dosis crecientes de fertilizante nitrogenado para lograr elevar los tenores de proteína (figura 3).

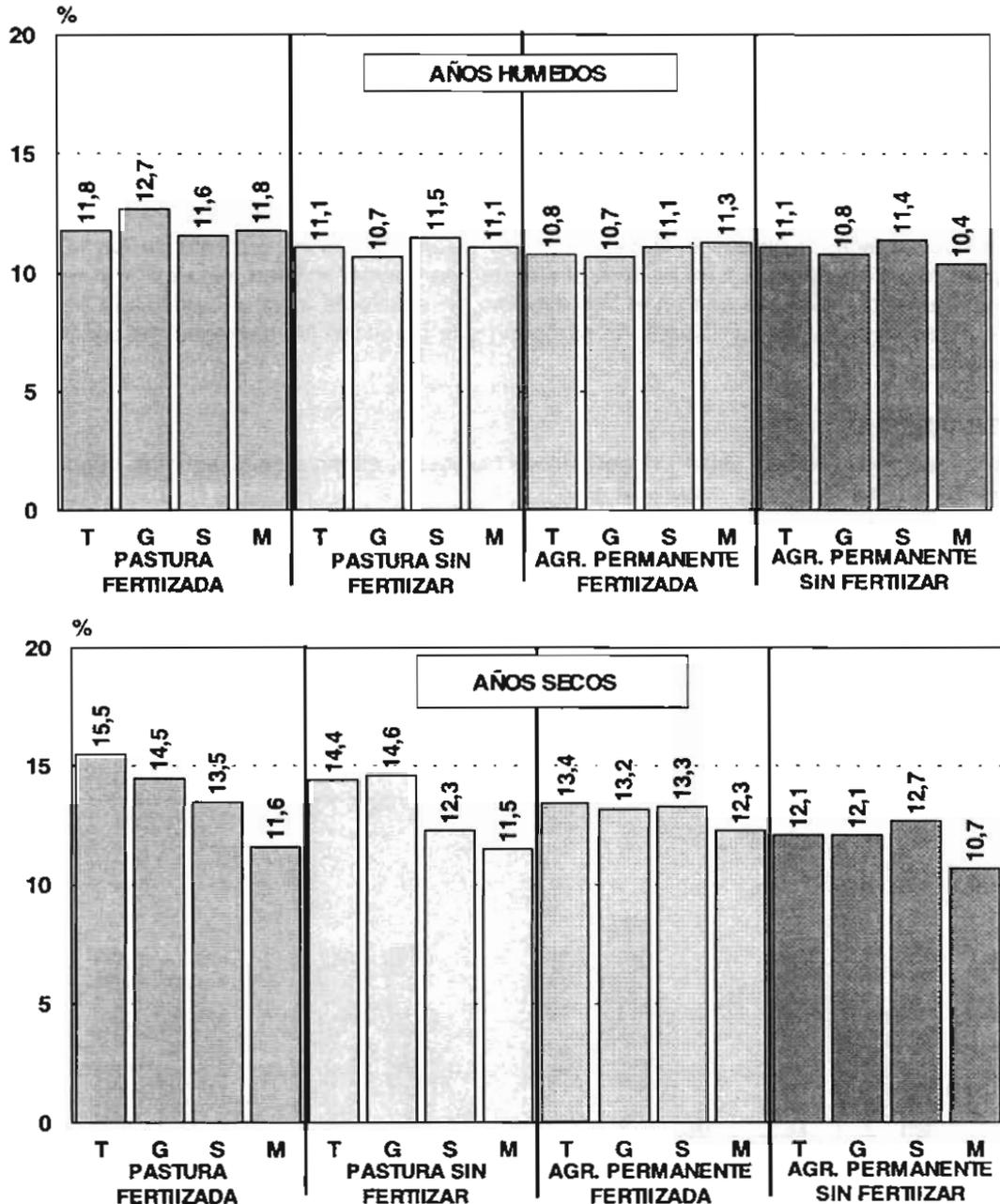


Figura 3: Proteína en grano de trigo candeal en años con diferentes condiciones climáticas. Respuesta a historia del lote, cultivo antecesor inmediato (T= Trigo; G= Girasol; S = Soja; M = Maíz) y fertilización nitrogenada (100 kg/ha de urea).

En consecuencia, el impacto que produce la fertilización se observará en mayor medida en aquellos suelos más agotados cuando las condiciones climáticas se presenten favorables durante el ciclo del cultivo.

CULTIVO ANTECESOR

A partir del ensayo de rotaciones se puede establecer cuales han sido los mejores antecesores para el cultivo a través de los años.

En sistemas mixtos agrícola-ganaderos en rotación con pasturas, cuando éstas son roturadas a principios de

verano resultan ser uno de los mejores antecesores. Las altas temperaturas de esa época favorecen la mineralización de la materia orgánica y la liberación de nutrientes que luego pueden ser aprovechados por el cultivo de trigo.

En secuencias agrícolas, girasol, soja y trigo resultan ser para las condiciones de la región, los antecesores que producen un mejor comportamiento en el trigo candeal (figura 2).

El girasol tiene ventajas por ser un cultivo que desocupa el lote temprano y no tiene una alta exigencia en nitrógeno. La soja deja un rastrojo rico en nitrógeno y de fácil descomposición y mineralización, que permite destinarlo rápidamente al cultivo que sigue en la rotación, en este caso el trigo, pero los niveles de nitrógeno del suelo quedan reducidos por la elevada extracción del sistema que produce su grano de alto porcentaje de proteína.

Un solo año de cultivo de trigo resulta ser un buen antecesor, siempre que las tareas de inicio de labores para permitir una buena descomposición del rastrojo se realicen inmediatamente después de la cosecha. Esta información resulta importante para aquellas situaciones en donde se repite el cultivo de trigo en la rotación.

El maíz por su rastrojo voluminoso, inmoviliza mucho nitrógeno para lograr su descomposición y por lo tanto la concentración disponible en las primeras etapas de crecimiento del trigo suele ser baja. Ante este antecesor es necesario el aporte temprano de fertilizante nitrogenado para suplir esa falencia.

Finalmente sembrar trigo en un lote que ya ha tenido 2 años de trigo no resulta conveniente por la incidencia de malezas y enfermedades, fundamentalmente a partir del tercer año.

Cuando todas estas situaciones son comparadas con el agregado de fertilizante nitrogenado, las diferencias entre antecesores prácticamente desaparecen y los rendimientos se igualan. A excepción del antecesor trigo por más de 2 años donde la incidencia de las enfermedades sigue afectando seriamente los rendimientos.

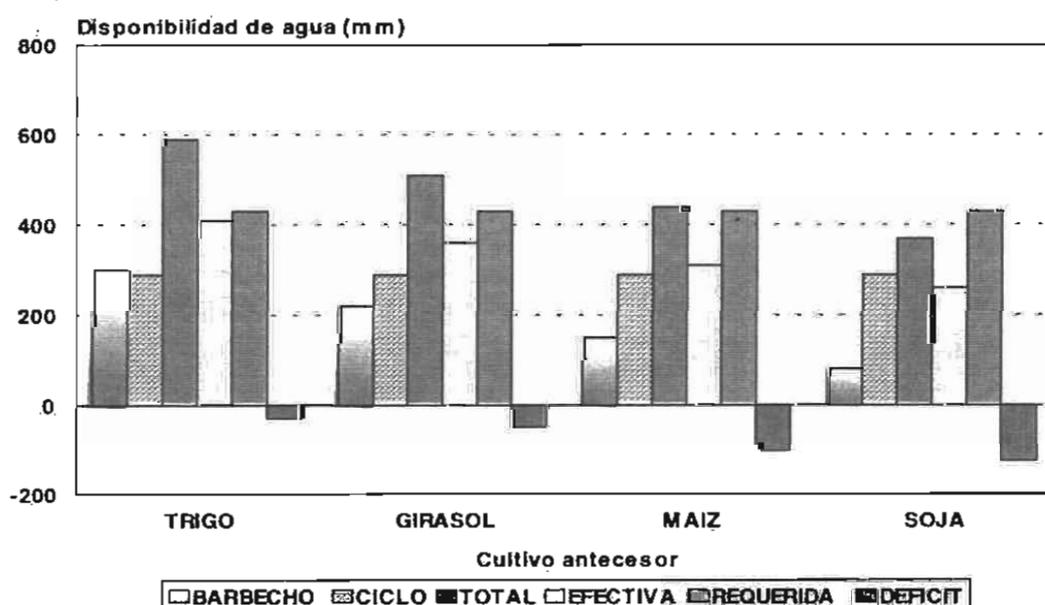
El efecto del antecesor entonces, depende de un balance en el movimiento de los nutrientes que quedan disponibles para el cultivo de trigo. Una pastura al ofrecer una mayor fertilidad, va a evitar o reducir la aplicación de fertilizantes nitrogenados, mientras que en el otro extremo, un cultivo de maíz en agricultura permanente, va a exigir una mayor fertilización por la inmovilización de nitrógeno que producen las bacterias del suelo para lograr descomponer su rastrojo.

PERIODO DE BARBECHO

El cultivo antecesor también define el periodo de barbecho, esencial para acumular agua previo al cultivo de trigo, a través del momento en que desocupa el lote.

Si se piensa sembrar trigo sobre trigo, se puede iniciar el barbecho inmediatamente luego de la cosecha para aprovechar las temperaturas del verano que facilitan la descomposición del rastrojo. Con girasol en cambio, la primer labor posterior a su cosecha se podrá efectuar a fines de marzo; luego de un maíz a fines de abril, y si el cultivo antecesor fuese soja, el inicio del barbecho sería a principios de mayo. Si como mencionamos anteriormente, la pastura se rotura a comienzos del verano su periodo de barbecho sería el más prolongado.

Estas diferencias en el tiempo marcan una acumulación distinta de agua en el perfil, de acuerdo al cultivo previo y que es fundamental para comenzar el cultivo de trigo con una reserva adecuada almacenada en el perfil del suelo (figura 4).



Fuente: INTA Balcarlos

Figura 4: Disponibilidad de agua para trigo según el cultivo antecesor.

RENDIMIENTO DEL CULTIVO ANTECESOR

Este es un parámetro de gran importancia por su incidencia en el balance de nutrientes del sistema. Un cultivo antecesor que obtiene un alto rendimiento en un lote que presenta muchos años de agricultura continua, va a empobrecer aún más el suelo y por lo tanto va a ser necesaria una ajustada fertilización.

En base a la historia agrícola del lote y al rendimiento del cultivo antecesor, se puede inferir que sería diferente la respuesta a la fertilización nitrogenada del trigo que se va a sembrar.

Cuando una pastura es roturada para hacer girasol y al año siguiente se siembra trigo, la respuesta que se obtiene ante la fertilización nitrogenada en trigo es superior en la situación donde el girasol obtuvo un mayor rendimiento. Esa mayor producción de grano necesita mayor cantidad de nutrientes para producirlo, en consecuencia los niveles en el suelo quedan más reducidos (figura 5).

Si el rendimiento del girasol fue bajo, la extracción habrá sido menor y los niveles de nutrientes en el suelo se verán poco afectados. Por lo tanto la respuesta de la aplicación de nitrógeno al trigo es muy baja y no sería económico ni necesario aplicar fertilizantes en este tipo de situaciones.

A medida que el lote posea una historia agrícola más prolongada, las respuestas esperables al agregado de nitrógeno serán mayores cuanto más elevado haya sido el rendimiento del girasol precedente.

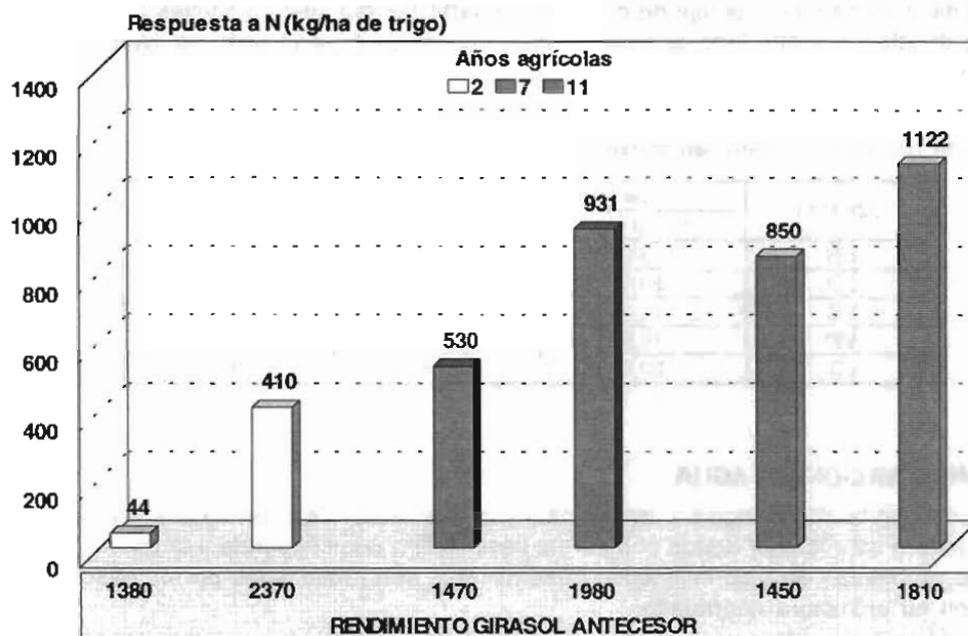


Figura 5: Efecto del rendimiento del antecesor (girasol) sobre la producción de trigo.

Como se ha podido observar a través de este capítulo, la historia del lote y el cultivo antecesor tienen importancia a la hora de decidir la siembra de trigo candeal en un determinado lote y el ajuste de las dosis de fertilizantes a aplicar.

Tener presente estas consideraciones, nos permitirá ajustar las variables que permitan alcanzar una producción más estable.

LABRANZAS EN EL CENTROSUR BONAERENSE

INTRODUCCIÓN

En términos generales el trigo es un cultivo que presenta buena adaptación a la reducción de laboreos e incluso a la siembra directa en suelos con estructuras favorables y clima subhúmedo o semiárido. Por otro lado en regiones húmedas con suelo de lento drenaje los cultivos bajo siembra directa o labranza reducida no tienen una buena adaptación.

La labranza convencional, que implica realizar varias pasadas de rastra de discos y dientes y profundizar la remoción del suelo a través de arado de rejas, requiere un alto consumo de tiempo y energía, produce una disminución en la materia orgánica del suelo (tabla 1) y contribuye, al no tener cobertura, a la pérdida del suelo por erosión provocada por el viento y el agua.

Tabla 1: Efecto de los sistemas de labranza: siembra directa (SD), con rastra de discos (LD), vertical superficial (VS), vertical profunda (VP) y convencional (LC) sobre el contenido de materia orgánica a distintas profundidades luego de 6 años de ensayos en la CEI Barrow

Sistemas de labranza	% Contenido materia orgánica		
	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm
SD	6.14 a	5.34 a	4.65 a
LD	5.45 b	5.16 a	4.53 a
VS	5.55 b	5.34 a	4.83 a
VP	5.57 ab	5.34 a	4.95 a
LC	5.36 b	5.19 a	5.03 a

La alta intensidad de laboreo, que se realiza con la finalidad de refinar el suelo para la siembra, provoca la pérdida del agua almacenada en el suelo durante el barbecho y favorece el encostramiento con la consecuente caída en la infiltración y el aumento del escurrimiento superficial. En ambientes subhúmedos como el centrosur de Buenos Aires la pérdida de humedad puede provocar una caída en los rendimientos del trigo candeal.

Las investigaciones sobre labranzas para trigo están orientadas a determinar el sistema de labranza que permita una adecuada implantación del cultivo con la mínima remoción del suelo posible. La oportunidad de la labranza en suelos de textura fina se relaciona con el contenido de humedad. Bajo condiciones de excesiva humedad la labranza puede producir compactación y deteriorar la estructura del suelo por amasado.

La siembra directa implica una importante reducción en los costos de laboreo pero genera mayores costos en herbicidas y fertilizantes nitrogenados por una menor disponibilidad de nitrógeno en el suelo (tabla 2). Este sistema no se adapta bien en suelos pobremente estructurados o con problemas de drenaje.

La labranza vertical presenta la ventaja de conservar la fertilidad del suelo a niveles similares a los correspondientes a la siembra directa y por otro lado es posible lograr niveles de productividad equivalentes a los de labranza convencional con menores costos de producción.

Tabla 2: Contenido de nitrógeno mineral en presiembra bajo distintos sistemas de labranza

Labranza	Contenido de N en presiembra (ppm N-NO ₃)		
	0 - 20 cm	20 - 40 cm	40 - 60 cm
SD	13,2	3,9	3,5
LD	20,1	8,9	8,0
VS	18,5	10,9	6,9
VP	16,4	7,7	7,6
LC	20,5	9,6	8,6

ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

La remoción del suelo facilita el ingreso, almacenaje y conservación de agua en el suelo. El cincel profundo al inicio del barbecho genera canales por donde el agua de lluvia infiltra contribuyendo a la recarga del perfil en capas subsuperficiales. Los problemas de baja infiltración generalmente son provocados por compactación, baja materia orgánica y suelos con su estructura degradada.

En ambientes donde el agua es uno de los principales factores limitantes para el rendimiento del trigo candeal deben adoptarse prácticas de labranza que minimicen el escurrimiento superficial a través del adecuado manejo de los rastrojos que operan como "diques" de contención. El uso adecuado del cincel o eventualmente el subsolado pueden contribuir a solucionar los problemas de infiltración.

El agua almacenada en el suelo durante las lluvias del otoño no debe perderse por evaporación o transpiración de las malezas. Para reducir estas pérdidas se debe evitar el enmalezamiento del barbecho a través del uso de herbicidas totales o pasadas muy superficiales de herramientas como el cultivador de campo. La presencia de rastrojos cubriendo el suelo también contribuirán a una menor pérdida de agua por evaporación. Las prácticas que reducen las pérdidas de agua permiten un incremento del rendimiento de aproximadamente 100 kg/ha de trigo por cada 10 mm de agua conservados.

La remoción superficial del suelo que realizan implementos como el cultivador de campo permiten generar una capa de suelo seco de pocos centímetros que interrumpe la capilaridad, evitando la pérdida del agua almacenada por debajo de esta capa de suelo seco y además hace de capa aislante manteniendo más frío el suelo y consecuentemente retardando el pasaje de agua a vapor.

Una capa superficial de suelo seco y removido complementada con cobertura de residuos que controlan la erosión puede lograrse a través de una adecuada elección de implementos de labranza y el uso de herbicidas que permitirán reducir el número de pasadas de herramientas.

FERTILIDAD DEL SUELO

La reducción en la intensidad de laboreo implica una menor liberación de nutrientes por parte de la materia orgánica del suelo causada por una menor oxigenación, desmenuzamiento y temperatura del suelo.

La menor disponibilidad de nutrientes provocado por una reducción del laboreo, fundamentalmente nitrógeno (tabla 2) y fósforo pueden provocar un menor rendimiento. Por lo tanto se debería realizar un diagnóstico que permita adaptar las dosis de nutrientes a aplicar a un cambio en el sistema de labranza.

El ajuste de la fertilización al sistema de labranza será de una mayor magnitud cuando el cultivo antecesor es un cereal de invierno que cuando es girasol o soja, las diferencias se relacionan con la duración del barbecho, tipo y cantidad de residuo de cada cultivo antecesor.

La acumulación superficial de fósforo y la menor temperatura del suelo bajo siembra directa implican la necesidad de adaptar los métodos de diagnóstico y calibración de los mismos para lograr una eficiente fertilización fosfatada del cultivo.

MANEJO DE SUELOS EN EL SUDOESTE BONAERENSE

INTRODUCCIÓN

Cuando se selecciona un determinado cultivo y/o variedad por su potencial productivo (rendimiento y calidad) será necesario aplicar tecnología que le permita, al mismo, expresar todo su potencial. Cualquier restricción física y/o química en el suelo limitará la posibilidad de éxito más allá de la genética empleada.

La información aquí presentada ha sido extraída, principalmente, de experiencias realizadas con trigo pan; pero que son consideradas válidas para el cultivo de trigo candeal. No obstante, se han contemplado aspectos que revisten especial atención en función de los requerimientos del mismo.

Asimismo se incluye información de experimentación en marcha con trigo candeal, en sistemas de labranza y fertilización.

AGUA EN EL SUELO

El agua es el factor más limitante de la producción en la región semiárida, caracterizada por gran variabilidad intra e inter anual de lluvias y alta evapotranspiración, lo cual provoca déficits hídricos de magnitud variable según la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos. Esta última característica determina, en gran medida, la posibilidad de amortiguar este efecto climático mediante la realización del barbecho. Este ha sido evaluado durante muchos años por el Ing. A. Glave (1982), y su validación como técnica conservacionista que permite una mayor acumulación de agua en el suelo ha generado la amplia adopción existente en nuestra región.

En la mayoría de los casos, la reserva de agua no resulta suficiente para abastecer al cultivo durante sus etapas críticas. Esto explica que la precipitación en los meses de septiembre, octubre y noviembre continúe determinando los rendimientos del trigo en la región. De todos modos, es importante tener en cuenta que a mayor profundidad de suelo, cuanto antes se inicie el barbecho (mecánico o químico), mayor oportunidad se tendrá para acumular más agua al momento de la siembra.

La longitud del barbecho depende también, del cultivo antecesor. Se deduce así, que un cultivo de invierno es mejor antecesor que uno de verano. Sin embargo, en zonas donde se realiza este último, el girasol resulta el más conveniente ya que deja de extraer agua antes que un sorgo o maíz y amplía el período de recarga del suelo.

Otro factor que afecta la eficiencia hídrica del barbecho, es el sistema de labranza. La labranza vertical (cincel-cultivador) y la siembra directa son alternativas superadoras del uso tradicional de herramientas de discos. La primera, mediante un cincel profundo antes de los meses de máxima precipitación (otoño) genera rugosidad, remueve el subsuelo y mantiene cobertura en superficie, facilitando la captación y almacenamiento de agua. La siembra directa ha logrado mayor contenido de agua que la LV, únicamente en la capa superficial de suelo. En este sentido, el éxito de la SD depende de los niveles de cobertura que se manejen.

COMPACTACIÓN Y RAÍCES

La presencia de capas duras en subsuelo repercuten en el desarrollo de raíces en profundidad, produciéndose sistemas radiculares superficiales. Esto hace que los cultivos queden más expuestos a sequías temporarias, comunes en nuestra región.

La resistencia a la penetración de raíces puede deberse a compactaciones por efecto de sucesivas labores con herramientas de discos (pisos de arado) o por capas naturales o propias del suelo (capa gredosa).

Trabajos en el área de Bordenave han demostrado los efectos positivos, sobre la resistencia a la penetración del subsuelo, de diferentes formas de uso del cincel (cantidad de pasadas y distancia entre púas). El sistema radicular del trigo mostró una profundización relacionada con la remoción del subsuelo. Esta mayor profundidad de raíces determinó ligeros incrementos en el rendimiento (150-200 kg/ha), en dos campañas caracterizadas por el déficit de precipitaciones (Ripoll, 1996).

En el caso del trigo candeal, por ser un cultivo de ciclo corto, este aspecto adquiere especial relevancia, dado que tiene menos tiempo para desarrollar y profundizar la mayor cantidad de raíces posible antes que comiencen los períodos de sequía característicos de nuestras primaveras. Por lo tanto, es necesario lograr un desarrollo inicial rápido que permita generar raíces en profundidad y además, cerrar el entresurco para una menor pérdida de agua por evaporación y competencia de malezas.

La fertilización a la siembra, como arrancador, aprovechando la humedad del suelo y la creación de condiciones físicas adecuadas en el subsuelo son herramientas que pueden aportar al objetivo mencionado.

ROTACIÓN Y SECUENCIA DE CULTIVOS

La rotación o secuencia de cultivos que se adopten, definen el nivel de productividad de una explotación en función de sus efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. El conocimiento de tales efectos, representa una herramienta básica para la toma de decisiones.

En nuestros sistemas de producción, esencialmente mixtos, la rotación de cultivos anuales con praderas

perennes resulta estratégica para la sustentabilidad de los mismos. El manejo del trigo, bajo diferentes rotaciones de cultivos, ha sido y sigue siendo motivo de estudio.

En la EEA Bordenave se conducen - desde 1975 - parcelas experimentales con distintas secuencias de cultivos, sobre un Haplustol éntico franco-arenoso (Glave, 1975). Los tratamientos aquí considerados incluyen: Tg/Tg : Agricultura permanente de trigo. Nat/Tg: Alternancia de un año de trigo con un año de campo natural (barbecho sucio). Se pastorea el rastrojo y la vegetación espontánea. Past/Tg : Rotación de pastura mixta (base alfalfa), y trigo continuo, en secuencias de 5 x 5 años respectivamente. Verdeo/Tg : Alternancia de verdes de invierno (Triticale o avena consociados con Vicia) y trigo, en secuencias 1x1 y 2x2 años.

Las parcelas se dividen aleatoriamente en Testigo (sin aplicación de fertilizantes) y Fertilizado (con aplicación de 46 kg/ha de nitrógeno y 16 kg/ha de fósforo, a la siembra del trigo).

Rendimientos

- Sin fertilización

- 1- El tratamiento Verdeo/Tg superó al monocultivo (Tg/Tg) y al Nat/Tg en el primer trigo luego de dos verdes con vicia; las diferencias disminuyeron o desaparecieron en el segundo trigo (figura 1).
- 2- En el primer año de trigo, luego de pastura, el tratamiento Past/Tg superó a Tg/Tg y Nat/Tg, no diferenciándose de Verdeo/Tg. En los restantes años no existieron diferencias o fueron favorables a Verdeo/Tg.
- 3- El tratamiento Nat/Tg superó al monocultivo en cuatro de las nueve campañas comparadas, no presentó diferencias en otras cuatro y fue superado solamente en una de ellas.

- Con fertilización

- 1- El tratamiento Verdeo/Tg tuvo rendimientos significativamente mayores que Tg/Tg en seis de los nueve años contabilizados. Aunque las principales diferencias se obtuvieron con primeros años de trigo luego de verdes, el efecto del cultivo antecesor parece haber tenido menor importancia que en el caso del trigo no fertilizado.

En las restantes comparaciones no se advirtieron diferencias ni tendencias definidas. La diferente respuesta del trigo no fertilizado parece justificarse más por el efecto - a corto plazo - del cultivo anterior (especialmente si fue una leguminosa) que por el efecto a mediano-largo plazo de la sucesión de cultivos.

Por otra parte, la mejora relativa en los rendimientos de Tg/Tg fertilizado, permite suponer que buena parte de las diferencias entre tratamientos se debe al nitrógeno.

El bajo rendimiento medio del trigo en Past/Tg contrasta con la hipótesis, generalmente aceptada, de la recuperación de fertilidad físico-química del suelo durante la etapa con pastura (Loewy y López 1994). Merece notarse que, en las condiciones estudiadas, la sucesión relativamente prolongada de cultivos de trigo luego de la pastura, configuró un virtual "monocultivo en rotación" anulando las ventajas del antecesor pastura.

Loewy (1987), estudió la rotación leguminosa-trigo y sus efectos sobre la fertilidad nitrogenada del suelo y los rendimientos de trigo. Sus conclusiones establecen que :

- El trigo continuo mostró una pérdida de rendimiento aproximada a 100 kg/ha /año, en relación a la rotación avena-vicia / trigo.
- La rotación avena-vicia/trigo tiende a un adecuado balance nitrógeno-agua para el cereal, mientras que el primer trigo sobre pradera presenta un alto riesgo de stress hídrico en primavera.

Tal desbalance se produce cuando las precipitaciones de primavera no son suficientes para sostener la elevada biomasa, producto de la excesiva disponibilidad de nitrógeno. En este sentido, la menor provisión de nitrógeno generada por la siembra directa, podría ser una alternativa para administrar de manera más eficiente la fertilidad natural acumulada durante la etapa de pastura.

Por lo tanto, la ubicación estratégica del cultivo dentro de una rotación, a fin de aprovechar al máximo la fertilidad nitrogenada natural aportada por el o los cultivos antecesores, es de gran relevancia. De esta manera, se disminuirá la demanda externa de N, orientando su aplicación a fines de calidad.

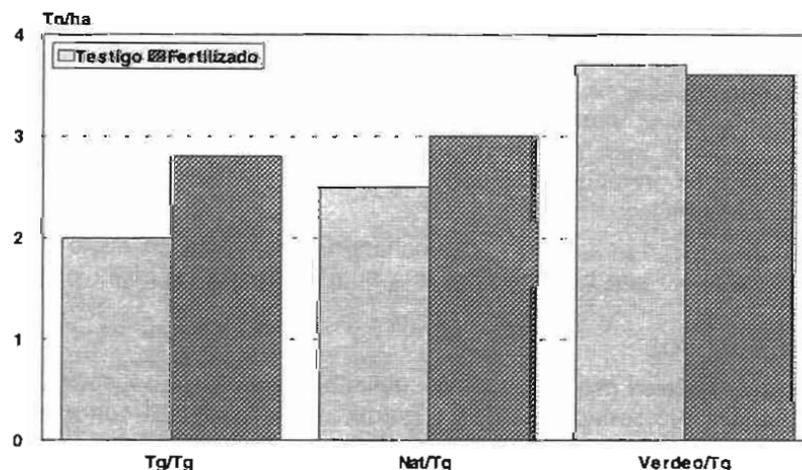


Figura 1: Rendimientos medios de trigo - Primer trigo luego del verdeo

Efectos sobre el suelo

A los 20 años de tratamiento, Krüger (1996a) estudió la fertilidad química y física del suelo en la capa 0-12 cm de profundidad.

- Una disminución del carbono orgánico y nitrógeno total en Tg/Tg, en relación con Nat/Tg y Past/Tg, manteniendo Verdeo/Tg un comportamiento intermedio. La fertilización disminuyó las diferencias.
- Un estado estructural menos favorable en los tratamientos con mayor proporción de labranzas (Tg/Tg y Verdeo/Tg). La fertilización produjo una mejora relativa en este parámetro (especialmente en Tg/Tg).

LABRANZAS

La experiencia se llevó a cabo entre 1987 y 1992 sobre un suelo franco arenoso. Se utilizó la secuencia girasol-trigo, repetida en tres oportunidades, en este tipo de secuencias la mayor diferenciación de labranzas se produce durante el barbecho para el cultivo de verano, ya que la escasa duración del barbecho para trigo no permite mayores variaciones. Los tratamientos de labranza estudiados incluyeron: **SD - Siembra directa:** Herbicida al iniciar y finalizar los barbechos de girasol y de trigo. **LS - Labranza superficial reducida:** Rastra de discos, herbicida y cultivador de campo en el barbecho para girasol, afectando una profundidad no mayor de 0- 12 cm.. **LV - Labranza vertical:** Rastra de discos (10- 12 cm), cincel profundo (20-22 cm) y cultivador de campo en el barbecho para girasol. **LI - Labranza intensiva:** Arado rastra, arado de rejas y vertederas (15-18 cm) más rastra de dientes, y rastra de discos o vibrocultivador en el barbecho para girasol.

En los últimos tres tratamientos se utilizó rastra de discos y cultivador de campo durante el barbecho para trigo. Todos los tratamientos recibieron fertilización fosfórica a la siembra del trigo, en forma de superfosfato tricálcico (80 kg/ha) en línea por debajo de la semilla; la mitad de cada parcela recibió además nitrógeno (90 kg/ha de urea).

Rendimientos

La figura 2 muestra los rendimientos medios de trigo en función del sistema de labranza utilizado. Los rendimientos fueron ligeramente mayores en LV y LI (probablemente por efectos acumulativos de las labranzas de primavera). La fertilización nitrogenada aumentó significativamente los rendimientos en todos los tratamientos y campañas, con una respuesta media de 543 kg/ha, es decir 13,9 kg de trigo/kg de nitrógeno aplicado.

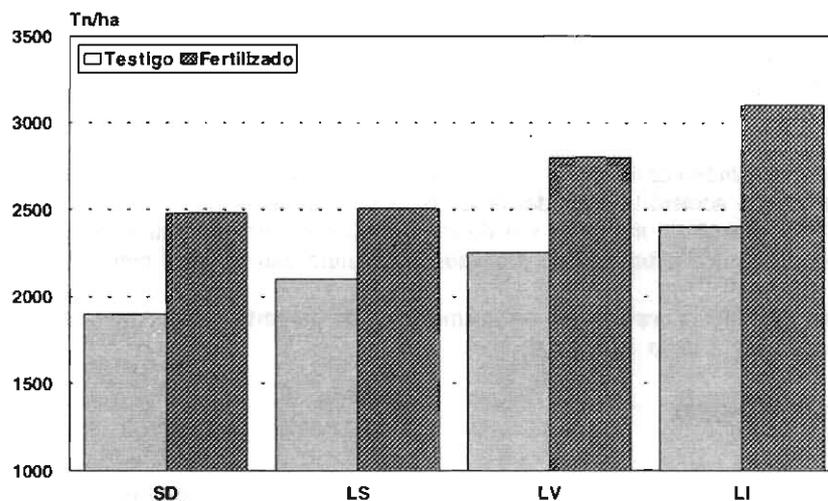


Figura 2: Rendimientos medios de trigo

Efectos sobre el suelo

Los sistemas de labranza con escasa o nula remoción de suelo (SD y LS) produjeron bajas dotaciones de nitratos - al momento de la siembra - en comparación con LV y LI (Figura 3). Estos resultados muestran la necesidad de utilizar fertilizantes para obtener rendimientos aceptables, especialmente en siembra directa (Krüger, 1996b).

La evaluación del suelo al final de la experiencia mostró - en la capa 0-12 cm - aumentos del 5% respecto del contenido inicial de carbono orgánico total en SD, y reducciones del 4, 6 y 18% en LS, LV y LI respectivamente (Krüger, 1996c) (figura 3). Una tendencia similar se observó respecto del nitrógeno total. Aunque la variación no fue significativa, el fósforo extractable aumentó en todos los tratamientos debido a la fertilización, mientras que el pH se redujo ligeramente, especialmente en SD.

La estabilidad estructural mejoró ligeramente durante la experiencia en SD, mientras que LS y LI la empeoraron, manteniendo LV un estado intermedio.

El sistema de SD acumuló mayor humedad en la capa 0-10 cm, lo cual parece ser una constante en sistemas de labranza química (Thomas, 1985). Asimismo, Mc. Calla y Army (1961) plantean que este efecto sólo es importante en las capas superficiales y no resulta trascendente para el resto del perfil.

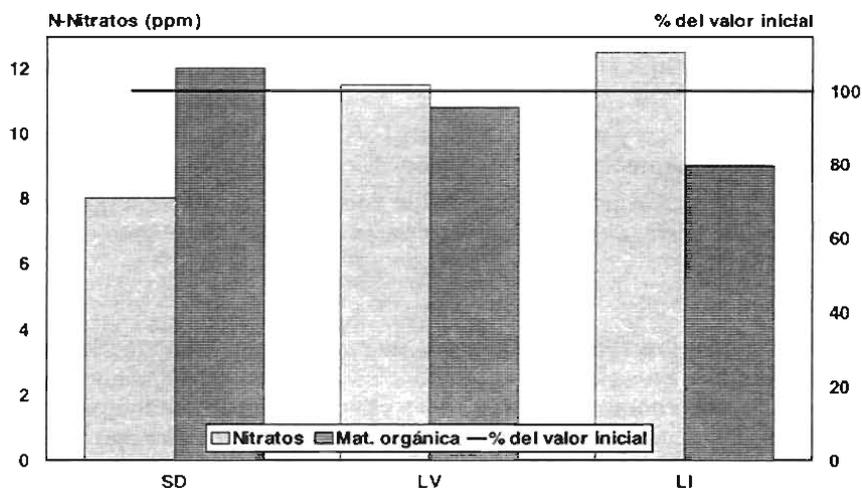


Figura 3: Nitrógeno disponible y materia orgánica según sistema de labranza

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones surgidas de estos estudios pueden resumirse de la siguiente manera:

Rotaciones:

- El rendimiento del cultivo de trigo fue afectado por la secuencia de cultivos.
- El efecto del antecesor inmediato del trigo mostró mayor influencia que la secuencia de cultivos a mediano - largo plazo.
- El antecesor leguminosa mejoró los rendimientos del trigo; sus efectos disminuyeron o desaparecieron luego del primer año de trigo.
- La interrupción del monocultivo, aún por un año sin cultivo (barbecho o natural), aumentó los rendimientos del trigo.
- En rotación con pastura los efectos benéficos de la etapa ganadera sobre los rendimientos, se perdieron rápidamente durante la secuencia agrícola bajo monocultivo con trigo.
- El aporte de nitrógeno y fósforo al monocultivo mejoró los rendimientos en mayor medida que en los restantes tratamientos.

Labranzas:

- La remoción aceleró la mineralización, produciendo más nutrientes disponibles y generalmente mejores rendimientos. Al mismo tiempo aceleró la degradación química y física del suelo.
- La no remoción (SD) implicó un menor grado de deterioro de la fertilidad física y química, pero también la necesidad de suplementar los nutrientes no provistos por mineralización, para conseguir rendimientos equivalentes.
- No se determinaron diferencias importantes en acumulación de humedad entre tratamientos; SD mostró mayor contenido a la siembra en la capa superficial.

EXPERIENCIAS EN TRIGO CANDEAL

a) Labranza convencional

En la campaña 1991 se realizaron una serie de ensayos en campos de productores, con la finalidad de producir información sobre el comportamiento del trigo candeal, en cuanto a posibles rendimientos y calidad a obtener en suelos del área de la EEA Bordenave. Las tablas 1 y 2 presentan las características de los lotes utilizados y los principales resultados obtenidos (Krüger, 1996d).

Tabla 1: Principales características de los suelos utilizados

	Ensayo N°		
	1	2	3
ANTECEDENTES (Cultivo y N° de años)	Avena – Vicia (2) CANDEAL	Pastura (6) Trigo (2) CANDEAL	Pastura Agricultura (5) CANDEAL
FERTILIDAD (capa arable)			
Carbono orgánico total	1.12	1.45	1.18
(%)Textura (al tacto)	Areno-franco	franco	fco-arenoso
PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	90	63	60
PRECIPITACIÓN			
Anual	1195	1195	1195
Ciclo cultivo	331	331	331

Los números que figuran entre paréntesis pertenecen a años (duración)

Tabla 2: Rendimiento y contenido proteico en grano

Ensayo N°	Dosis nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)
1	0	2741	10.1
	46	3089	11.1
	92	3383	12.0
2	0	3012	11.5
	46	3202	12.4
	92	3248	12.8
3	0	2325	11.0
	46	2840	12.1
	92	2874	12.8

En base a los datos mostrados se puede observar que el comportamiento del cultivo resultó sensible a su ubicación en suelos de diferente potencial de producción, sea éste debido a características genéticas del suelo o derivadas de su manejo anterior. Sin fertilización, el suelo considerado como de mayor potencial, produjo rendimientos en grano y proteína similares a los obtenidos –en los dos restantes- con la dosis media de fertilizante.

Si bien los rendimientos de los testigos sin fertilización resultaron aceptables, los niveles de proteína alcanzados con los mismos superaron muy ajustadamente el 11% (mínimo bonificable). Esto indica que la producción comercial de trigo candeal requiere de la fertilización nitrogenada para minimizar riesgos en el cumplimiento del estándar de calidad. La dosis media de nitrógeno resultó, a priori, la más rentable en función de los rendimientos y calidad obtenidos.

b) Siembra directa

Con la finalidad de conocer y entender el comportamiento de la siembra directa, se ha establecido una red de ensayos con trigo candeal, que cubren los principales ambientes (suelo-clima) del área de influencia de la EEA Bordenave (tabla 3).

Tabla 3: Principales características de los sitios experimentales.

Parámetro	Levalle (Villarino)	Choiqué (Torquist)	Erize (Puan)	Yutuyaco (A. Alsina)	P güé (Saavedra)
MO (%)	1.5	2.7	2.5	1.3	4.5
pH	7.5	6.8	6.6	6.1	6.6
Textura (al tacto)	Franco Arenoso	Franco Arcilloso	Franco arcilloso	Areno franco	Franco arcilloso
Profundidad (cm)	80	50	60	>200	150

En las tablas 4 a 6 se presentan los rendimientos y contenidos proteicos en grano, correspondientes a las primeras dos campañas de cosecha. La variedad utilizada fue Buck Cristal, con una densidad de 300 pl./m². Los tratamientos fueron: tres sistemas de labranza a tres niveles de fertilización nitrogenada cada uno.

Tabla 4 . Rendimientos (kg/ha) según sistemas de labranza y nivel de nitrógeno. Primer año.

		LEVALLE	CHOIQUE	ERIZE	YUTU.	PIGUE
Labranza	Convencional	2337	3346	3853	2968	4166
	Vertical	2599	3302	3809	2978	--
	Siembra directa	2476	3151	3438	3049	3607
Nitrógeno	80 N	2826	3233	3926	3282	4123
	40 N	2758	3396	3883	3293	4014
	0 N	1827	3169	3292	2419	3520
Lluvias	Barbecho	526	508	513	535	537
	Cultivo	147	201	235	310	315
	Anual	673	709	748	845	852

Tabla 5: Proteína (%). Primer Año

		LEVALLE	CHOIQUE	ERIZE	YUTU.	PIGUE
Labranza	Convencional	11.02	12.44	10.34	12.44	11.70
	Vertical	10.63	12.34	10.33	12.28	---
	Siembra Directa	10.37	11.95	9.70	12.73	10.85
Nitrógeno	80 N	11.93	14.61	12.03	12.79	11.88
	40 N	10.39	12.40	9.68	12.57	11.23
	0 N	9.69	9.73	8.66	12.10	10.73

Tabla 6: Rendimientos (kg/ha) según sistema de labranza y nivel de nitrógeno. Segundo año

		LEVALLE	CHOIQUE	ERIZE	YUTU.	PIGUE
Labranza	Convencional	595	629	1758	1562	1724
	Vertical	866	880	1742	1897	1825
	Siembra directa	766	790	2232	1617	2220
Nitrógeno	80 N	792	803	2039	1835	2145
	40 N	780	794	1895	1850	2036
	0 N	656	691	1798	1392	1589
Lluvias	Barbecho	434	316	637	784	565
	Cultivo	139	167	426	392	328
	Anual	573	483	1063	1176	893

CONCLUSIONES PRELIMINARES

- Primer año

- En un primer año de experiencia y climáticamente bueno, la Siembra Directa tuvo -respecto de LC y LV- un mejor comportamiento en los suelos de textura gruesa que en los más pesados (más fértiles). En estos últimos SD requirió fertilización nitrogenada adicional para equiparar los rendimientos de los sistemas LC y LV.
- La calidad del grano mejoró con el incremento de la dosis de fertilización nitrogenada. 80 N aumentó proteína respecto de 40 N.
- La dosis de 40 kg N/ha resultó, en toda la red, la más rentable en función de los rendimientos obtenidos .
- Se evidenciaron las distintas capacidades productivas de los ambientes seleccionados, representativos de gran parte del área de influencia de las EEA Bordenave y Ascasubi.

- Segundo año

- En un año, con bajos milimetrajes y/o mala distribución de las lluvias, la LV respondió mejor en los suelos de textura gruesa y/o bajo condiciones de gran déficit hídrico. Mientras que en los suelos más fértiles y bajo condiciones moderadas de humedad edáfica, la SD fue superior.
- Sólo en los sitios Yutuyaco y Pigüé se considera , a priori, que 40 N resultó una dosis económicamente rentable.
- Datos de proteína indican niveles superiores al 11% en todos los sitios y sin fertilización.

CAPITULO VI

FERTILIZACION EN EL CENTROSUR BONAERENSE

INTRODUCCIÓN:

La nutrición adecuada de un cultivo es un aspecto importante a considerar en un sistema de producción intensivo. Los análisis de suelo proveen la base para ajustar los niveles más adecuados de fósforo y nitrógeno, estos son los dos nutrientes que presentan deficiencias más frecuentemente en los cultivos de trigo candeal del área de la CEI Barrow. El costo del análisis de suelo es muy bajo en relación al ahorro que puede representar el ajuste de la dosis de fertilizante.

El primer paso importante en un programa de fertilización es hacer correctamente el muestreo del suelo, porque las decisiones de aplicación de nutrientes se basarán en los resultados que se obtengan del análisis de las muestras. Como las recomendaciones se realizan a partir del análisis de una porción muy pequeña de la muestra de suelo, deben extremarse los cuidados para que la misma sea representativa. Cuando la muestra está mal tomada se cometen errores en el diagnóstico que implican la recomendación de dosis mayores o menores a las óptimas con la correspondiente caída en la rentabilidad del cultivo.

Las muestras de suelo se deben obtener con una anticipación tal que permita disponer del tiempo necesario para planificar adecuadamente dosis, forma, momento de aplicación y la fuente de nutriente que resulte más eficiente tanto desde el punto de vista técnico como económico.

FÓSFORO:

A través del análisis de suelo se pueden determinar las necesidades de fertilización fosfatada en trigo candeal. El nivel de fósforo asimilable en la capa arable por debajo del cual hay alta probabilidad de respuesta a la fertilización es de aproximadamente 15 ppm.

Niveles óptimos de fósforo son especialmente importantes para promover un crecimiento temprano de las raíces y de las hojas, además de contribuir a lograr una adecuada población de plantas.

El fósforo debe aplicarse a la siembra del cultivo o previo a ella. Cuanto más bajo es el nivel de este nutriente en el suelo es más importante realizar la fertilización en bandas cercanas a las líneas de siembra. La aplicación de fósforo al voleo incorporado, en suelos con bajos niveles del nutriente (1 a 6 ppm), requiere el doble o triple de dosis con respecto a la aplicación en bandas para lograr una respuesta similar en el cultivo.

Los fertilizantes fosfatados que además contienen amonio, como el fosfato mono o diamónico son más eficientes porque la presencia del amonio mejora la absorción del fósforo.

Las dosis indicadas en la tabla 1 corresponden a aplicaciones en la línea de siembra; en el caso de no disponer de la maquinaria para realizar la fertilización en bandas se debe recordar que aplicaciones al voleo son menos eficientes por lo tanto la dosis debe incrementarse.

Tabla 1. Dosis de fertilizante fosfatado a agregar por hectárea, según el rendimiento y nivel de fósforo del suelo.

Nivel de fósforo asimilable en el suelo según análisis	Rendimiento esperado (kg/ha)	Dosis de fertilizante fosfatado a aplicar (kg/ha)
3 – 5 ppm	2500 – 3000	95
	3000 – 3500	110
	3500 – 4000	125
6 – 9 ppm	2500 – 3000	90
	3000 – 3500	100
	3500 – 4000	110
10 – 12 ppm	2500 – 3000	60
	3000 – 3500	70
	3500 – 4000	80
13 – 15 ppm	2500 – 3000	40
	3000 – 3500	50
	3500 – 4000	60

La respuesta a la fertilización fosfatada es del orden de 5 a 10 kg de trigo por cada kg de fertilizante aplicado variando principalmente en función del grado de deficiencia que presente el suelo.

Es muy importante verificar el correcto funcionamiento y la uniformidad de los elementos dosificadores de fertilizante en las sembradoras. Un buen diagnóstico puede malograrse por errores de dosificación o fallas en los órganos de aplicación.

El efecto residual del fósforo aplicado ha sido verificado en numerosos ambientes, esto significa que a la respuesta obtenida en el cultivo fertilizado se le debe agregar el efecto sobre cultivos siguientes, por lo tanto se debe considerar que la fertilización fosfatada realizada en campo propio es amortizable en más de un cultivo.

NITRÓGENO

Es el nutriente más difícil de manejar por los diversos procesos y transformaciones que presenta en el suelo. Definir la dosis y el momento más apropiado en cada situación es muy importante para lograr un alto número de

macollos fértiles, rendimientos elevados y buena calidad.

Dosis excesivamente altas de nitrógeno pueden provocar vuelco, aumento de enfermedades y depresión en el rendimiento, además del impacto ambiental que implica la contaminación de los cursos de agua superficiales y las napas con nitratos.

El trigo candeal requiere cantidades bajas de nitrógeno durante el período de emergencia y macollaje (Tabla 2), pero es muy importante que el mismo esté disponible para satisfacer estos requerimientos. Las necesidades iniciales de nitrógeno son, normalmente, cubiertas con el nitrógeno mineralizado durante el barbecho más el nitrógeno aplicado a la siembra bajo la forma de fosfato diamónico.

Las aplicaciones de nitrógeno tempranas se vuelven más importantes cuando se retrasa la siembra del candeal al mes de agosto y cuando se logran bajas cantidades de plantas con la finalidad de favorecer el macollaje. El abastecimiento de cantidades suficientes de nitrógeno en las primeras etapas del cultivo estimula un macollaje temprano, con el consecuente impacto sobre el rendimiento.

Tabla 2. Dinámica del consumo de nitrógeno de un cultivo de trigo con un rendimiento de 3400 kg/ha.

Días desde emergencia	Período	Duración (días)	Tasa de absorción (kg/ha/día)	Consumo por período (kg/ha)	Consumo acumulado (kg/ha)
0 - 50	25/07 - 13/09	51	0.25	12.5	12.5
51 - 70	14/09 - 03/10	20	0.75	15.0	27.5
71 - 85	04/10 - 18/10	15	1.10	16.5	44.0
86 - 105	19/10 - 07/11	19	1.40	28.0	72.0
106 - 125	08/11 - 27/11	20	1.60	32.0	104.0

Las aplicaciones de nitrógeno durante el macollaje son las más efectivas porque permiten que el cultivo absorba el nitrógeno poco antes del inicio de la encañazón, etapa donde comienza el crecimiento más importante del ciclo del cultivo. En la etapa de encañazón, espigazón y anthesis los requerimientos de nitrógeno son muy altos (Tabla 2). Las aplicaciones de nitrógeno en presiembrado o siembra presentan un mayor riesgo de pérdidas por lavado o desnitrificación si se producen anegamientos transitorios en los suelos.

En la mayoría de los casos, aplicaciones de 45 a 70 kg N/ha en macollaje son suficientes para satisfacer los requerimientos de los cultivos de candeal con rendimientos objetivo de 3 a 4 tn/ha. En situaciones donde los rendimientos potenciales son mayores (5 tn/ha) la dosis debería incrementarse hasta 90 kg N/ha. La aplicación de cantidades superiores a las mencionadas podrían deprimir el rendimiento por un excesivo consumo del recurso hídrico con excepción de situaciones muy específicas donde se han identificado requerimientos mayores de nitrógeno.

Las aplicaciones divididas entre siembra y macollaje del nitrógeno total requerido por el cultivo implican un leve incremento en algunos años, aunque las diferencias no justifican el aumento en los costos de aplicación.

El nitrógeno en trigo candeal debe cumplir con los objetivos de lograr el máximo rendimiento posible y un alto nivel de calidad. Para lograr el primer objetivo la aplicación de nitrógeno en un cultivo donde se ha diagnosticado la deficiencia no deberían retrasarse a la etapa de encañazón porque se podría producir una pérdida en rendimiento objetivo.

Las aplicaciones tardías de nitrógeno producirán una progresiva disminución en el incremento del rendimiento, aunque permitirán obtener una mejor calidad a través de un mayor contenido de proteína y vitreosidad. Las aplicaciones posteriores al estado de hoja bandera totalmente expandida normalmente tendrán efecto solo sobre la calidad sin producir mayores rendimientos.

El mejoramiento de la calidad en trigo candeal es reconocida a través de bonificaciones en la comercialización que varían entre el 15 y 30% del precio del trigo pan. Los mayores precios que se pueden lograr por una mejor calidad justifican económicamente las aplicaciones tardías de nitrógeno en aquellas situaciones donde se ha diagnosticado un deficiente estado nutricional del cultivo.

Los cultivos de trigo candeal bajo siembra directa frecuentemente presentan mayores requerimientos de nitrógeno que los realizados bajo labranza convencional, si bien esta diferencia es variable, en general es de entre 20 y 40 kg N/ha.

Una vez definida la dosis y el momento de aplicación cuando la fuente a aplicar es sólida, es muy importante elegir un método de aplicación que permita lograr un alto grado de uniformidad, objetivo que puede lograrse evitando las aplicaciones con excesivo viento, utilizando equipos bien regulados, preferentemente que no requieran superposición de pasadas y empleando fertilizante de granulometría uniforme.

La aplicación de fuentes líquidas de nitrógeno en dosis altas durante macollaje pueden producir un cierto quemado en las hojas, este problema puede reducirse empleando picos adecuados, diluyendo el producto con agua, evitando aplicaciones en días calurosos y/o ventosos para evitar una concentración del nitrógeno sobre las hojas o realizando aplicaciones al atardecer. Aunque la aplicación del nitrógeno se realice con precauciones es posible que se observe algo de daño en las hojas, aunque las investigaciones indican que el mismo no implica una reducción en el rendimiento.

Cuando a pesar del diagnóstico a través del análisis del suelo ocurren anomalías que generan dudas sobre la dosis de nitrógeno a aplicar, es útil tomar muestras de plantas y determinar el contenido de nitratos en pseudotallos, nitrógeno total o índice de verdor como métodos alternativos para ajustar las dosis de fertilizante. Otra posibilidad para corregir las dosis iniciales, sería realizar muestreos de suelo durante el ciclo del cultivo en etapas previas a la encañazón con el objetivo de medir nitratos a distintas profundidades.

FERTILIZACION EN EL SUDOESTE BONAERENSE

INTRODUCCIÓN

En el marco de un ambiente semiárido a subhúmedo, los elementos del suelo más deficitarios son nitrógeno (N) y fósforo (P), en ese orden. Actualmente existen evidencias de que el azufre (S) se encuentra por debajo del óptimo necesario, en determinadas subzonas. Entre los elementos menores se han detectado probables deficiencias en Boro (B), sin descartar otros en determinados cultivos o suelos.

El diagnóstico y la tecnología de fertilización fosfórica es común a los distintos cereales de invierno. Requerimientos y/o premios diferenciales por calidad, en cambio, determinan una consideración particular en la fertilización nitrogenada de cada cultivo. Al respecto el trigo candeal admite una utilización más desarrollada del insumo nitrógeno, debido a estándares más estrictos, asociados a este elemento.

En la presente información incluiremos un resumen básico de la fertilización fosfórica para luego detenemos, con mayor énfasis, en la tecnología de aplicación nitrogenada. A los efectos didácticos o conceptuales, inicialmente describiremos los elementos en forma independiente. Luego haremos mención a las interacciones y estrategias de fertilización conjunta. Por último puntualizaremos los temas en desarrollo experimental, como la nutrición azufrada o nitrogenada suplementaria.

FERTILIZACION FOSFORICA

1- Diagnóstico de la fertilidad del suelo

Para el diagnóstico de la fertilidad fosfórica del suelo, el análisis químico es la herramienta más idónea. En 1980 un muestreo sistemático determinó que el 50% del área era deficiente. La interpretación de éstos análisis, sin embargo, varía entre suelos diferentes. Para poder relacionar un valor dado con la probabilidad de respuesta del cultivo (al fertilizante), se requiere la **calibración** del método analítico. Esto implica una consistente red experimental a campo. En nuestra área, la misma se desarrolló en la década del 80. El procedimiento químico utilizado fue el de Bray y Kurtz (Nº 1) y la profundidad de suelo de 0-12 cm. Es importante que el muestreo, para el diagnóstico, no supere los 15 cm. Para una sección mayor, por ejemplo 20 cm, la calibración existente no responde.

Las plantas toman el P de la solución del suelo, donde se encuentra en una proporción mínima con relación al P lábil (fácilmente disponible) y con el cual se halla en equilibrio. La velocidad y persistencia del pasaje lábil-solución, ante la demanda del cultivo, difiere entre suelos con distinta textura. Esto significa que para un mismo valor de análisis, las respuestas serán diferentes (figura 1).

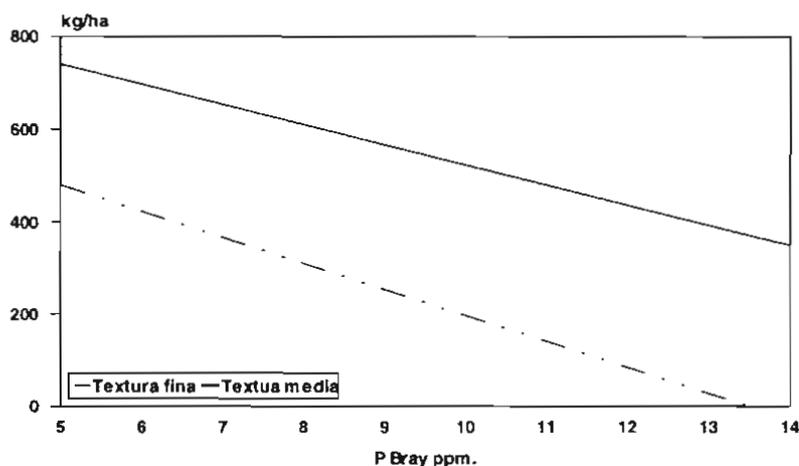


Figura 1: Respuesta predicha del trigo a 16 kg P/ha en el sudoeste bonaerense, según textura del suelo y ppm de P.

Denominamos **valor límite** (o umbral crítico) al valor de P extraíble (**Pe**) que divide poblaciones de suelos con diferente probabilidad de respuesta al fertilizante: en el área, según textura, varía entre 8 y 16 partes por millón (ppm).

2- Tecnología de fertilización

La fertilización de **base** (entre 10 y 20 kg de P/ha) es la que se utiliza en suelos deficientes. Provee los requerimientos del cultivo y puede aportar un efecto residual. La de **arranque** (hasta 10 kg de P/ha), se emplea en suelos medianamente provistos, para favorecer una buena implantación. En estos suelos también es razonable la fertilización de **reposición**, que suple la remoción del P extraído. Recordemos que el trigo consume 5 kg de P/tn de grano producido, quedando sólo un 20 a 30% en el rastrojo. La recomendación final debe tomar en cuenta aportes nitrogenados del producto, efecto residual deseado y relación de precios vigente. En algunos casos, se incorpora un objetivo de **enriquecimiento** o "edificación" de fertilidad, con incremento de la dosis.

La **forma** de aplicación en trigo, siempre debe ser en la línea de siembra, junto o por debajo de la semilla. Con ello se logra mayor eficiencia del elemento, menor dosis y mejor competencia con las malezas, además de ventajas operativas.

Las dosificaciones mencionadas más arriba están referidas a siembras con 15 a 17 cm entre líneas. Para distancias mayores las dosis deben reducirse en forma proporcional, sin variar la concentración disponible. Los **productos** a utilizar pueden ser fosfóricos o nitrofosfóricos (ver tabla 5). Estos últimos tienen mayor poder de "arranque" y, en muchos casos, cubren las necesidades iniciales de N, hasta macollaje.

3- Análisis de suelo y factores de conversión

Dada la importancia del análisis del suelo, en el diagnóstico y la recomendación, no deben subestimarse las normas de muestreo indicadas por los laboratorios. La toma de muestra es una tarea profesional y sólo puede delegarse bajo precisas instrucciones. Para fósforo debe usarse el muestreador de capa arable. Es incorrecto compartir la muestra para N disponible (nitratos) con el análisis de rutina (pH, Pe y M.O).

El factor de conversión de ppm de Pe en el suelo, a kg/ha de P es igual a 2, para cada 15 cm de profundidad. El cálculo inverso, aumento de ppm de Pe en capa arable, por aplicación del fertilizante, implicaría dividir los kg de P incorporado por el mismo factor. Esta última relación, sin embargo, no es conceptualmente válida, por la distribución en línea del fertilizante.

4- Enfoque de la práctica

La fertilización fosfórica debe incluir un fuerte enfoque sistémico de la práctica. No es lo mismo fertilizar un cultivo denso, uno de escarda, una pradera o una siembra directa. Esto responde a las particulares características del comportamiento físico-químico del elemento en el suelo, que trasciende el efecto anual. El trigo, por ejemplo, es un cultivo apto para aplicaciones de arranque, base o enriquecimiento. En siembra directa continua, sólo se justifican las dos primeras.

5- Tablas de utilidad

A modo de síntesis y guía esquemática de recomendaciones se presentan los siguientes cuadros de datos, diseñados a partir de la experimentación realizada en el área. Para dichos trabajos se contó con la participación de la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes de la Universidad Nacional del Sur.

Tabla 1. Dosis de P (kg/ha) según Pe (Bray) y textura del suelo.

Rango de textura	Fósforo extraíble (Bray) ppm		
	< 8	8 - 13	14 - 20
Arenosa	20 a 16	16 a 8	16 a 8
Media	20 a 16	16 a 8	
Fina	20 a 16		

Tabla 2: Niveles críticos tentativos de Pe (Bray) para diferentes texturas y clase de fertilización, por debajo de cada valor.

Rango de textura	Fina		Media		Arenosa	
Pe (ppm)	8	12	12	16	16	20
Fertilización	base	arranque	base	arranque	base	arranque

Tabla 3. Dosis óptima económica (DOE) de P (kg/ha) y Ganancia neta (GN) en kg trigo/ha, para distintas relaciones de precios (R) y valores de fósforo - Bray (ppm). Suelos de textura media o gruesa.

P- Bray ppm	R = 12		R = 15		R = 18	
	DOE	GN	DOE	GN	DOE	GN
5	18	510	17	460	14	410
6	18	440	15	400	12	350
7	16	380	13	340	10	300
8	14	320	11	280	9	250
9	11	270	9	235	7	210
10	9	220	7	190	6	170
11	7	170	6	150	5	140

R: costo de 1 kg aplicado, por todo concepto, expresado en kg de trigo (ingreso neto)

Tabla 4. Ganancia neta (GN) predicha por el agregado de 16 kg de P/ha en suelos de textura "fina" según niveles de fósforo (P Bray) y relaciones de precios (R).

P- Bray ppm	R= 12 GN	R = 15 GN	R = 18 GN
5	310	260	210
6	250	190	150
7	180	130	80
8	120	60	20

Tabla 5: Grado de los fertilizantes y factores * de conversión.

Kg de producto a elemento: **dividir**. Vicerversa: **multiplicar**.

Producto	Abrev.	% P	% N	P*	N*
Superfosfato triple	SPT	20	-	5.0	-
Fosfato monoamónico	PMA	23	10	4.3	10
Fosfato diamónico	PDA	20	18	5.0	5.5

Es conveniente descartar el uso de la unidad P_2O_5 , para cualquier objetivo, por razones prácticas y conceptuales. En el último Congreso Nacional de Suelos (Mar del Plata 2000) esta forma de expresión fue declarada incorrecta.

FERTILIZACION NITROGENADA

1- Introducción

El trigo candeal tiene una demanda ligeramente mayor de nitrógeno (N) que el trigo pan. A su vez tiene una compensación económica consistente, cuando alcanza ciertos niveles de calidad. Ello justifica una mayor atención en la fertilidad nitrogenada del lote empleado. Aún así, la fertilización con este elemento, es prácticamente inherente al cultivo.

La calidad final del grano, por otra parte, no sólo depende de la disponibilidad nitrogenada del suelo: también del balance con otros nutrientes (por caso azufre), el clima y las aptitudes del cultivar. En este último punto ya se dispone de marcadores genéticos que pueden ser explotados en mejoramiento. Tal es el caso de la gliadina 45 (frente a la 42), cuya presencia se asocia a un gluten fuerte y confiere mayor calidad de cocción al producto.

2- Diagnóstico de la fertilidad del suelo

Se define como el procedimiento para determinar el grado de deficiencia o suficiencia del N del suelo, en este caso para trigo candeal. Los requerimientos se estiman en 30 kg N por tonelada producida, con una remoción en grano del 75 al 80%.

Si bien el **rendimiento objetivo** oscila entre los 2000 y 4000 kg/ha, según zonas, en la práctica este resultado es de difícil predicción. Esto es así por las características climáticas, la producción mixta y el amplio espectro en la calidad de los suelos y su manejo. Estas fuentes de variación interactúan entre sí, tanto en el tiempo (efecto año) como en el espacio (efecto sitio). Ello determina que el **método del balance**, como base de diagnóstico y recomendación, es más limitado que en zonas húmedas o bajo riego. Por esta razón el diagnóstico tiene un soporte fuerte en los índices agronómicos y climáticos, con una complementación analítica (análisis de suelos).

2- 1. Índices agronómicos

a. Uso previo del suelo

Comprende la utilización del suelo en los últimos 4 – 6 años. En ese período se jerarquizan el número de cultivos anuales, sin leguminosas, después de una pradera mixta o verdes de invierno con vicia. (tabla 6). Esta escala es válida cuando la producción de las leguminosas o praderas es buena a muy buena. Caso contrario, el crédito de N a los cultivos siguientes, es menor.

Tabla 6: Fertilidad nitrogenada genérica del suelo, para trigo, según uso previo.

Cultivos anuales Años	Después de	
	Pradera mixta	2 verdes con vicia
0	Muy provisto	Provisto
1	Provisto	Moderadamente provisto
2	Provisto	Deficiente
3	Moderadamente provisto	Deficiente
4 – 5 – 6	Deficiente	Muy deficiente
Más de 6	Muy deficiente	Muy deficiente

b- Uso actual del suelo

Involucra el registro del cultivo antecesor, barbecho y residuos orgánicos. En este caso se añaden algunas precisiones, por su directa relación con la disponibilidad del N (tabla 7). El asesor técnico reconoce la incidencia de estos factores sobre la provisión de nitrógeno nativo (del suelo), durante el ciclo del cultivo. El cultivo antecesor, importa por el período de barbecho que permite y los residuos orgánicos que entrega. Cada tonelada de rastrojo (no leguminosa) puede restar 10 kg de N/ha al cultivo, durante su descomposición

Tabla 7: Factores de uso actual (UA) con incidencia en N disponible del suelo.

Cultivo antecesor		Barbecho	Residuos
Invierno	Forraje o grano	Duración	Cantidad
Verano		Intensidad	Calidad

2- 2. Precipitaciones

El nivel de precipitaciones es una variable de alta incidencia sobre el desarrollo del cultivo y el balance N/agua en el suelo. Su aumento, favorece los procesos de nitrificación y el mayor consumo del cultivo, tanto

de nitrógeno como de agua (y viceversa). Un exceso de lluvias, a su vez, promueve remoción de nitratos del suelo hacia capas más profundas, a menudo no recuperables por la planta.

2-3. Índices analíticos

Incluyen pH, Materia Orgánica (o N total) y Pe, en 0-12 cm de profundidad. Opcionalmente puede incorporarse N disponible, ya sea con criterio de balance (0-30 y 30-60 cm) o como ajuste de diagnóstico inicial (0-20 o 0-30 cm), siempre en presiembra. Dado que esta determinación no cuenta con calibraciones por zona, se interpretan rangos con relación a requerimientos estimados del cultivo (tabla 8). Para 4000 kg/ha de rendimiento objetivo, se incrementan 20 kg/ha, en cada rango de N disponible.

Tabla 8. Disponibilidad de nitrógeno en presiembra hasta 60 cm del suelo. Rendimiento objetivo: 2000 a 3000 kg/ha.

N – disponible Kg/ha	(NH ₄ + NO ₃) ppm (valor medio)	Calificación Tentativa
100 – 120	12,5 – 15,5	Muy provisto
80 – 100	10,0 – 12,5	Provisto
60 – 80	7,5 – 10,0	Moderadamente provisto
40 – 60	5,0 – 7,5	Deficiente
Menos de 40	Menor a 5	Muy deficiente

Factor de conversión ppm a kg/ha: multiplicar por 2, en cada 15 cm de profundidad

2-4. Conclusiones

El diagnóstico implica un proceso dinámico, con ponderación de varios factores, desde la siembra hasta floración, pasando por el macollaje. Este monitoreo del balance N-agua y el potencial de rendimiento, tiene efectos sobre la tecnología de fertilización. La última corrección, idealmente, podría hacerse cercana a antesis (floración). Para ello se trabaja en la técnica de aplicación foliar.

Se privilegia el "peso" del sistema de producción por sobre el análisis de nitratos en presiembra. No es aconsejable, por ejemplo, el antecesor pradera mixta. El N nativo liberado es usualmente muy superior, en estos casos, a la provisión hídrica esperable.

Todos los conceptos vertidos en la sección se relativizan frente a una siembra directa, donde la deficiencia de N disponible es propia del método. El empleo de análisis de suelos o uso previo, sin embargo, pueden calificar el diagnóstico, hasta que se establezca el sistema.

3- Tecnología de la fertilización nitrogenada

3-1. Definición y conceptos

Incluye todos los procedimientos que permitan un eficiente uso del insumo, minimizando los impactos ambientales de mediano y largo plazo. Los recursos disponibles abarcan la selección de una fuente nitrogenada, el fraccionamiento, las épocas, dosis y forma de aplicación.

En el trigo candeal los objetivos de rendimiento y calidad tienen entidad equivalente. Es conocido que existe una relación negativa entre esas dos variables, cuando comparamos cultivares entre sí. Dentro de una variedad, esta relación puede ser negativa, positiva o neutra, dependiendo – en buena parte – de la fertilidad nitrogenada del suelo. Estos comportamientos responden a los efectos de dilución – concentración del N total absorbido, en altos y bajos rendimientos, respectivamente. También con el diferente índice de cosecha (IC) entre las variedades. El IC es la proporción del grano (en peso), de la producción aérea total de materia seca, en madurez.

Sostener una relación neutra o positiva, entre el rendimiento y la calidad, es uno de los objetivos prioritarios de la tecnología de fertilización en trigo candeal. Esta es la diferencia esencial de la práctica con el trigo pan, donde las pautas comerciales aún privilegian excesivamente el rendimiento.

3-2. Dosis

El rango de dosis utilizable, desde el punto de vista agroeconómico, oscila entre 30 y 60 kg de N/ha. La ganancia neta (GN) obtenida varía con la eficiencia agronómica (EA) y la relación de precios (R). Normalmente oscila en los 200 a 300 kg de trigo/ha.

$$\text{Eficiencia agronómica} = \text{kg de trigo adicional, por cada kg de N aplicado}$$

Partiendo de suelos deficientes, que requieren aplicación de base, la EA está muy ligada a la provisión hídrica del cultivo. En particular, las lluvias de septiembre muestran una alta relación positiva con la respuesta al N, del orden del 70%. Otro factor asociado es la aptitud comparativa de respuesta al N de los suelos. Esta tiene relación con la capacidad de proveer N nativo (M. Orgánica) y la de retener y/o recibir lluvias (profundidad, textura, zona). En el SO bonaerense se establecen 3 categorías de aptitud, acotadas por rangos de pH y Materia Orgánica (tabla 9).

Tabla 9. Categorías de aptitud de los suelos para responder al nitrógeno.

Parámetros de suelo (0-12 cm)	Aptitud de respuesta		
	Mayor	Intermedio	Menor
pH	< 6	6 a 7	> 7
	o	y	o
M.O	< 2.5	2.5 a 4	> 4

Las relaciones de precios insumo-producto (R), a su vez, pueden modificar la dosis óptima económica (DOE).

Tabla 10. Calificación del valor R y fertilización nitrogenada de base.

Valor R	Condiciones para fertilizar
6	Óptimas
8	Razonables
10	Restringidas
12	Negativas

Tomando en cuenta aptitudes y precios se calculó la DOE, a partir de un modelo experimental, para años con precipitaciones medias a buenas (tabla 11).

Tabla 11. Rangos de dosis óptimas económicas, según aptitud y precios.

Valor R	Aptitud de respuesta de los suelos al N		
	Mayor	Intermedia	Menor
6	40 – 60	35 – 45	35 – 40
8	40 – 60	30 – 45	30 – 35
10	40 – 60	25 – 35	25 – 30

3-3. Momento de aplicación

Actualmente se considera más conveniente una estrategia de **fraccionamiento** del N, en siembra y macollaje, para los cereales de invierno. Con ello se logra un menor riesgo económico de la práctica, mayor eficiencia para determinadas dosis y mayor calidad del grano. En el caso de trigo candeal, que nos ocupa, esta premisa es más estricta. Las ventajas de esa técnica, aumentan con el potencial varietal de rendimiento. El momento de aplicación de la fracción de macollaje no debería retrasarse, en particular con urea, ya que necesita lluvias posteriores para su disponibilidad. Principios o mediados de macollaje (1ª quincena de septiembre) sería el período más adecuado. Actualmente se está experimentando la aplicación líquida del N, conjuntamente con herbicidas.

3-4. Forma de aplicación

Dado que la fracción de siembra, no superaría el 30 – 40 % de la dosis, puede aplicarse en forma **localizada**. Esta técnica, mal empleada, puede provocar pérdida de plantas. Para evitarlas deben tomarse en cuenta, la fuente utilizada, el tipo de sembradora y de suelo. Aunque esta decisión, como la fertilización en general, es motivo de consulta técnica, mencionaremos aquí algunos conceptos generales sobre el tema.

El daño sobre la semilla germinada se produce por elevación excesiva del pH (fitotoxicidad) y/o presión salina. El producto menos agresivo, en contacto con la semilla, es el nitrato de amonio. Luego, en orden creciente, se ubican los sulfoamoniacaes y la urea.

Favorecen la fitotoxicidad, suelos de baja materia orgánica y/o alto pH. Suelos con pH menor a 7 y 2% o más, de materia orgánica, permiten hasta 15 y 30 kg de N/ha, en línea, como urea o nitrato de amonio, respectivamente. Cuando la distancia entre surcos aumenta, se debe reducir la dosis en forma proporcional. Si la sembradora separa la ubicación de la semilla con N, se elimina el problema. La pérdida de plantas (síntoma de daño), en cualquier caso, se puede potenciar por la falta de lluvias, entre siembra y emergencia. Con bajas pérdidas (10 a 20%), el macollaje normalmente las compensa.

En conclusión, manejando estos elementos, la aplicación localizada presenta riesgos muy bajos o nulos, mejorando la eficiencia económica y operativa de una fertilización fraccionada. Se espera que las sembradoras incorporen, en el corto plazo, los dispositivos mecánicos para generalizar esta posibilidad.

3-5. Fuentes de Nitrógeno

La **urea** es la fuente tradicionalmente empleada en el área. Este producto tiene ventajas en cuanto al bajo costo por unidad de N y el alto grado del elemento (46%), lo que reduce los fletes. En su forma granulada presenta buena aptitud para aplicaciones al voleo. Entre las desventajas se citan pérdidas potenciales por volatilización, en primavera, y -bajo ciertas condiciones- fitotoxicidad en la semilla. En nuestra zona las pérdidas por volatilización son mínimas, en siembra convencional, pero pueden ser mayores en siembra directa. Más importante que esto suele ser una demora en la disponibilidad efectiva del N, por las plantas, ante un atraso en las lluvias post fertilización (en macollaje).

Entre las fuentes alternativas sólidas tenemos el **nitrato de amonio calcáreo (CAN)** y **nitrato de amonio común**, más los productos sulfoamoniacaes. En el primer grupo se destaca el CAN (27% de N y 12 % de Ca O) por su formulación y tratamiento de superficie. Ello le otorga seguridad en su manipulación y un efecto atenuador del índice de acidez, propio de los fertilizantes nitrogenados. Su principal ventaja, no obstante, reside en que no es susceptible de arrojar pérdidas por volatilización. Además no tiene efectos fitotóxicos (a dosis normales) sobre la semilla de trigo. Por último, tiene una disponibilidad inmediata, luego de solubilizarse en el suelo.

El **nitrato de amonio común**, comparte las ventajas del CAN, excepto el contenido de óxido de calcio y la seguridad en su manipulación. No nos olvidemos que el nitrato de amonio es materia prima para explosi-

vos. Ofrece en cambio un menor costo por unidad de N (intermedio entre urea y CAN) y mayor grado (34% de N).

En el grupo de sulfoamoniacaes tenemos el **sulfonitrato de amonio** (26% de N y 14% de S) y el **sulfato de amonio** (21% de N y 24% de S). Se diferencian de los productos anteriores por contener azufre, además de N. Estarían indicados en situaciones con deficiencia de azufre o en suelos ligeramente calcáreos (por su mayor índice de acidez). Se seleccionan por precio, disponibilidad, condición física o necesidad relativa de los elementos que contiene.

En la EEA Bordenave se han experimentado estos productos, en dosis y épocas al voleo. Como conclusión se puede prever, en siembra convencional, un efecto de unos 100 a 150 kg de trigo más por uso del CAN, en 30 a 40 kg de N/ha, con relación a la Urea. Se estima que el nitrato de amonio común, tiene una performance de conversión intermedia entre el CAN y la Urea, pero aún hay pocos datos. Los productos con azufre sólo deberían utilizarse en áreas detectadas como deficientes en este elemento. Respetando las particularidades de cada fertilizante no hay diferencias dramáticas entre ellos, para esta zona y bajo labranza convencional. Las relaciones de precios insumo-producto y las condiciones en cada caso, pueden dar ventajas relativas a una u otra fuente.

3-6. Interacciones N-P y aplicaciones conjuntas.

Las necesidades de fertilización N-P conjuntas son más frecuentes que las de cualquier elemento aislado. Se sabe que la eficiencia agronómica de cualquiera de ellos, se limita, bajo deficiencia del otro. Esta dependencia es mayor para el P. Al respecto, el N que contiene el fosfato diamónico (PDA), le confiere una cierta autonomía al producto. Cuando los requerimientos son de base, sin embargo, el balance N-P del PDA es N-insuficiente.

La interacción o el sinergismo positivo entre N y P se potencia en suelos con baja materia orgánica y/o con cultivares de ciclo intermedio a corto. En esas circunstancias, el aporte N-P nativo (del suelo) es relativamente menor.

El uso de PDA se puede adaptar al criterio de fraccionamiento: ya sea aumentando la dosis, para satisfacer la fracción nitrogenada de siembra, o incorporando urea al PDA, como mezcla física, en forma localizada. En el primer caso se aprovecha el efecto residual del fósforo, y la alta eficiencia del N incorporado, simplificando la operación. En el segundo, la compatibilidad PDA-Urea y su frecuente sinergismo (interacción positiva). En esta última situación es necesario contabilizar el N total en contacto probable con la semilla, a fin de evitar pérdidas de plantas, utilizando los criterios ya descriptos (sección 3-3. y 3-4.).

3-7. Conclusiones

El diagnóstico forma parte de la tecnología de fertilización y, en cierto punto, la condiciona. Ambos elementos, empero, conforman fases diferentes del proceso total. Ultimamente están cobrando una mayor importancia relativa, los aspectos técnicos de la aplicación del nitrógeno. Esto responde al énfasis en objetivos de eficiencia, rentabilidad y calidad del producto. Esta asimetría se potencia con la estabilización de los sistemas productivos y la incorporación de índices de sustentabilidad. Al respecto, las **aplicaciones localizadas, fraccionadas y foliares**, tienden a minimizar el posible impacto ambiental de la fertilización, entre otros efectos específicos.

TECNOLOGÍAS EN DESARROLLO

1- Nitrógeno suplementario (follar)

Esta es una técnica en experimentación, con alta probabilidad de empleo, inicialmente en trigo candeal. Se trata de aplicaciones líquidas, post-macollaje, con fines casi excluyentes de mejorar la calidad del grano. En algunas regiones del mundo, esta tecnología se prueba -además- como alternativa para minimizar niveles residuales de nitratos en áreas sensibles de contaminación acuifera.

En nuestro país y para trigo candeal, puede tener dos objetivos, aislados o convergentes. Por un lado lograr calidad con unos pocos kg de N, reduciendo el impacto ambiental de las mayores dosis de base, para lograr los mismos objetivos. En segundo lugar, para revertir una posible pérdida de calidad, en años de primaveras muy benignas, no previstas durante la fertilización previa. En este último caso, se trata de neutralizar la expresión de la relación negativa rendimiento-calidad.

La época de aplicación se ubica entre pre-espigazón y post-floración. En este período el "Índice de verdor", en hoja bandera, se puede objetivar mediante un práctico instrumento de mano (Chlorophyll-Meter, Spad-502). Este índice se asocia con la concentración de N. Puede utilizarse con fines de **diagnóstico** o **monitoreo** de la nutrición nitrogenada, o **predictivos**, del rendimiento y/o calidad del trigo. Dado que es un método colorimétrico, requiere una calibración varietal, acorde a sus patrones de color característicos.

Las dosis de aplicación foliar oscilan entre 5 y 15 kg de N/ha y los productos a utilizar, hasta el momento, incluyen Urea, Yogen nº 1 o UAN. Los cambios esperables en la concentración de proteína varían entre 1 a 2 puntos, según el momento y grado de deficiencia. Si se logra el ajuste de la técnica habría que considerar seriamente la utilización de equipos terrestres, aún en estadios avanzados del trigo.

2- Fertilización con azufre (S)

El reservorio de S en el suelo, al igual que el N, se encuentra en la materia orgánica. Este elemento es esencial

en la formación de algunos aminoácidos, enzimas y lípidos, entre otras relevantes funciones. Las causas de su deficiencia en suelos, varía según la región y el país. Por ejemplo en países desarrollados, una de las principales, es la dramática reducción de la deposición atmosférica, por emisiones industriales (contaminación). Otra causa es la generalización, en las últimas décadas, del uso de fertilizantes libres de S. El déficit mundial actual de este elemento es de unos 7,5 millones de toneladas, estimándose que en el 2010 será de 11 millones.

El consumo del trigo apenas alcanza a un 10% del de N y, además, sólo un 40-50% se retiene en el grano, con lo que la remoción anual es menor. Un suelo pobre en Materia Orgánica o arenoso, que responde a la fertilización nitrogenada es susceptible de mostrar deficiencias en S.

Se ha comprobado una alta relación entre el contenido de S en grano de trigo y su calidad panadera. Hay fuertes indicios que esto también sea real en el trigo candeal. Como niveles críticos, se cita en grano un valor de 1,2% de S y una relación N:S de 17:1. El diagnóstico de la fertilidad azufrada en suelos, a través de análisis, tiene escaso desarrollo aún. La forma disponible para las plantas (sulfatos) presenta, además, características similares de movilidad (y variabilidad) a los nitratos.

De momento, las estrategias de diagnóstico se basan en índices indirectos como, contenido de M. Orgánica, respuesta al Nitrógeno, concentración o balance N:S en grano, sistema de labranza, entre otros. Utilizando estos recursos, más los ensayos a campo, se están detectando áreas y lotes que responden a la fertilización nitroazufrada. En sistemas de siembra directa, por idénticos motivos que el N, las deficiencias son más precoces que en labranza convencional. La forma más expeditiva para suplir el S es la utilización de fuentes sulfoamoniacaes, tales como el sulfonitrato de amonio o el sulfato de amonio. Estos contienen 14 y 24% de S, respectivamente. Se pueden distribuir al voleo o en forma localizada y/o fraccionada (siembra - macollaje).

CAPITULO VII

RIEGO COMPLEMENTARIO

INTRODUCCIÓN

En la Región Pampeana, la ocurrencia de sequías estacionales es uno de los principales factores limitantes de la producción de los cultivos.

De acuerdo al balance hídrico, es de esperar que se produzcan deficiencias hídricas importantes entre los meses de octubre a marzo (alrededor de 250 mm de deficiencia anual). Estos momentos coinciden con los momentos de mayor sensibilidad a la falta de agua de los cultivos, que se traduce en modificaciones interanuales de gran magnitud en la productividad de las empresas agropecuarias.

El riego complementario surge, entonces, como una práctica factible para mejorar y estabilizar los rendimientos. En la región centrosur de la provincia de Buenos Aires, comenzó a implementarse a partir de los buenos precios agrícolas existentes a principios de la década del 90. La principal forma de realizar el riego es con equipos de aspersión tipo cañón, contando además con equipos más automatizados como son los de pivot central; siendo los principales cultivos regados el maíz, la soja y el trigo. En este capítulo se describen los equipos más utilizados en la zona, presentando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, se mencionan los problemas detectados al incorporar este tipo de tecnología, algunas consideraciones sobre el tipo de agua utilizada, los resultados obtenidos para el cultivo de trigo candeal en la experimental y por último se dan algunas recomendaciones para iniciarse en esta actividad.

Es necesario destacar, sin lugar a dudas, que el riego complementario es una tecnología que debe ser analizada y evaluada en cada caso particular, de acuerdo a la disponibilidad de agua tanto en calidad como en cantidad y a los objetivos de producción.

Con los precios existentes a principios de la década de los 90, el riego complementario era un buen negocio para aquellos productores que se habían capacitado y asesorado en el manejo de los cultivos bajo riego. Luego, con la baja de precios de los principales commodities, conjuntamente con el aumento del precio interno del combustible y el dudoso impacto sobre el suelo del uso de agua de baja calidad, entre otros motivos, el riego fue siendo relegado por el productor.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Existen dos fuentes de agua dulce disponible para el hombre: la superficial y la subterránea. En la región se utiliza prácticamente solo el agua subterránea para riego, salvo el caso de algunos ríos. El acuífero que se explota en la zona es el "Pampeano" teniendo la característica de ser semiconfinado. La extracción de agua se realiza a través de pozos de una profundidad variable entre 60 y 100 metros y con un caudal de extracción de 70 a 150 m³/hora, los menores valores se ubican hacia el oeste de la zona de influencia de la Experimental. El diámetro de los pozos es en general de 12 a 13 pulgadas, no existiendo información sobre el diámetro óptimo de los mismos.

Respecto a la calidad del agua se presenta a continuación un estudio de 15 pozos de la zona realizado por la CEI Barrow.

Parámetro	Rango observado	Valores medios
PH	7,4 - 8,2	7,8
Cond. Eléctrica (mmhos/cm)	0,74 - 3,41	1,67
Cloruros (meq/l)	1,4 - 19	5,77
Bicarbonatos (meq/l)	5,4 - 9,6	8,06
Calcio (meq/l)	0,4 - 1,7	1,05
Magnesio (meq/l)	0,5 - 2,1	1,26
Sodio (meq/l)	5,0 - 31	14,6
Potasio (meq/l)	0,2 - 0,3	0,22
RAS	4,5 - 23	14,05

Uno de los aspectos más importantes a la hora de regar es la realización de un estudio previo para determinar la disponibilidad de agua subterránea tanto en cantidad como en calidad. Este es un paso inevitable al emprender un proyecto de riego, debido a que un uso continuado de agua de baja calidad y sin un manejo adecuado, provoca un deterioro de la calidad del suelo, cuya recuperación puede llegar a ser técnicamente difícil y en algunos casos, económicamente inviable. Posteriormente, se harán algunas recomendaciones para la realización de este tipo de estudio.

En el año 1998 se desarrolló una clasificación de agua para riego, puesto que, anteriormente, era utilizada una realizada un EEUU para zonas de riego total y no complementario. Establece criterios para decidir sobre la aplicación o el posible efecto del agua de riego sobre el suelo. Estos criterios son básicamente Conductividad Eléctrica medida en deciSiemens por metro (dS/m), contenido de sodio y Relación de Absorción de Sodio (RAS).

Según la Conductividad Eléctrica: (debe muestrearse el suelo regado al menos una vez al año)
Aguas hasta 2 dS/m son seguras

Aguas entre 2 y 4 dS/m son de aptitud dudosa (es fundamental el manejo eficiente del riego, seguimiento de sales de agua y suelo, incrementar umbrales).

Aguas con más de 4 dS/m no son recomendadas con la información disponible hasta el momento.

Según el RAS: Para suelos con 6 a 7 % de materia orgánica, 25 a 26% de arcilla, pH ligeramente ácido, capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 22 a 25 meq/100 g de suelo y no más de 160 mm de riego al año:

Aguas con RAS hasta 15 son aceptables, sin efectos indeseables en el mediano plazo.

Aguas con RAS de 15 a 20 son dudosas, se aconseja el seguimiento del nivel de sodio en el suelo.

Aguas con RAS mayores a 20 son riesgosas, no aconsejables para riego, salvo el uso de correctivos (yeso) cuando el monitoreo del sodio así lo indique.

Para suelos con 2.5 a 3% de materia orgánica, 22 a 24% de arcilla y para 150 a 200 mm/año:

Aguas con RAS hasta 10 son aceptables.

Aguas con RAS de 10 a 15 son dudosas

Aguas con RAS mayor a 15 son riesgosas.

EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ZONA:

Si bien existen productores en la zona que utilizan sistemas de riego poco mecanizados, como lo es el riego por surcos, este presenta inconvenientes que lo hace poco utilizable para cultivos como el trigo. Por lo tanto en este capítulo se hace mención a equipos mecanizados de riego por aspersión, que son los más aconsejados para este tipo de cultivo

Los sistemas de riego por aspersión mecanizados, comparados con otros sistemas, tienen la ventaja de adaptarse a diferentes terrenos y cultivos, mayor eficiencia en el uso del agua, permiten la incorporación o aplicación conjunta de pesticidas y fertilizantes con el agua de riego, pueden contribuir a disminuir el efecto de las heladas, poseen mayor operatividad que los sistemas de aspersión manual u otro método de riego como lo es el riego por surco. Sin embargo, tienen como desventaja un alto costo de inversión inicial, en algunos equipos el costo operativo también es elevado, con mayor requerimiento de mano de obra calificada según cada situación

En general, los equipos de aspersión se componen de:

a- Equipo de bombeo: motor y bomba.

b- Tuberías de conducción de agua.

c- Accesorios

d- Aspersores

El agua se eleva desde la fuente (subterránea o superficial) a través de una bomba y por las tuberías se impulsa a presión hasta los aspersores, que la pulverizan y la distribuyen en el cultivo.

Se hará a continuación una muy breve descripción de los equipos, haciendo hincapié en las ventajas y desventajas que presenta cada uno de ellos.

Cañones: Se diferencian dos tipos de equipos mecanizados de cañón, los que utilizan mangueras duras de polietileno, en cuyo caso existe en la cabecera del lote un sistema enrollador para la manguera (llamados cañones autoenrollables) en donde por la presión del agua, se enrolla la manguera y por consiguiente se va desplazando un único aspersor de gran calibre, regando paños de 75 a 90 metros de ancho y con un largo de manguera de 350 a 500 metros. El otro tipo de cañón es el que utiliza una manguera blanda o chata, en el que el aspersor se desplaza arrastrando a la manguera, utilizando al igual que el anterior un único aspersor, aunque de menores dimensiones.

Ventajas:

- Menor inversión inicial del equipo (comparado con pivote central)
- Fácil traslado de un lote a otro.
- Se adapta a la forma del lote.
- Fácil de guardar bajo techo en momentos que no es utilizado.

Desventajas

- Falta de uniformidad en la aplicación del riego, debido por ejemplo a fuertes vientos (muy frecuente en nuestra zona).
- Baja eficiencia de aplicación (70 al 75 %)
- Necesidad de mano de obra en forma continua para los cambios de posición de equipo.
- Requerimiento de alta presión de trabajo (7 a 10 kg/cm² en el interior de las cañerías) que se traduce en alto consumo de combustible y en roturas de cañerías.
- El uso de altos milimetrajés, produce un importante impacto del agua sobre el suelo.

Pivote central: Estos equipos riegan en forma de círculos de tamaño variable. Están conformados por una pirámide central fija, que posibilita el giro de la estructura alrededor de dicha pirámide donde también se produce el abastecimiento de agua y energía de propulsión. La estructura tiene un largo de 50 a 55 metros por tramo, según marca, apoyándose sobre una torre con ruedas. Los rociadores o aspersores se ubican a distancia variable en todo el tramo. Cada torre de apoyo posee un tren de transmisión que es el que posibilita el giro del equipo. Los tramos se van adicionando entre sí, llegando a tener entre 3 y 15 tramos, según las necesidades de cada usuario.

Ventajas:

- Muy buena uniformidad de aplicación.

- Alta eficiencia de aspersión (90 %).
- Requerimiento mínimo de mano de obra, por ser automatizado.
- Bajo impacto del agua sobre el suelo.
- Mínimo mantenimiento.
- Trabaja con una presión menor a los equipos de cañón.

Desventajas:

- Alta inversión inicial
- Al regar en círculos deja los rincones del lote sin regar.
- Problemas de instalación en lotes irregulares o con presencia de cables de alta tensión, molinos, montes u otros obstáculos.
- Dificultad para traslado a otros campos

PROBLEMAS DETECTADOS AL INCORPORAR EL RIEGO

Los principales problemas detectados en la incorporación del riego, son (Báez y Zamora, 1997):

- Falta de un proyecto de riego y evaluación de inversión que establezca la factibilidad técnica y económica de cada zona, diferentes situaciones, objetivos, cultivos y manejo, incrementos de producción, precios esperados, entre otros.
- Falta de estudios previos de disponibilidad de agua (calidad y cantidad)
- Falta de planificación una vez incorporado el riego, lo que da lugar a improvisaciones que originan gastos adicionales y pérdidas de eficiencia de producción.
- Deficiencias del manejo del cultivo para alta producción (barbecho, densidades y épocas de siembra, elección de cultivares, control de malezas, cantidad y momentos de riego, por ejemplo), lo cual reduce el impacto que podría tener sobre la producción. En general este problema se asocia a la falta de asesoramiento profesional.
- Inconvenientes con los equipos. Retraso en la entrega, armado y deficiencias en el servicio de postventa, sobre todo en los momentos de riego en el periodo crítico de los cultivos.
- Inconvenientes con la fuente de agua. Caudal insuficiente y en algunos casos, desmoronamientos de pozos "tipo paperos" en donde en general se asocia a pérdidas de bombas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN TRIGO CANDEAL DURANTE DOS CAMPAÑAS DE RIEGO EN LA CEI BARROW

El manejo de los cultivos bajo riego con un criterio racional es la base para el correcto uso de esta tecnología en nuestros días. Uno de los aspectos a tener en cuenta es que el riego complementario permite estabilizar los rendimientos de los principales cultivos, ya que en esta zona, con suelos poco profundos, las deficiencias hídricas son muy erráticas y frecuentes, principalmente en los momentos considerados como más críticos para el rendimiento, permitiendo hacer también un uso más eficiente de los insumos.

Hoy, esta tecnología puede ser utilizada para la realización de cultivos como el trigo candeal, ya que es necesario alcanzar buenos valores de calidad comercial (como vitreosidad y proteína), para conseguir bonificaciones sobre el precio y por consiguiente, un aumento en los rendimientos, que justifiquen el gasto efectuado. Lo mencionado anteriormente, puede ser más promisorio en el futuro con el uso de combustibles biológicos más baratos, como el biodiésel.

En esta Experimental se realiza experimentación adaptativa de riego (manejo, necesidad de agua de los cultivos, efectos del agua de riego sobre el suelo, entre otras actividades). En las dos últimas campañas (99/00 y 00/01), se realizaron ensayos con el objetivo de evaluar dos variedades de trigo candeal (Buck Topacio y Bonaerense INTA Facón) en cuanto a potencial de rendimiento y algunos parámetros de calidad, en riego y secano. La lámina aplicada en cada caso fue de 90 y 120 mm para las campañas 99/00 y 00/01, respectivamente.

Campaña	Variedades	Rendimiento (kg/ha)			Proteína (%)		
		Riego	Secano	Diferencia	Riego	Secano	Diferencia
1999/00	Bonaerense INTA Facón	5063	3087	1976	14,1	14,4	- 0,3
	Buck Topacio	7709	3711	3998	14,8	15,0	- 0,2
2000/01	Bonaerense INTA Facón	6595	5270	1325	13,8	14,4	- 0,6
	Buck Topacio	8480	5800	2680	13,0	13,8	- 0,8

Los resultados obtenidos permiten concluir que el trigo candeal tiene muy buena respuesta a la aplicación del riego complementario en dos campañas evaluadas, con características climáticas diferentes durante el ciclo de los cultivos. A pesar de un incremento muy importante en los rendimientos, el valor de proteína no presentó variaciones, permitiendo conseguir importantes bonificaciones sobre el precio. Pero lo más importante es, sin dudas, lograr estos buenos rendimientos, acompañado con una buena calidad, aplicando agua sólo en los periodos críticos de los cultivos, para evitar daños en el ambiente.

Una tecnología utilizada en lotes de producción es la evaluación del contenido de nitrógeno (índice de verdor) en hoja bandera, para detectar deficiencias de este elemento. Este diagnóstico tardío permite corregir valores bajos de proteína en grano, a través de aplicaciones de nitrógeno por vía foliar, en momentos de antesis.

ELEMENTOS A TENER EN CUENTA PARA INICIARSE EN EL RIEGO

1- Disponibilidad del recurso agua

Se deben realizar los estudios correspondientes para determinar la cantidad y calidad del agua a utilizar en el

riego para evitar sorpresas. En la medida que se cumpla con todas las etapas, podrá ser factible realizar un adecuado diseño de pozo, que permitirá un buen desempeño del mismo y justificará la inversión a realizar. Estos estudios son realizados principalmente por geólogos a través de estudios de distinta complejidad y costos según la información que se desea obtener.

En general existen distintas etapas del estudio, a saber:

1-1. Etapa de exploración: donde se evalúan las condiciones del terreno para almacenar y transmitir agua subterránea. Un primer sondeo puede dar información preliminar, como es el caso de realizar un censo de pozos existentes en el área de estudios, continuando con técnicas que suministran evidencias indirectas de la calidad y cantidad de agua como ser el caso de estudios geoelectrónicos específicos. El resultado logrado con estos estudios es la propuesta de perforación (donde ubicar el pozo y profundidad más adecuada), ya que en los acuíferos puede haber zonas de mayor concentración de sales. Si no se conocen las profundidades y caudales de explotación más convenientes se pueden correr riesgos de extraer agua de mala calidad o, incluso, degradar las capas aptas para riego. El costo de este estudio puede estar entre 700 a 1500 pesos dependiendo de quién lo haga (distancia a recorrer, viáticos, etc) y la cantidad de sondeos eléctricos a realizar (superficie a regar).

1-2. Perforación de estudio: Son estudios más directos que permiten obtener resultados más concretos de profundidad, calidad y cantidad de agua subterránea. Estas perforaciones son de diámetro menor que el definitivo donde se pueden realizar ensayos de bombeo que permite conocer la cantidad de agua y extraer muestras para determinar su calidad, como así también tener información de las necesidades de filtros y encamisado.

1-3. Terminación de obra: Es decir, recibir una perforación en óptimas condiciones de funcionamiento, con adecuada limpieza y estimulación.

2- Aspectos técnicos económico-financieros

Una vez que se tenga un proyecto de riego se debe evaluar la alternativa de inversión a través del flujo de egresos e ingresos que genera la misma, valorar los costos y beneficios incrementales. Hacer una proyección o flujo de fondos teniendo en cuenta el monto de la inversión, los beneficios y los gastos. Los indicadores utilizados son el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Finalmente evaluar la rentabilidad del proyecto y su capacidad de repago.

3- Manejo de cultivos

Se parte del supuesto de que el manejo de cultivo en secano es óptimo, ya que el riego no corrige defectos de manejo. El agregado de agua optimiza la producción de un cultivo implantado en perfectas condiciones. Se debe tener en cuenta:

- la superficie y cultivos a regar: una planificación adecuada a mediano plazo, en este aspecto es importante ya que nos permite definir la cantidad y ubicación de los pozos, previendo además el escalonamiento de los cultivos que se van a regar.
- las rotaciones a realizar, tipos de labranzas.
- el escalonamiento de los mismos: buscando el uso más intensivo posible del equipo de riego, para tratar de amortizarlo en el menor tiempo.
- rendimiento adicional esperado.
- cantidad y momentos de mayor demanda de agua por los diferentes cultivos. En el caso del trigo el período más crítico es el de prefloración, donde se define el número de granos. Deficiencias en periodo de llenado de granos también es importante. En nuestra zona la expresión del potencial de rendimiento de trigo está asociado a un manejo adecuado en cuanto a época de siembra, fertilización, control de malezas y enfermedades, como así también a la disponibilidad de temperaturas adecuadas en el período de llenado; ausencia de heladas tardías y vientos intensos. Estas condiciones permiten obtener un buen peso de granos y peso hectolítrico.
- características de manejo para alta producción, entre otros: este aspecto es clave para lograr el objetivo buscado. Barbecho adecuado, utilizar cultivares de alta producción, respetar la época y densidad de siembra óptima para cada cultivo, realizar un eficiente control de malezas, prevenir ataques de enfermedades, adecuado balance de nutrientes según disponibilidad en el suelo y expectativas de rendimiento son los pilares básicos para lograr la mayor cantidad posible de granos por milímetro de agua aplicado.

4- Características de suelo

Se debe conocer la profundidad del mismo ya que da una idea de la capacidad de almacenaje de agua útil, para lo cual se necesita tener información de las constantes hídricas. Cada tipo de suelo tiene, según sus características físicas, distinta capacidad de almacenaje de agua útil (agua disponible para las plantas). Para conocerla se determina el límite máximo de retención de agua a través de un análisis de laboratorio o a campo (Capacidad de campo o Límite máximo) y el límite mínimo, que es el punto en el cual el cultivo dejó de consumir agua (Punto de Marchitez Permanente). El A.U es la retenida entre la constante de Capacidad de campo y Punto de marchitez permanente (PMP). El manejo de rastrojos, las labranzas y el cultivo que se realizan en cada lote inciden sobre esta capacidad.

5- Condiciones climáticas

Es necesario contar con registros de lluvias actuales y conocer los datos climáticos de una serie de años, principalmente las precipitaciones, para conocer su cantidad y distribución anual, información que permite dimensionar el equipo de riego, considerando los meses críticos del cultivo. Teniendo, además información de temperaturas máximas y mínimas, radiación, velocidad de viento, entre otros se puede estimar la demanda potencial de agua en el periodo crítico del cultivo (Evapotranspiración – ETP-).

Haciendo un balance hídrico para esos meses, conociendo el agua que puede almacenar ese suelo, la probabilidad de ocurrencia de las lluvias, el consumo de los cultivos y la capacidad operativa del equipo, se podrá calcular el caudal necesario.

6- *Elección del equipo*

Una vez analizados todos los pasos previos y teniendo claro los objetivos que se plantean, se debe evaluar la disponibilidad de mano de obra (en cantidad y calidad); conocer los costos; ventajas y desventajas de cada equipo; calidad e idoneidad del servicio post-venta. En la evaluación se deben considerar todos los componentes del sistema (bomba, motor, generador, conducción del agua, eficiencias, costos operativos, entre otros). Otros elementos a tener en cuenta en la elección del equipo, son las características de los lotes (superficie, forma de c/u), presencia de árboles o cables de alta tensión que dificulte la operatividad de determinados equipos, posibilidad de traslados del mismo a otros campos o lotes.

7- *Programación del riego*

Siguiendo los pasos anteriores se tiene parte de la información para tener una orientación del momento y lámina de riego a aplicar. Las Estaciones Experimentales del INTA de Balcarce y Pergamino tienen disponibles programas sencillos que permiten hacer más eficiente el uso del agua de riego.

Para la programación del riego se pueden utilizar los siguientes métodos de acuerdo a la información y medios que se posean:

- Cálculo del consumo a través de valores climáticos. Se requiere conocer la evapotranspiración potencial diaria en mm (ETP), pudiendo utilizarse valores de media histórica; además la precipitación (P) y la evapotranspiración media diaria del cultivo (ETc), que se calcula utilizando un coeficiente de cultivo (kc) que es la relación entre la evapotranspiración del cultivo y potencial (ETc/ETP). El coeficiente de cultivo es función del estadio del cultivo y altamente dependiente de su cobertura. Por lo tanto habrá varios valores de kc para un mismo cultivo durante su ciclo evolutivo.
- Realizar mediciones de humedad del suelo y calcular la lámina faltante.
- Combinación de los dos métodos anteriores.

8- *Apoyo profesional*

Es importante este aspecto, ya que se requiere un manejo eficiente de toda la información metodológica para la planificación, evaluación de inversiones, conocimientos de ecofisiología, nutrición, control de plagas y enfermedades para un correcto manejo del cultivo, parámetros de suelo y del clima para lograr una buena eficiencia del uso del agua y la máxima productividad, cuando se incorpora esta tecnología.

■



CAPITULO VIII

CULTIVARES

INTRODUCCIÓN

Durante largos años la creación de variedades de candeal fue, prácticamente, el único esfuerzo en apoyo al cultivo; el que se inició con poblaciones más o menos heterogéneas introducidas por agricultores, especialmente italianos. A partir de ese material y cuando el cultivo había alcanzado una cierta difusión, se despertó el interés de algunos fitomejoradores que realizaron selecciones dentro de esas poblaciones. Aparece así la primera variedad con difusión comercial, Candeal Selección La Previsión, cuya utilización por parte de los productores se realizaba simultáneamente con la siembra de las citadas poblaciones, las que fueron reemplazadas paulatinamente.

En las décadas posteriores, tanto por selección de aquellas como por cruzamientos, se crearon un pequeño número de cultivares con creciente difusión, que fueron desplazando a las antiguas poblaciones.

Casi todos estos cultivares, tenían un atributo común que los privilegiaba en el comercio internacional, su gluten fuerte que le asignaba la condición de corrector en los mercados más exigentes. Además, se caracterizaban por su ciclo corto, buen comportamiento a carbones, resistencia a la roya de la hoja; pero todas estas variedades también tenían sus limitaciones, el rendimiento relativamente modesto, excesiva altura con propensión al vuelco, susceptibilidad a la roya negra o del tallo etc.

Estas deficiencias se hicieron más evidentes, especialmente frente a las posibilidades del trigo pan semienano, de ciclo corto, originado a partir de germoplasma "mexicano".

También en el trigo fideo se incorporaron luego materiales semienanos. A partir de la década del 70 con el aporte del CIMMYT que ofreció una variabilidad inédita en la especie, se seleccionaron nuevos cultivares que permitieron superar los niveles de productividad habituales, además de mejorar la sanidad frente a enfermedades (royas) y también en aspectos agronómicos sustanciales (talla baja, aptitud para aprovechar altos niveles de fertilización, capacidad de macollaje y buena fertilidad de espigas).

En menos de una década se lanzaron al mercado variedades de alto potencial de rendimiento, pero salvo un cultivar, los demás presentaban deficiencias en cuanto a aptitud industrial. Esto creó gran desencanto y rechazo en el mercado externo y también interno por confusión respecto de los verdaderos atributos de calidad.

Luego de una clarificación al respecto, en las casi dos últimas décadas se registraron nuevas variedades donde se consiguió satisfacer las exigencias de productividad y calidad que han recuperado ese antiguo atributo de los candeales argentinos, quedando pendiente la recuperación de los mercados externos. Se logró además, en dos de los tres últimos cultivares difundidos, otro atributo del cual se carecía, el pigmento amarillo, que los hace muy interesantes tanto para el consumo interno como para la exportación.

RENDIMIENTOS DEL GRAN CULTIVO EN CADA SUBREGIÓN

El potencial productivo del cultivo depende de una serie de factores que inciden en forma diferente en cada subregión (fertilidad de suelo, variaciones climáticas, presencia de enfermedades, variedades, etc.).

En el sudeste, en suelos de alta fertilidad, profundos con alta capacidad de retención de agua el gran cultivo promedia los 30 qq/ha, existiendo una ligera variación de rendimiento entre los diferentes partidos que la componen.

En el centrosur, la heterogeneidad de suelos determina una mayor variación de los promedios de rendimientos del cultivo. Hacia el este y parte sur de la región, con suelos de mayor fertilidad y adecuado nivel hídrico, promedia 29 qq/ha; pasando por suelos de mediana fertilidad con tosca a poca profundidad en el centro y norte con niveles medios de 26 qq/ha y hacia el oeste con baja fertilidad de los suelos y menores precipitaciones ronda los 21 qq/ha.

En el sudoeste con los suelos de baja fertilidad y menores precipitaciones los mejores rendimientos se logran hacia la zona norte con 22 qq/ha disminuyendo hacia el sudoeste con 18 qq/ha, mientras que los menores niveles son de 15 qq/ha en el sur de dicha subregión

POTENCIAL DE RENDIMIENTO VARIETAL

En los ensayos conducidos en las tres subregiones, se observa el alto potencial de rendimiento medio al que pueden llegar los actuales cultivares, bajo las mejores condiciones de manejo (fertilización, control de malezas, etc.) (gráfico 1). Si bien se observa una disminución del rendimiento medio desde el sudeste hacia el sudoeste, la menor diferencia observada entre el sudeste y el centrosur, obedece al destacado comportamiento de los cultivares en ambas subregiones a las cuales están más adaptados.

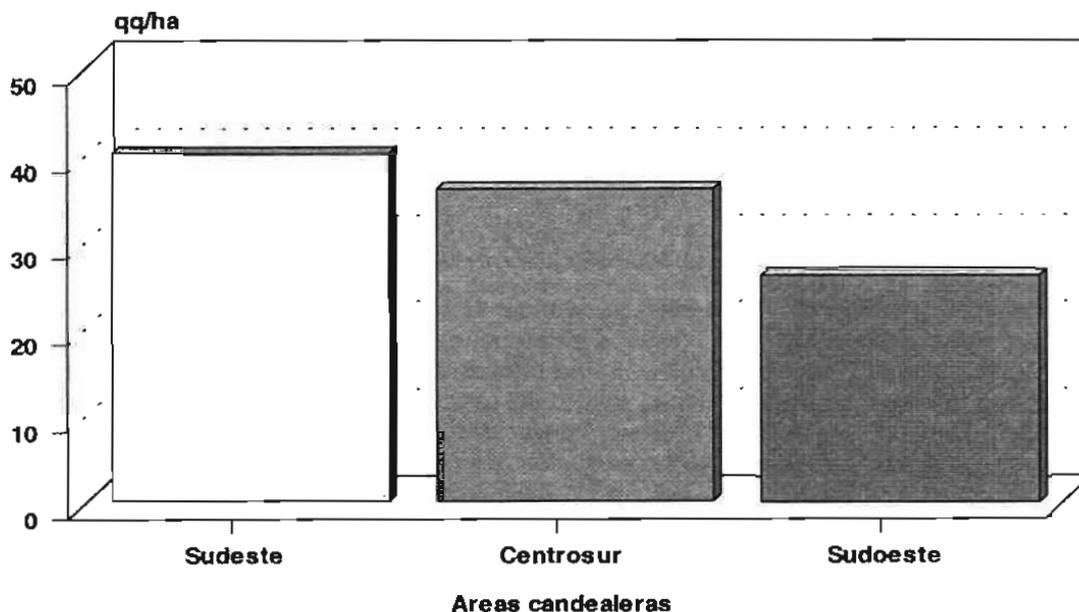


Gráfico 1: Rendimiento medio (qq/ha) de ensayos comparativos en el área candealera durante el período 1998/2000

Durante el período señalado en el gráfico anterior el potencial de rendimiento promedio máximo de los cultivares inscriptas alcanzó 60 qq/ha en el sudeste, 53 qq/ha en el centrosur y 46 qq/ha en el sudoeste

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIETADES

El panorama varietal en trigo candeal ha sido siempre modesto tanto por el escaso número de variedades inscriptas y simultáneamente en cultivo, como también por su relativa similitud en ciclo vegetativo. Como objetivo permanente en los programas de mejoramiento, se está poniendo énfasis en el logro de cultivares de ciclo mas largo. Las características de los mismos se detallan a continuación:

- ❖ **BONAERENSE VALVERDE:** Inscripto en el año 1979. Ciclo corto, porte vegetativo semierecto, altura de 80 cm con caña fuerte y resistente al vuelco. Su espiga de mediana fertilidad se caracteriza por poseer aristas negras. Grano mediano con buena vitreosidad y peso hectolítrico le confieren una calidad comercial e industrial excelente.
- ❖ **BONAERENSE QUILACO:** Inscripto en el año 1987. Ciclo corto, porte vegetativo semierecto con buena capacidad de macollaje, altura de planta 80/90 cm. Espiga de buena fertilidad con grano mediano a grande de buen color y elevado peso hectolítrico. Su alto índice de vitreosidad y contenido de proteína le confieren buena aptitud molinera. La calidad de su gluten determina su buen comportamiento en la pastificación.
- ❖ **BONAERENSE INTA CUMENAY:** Inscripto en el año 1995. Ciclo corto, de porte vegetativo semierecto a erecto con buena capacidad de macollaje. Altura de planta 80 cm. Espiga de mediana fertilidad con aristas pigmentadas (barba negra). Grano grande, vítreo y buen peso hectolítrico. Por su calidad industrial se asemeja a los trigos tradicionales.
- ❖ **BUCK AMBAR:** Inscripto en el año 1995. Ciclo intermedio a corto, con buena elasticidad de siembra. Porte vegetativo semierecto y altura de planta 90/100 cm. Espiga alargada de buena fertilidad, con pilosidad en sus glumas. Grano mediano a grande alargado de buen color y peso hectolítrico. Buena calidad industrial.
- ❖ **BONAERENSE INTA FACON:** Inscripto en el año 1997. Ciclo corto, porte vegetativo semierecto a erecto con buena capacidad de macollaje, altura de planta 80 cm. Espiga de muy buena fertilidad, con aristas eventualmente pigmentadas y pilosidad en sus glumas. Grano chico a mediano con destacado peso hectolítrico, muy buena vitreosidad. Una particularidad de esta variedad la constituye una característica muy apreciada por la industria, es su alto contenido de pigmento amarillo del grano. Este y su alta calidad de proteínas destacan su gran aptitud semolera y fideera.
- ❖ **BUCK TOPACIO:** Inscripto en el año 1997. Ciclo intermedio, porte vegetativo semierecto a erecto, con alta capacidad de macollaje. Caña robusta con una altura de planta 95 cm. Espiga de muy buena fertilidad con aristas eventualmente pigmentadas. Grano chico a mediano de muy buena vitreosidad y destacado peso hectolítrico. Junto con BONAERENSE INTA FACON se destaca por su contenido de pigmento amarillo, que sumado a otros parámetros de calidad hacen de éste un cultivar interesante.
- ❖ **BUCK ESMERALDA:** Inscripto en el año 1999. Ciclo corto, porte vegetativo semierecto a erecto, con mediana capacidad de macollaje. Alto potencial de rendimiento. Altura de planta 100 cm con moderada resistencia al vuelco. Espiga de buena fertilidad, con aristas eventualmente pigmentadas. Grano mediano a grande de buena vitreosidad y muy buen peso hectolítrico. Posee discreta calidad industrial y aceptable contenido de pigmento amarillo.

DENSIDADES Y ÉPOCAS DE SIEMBRA

Para un mejor resultado de la siembra es importante tener en cuenta la variedad a sembrar y conocer su elasticidad de siembra, como también el período óptimo. Al realizar la siembra es necesario tener en cuenta la

densidad de plantas por metro cuadrado según la fecha de siembra. No es lo mismo sembrar un volumen de semillas de tamaño grande y pesado que el mismo volumen pero con granos de menor peso. Aunque ambas tengan el mismo poder germinativo, en el primer caso se obtendrá un menor número de plantas por unidad de superficie. También debe recordarse que el peso de la semilla varía entre cultivares y, además, dentro de un mismo cultivar puede variar entre dos partidas diferentes o entre años.

La semilla puede contener pequeños restos de paja, granos partidos o semillas de malezas, lo que determina el distinto grado de pureza para diferentes partidas de semilla. No tener en cuenta esto implicará errores en el cálculo de la densidad de siembra

El poder germinativo de la semilla es la capacidad de germinar, expresado en porcentaje, que tiene la misma; siendo un buen poder germinativo cuando supera el 95%.

Para calcular una densidad de siembra correcta, considerar:

$$\text{Densidad (kg/ha)} = \frac{\text{Pl/m}^2 \times \text{P(g)} \times 10.000}{\% \text{ PG} \times \% \text{ PU} \times \% \text{ CL}}$$

Donde: Pl/m² = plantas a lograr por metro cuadrado

PG = Poder germinativo

P(g) = Peso de mil semillas

PU = Pureza

CL = Coeficiente de logro

El período de siembra, para los cultivares actuales, abarca desde fines del mes de junio hasta mediados a fines de agosto según la subregión y variedad en cuestión, señaladas en los siguientes tablas:

Tabla1: Sudeste y centrosur; cultivares, fechas de siembra y densidades.

Variedades	Fechas de siembra		
	Junio	Julio	Agosto
Bonaerense Valverde			
Bonaerense Quilacó			
Bonaerense INTA Cumenay			
Bonaerense INTA Facón			
Buck Ambar			
Buck Topacio			
Buck Esmeralda			
Densidades de siembra (pl/m ²)	260-280	260-300	300 - 350

Ref.:  Período óptimo de siembra

 Elasticidad de siembra

Tabla 2: Sudoeste: cultivares, fechas de siembra y densidades

Variedades	Fechas de siembra		
	Junio	Julio	Agosto
Bonaerense Valverde			
Bonaerense Quilacó			
Bonaerense INTA Cumenay			
Bonaerense INTA Facón			
Buck Ambar			
Buck Topacio			
Buck Esmeralda			
Densidades de siembra (pl/m ²)	240-260	260-300	300 - 350

Ref.:  Período óptimo de siembra

 Elasticidad de siembra

-

.

.



CAPITULO IX

ENFERMEDADES

El trigo candeal está expuesto a diversas enfermedades durante todo el ciclo del cultivo (nacimiento a madurez). La ocurrencia y severidad de las enfermedades dependen de las condiciones ambientales, susceptibilidad de la variedad, del estado de desarrollo de ésta al presentarse la enfermedad y de la virulencia del patógeno.

ROYAS

- ❖ **Roya del tallo:** También conocida como roya negra, es una enfermedad ocasionada por el hongo *Puccinia graminis tritici* (figura 1).

El daño que produce depende del estado de crecimiento del cultivo cuando se inicia la enfermedad. En la región candealera tradicional, generalmente suele presentarse tardíamente por lo que no causa mayores daños; no obstante, cuando se presenta temprano en primaveras húmedas y con altas temperaturas (óptimo 20 °C) puede ocasionar severos daños con mermas de rendimiento. Daña los tejidos epidérmicos e impide el traslado de los fotoasimilatos al grano, produciendo granos chuzos.

El hongo produce pústulas alargadas de forma oblonga, que al principio están cubiertas por la epidermis; al madurar la rompen y dejan libre un polvillo de color rojo anaranjado a pardo castaño.

Al final del ciclo del cultivo aparecen otras pústulas de color negro, que contienen los órganos de resistencia de la enfermedad.

- ❖ **Roya anaranjada:** Llamada también roya de la hoja, es producida por *Puccinia recóndita* (figura 2).

Las variedades tradicionales se caracterizaban por su resistencia a esta enfermedad. Las actuales, aunque en general tienen un buen comportamiento, muestran cierta susceptibilidad a algunas razas de este patógeno.

Los síntomas aparecen principalmente sobre la lámina de las hojas, eventualmente lo hacen en las vainas y excepcionalmente sobre tallos y espigas.

La infección puede producirse en cualquier estado de desarrollo del cultivo; pero lo habitual es que ocurra durante el estado de grano lechoso o pastoso, siempre que se den condiciones de humedad y temperatura. Rocíos durante la noche y la mañana, con temperaturas de 20 °C son favorables para el desarrollo del hongo. La enfermedad se detecta con la aparición de pústulas de color rojizo anaranjado más pequeñas que las de la roya negra. A medida que el cultivo evoluciona hacia la madurez se desarrollan otras pústulas de color pardo oscuro que, como en la roya negra, contienen los órganos de resistencia.

- ❖ **Roya amarilla:** Se la conoce también como roya estriada o de la gluma y es producida por el hongo *Puccinia striiformis* (figura 3).

Es la que puede aparecer más tempranamente sobre el cultivo, aunque en las últimas décadas ha sido una enfermedad muy esporádica. Podría decirse que aparece en uno de cada diez años aproximadamente y con ataques moderados a leves.

Esta enfermedad se presenta en ambientes con temperaturas más bajas que las requeridas por las roya del tallo y de la hoja. Las condiciones favorables para su desarrollo son temperaturas de 10 a 15 °C y elevada humedad ambiente.

Ataca las hojas produciendo manchas en forma de estrías, que pueden alcanzar varios centímetros de longitud. También puede atacar glumas. Estas estrías contienen pequeñas pústulas de color amarillento dispuestas en series paralelas. Posteriormente, como ocurre en las otras royas, aparecen las pústulas oscuras y sus órganos de resistencia.



Figura 1: Roya del tallo



Figura 2: Roya anaranjada



Figura 3: Roya amarilla

MANCHAS FOLIARES

Además de las conocidas royas, hay otro grupo de enfermedades que producen manchas foliares de origen fúngico y bacteriano. Actúan en forma individual y/o en complejos, produciendo manchas de color marrón, castaño, amarillento, etc. que a veces se confunden.

Además, algunas ocasionan daños en otras partes de la planta, espigas y granos manchados, nudos oscuros y daños en la base del tallo, corona y raíz en forma aislada o simultáneamente con otros patógenos.

Muchos de ellos requieren largos períodos de humedad en las hojas para causar daños severos. Sus esporas son diseminadas por corrientes de aire, lluvias y eventualmente por insectos.

Dentro de este complejo se incluyen las enfermedades más comunes como Septoriosis, Mancha de la gluma, Mancha bronceada y Bacteriosis.

- ❖ **Septoriosis o Mancha de la hoja:** Es producida por el hongo *Septoria tritici* (figura 4). La infección puede iniciarse desde macollaje y prolongarse durante toda la etapa de crecimiento del cultivo; progresa desde las hojas inferiores hacia las superiores.

Las condiciones que favorecen la enfermedad son cultivos con residuos en superficie, monocultivo de trigo, abundantes lluvias en invierno y primavera o humedad relativa alta y continua, con temperaturas óptimas de 15 a 20 °C.

Comienza con manchas alargadas de color café, delimitadas por las nervaduras y, conforme avanza, las manchas adquieren un color ceniza sobre las que se observan puntos negros que corresponden a los órganos de fructificación.

- ❖ **Mancha de la gluma y nudo:** El patógeno responsable es *Septoria nodorum* (figura 5), el cual se presenta esporádicamente.

Los primeros síntomas consisten en manchas en la hoja de color amarillento a marrón claro (bronceado), son de forma oval con bordes más oscuros. Mientras la enfermedad avanza, las manchas se agrandan, confluyen y adquieren un color grisáceo.

Este patógeno se torna más agresivo a medida que el cultivo se aproxima a la madurez, etapa en la que se ven afectados glumas y nudos del tallo. La lesión en glumas se inicia en la parte superior con una decoloración de la superficie y su borde inferior color marrón claro. Los ataques en tallos producen debilitamiento de los nudos y por consiguiente se acodan y vuelcan.

- ❖ **Mancha bronceada o amarilla:** El causante de esta enfermedad es el hongo *Dreschlera tritici repentis* (figura 6), cuyas lesiones pueden confundirse a menudo con otras manchas foliares.

Sus síntomas pueden hacerse evidentes desde macollaje; se inicia con la aparición de pequeñas manchas color amarillo brillante y a medida que avanza se transforman en manchas color castaño claro con bordes cloróticos.

Los síntomas se observan primero en las hojas inferiores y continúan hacia las superiores; sobre estas últimas las manchas se tornan necróticas de color castaño oscuro, normalmente con un borde clorótico y en el centro una zona más oscura que le da el aspecto de un ojo.



Figura 4: Septoriosis

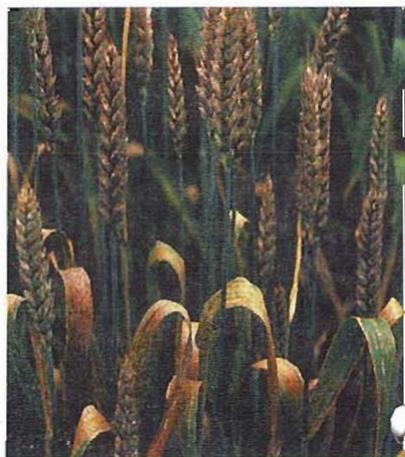


Figura 5: Mancha de la gluma

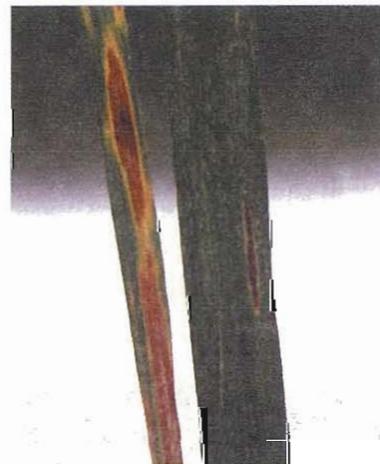


Figura 6: Mancha amarilla

- ❖ **Bacteriosis:** Es causada por *Xanthomonas translucens*, siendo una de las enfermedades más comunes de los cereales en todo el mundo. Todas las partes de la planta que están sobre la superficie del suelo pueden verse afectadas, pero se presenta con mayor frecuencia en las hojas y las glumas.

Se conoce como "rayado bacteriano" cuando la enfermedad se presenta en las hojas. Los primeros síntomas aparecen como pequeñas manchas de aspecto mojado o estrías lineales de color café claro. Durante las primeras etapas, las lesiones tienden a desarrollarse longitudinalmente entre las nervaduras; pero eventualmente se expanden y unen produciendo manchas irregulares de color café grisáceo. Bajo condiciones de alta humedad, en las lesiones, se forman gotitas de exudado color amarillento. Al secarse dicho exudado se forman, sobre la superficie de las hojas, pequeñas escamas delgadas y brillantes. La extensión de la enfermedad sobre las vainas y los tallos adyacentes causan un manchado oscuro y debilitamiento de los tallos.

Esta enfermedad también se puede encontrar infectando las espigas. Se la reconoce por sus rayas lineales y de aspecto mojado que aparece en las glumas. Normalmente se inicia en la parte superior de las glumas y

conforme se desarrolla la enfermedad, las lesiones se unen produciendo un manchado negro de las glumas y pedúnculos de las espigas. Bajo condiciones severas, los granos pueden mancharse y arrugarse.

ENFERMEDADES DE LA ESPIGA

A este grupo pertenecen *Fusarium graminearum* causante del “golpe blanco o fusariosis de la espiga”, *Ustilago tritici* y *Tilletia spp.* conocidos como “carbón volador” y “caries o carbón hediondo”, respectivamente. Estos patógenos constituyen, además, el grupo de enfermedades transmisibles por semilla.

- ❖ **Fusariosis o tizón de la espiga:** Las variedades de trigo candeal son susceptibles a esta enfermedad, la que puede resultar en epifitias cuando coinciden el momento de floración (antesis) con condiciones de alta humedad relativa (mayor de 80%) o frecuentes lluvias y temperaturas entre 20 y 25 °C. La sintomatología presenta espiguillas decoloradas que contrastan con el color verde de las espiguillas sanas (figura 7). La infección puede detenerse en una espiguilla o continuar infectando el resto, dependiendo de la reacción varietal y condiciones ambientales. Si las condiciones favorables persisten se observa la aparición de una coloración rosada en la base de las espiguillas o bordes de las glumas. Las pérdidas de rendimiento son causadas por esterilidad de las flores, formación de granos de aspecto yesoso, chuzos, con disminución de peso hectolítrico, pérdida de vitreosidad y por consiguiente disminución de la calidad.
- ❖ **Carbón volador:** El síntoma de esta enfermedad aparece en el momento de espigazón. Las espigas enfermas tienen en su interior una masa negra de esporas que reemplazan a los granos. Esa masa de esporas está cubierta por una débil membrana que se rompe durante o después de la emergencia de la espiga, liberando las esporas que son dispersadas por corrientes de aire (figura 8). Cuando las esporas son liberadas, se ponen en contacto con las flores en el momento de antesis e infectan los embriones de futuros granos a desarrollarse y permanece latente en los mismos. Tiempo húmedo y con temperaturas de 16 a 22 °C son condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Cuando el grano infectado se siembra, el hongo se desarrolla sistémicamente en la planta a partir de la germinación de la semilla hasta el momento de espigazón, momento en que aparece nuevamente la espiga infectada por una masa de esporas.



Figura 7: Fusariosis



Figura 8: Carbón volador



Figura 9: Escudete negro

- ❖ **Caries:** El síntoma de esta enfermedad también se manifiesta durante la espigazón. El interior de los granos es reemplazado por una masa de esporas oscuras. A diferencia del carbón volador, los granos mantienen su capa externa intacta, la cual es destruida fácilmente en la trilla. En este momento las esporas liberadas son diseminadas por el propio proceso de trilla contaminando los granos sanos y el suelo. Los granos infectados contienen las esporas del hongo adheridas al cepillo. Cuando los granos germinan el hongo crece dentro de los tejidos de las plantas hasta la madurez y se reinicia el ciclo de la enfermedad. Esta enfermedad, además de las pérdidas de producción resultantes de su presencia, también afecta la calidad del producto cosechado, pues le transmite un fuerte olor fétido característico que es castigado comercialmente. Además, dicho olor se transmite a los productos elaborados.
- ❖ **Escudete negro:** Los patógenos responsables son *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* (figura 9). El síntoma consiste en un manchado de color pardo o negro que se localiza principalmente en el germen del grano, aunque también puede extenderse al área circundante y el surco. Los niveles de infección varían entre localidades y años, en respuesta a las condiciones ambientales. Esta enfermedad es más seria con frecuentes lluvias y prolongados períodos de rocío o una humedad relativa superior al 60% y temperaturas medias diarias superiores a 17 °C desde floración y durante el desarrollo del grano. Este proceso afecta seriamente la calidad del grano. Las sémolas y pastas producidas a partir de granos enfermos frecuentemente contienen pecas negras y partículas coloreadas.

❖ Putridión de raíz y corona

- o **Pietín:** Esta enfermedad que afecta la base del tallo y las raíces, es ocasionada por el hongo *Ophiobolus graminis* por lo general acompañado de un complejo de hongos *Fusarium spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, etc. Esta enfermedad puede causar daños parciales de raíces; es difícil de detectar por cuanto no se expresa en la parte aérea de la planta hasta su destrucción total, con la manifestación de una decoloración de la planta y por consiguiente una marcada reducción del rendimiento. Las plantas afectadas pueden mostrar enanismo, clorosis, reducción del número de macollos con espigas decoloradas y estériles con maduración prematura; mientras que en raíces y base de tallos se observa una coloración oscura brillante.

En general esta enfermedad está relacionada a suelos húmedos, compactados, de pH elevado y bajo contenido de nitrógeno, fósforo y a la repetición de cultivos con especies susceptibles (trigo pan, centeno cebada). Cabe señalar en este último aspecto, que la avena es resistente a esta enfermedad.

Comportamiento sanitario de las variedades

Cultivares	Roya			Manchas foliares	Tizón de la espiga	Carbones	Pietín
	De la hoja (1)	Del tallo (2)	Amarilla (3)				
Bonaerense Valverde	MS	R	R	MR-MS	S	Se recomienda el curado de la semilla	No se conocen diferencias varietales en cuanto a susceptibilidad
Bonaerense Quilacó	S	MS	R	MS-S	S		
Bonaerense INTA Cumenay	MS-S	R-MR	R	MR-MS	MS-S		
Bonaerense INTA Facón	MR-MS	R	R	MR-MS	MS-S		
Buck Ambar	MS-S	R	R	MR	MS		
Buck Topacio	S	R	MR	MR	MS		
Buck Esmeralda	MR-MS	-	R	MR-R	MS		

R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; MS = Moderadamente susceptible; S = Susceptible

(1) La resistencia o susceptibilidad es variable según razas o biotipos presentes.

(2) En los últimos años no se han observado ataques de este patógeno

(3) En años con alta incidencia en diversas variedades de trigo pan, los cultivares de candeal han mostrado un buen comportamiento en general.

Control

Es recomendable el uso de variedades resistentes, aunque dicha resistencia puede perderse de un año a otro por la aparición de una nueva raza o biotipo de determinado patógeno. También la rotación de los cultivos es otra forma de controlar o minimizar los riesgos de enfermedades. Teniendo en cuenta la posibilidad de cambios de razas o biotipos puede ser necesario el control químico. No se dan aquí procedimientos específicos de este tipo de control, dado que éstos pueden diferir según el estado del cultivo en cada situación en particular. Solo se listan una serie de fungicidas específicos (principio activo). Se sugiere la consulta a especialistas.

Tipo de enfermedad	Principios activos	Dosis de formulado (1)
Foliares	Flutriafol 12,5%	1000
	Propiconazole 25%	500
	Tebuconazole 25%	500
	Azoxystrobin 25%	500
	Difenoconazol + Propiconazole (25 % + 25%)	250
	Epoxiconazol + Carbendazín (12,5% + 12,5%)	750
	Procloraz 45%	750 - 1000
	Metconazole	900
Transmisible por semilla	Carboxim+Thiram 20% + 20%	300 - 200
	Flutriafol 5%	75
	Difenoconazol 3%	200 - 250
	Myclobutanil 8,5%	150
	Tebuconazole 2%	125
Golpe blanco	Triticonazol 2,5%	100
	Benomil	500 - 800
	Epoxiconazol + Carbendazín (12,5% + 12,5%)	750
	Flutriafol 12,5%	750 - 1000
	Procloraz 45%	750 - 1000
Tebuconazole 25%	500 - 750	

(1) Las dosis están expresadas en g ó ml cada 100 kg de semilla y en g ó ml/ha.

Recuerde que:

- El desarrollo de enfermedades fúngicas es en general más intenso en sistemas de labranzas con abundante restos de trigo y maíz en superficie.
- Las aplicaciones se justifican en aquellos lotes con perspectivas de rendimiento buenas a muy buenas.
- Las aplicaciones deben realizarse en el momento, dosis, volúmenes y equipos adecuados.
- La mención de estos productos no implica una recomendación por parte de los autores, ni invalida el uso de otros que puedan existir en el mercado.

CONTROL DE MALEZAS

INTRODUCCION

La problemática de las malezas en los cultivos de trigo candeal es similar a la que se presenta en los cultivos de trigo pan en la misma región. Por este motivo muchas de las tecnologías desarrolladas para el control de malezas en trigo pan son aplicables al candeal. Sin embargo algunos requisitos particulares en cuanto a la calidad del grano a obtener, las fechas de siembra generalmente más tardías, al menos con los cultivares disponibles actualmente, plantean la necesidad de una estrategia diferencial en el control de las malezas.

FITOTOXICIDAD

Una diferencia importante que debe tenerse en cuenta es la posible respuesta diferente de los cultivares de trigo candeal respecto a los de trigo pan, al espectro de herbicidas disponibles, para la solución de los diferentes problemas. En este sentido en el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos en la EEA INTA de Bordenave con dosis medias de los diferentes herbicidas para cada uno de los cultivares evaluados.

Cuadro 1: Sensibilidad de cultivares de trigo candeal a dosis aplicadas de herbicidas comunmente usados en el cultivo. EEA INTA Bordenave. Fitotoxicidad a los 10 y 30 días después de la aplicación (dda). Promedio años 1996, 1997, 1998 y 1999.

		Ambar		Cristal		Valverde		Cumenay		Quillacó		Facón		Topacio		VF 003	
		10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda	10 dda	30 dda
GRAMINICIDAS	Clodinafop-P + Cloquintocet-M																
	Fenoxaprop-P-etil																
	Diclofop metil																
	Tralkoxidim																
LATIFOLICIDAS	Metsulfuron + Dicamba	■						■									
	Metsulfuron + Picloram	■		■		■		■									
	Prosulfuron + Triasulfuron + Dicamba	■						■									
	2,4-D + Picloram																

Escala: 0: sin daño - 9: daño total

□ 0 - 0,9 □ 1 - 1,9 ■ 2 - 3

Como se conoce en general, las malezas interfieren en la producción de los cultivos compitiendo por los recursos disponibles como los nutrientes, el agua y la luz, pero también pueden hacerlo en ciertos casos a través de la interferencia física con la recolección, aumento de la humedad del grano o depreciación del valor comercial del mismo por contaminación del grano.

Las malezas que afectan al cultivo de trigo para fideos en el sur de Buenos Aires están representadas por dos tipos o grupos de especies que interfieren de una manera particular en el cultivo: las gramíneas y las latifoliadas (hoja ancha).

Las gramíneas son particularmente dificultosas por pertenecer a la misma familia botánica del cultivo. Dentro de estas, la principal especie es la "avena negra", "avena guacha" o "cebadiilla" (*Avena fatua*). Dentro de este grupo también es importante aunque en un grado menor el "raigrás anual" (*Lolium multiflorum*).

Las latifoliadas o malezas de hoja ancha que afectan al cultivo contienen un mayor número de especies e incluyen algunas de tipo perenne. Debido a su periodicidad de germinación, algunas de estas malezas son muy importantes en determinadas etapas del cultivo. Hay malezas que por lo general nacen más temprano que otras, afectando en mayor medida los cultivos en las primeras etapas de implantación. Esto resalta la necesidad de su eliminación temprana, que a veces no resulta tan ineludible con otras especies.

MALEZAS GRAMÍNEAS

Como se comentó anteriormente las malezas dificultosas de esta familia son dos especies, *Lolium multiflorum* (raigrás) y especialmente *Avena fatua* (cebadiilla). El daño de esta especie a los cultivos de trigo se manifiesta a través de la competencia con el mismo por agua, luz y nutrientes. La interferencia de *Avena fatua* produce reducciones considerables en el rendimiento del cultivo de acuerdo con la densidad de infestación. Si bien esta interferencia se ejerce durante todo el período que se le permita competir con el cultivo, esta es muy importante en las primeras etapas del cultivo, especialmente con infestaciones de alta magnitud que emergen antes o simultáneamente con el cultivo. En estas circunstancias las demoras en la eliminación de la competencia reducirán considerablemente la

producción potencial del trigo. Otros factores, como la densidad de siembra del trigo, el tipo de cultivar, el momento de emergencia relativo del cultivo y la maleza y la utilización de fertilizantes, pueden modificar la magnitud del daño de la maleza en el cultivo. El uso de fertilizante (fosfato diamónico a la siembra y urea al macollaje) puede producir una reducción del daño a densidades bajas y moderadas de la maleza, pero en densidades altas el mismo es similar con y sin fertilizante. Sin embargo, el uso del fertilizante aumenta la producción de semillas de la maleza en cualquier densidad de la misma.

El control cultural puede ser importante como alternativa o complemento de las técnicas de control químico. La rotación de cultivos es una de las prácticas más eficaces en reducir el banco de semillas y la incidencia de Avena fatua. Son particularmente eficientes las rotaciones con cultivos de verano, realizados con labores de preparación a partir de julio-agosto, que cortan el ciclo de la maleza y permiten la eliminación directa de las plántulas emergidas. El encadenamiento sucesivo de dos cultivos estivales, produce una reducción considerable del banco de semillas.

Otra alternativa de rotación es la utilización de verdeos de invierno que se roturen en noviembre evitando el aporte de semillas al suelo. Dos años de este manejo proveen una disminución importante del banco de semillas.

La tercer alternativa de rotación es la implantación de pasturas perennes y un manejo del corte y/o pastoreo que minimice el aporte de semillas al suelo, especialmente el primer año de la pastura.

El control químico continúa siendo la principal forma de control de gramíneas en el cultivo de trigo. Existen actualmente en el mercado argentino cuatro herbicidas específicos postemergentes para el control de estas especies, cuyas características se describen en el cuadro correspondiente.

Cuadro 2: Herbicidas para el control de malezas gramíneas en trigo candeal

Herbicida	Acción	Avena fatua	Raigrás	Estado del cultivo	Estado de la maleza	Mezcla con herbicidas para latifoliadas	Observaciones
Diclofopmetil	Sistémica	Sí	Sí	2-3 hojas a macollaje	1-2 hojas a inicio macollaje	Solo se puede mezclar con bromoxinil.	No aplicar con stress hídrico y/o térmico.
Fenoxaprop p-etil	Sistémica y contacto	Sí	No	2-3 hojas a macollaje	2 hojas a macollaje	Utilizar dosis máxima. Consultar asesor	No aplicar con stress hídrico
Clodinafop propargil + cloquintocet	Sistémica	Sí	Sí	2-3 hojas a macollaje	1-2 hojas a macollaje	Utilizar dosis máxima. Consultar asesor	Este producto se compone del herbicida y de un antídoto
Tralkoxidim	Sistémica	Sí	Sí	2-3 hojas a macollaje	2 hojas a macollaje	No se puede mezclar. Separar 7 días aplicando primero tralkoxidim.	Se aplica con el agregado de sulfato de amonio y aceite. Importante el orden de mezcla. No aplicar con stress hídrico.

DOSIS MEDIA EMPLEADA PARA CADA HERBICIDA

ILOXAN (diclofopmetil 28% : 1.8 litros de producto formulado/ha

PUMA (fenoxaprop-p-etil 6.9%): 0.9 litros de producto formulado /ha

TOPIK (clodinafop propargil 8% + cloquintocet 2%): 0.5 litros de producto formulado/ha

SPLENDOR (tralkoxidim 80%): 200 gr de producto formulado por ha + aditivos. Seguir instrucciones del marbete.

MALEZAS LATIFOLIADAS

La mayoría de las prácticas de manejo del cultivo de trigo pan son igualmente aplicables al cultivo de trigo candeal. El tipo de labranzas, el uso de fertilizantes, el antecesor, la época de siembra (aunque en candeal ya se comentó que las variedades son de ciclo corto), la capacidad de macollaje, la época de emergencia de las especies y la especie, ejercen interacciones que pueden modificar tanto el rendimiento potencial del cultivo, como así mismo la estrategia de control a utilizar.

A continuación se describen (en forma resumida) los resultados, con respecto al grado del control alcanzado por los herbicidas solos y en combinaciones, frente a las principales especies de malezas latifoliadas del sur bonaerense (cuadro 3).

CONCLUSIONES

Mediante las prácticas de manejo enunciadas es posible reducir las infestaciones de malezas presentes en un cultivo de candeal, emprendiendo un programa de control. Tradicionalmente, el control de malezas tanto en trigo pan como candeal se ha efectuado utilizando planteos muy simples, se practicaba un control rutinario, basado en la realización de labores o tratamientos según un esquema fijo, o bien se aplicaban herbicidas cuando la gravedad de la situación lo exigía.

Sin embargo, en la actualidad, el control de malezas se ha convertido en una tecnología más compleja. Su práctica requiere, una gran variedad de conocimientos biológicos, agronómicos y económicos que van surgiendo de continuas investigaciones. Todos estos conocimientos deben integrarse y concretarse en programas técnicos de control que estén dirigidos a resolver los problemas de malezas con mínimos costos sociales, ecológicos y económicos.

Cuadro 3: Eficacia en el control químico de las principales malezas latifoliadas

PROBLEMA	Metsulfuron + dicamba (1)	Metsulfuron + picloram (1)	Prosulfuron + triasulfuron + dicamba (1)	Bromoxnil	Bromoxnil + MCPA	Bromoxnil + dicamba	MCPA + picloram o dicamba	2,4-D + picloram o dicamba	2,4-D
Mostacilla y/o nabo	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	MB
Flor amarilla	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	MB
Nabón	MB	MB	MB	R - B	MB	B	B	MB	MB
Sanguinaria	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	P
Enredadera anual	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	P
Abrepuño amarillo	R	R-B	R - B	P **	R **	B **	B-MB	MB	B
Manzanilla	MB	MB	MB	P	P		P	P	P
Ortiga mansa	MB	MB	R **	R			P	P	P
Verónica	B	B	R	R		P	P	P	P
Caapiquí	MB	MB	MB	P	P	P	P	P	P
Pensamiento	B	B	MB	P	P	P	P	P	P
Aplo cimarrón	R-B	R-B	MB	P	P	P	R	P	P
Girasol guacho	B	B	MB	B	B	B	B-MB	MB	R
Quinoa	B	B	MB	B	MB		MB	MB	MB
Pergillillo	P	R	B	P	P		P	R	P
Cardo negro	R	R	R	R	R		B	MB	B
Yuyo moro	P	P		MB **	MB **	MB **	P	P	P
Borraja pampeana	P	P	MB	MB **	MB **	MB **	P	P	P
Yuyo esqueleto	R *	R *	P	P	P		B ***	B ***	R
Morrenita							B	MB	MB
Cardo ruso							B	MB	MB

(1) con la adición de coadyuvante no iónico a una concentración de 0,2% del caldo herbicida

Control MB = 90 – 100%
Control B = 80 – 89%
Control R = 60 – 79%
Control P = < 60%
Sin información

* El agregado de 50 cc de dicamba (48%) o picloram (24%) mejora el control

** Con maleza muy pequeña se obtienen buenos controles

*** Dosis de 125 cc de picloram (24%) y 150 cc/ha de Dicamba (48%)

PRODUCTOS ENSAYADOS

Metsulfuron + dicamba (G.D. 60% + C.S. 57.7%) -Misil II- Dosis media: 6.7 gr + 100 cc/ha de producto formulado
Metsulfuron + picloram (G.D. 60% + C.S. 24%) -Combo- Dosis media: 6.7 gr + 80 cc/ha de producto formulado
Prosulfuron + triasulfuron + dicamba (G.D. 75% + G.D. 87.5%) -Peak Pack- Dosis media: 10 + 10 + 100 gr/ha de producto formulado
Bromoxnil (C.E. 34.6%) -W eedex- Dosis media: 1000 cc/ha de producto formulado
Picloram (C.S. 24%) -Tordon 24 K- Dosis media: 80 - 100 cc/ha de producto formulado
Dicamba (C.S. 48%) -Banvel- Dosis media: 100 - 120 cc/ha de producto formulado
2,4-D (C.E. 100%) - Varias marcas- Dosis media: 200 - 300 cc/ha
MCPA (C.S. 28%) -Varias marcas- Dosis media: 1000 cc/ha

PLAGAS

El cultivo de trigo candeal está expuesto al ataque de pulgones, isocas y arañuelas.

PULGONES

Los pulgones de los cereales causan daños directos e indirectos

Los primeros por extracción de savia de la planta y los segundos por transmisión de virus.

Los pulgones más comunes en el cultivo de trigo candeal son los siguientes:

Las especies problema se resumen al pulgón verde y pulgón ruso por el daño directo que afecta al rendimiento del trigo en ataques sostenidos y con altas densidades de la plaga. Mientras que las principales especies trasmisoras de virus son: el pulgón verde y el pulgón de la avena. Los pulgones amarillo y de la espiga han perdido relevancia en el área aunque son transmisores del virus del enanismo amarillo (VEAC).

El pulgón verde ataca desde nacimiento hasta preespigazón. Mientras que el pulgón ruso esta facultado para atacar durante todo el ciclo, las características ecológicas modifican en general esta situación y ataca desde fin de macollaje hasta precosecha. Su potencial de daño es máximo en primaveras secas.

Características generales de los pulgones:

Son insectos fitófagos que llegan al cultivo como alados. Se alimentan y reproducen sobre las hojas, espigas o raices, aunque cada especie tiene diferentes modalidades de ubicación y protección de enemigos naturales.

Los tamaños de los adultos no sobrepasan los 3 mm (desde 1,5 a 2,5 mm son los más frecuentes).

Reconocimiento rápido sobre adultos sin alas

- ❖ **Pulgón verde (*Schizaphis graminum* Rond.):** Color general verde brillante claro. Tiene una línea media, más oscura en el dorso. Las antenas son oscuras y superan en largo la mitad de su cuerpo. Los sifones o apéndices a ambos lados del ano, son desarrollados. Este pulgón se ubica generalmente en el envés de las hojas y ésta queda marcada en el lugar donde se alimenta. Forma colonias muy abundantes en el trigo y esta muy expuesto a enemigos naturales.
- ❖ **Pulgón ruso (*Diuraphis noxia*):** Color verde claro opaco. Más alargado que el anterior. Antenas muy cortas y del mismo color que el cuerpo. Los sifones están casi ausentes. Se protege en hojas enrolladas y en vainas, en colonias abundantes. En ataques intensos produce grandes daños en el rendimiento. No trasmite el virus del enanismo amarillo (VEAC).
- ❖ **Pulgón de la avena (*Rhopalosiphum padi*):** Su cuerpo es globoso verde oliva o pardo rojizo. El área que rodea la zona anal y los sifones presenta una coloración rojo ladrillo a ferruginoso. Ataca con más frecuencia en el macollaje en hojas inferiores y cerca del cuello de la planta. No forma poblaciones muy abundantes pero es muy relevante, dado que es el transmisor más eficiente de la enfermedad virósica ya mencionada (VEAC).

ISOCAS:

Dos son las especies que ocasionalmente atacan los cultivos de trigo: La isoca desgranadora y la isoca militar tardía. Ambas son orugas de mariposas nocturnas (polillas) que tienen diferente comportamiento y potencial de daño en cantidades equivalentes.

La desgranadora se alimenta de granos lechosos en adelante mientras que la isoca militar come hojas. La peligrosidad esta en relación al momento de ataque y a la densidad que se presente.

- ❖ **Isoca desgranadora (*Faronta albilinea*):** Tiene colores variables tanto verde brillante, como amarillo o rosado. Presenta bandas claras a ambos lados del cuerpo. La cabeza es color crema verdosa, más ancha que el cuerpo y sin reticulado. Los daños principales los produce por roído de granos y corte de espiguillas.
- ❖ **Isoca militar tardía (*Spodoptera frugiperda*):** se distingue de la anterior por tener la cabeza de igual o menor grosor que el cuerpo, color castaño y dibujos reticulados que asemejan un panal de abejas. El color general del cuerpo varía desde el castaño claro al gris oscuro. En un ataque de campo suele hallarse a las dos especies presentes, aunque casi siempre hay dominancia numérica de la defoliadora.

ARAÑUELA DEL TRIGO (*Penthaleus major*)

El ácaro azul del trigo es una arañita pequeña. Mide algo menos de 1 mm de largo. El cuerpo es azul verdoso y tiene 8 patas rojizas. Tiene el hábito de alimentarse sobre la hoja en días nublados y durante la noche. Produce un raspado sobre las hojas que da al cultivo una tonalidad más clara y opaca (amarillamiento). Cuando los ataques son muy intensos y prolongados, retrasan el crecimiento del cultivo y ocasionan disminución del rendimiento. Al sur de Bahía Blanca otra especie de arañuela ataca los cereales más tarde que la anterior con trigos encañados o espigados. Se trata de *Petrobia latens*. Ambas se combaten con insecticidas-acaricidas comunes como el dimetoato en dosis superiores a las de los pulgones.

Nivel de decisión para el control

- ❖ Isoca militar tardía: grano acuoso-lechoso: 5 isocas/m²
grano pastoso blando 15 isocas/m²
grano pastoso avanzado no controlar
- ❖ Isoca desgranadora: grano acuoso-pastoso: 5 espigas comidas/m²

- ❖ Pulgón verde: plántulas menos de 10 cm: 25 pulgones/30cm de surco, plantas mayores de 10 cm; 100-300 pulgones/30 cm de surco.
- ❖ Pulgón ruso: En general 10% de ejes o tallos, tomados al azar con 1 o más pulgones.
- ❖ Arañuela: En estado de macollaje con más de 10 arañuelas promedio en plantas tomadas al azar.

Control de Isocas			Control de Pulgón Verde			Control de Pulgón ruso		
Insecticida	%	Dosis (cc/ha)	Insecticida	%	Dosis (cc/ha)	Insecticida	%	Dosis (cc/ha)
Deltametrina	5 E	100-120	Clorpirifós A	48	330-380	Clorpirifós A	48	450
Cypermctrina	24 E	100-120	Primicarb	50	150	Fosfamidón	100	350
Permetrina	38,4 E	120	Mercaptotión	100	500	Demeton Metil	25	400
Alfamectrina	15 E	50-60	Formidón	100	200-250	Dimetoato	37.6	600
Fenvalerato	30 E	150-200	Demeton Metil	25	250-300			
Clorpirifós	48 E	700-1000	Ormetoato	100	140			
Triclorfon	40 E	1300-1600	Dimetoato	38	400			
Fentoato	85 E	800-1000	Tiometon	25	200-300			
Fenitrotion	100 E	800-1000						
Metomil	90 PM	400-500						
Endósulfán	35 E	1200-1500						

Control de Arañuela		
Insecticida	%	Dosis (cc/ha)
Demeton metil	25 E	400
Dimetoato	30 E	500

La lista de productos sugerida no invalida el uso de otros que puedan existir en el mercado

INSECTOS DE SUELO:

El complejo de insectos de suelo no incide en este cultivo, excepto en lotes muy localizados que no han sido sometidos a rotaciones por varios años. El gorgojo del trigo (*Listronotus bonariensis*) suele ser problema en lotes de algunos partidos del sudoeste y es una plaga de muy difícil control. La eficiencia de control con tratamientos químicos supera ligeramente el 50%.

CAPITULO X

COSECHA

Llegados a esta instancia sólo queda recoger lo que tan arduamente ha sido cuidado y protegido; es una de las últimas etapas sobre las cuales se tiene responsabilidad.

Esto dicho en forma tan simple encierra toda una serie de situaciones que pueden ir desde recolectar exitosamente la mayor parte del cultivo hasta la pérdida de una parte importante de lo producido, ya sea en cantidad como en calidad.

El trigo estaría en condiciones de ser cosechado desde el punto de vista fisiológico cuando alcanza el 30% de humedad pero para un buen trabajo de la máquina y para no poner en riesgo la calidad del grano, no es recomendable hacerlo antes de que el grano llegue a un 16% de humedad que es donde se produce la menor pérdida de la plataforma y un menor triturado de la paja permitiendo así un mejor trabajo de separación y limpieza.

En el país se acostumbra a iniciar la cosecha con el 14% que es la humedad de recibo terminándose con el 9-10 % lo que trae como consecuencia que aparte de las mayores pérdidas de máquina le agreguemos una pérdida en la comercialización por entregar 4-5% menos de peso que la tolerancia.

Algunas de las razones que determinan que la cosecha debe ser hecha lo más temprano posible serían:

- Evitar el desgrane natural y el vuelco.
- Evitar el riesgo de lavado, que implica pérdida de vitreosidad.
- Disminuir el riesgo del granizo.
- Prevenir un excesivo enmalezamiento de fin de ciclo.
- Adelantar la fecha de siembra de los cultivos de 2da; si los hubiere.

En una cosechadora durante la tarea se realizan distintas operaciones, bien definidas y por mecanismos especializados, cuya incorrecta regulación o deficiente mantenimiento dan lugar a pérdidas en cantidad y calidad. Se reconocen principalmente:

- 1- Corte o recolección del cultivo y acarreo del material a los órganos de trilla (Plataforma). Es responsable del 48 % de las pérdidas totales, de las cuales el 40 % son espigas caídas y el 8 % son granos sueltos (figura 1).

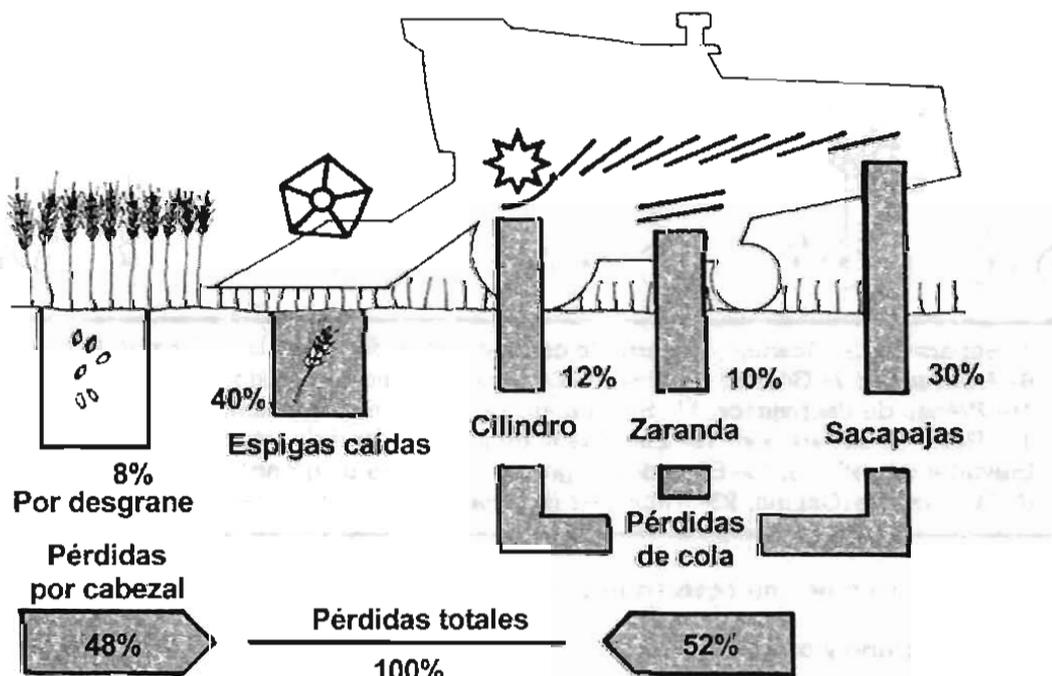


Figura 1: Tipos de pérdidas y lugares donde se producen

- 2- Trilla: la realizan el cilindro y el cóncavo; consiste en la separación de las semillas de sus envolturas y partes de soporte de la planta. Alrededor del 12 % de las pérdidas se producen en esta etapa. Se debe prestar especial atención en el caso de granos vitreos los cuales, a medida que disminuye su humedad se tornan más frágiles. Es uno de los aspectos a tener en cuenta ya que una inadecuada regulación puede traer aparejados importates descuentos por calidad. El cuadro 1 muestra los ajustes adecuados de velocidad según su humedad.

Cuadro1: Velocidades del cilindro según la trilla.

Estado del cultivo	Velocidad tangencial (m/seg)	Vtas./m cilindro Diámetro en mm		
		510	560	610
Trigo seco	23.94	895	815	750
Trigo húmedo	35.11	1315	1200	1100

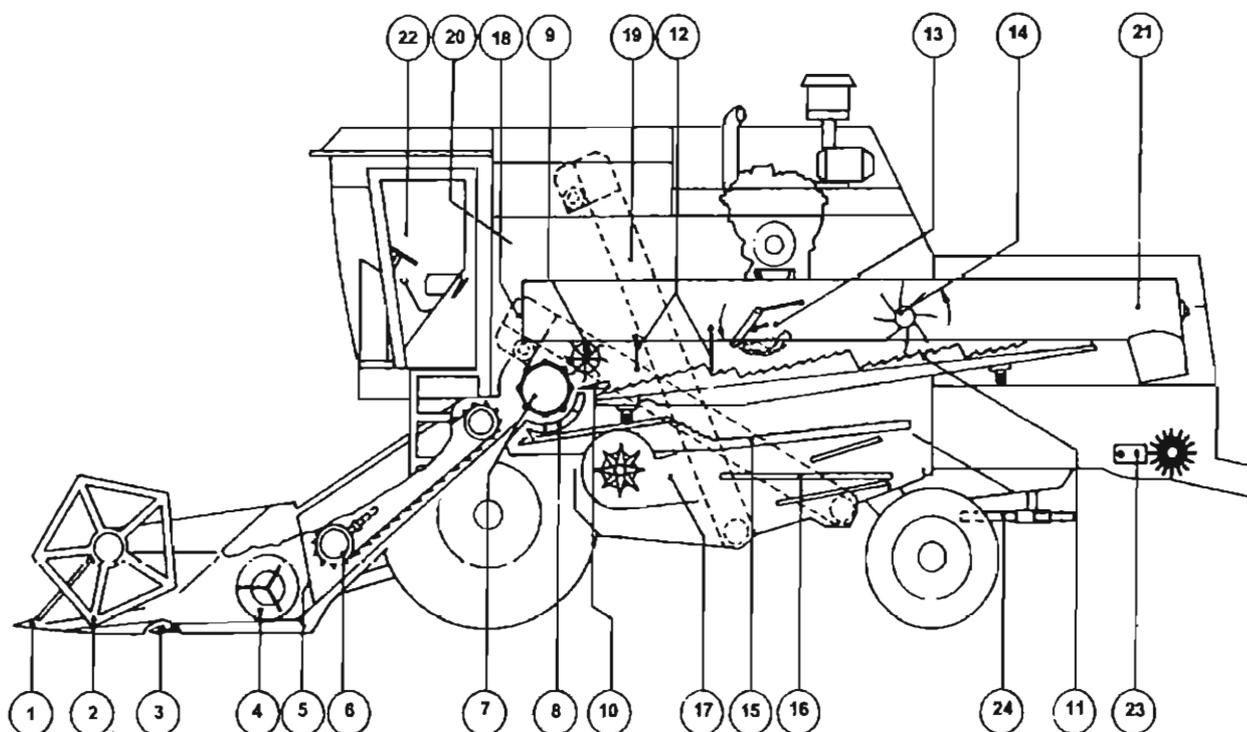
3- Separación del grano y granza de la paja: la realizan los sacapajas y se han detectado en esta etapa cerca de un 30 % de las pérdidas.

4- Limpieza; es decir eliminación de granzas y otras impurezas de la semilla cosechada, es realizada por zarandas y ventilador siendo responsable de alrededor del 10 % de las pérdidas.

Todas estas operaciones son complementadas además por funciones como:

- a) Retorno de granos sin trillar.
- b) Transporte del grano limpio.
- c) Picado y distribución de la paja y granza.

Para una mejor comprensión del funcionamiento y la correcta ubicación de cada una de las partes, se muestra (figura 2) un corte esquemático de la cosechadora con su correspondiente nomenclatura.



- 1- Separador; 2- Molinete; 3- Barra de corte; 4- Sinfín del cabezal; 5- Chapa de retención; 6- Acarreador; 7- Cilindro de trilla; 8- Cóncavo de trilla; 9- Batidor posterior del cilindro; 10- Peines de despajador; 11- Sacapajas; 12- Lonas de retención; 13- Agitador de paja; 14- Rotor de separación; 15- Zaranda superior; 16- Zaranda inferior; 17- Ventilador; 18- Elevador del retorno; 19- Elevador de granos; 20- Tolva de granos; 21- Tubo de descarga de la tolva; 22- Cabina; 23- Triturador de paja; 24- Esparcidor de granza.

Figura 2: Corte esquemático de una cosechadora de granos

¿Por dónde se pierde grano y/o calidad?

Con la entrada de la máquina al lote se inicia una etapa donde cada paso o proceso que sufre el grano trae aparejadas pérdidas, entre las que se pueden considerar:

- a) Plantas no cortadas por la máquina.
- b) Plantas cortadas que caen fuera de la plataforma.
- c) Granos caídos antes de que pase la cola de la máquina.
- d) Espigas no trilladas.
- e) Grano trillado, perdido por la cola.
- f) Grano quebrado en la tolva.
- g) Grano vestido y granza con el grano.

Para cada uno de estos puntos se puede ofrecer una solución que puede ser distinta si se trata de diferentes máquinas o diferente equipamiento, ya que en la actualidad se cuenta con una oferta muy variada de equipos con los cuales es posible cubrir la mayor parte de las necesidades especiales que se puedan presentar.

Dónde observar la pérdida, posibles causas principales y como se corrigen

a) Plantas no cortadas por la máquina

Lugar de observación: sobre el rastrojo en pie después del paso de la máquina.

❖ **Causas:**

1. regulación de la barra de corte.
2. estado y afilado de las cuchillas.
3. corte muy alto.

❖ **Corrección:**

- 1) observar el desplazamiento de la cuchilla verificando que en los puntos muertos coincidan las puntas de las cuchillas con las guardas.
- 2) y 3) verificar estado de las cuchillas y altura de corte.

b) Plantas cortadas que caen fuera de la plataforma

Lugar de observación: una vez que pasó la máquina, fuera de la zona cubierta por el material de la cola.

❖ **Causas:** la regulación del molinete en cuanto a posición y velocidad.

❖ **Corrección:** en un cultivo alto y bien parado las paletas tienen que entrar en contacto con las plantas debajo de las espigas bajas, si el cereal tiende a envolverse en el molinete indicaría que está muy bajo.

La velocidad adecuada se obtiene cuando el molinete hace un acompañamiento del cereal, como «caminando» sobre el mismo. Una velocidad excesiva hace que algunas espigas den la vuelta sobre las tablas y sean despedidas hacia delante. La velocidad insuficiente hace que el molinete empuje e impida el ingreso a la plataforma de las plantas cortadas.

El viento fuerte hace volar espigas fuera de la plataforma siendo la única solución en estos casos parar la cosecha.

c) Granos caídos antes de que pase la cola de la máquina

Lugar de observación: detrás de la plataforma.

❖ **Causas:**

- 1) grano muy seco.
- 2) altura de corte.
- 3) velocidad del molinete.

❖ **Corrección:**

- 1) no es solucionable, pero se disminuye bajando la velocidad de desplazamiento.
- 2) y 3) verificar ambas regulaciones.

d) Espigas no trilladas (o trilla incompleta)

Lugar de observación: en la cola de la máquina, recogiendo el material que descarga el sacapajas.

❖ **Causas:**

- 1) cilindro muy abierto,
- 2) ingresa excesiva cantidad de material al cilindro (corte bajo, cultivos de rendimiento excepcional),
- 3) el cilindro trabaja con baja velocidad,
- 4) excesiva humedad,
- 5) desgaste exagerado en las barras del cilindro y cóncavo.

❖ **Corrección:**

- 1) verificar que el espacio entre el cilindro y el cóncavo sea igual en ambos extremos y luego cerrar el cóncavo progresivamente (figura 3).
- 2) en las cosechadoras que tienen regulación de la velocidad del cilindro, mantener la velocidad del cilindro y reducir la velocidad de avance o aumentar la velocidad del cilindro. (cuadro 1)
- 3) aumentar las vueltas del cilindro.
- 4) esperar a que seque.
- 5) verificar el estado de desgaste de las barras del cilindro y del cóncavo.

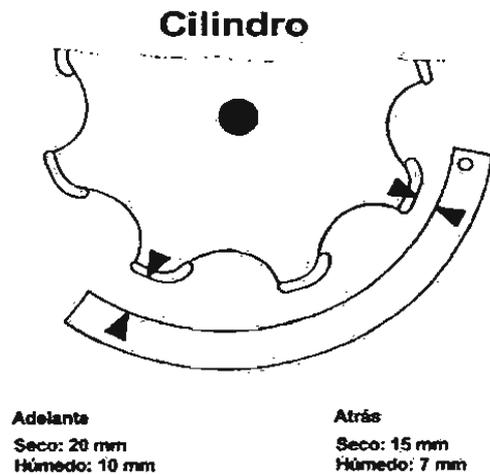


Figura 3: Ajuste de la luz del conjunto cilindro - cóncavo

e) Grano trillado, perdido por la cola.

Lugar de observación: por la cola de la máquina, siendo imprescindible determinar si sale por el sacapajas o por el zarandón pues las causas son distintas.

❖ Causas:

- 1) falta el batidor o las cortinas paragraños están en malas condiciones; el grano impulsado por el cilindro es despedido por sobre el sacapajas y se observa grano limpio en la salida del sacapajas.
- 2) obturación de los orificios de la zaranda por verdín (en esta causa y las siguientes la pérdida se verifica en el material que descarga en la cola el zarandón).
- 3) zaranda de orificios muy chicos.
- 4) retorna mucho material de la segunda limpieza y satura la capacidad del zarandón.
- 5) demasiado viento.
- 6) cilindro demasiado cerrado.

❖ Corrección:

- 1) verificar que la máquina tenga colocado el batidor y que las cortinas paragraños están en buen estado.
- 2) limpieza muy frecuente del zarandón.
- 3) cambiar por zaranda de orificios más grandes.
- 4) regular el caudal de aire (posiblemente debido a poco viento), también puede deberse a una deficiente regulación de la segunda limpieza, si la tiene.
- 5) corregir la regulación del caudal de aire.
- 6) la capacidad del zarandón puede saturarse cuando el cilindro está muy cerrado y muele mucho el material; verificar que no salgan espigas sin trillar por el sacapajas, y si no salen se puede abrir progresivamente el cilindro para evitar moler tanto material y producir menor cantidad de granza, de modo tal que no se llegue a saturar la capacidad del zarandón.

f) Grano quebrado en la tolva

Lugar de observación: tolva de granos.

❖ Causas:

- 1) excesivo número de vueltas del cilindro.
- 2) cilindro muy cerrado.
- 3) cilindro ajustado en forma despareja.
- 4) estrías gastadas, cóncavo gastado.

❖ Corrección:

- 1) bajar las vueltas.
- 2) aumentar luz del cilindro - cóncavo.
- 3) verificar que tenga la misma luz de ambos lados.
- 4) verificar desgaste.

g) Grano vestido y granza con el grano

Lugar de observación: tolva de granos.

- ❖ Causas: el grano vestido puede deberse a que el cilindro no trilla bien o que la zaranda tiene orificios muy grandes y deja pasar el grano que debe ir al retorno y la presencia de granza se debe a una mala regulación del viento.

❖ Corrección:

- 1) verificaciones en el cilindro,
- 2) cambiar de zaranda o cerrarla si es regulable, para enviar más material al retorno
- 3) verificar el caudal de aire.

Que más debemos tener en cuenta

❖ Manejo de los rastrojos

Actualmente los planteos agrícolas que se realizan, obligan al productor a tomar decisiones sobre el manejo que anteriormente no se tenían en cuenta.

Si se va a dejar el lote en barbecho por ejemplo conviene que el rastrojo cortado quede finamente picado para favorecer su rápida descomposición, pero además la granza que se ha producido debe encontrarse ubicada en una franja que tenga el ancho de la plataforma, esto solo es posible si se cuenta con trituradores de paja y esparcidores de granza. Hay que tener en cuenta que un cultivo que rinde unos 3000 kg/ha produce unos 4600 kg/ha de material no grano (paja) de los cuales entre 2500 y 3000 pasan por la cosechadora y si son depositados en el suelo sin ser distribuidos determinarían concentraciones de residuos en franjas, superiores a los 14000 kg/ha.

En cambio si se pretende realizar una siembra directa a ese mismo rastrojo uniformemente distribuido se lo deja del mayor tamaño posible para facilitar el trabajo de la sembradora.

❖ Tránsito sobre el Terreno

Otro tema que debe ser tenido en cuenta en forma muy especial, sobre todo si el manejo es eminentemente agrícola es el traslado de la maquinaria sobre el terreno.

Las máquinas tienden a ser cada vez más grandes y pesadas, ya que es la única manera de aumentar la capacidad de trabajo y hacer frente a los crecientes rendimientos de los cultivos actuales. Esto, que se traduce en beneficios para el dueño de la máquina, se convierte en inconveniente para el productor debido al aumento en la compactación tanto superficial como subsuperficial. El primer tipo de compactación es fácilmente solucionable con labranzas, pero el segundo requiere de herramientas especiales o un manejo con descansos prolongados que permitan recuperar la porosidad perdida.

La solución intermedia sería la de limitar en lo posible el tránsito de los equipos sobre el terreno o trabajar con sistemas de traslado de alta flotación cuando las condiciones así lo exijan (terrenos muy blandos).

¿Cómo se evalúan las pérdidas?

Ninguna máquina es capaz de realizar la labor con el 100 % de eficiencia pero para cada ocasión es necesario conocer los límites dentro de los cuales se debe realizar la operación. En la Figura 1 se observan los lugares donde se producen las pérdidas y su importancia relativa.

Para poder cuantificar estas pérdidas tanto los productores como los contratistas cuentan con una herramienta para verificar la calibración de la máquina dentro del cultivo. Es el método propuesto por el INTA-PROPECO

Pérdidas de precosecha

Las causas más importantes por las cuales se puede perder grano antes de realizar la cosecha serían:

- 1- Pájaros
- 2- Vientos fuertes o granizo.
- 3- Problemas genéticos del cultivo.
- 4- Cosecha atrasada

En una zona representativa del lote colocar 4 aros de 56 cm de diámetro c/u (1 m²), juntar los granos sueltos y las espigas volcadas y/o quebradas que a nuestro juicio, no serán recolectadas por la plataforma (figura 4).

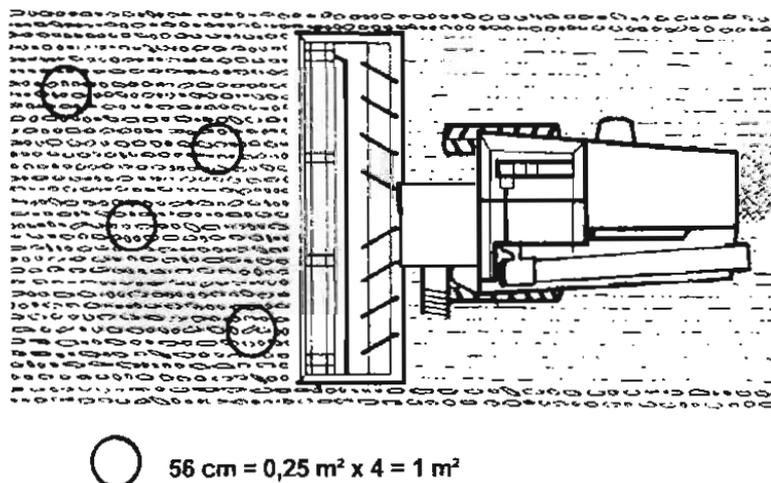


Figura 4: Donde evaluamos las pérdidas de precosecha.

Para determinar la pérdida de precosecha en kg/ha, se juntan los granos sueltos y lo obtenido de las espigas desgranadas, teniendo en cuenta que 333 granos medianos de trigo representan 100 kg/ha de pérdidas.

Para una rápida determinación colocarlos en el recipiente de evaluación de pérdidas (figura 5)



Figura 5: De esta manera calculamos la cantidad

PÉRDIDAS DE COSECHADORA

Una vez que pasó la máquina se evalúan las pérdidas por cola y por plataforma.

La primera de ellas se determina arrojando un aro ciego de 56 cm de diámetro por debajo del cajón de zarandas, recogiendo de esta manera todo el material que sale por la cola (figura 6)

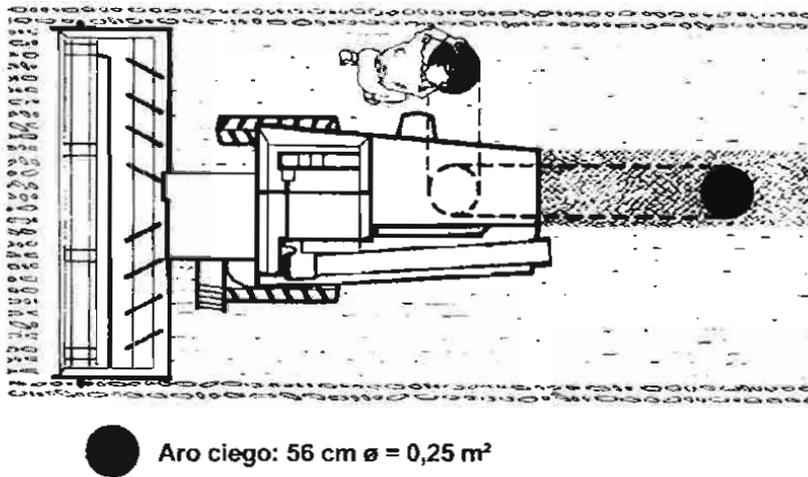


Figura 6: Determinando pérdidas por la cola

Se juntan todos los granos y el desgrane de las espigas mal trilladas y se colocan en el recipiente de evaluación de pérdidas, obteniendo de esta manera el valor en kg/ha (figura 5)

Una vez que pasó la cosechadora se determinan las pérdidas de plataforma, para ello se arrojan 3 aros fuera de la zona por donde pasó la cola de la máquina y se juntan los granos sueltos y espigas que se encuentran en el suelo (figura 7). A este valor se le adicionan los granos y desgrane de las espigas que se recogieron debajo del aro ciego completando así 1 m², con lo que se obtienen las pérdidas de pre-cosecha más las de plataforma. Para conocer las pérdidas de plataforma, se le restan las de pre-cosecha obtenidas anteriormente.

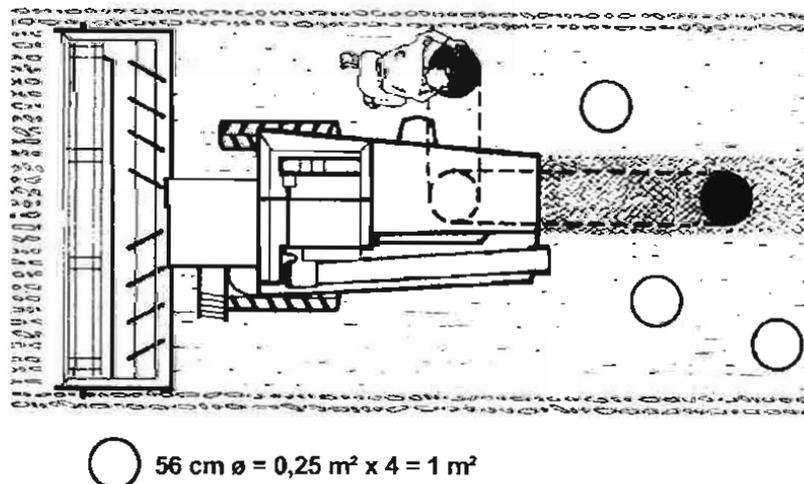
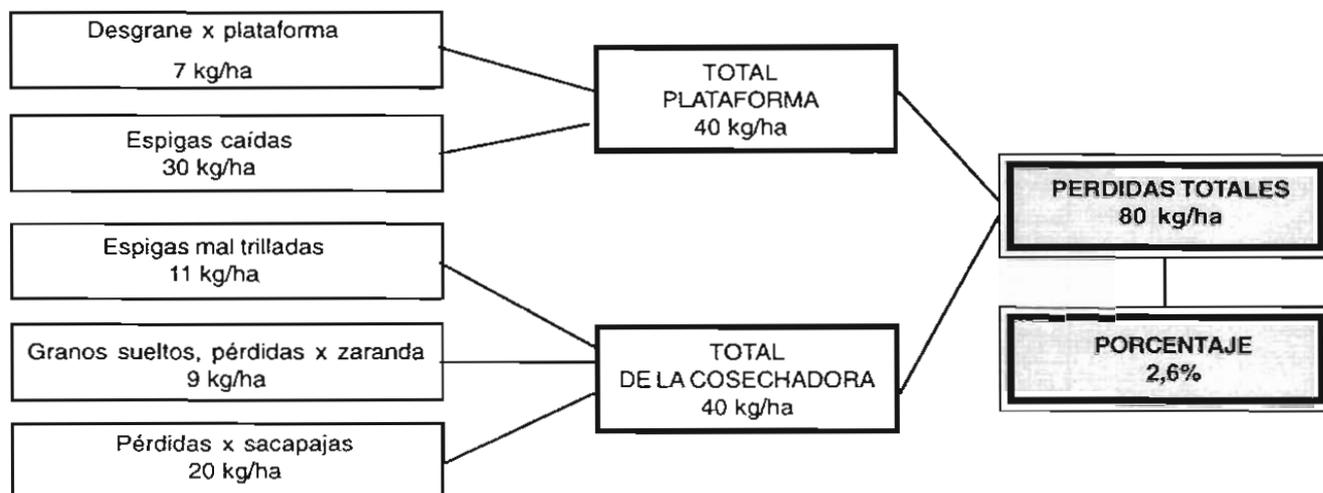


Figura 7: Determinamos las pérdidas por plataforma

Así entonces, al sumar las pérdidas por plataforma y por cola, se obtienen las pérdidas de máquina.

Niveles de Tolerancia de Pérdidas:

Para un trigo normal no enmalezado y un rendimiento de 3000 kg/ha, se pueden considerar como aceptables los siguientes valores de pérdidas:



Si el análisis de las pérdidas arroja valores superiores a la tolerancia (80 kg/ha), hay que determinar las causas y hacer las regulaciones tantas veces como sea necesario.

POSTCOSECHA

INTRODUCCIÓN

La postcosecha comienza una vez que el grano ha sido cosechado en el campo, continúa durante el acondicionamiento y almacenamiento, y culmina en el momento del uso final del grano. Todas las prácticas de poscosecha tienen un objetivo común, *minimizar las pérdidas de granos tanto en forma cuantitativa como en forma cualitativa* que se pudieran producir durante esta etapa.

En referencia a la calidad se deben mencionar que para lograr una buena calidad final de grano es imprescindible partir de una buena calidad inicial, ya que no hay proceso de postcosecha que pueda mejorar la calidad inicial de los granos. Por otra parte la calidad de un producto se puede definir como la aptitud que tenga ese producto para cumplir con un determinado fin, entonces la calidad de cada grano debe medirse en base a parámetros específicos, seleccionados de acuerdo al uso final de los mismos.

COSECHA

El aspecto más importante a tener en cuenta en la cosecha de granos es la humedad de los mismos. El manejo del grano húmedo es un aspecto que frecuentemente constituye un problema a la hora de cosechar, y ese problema puede ser tanto económico como logístico.

Los granos se comercializan a un determinado contenido de humedad, el cual está establecido en el estándar de comercialización. Todo grano cosechado con un contenido de humedad superior al establecido en dicho estándar deberá ser secado con un costo que en definitiva se traslada al productor. El tipo de cultivo y las condiciones climáticas imperantes en la época de cosecha de cada cultivo son los condicionantes más importantes para determinar que proporción de grano se cosechará húmedo. Por otra parte ciertas industrias fomentan la cosecha anticipada a los fines de lograr mejor calidad de grano para abastecer sus procesos industriales.

Cosechar grano húmedo exige una programación de actividades más ardua que cosechar grano seco, ya que el ritmo de cosecha debe ir acompañado por un mismo ritmo de secado, el cual depende, aparte de cada sistema de secado en particular, de la humedad inicial del grano. No es lo mismo secar de 16 a 14.5%, que secar de 18 a 14.5%.

Si no se puede secar al mismo ritmo que se cosecha se debe contar con instalaciones para almacenar el "húmedo" hasta que pueda ser secado, y si todo esto no se calcula correctamente se termina demorando la cosecha con el consecuente incremento de las pérdidas.

RECEPCIÓN

La recepción es la primera actividad de la postcosecha. En esta etapa tiene fundamental importancia determinar en que condiciones llega el grano a la planta de acopio, y a partir de allí decidir cual será su tratamiento posterior.

Una de las actividades que siempre debería estar relacionada con la recepción del grano es la limpieza. Un grano limpio fluye mejor (aumenta el rendimiento de las instalaciones), y facilita la tarea de secado y almacenamiento.

Otra de las actividades de la recepción es determinar donde se almacenará el grano que ingresa húmedo y no puede ser secado inmediatamente dando lugar al almacenaje de grano húmedo.

ALMACENAJE DE GRANO HÚMEDO

El almacenaje de grano húmedo se debe realizar en condiciones especiales. La humedad y la temperatura son las dos variables que más afectan la actividad de los granos y los demás organismos que viven en el granel. A mayor temperatura y humedad, mayor actividad biológica y mayores pérdidas (Tabla 1).

Tabla 1: Tiempo de Almacenaje Seguro (TAS) para trigo. Cantidad de días que se puede almacenar el grano en esas condiciones antes de perder el 0,5% de materia seca

Temp. (° C)	Humedad del grano (%)					
	24	22	20	18	16	14
40	1	1	2	2	3	4
35	1	4	10	13	17	25
30	1	5	11	15	21	30
25	1	7	12	18	35	40
20	3	8	13	30	54	80
15	8	10	20	41	56	105
10	10	15	29	50	100	200
5	13	20	36	73	180	250

Como se puede observar en la Tabla 1, trigo con 20% de humedad y a 25°C se lo puede almacenar por 12 días, pero al enfriarlo a 15°C el TAS prolonga su tiempo de almacenaje hasta los 20 días. Por el contrario, si la temperatura del grano comienza a elevarse, los días que el grano puede ser almacenado disminuyen. El concepto importante a tener en cuenta es que el grano húmedo almacenado puede autocalentarse rápidamente, y que el grano húmedo y caliente se deteriora con extrema facilidad. Para evitar esta situación se debe enfriar rápidamente el grano húmedo ni bien es ingresado en el silo, y luego realizar un seguimiento muy cercano de este grano controlando la temperatura. En algunos casos la aireación del granel debe ser casi permanente desde que ingresó el grano en el silo hasta el momento del secado. Para mantener frío el grano húmedo se requiere de caudales específicos de aire de aproximadamente 22m³ de aire/h/m³ de grano, significativamente mayores a los utilizados usualmente en una aireación de mantenimiento, 2,5 a 9 m³ de aire/h/m³ de grano.

SECADO

El secado produce la principal transformación del grano en la postcosecha, siendo el procedimiento que más atención requiere para no afectar la calidad de los granos.

El punto clave en el secado de trigo se encuentra en la temperatura que alcanza el grano en el interior de la secadora. Una vez que se supera un valor límite de temperatura del grano, la calidad de dicho grano disminuye con el aumento de la temperatura. Las temperaturas límites a partir de las cuales se producirían daños en el grano son dependientes del contenido inicial de humedad, a mayor contenido de humedad la temperatura límite es menor (Tabla 2). De manera práctica se puede tomar como límite los 60°C, una vez superada esta temperatura el gluten comienza a dañarse.

Tabla 2: Temperaturas máximas admisibles que puede alcanzar el grano de trigo para mantener su calidad según el contenido de humedad inicial.

Contenido de humedad inicial (%)	Máxima temperatura admisible en el grano (°C)
18	67
20	65
22	63
24	61
26	59
28	57
30	55

En el acopio comercial para aumentar la capacidad de secado de las máquinas se suele aumentar la temperatura de secado, lo cual lleva a un aumento de la temperatura del grano. Si la temperatura del grano supera el umbral crítico de 60°C se pueden producir daños.

Para evitar este daño sería importante poder determinar la temperatura del grano en el interior de la máquina. Si la máquina está trabajando a todo calor (sin la sección de frío) una simple toma de temperatura del grano a la salida de la secadora permitiría determinar si se está superando la temperatura crítica o no, pero si la secadora está trabajando de manera convencional, es decir con una sección inicial de calor y otra sección final de frío, no es posible determinar la máxima temperatura del grano, ya que el grano es enfriado en el último tramo. Una posible solución en este caso es colocar sensores de temperatura al final de la sección de calor de la máquina.

Secado con aire natural

Se debe lograr secar el grano antes que comience a deteriorarse, por lo que el caudal específico de aire debe ser

de 120 a 360m³ de aire/h/m³ de grano.

Secado en silo a alta temperatura

Se debe tener muy en cuenta la temperatura de secado de estos sistemas, ya que éste es un sistema de secado a contraflujo (el grano fluye hacia abajo y el aire caliente hacia arriba), y en estos sistemas la temperatura que alcanzan los granos en la parte inferior del silo es aproximadamente igual a la temperatura del aire de secado, por lo que para secar trigo no se debería superar la temperatura de 60°C en ningún momento.

Muchos de estos sistemas poseen roscas mezcladoras. Estas tienen la función de homogeneizar la humedad del grano en el interior del silo, pero son más útiles cuando la temperatura de secado es baja (solo unos grados por encima de la temperatura ambiente). En caso de sistemas que funcionen a alta temperatura (40° o más) es conveniente utilizar roscas extractoras que vayan "barriendo" la capa más seca de granos de la parte inferior del silo. En estos casos el sistema puede funcionar como seca-aireación, ya que el grano sale caliente (40-60°C) y debe ser enfriado en otro silo.

La condensación de vapor de agua es uno de los principales problemas de estos sistemas. El aire caliente tiene mayor capacidad de retener agua que el aire frío, por lo que el aire de secado (a 50 °C) al salir de la masa de granos cargado de humedad y chocar contra la chapa del techo del silo se enfría y condensa humedad, situación que es particularmente importante en condiciones de bajas temperaturas externas. En la mayoría de los casos este problema puede ser solucionado colocando extractores de aire.

Secadoras de columnas

El principal problema de este tipo de máquinas es el gradiente de humedad y temperatura que se crea en la columna de secado. El grano cercano a la pared por donde ingresa el aire caliente se sobrecalienta y sobreseca respecto al grano cercano a la pared por donde sale el aire de la columna. Esta característica obliga a ajustar el manejo de la máquina, sobre todo en cuanto a la regulación de la temperatura se refiere ya que puede producir ciertos problemas de desuniformidad de secado y daño de gluten por alta temperatura.

Secadoras de caballetes

Las secadoras de caballetes realizan un secado más homogéneo del grano, evitando en gran medida los problemas que poseen las secadoras de columnas, y además, permiten trabajar a temperaturas de secado superiores a las máquinas de columnas. En general se puede decir que las secadoras de caballete producen un mejor tratamiento del grano, lográndose un secado más homogéneo y de mejor calidad.

Secado convencional vs seca-aireación

En el secado convencional el grano sale de la máquina frío y seco, ya listo para ser almacenado, o sea que la misma máquina posee una sección de enfriado del grano. Las máquinas adaptadas para un sistema de seca aireación están convertidas a todo calor. El grano sale caliente y con 2 puntos de humedad por encima de la humedad de recibo, luego de salir de la máquina se lo deja estabilizar en un silo al menos por 6 horas y finalmente se lo enfría y se le extraen los dos últimos puntos de humedad.

Los principales aspectos a tener en cuenta en seca aireación son:

- ❖ El rendimiento de los equipos puede aumentar en más de un 50%.
- ❖ La calidad de secado es mayor.
- ❖ El consumo de combustible es menor.
- ❖ Se debe contar con equipos de aireación correctamente dimensionados en los silos destinados para el enfriado y secado final. El caudal específico de aire debe ser de 35 a 60 m³ de aire/h/m³ de grano.

ALMACENAMIENTO

Para lograr un almacenamiento exitoso se debe partir de la siguiente premisa, el grano debe estar seco, sano, limpio y frío, y en estas condiciones se lo debe mantener.

El grano debe estar seco y frío para disminuir su actividad metabólica, tal como ya se ha mostrado en la tabla 1 de TAS de trigo. Una vez ingresado al silo, el grano seco se lo debe enfriar, y para ello la aireación es una herramienta fundamental que va a permitir el almacenaje seguro de los granos por un largo período de tiempo.

El principal objetivo de la aireación de granos es controlar la temperatura del granel. Los aspectos más importantes a tener en cuenta para una correcta aireación son:

- ❖ Caudal específico de 2.5 a 9 m³ de aire/h/m³ de grano.
- ❖ Ingresar grano limpio para evitar la acumulación de material fino en el centro del granel (dificulta el pasaje de aire).
- ❖ En algunos casos conviene colocar desparramadores de granos (evita la acumulación de material fino en el centro del granel).
- ❖ Si aun persiste este problema, luego de llenar el silo se puede sacar grano hasta emparejar el copete, limpiarlo y volverlo a ingresar.
- ❖ Utilizar la termometría para detectar posibles aumentos de temperatura en el granel, y controlarlos con aireación.

- ❖ Airear con temperaturas frescas y humedad relativa (HR) inferior a 75%, o de lo contrario cuando se cuente con 5 °C o más de diferencia de temperatura entre el aire y el grano (aire más frío que el grano), independientemente de la HR del aire.

CONTROL DE PLAGAS

Los principales aspectos a tener en cuenta son:

- ❖ Realizar una buena limpieza y desinfección de las instalaciones previas al ingreso del grano.
- ❖ Realizar una buena limpieza del grano, los granos partidos y el material fino son fuentes de infección y además brindan un ambiente adecuado para el desarrollo de insectos y hongos.
- ❖ Realizar tratamientos preventivos en el grano.
- ❖ Utilizar la aireación como un medio de lucha contra los insectos. La mayoría de los insectos no pueden reproducirse (y por lo tanto infectar un granel) con temperaturas inferiores a los 18 °C.
- ❖ Utilizar la termometría como una herramienta de diagnóstico temprano de posibles focos de infección de insectos.
- ❖ No abusar de las pastillas fumigantes.

CAPITULO XI

CALIDAD COMERCIAL E INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

Historia, tradición y requerimientos de calidad hacen del candeal el trigo más adecuado para la fabricación de fideos.

El grano de trigo candeal es normalmente grande, ámbar dorado y translúcido y es considerado el de endosperma más duro. Estas características, junto con su contenido de proteína y la fuerza del gluten lo hacen apropiado para obtener diversos productos.

El uso del trigo en su forma de pasta está muy difundido en el mundo actual. Esto es, indudablemente, porque la pasta es fácil de elaborar y ofrece la considerable ventaja que, si está seca, puede ser convenientemente almacenada por largos períodos sin un deterioro apreciable.

¿Por qué, el candeal produce pasta de buena calidad? Porque su contenido de pigmento amarillo es el doble que el del trigo pan lo que garantiza el color amarillo distintivo y tan buscado en los fideos hechos con este trigo. Porque hay diferencias con el trigo pan en la calidad del gluten en cuanto a elasticidad, adhesión y apariencia general. Los candeales debido a las características de su endosperma dan mayor rendimiento de sémola que los otros trigos. Esta sémola tiene numerosas ventajas frente a la harina de trigo pan en el proceso de elaboración de fideos; quizá la más importante es que requiere menos agua para formar una masa. Como toda el agua que se agregue debe ser extraída, la operación de secado será más económica.

La diferencia principal entre los candeales y los trigos comunes es que los fideos hechos con sémola de trigo candeal tienen mayor estabilidad cuando son cocinados, no se desintegran al hervir y no se transforman en una masa compacta en caso de sobrecocción.

CALIDAD COMERCIAL:

La comercialización de los cereales se rige por normas que establecen su calidad.

La disposición actualmente vigente para trigo fideo corresponde a la resolución de la ex-JNG Nro. 31591 del 13 de julio de 1988.

Los siguientes rubros determinan el grado de un lote de trigo: peso hectolítrico, granos dañados (hongos, ardidos por calor, atacados por insectos, helados, brotados, calcinados y verdes), granos con carbón, presencia de materias extrañas, granos chuzos y partidos.

Para establecer el precio final se efectúan descuentos si la mercadería está excedida en las tolerancias de: granos picados, humedad, semillas de trébol de olor, granos de trigo pan, insectos y arácnidos vivos, punta negra por carbón, revolcados en tierra, olores objetables.

Los parámetros vitreosidad y proteína se liquidan de acuerdo a una escala que prevee bonificaciones y rebajas. Para valores de proteína entre 10-11% no corresponden bonificaciones ni rebajas. Para la vitreosidad la base es de 50%.

Todos los rubros mencionados están muy influenciados por el ambiente y las condiciones de manejo del cultivo y de almacenamiento de la mercadería.

Uno de los rubros que más dificultades presenta en su determinación, debido a que se hace en forma visual, es el % de vitreosidad. Según lo define el estándar de comercialización la vitreosidad es el porcentaje en peso de los granos vitreos presentes, entendiéndose como tales a los granos totalmente translúcidos que no presenten puntos, áreas o manchas opacas debido a endosperma almidonoso o fenómeno de opacidad por causa del lavado.

Un problema que se manifiesta con bastante frecuencia en las producciones zonales es la pérdida de vitreosidad por la ocurrencia de lluvias previas a la cosecha que ocasionan el fenómeno conocido como "lavado". Según el Estándar, el grano lavado es considerado como grano no vitreo y, por tanto, recibe castigo.

En el Laboratorio de Calidad de Granos de la CEI Barrow, los granos lavados son clasificados aparte ya que resultados provenientes de ensayos realizados en la estación experimental, indican que los granos lavados no afectan la calidad del gluten ni el color de la sémola.

Actualmente casi toda la producción se maneja bajo esquemas de contratación, pagándose precios diferenciales por calidad. Estos esquemas, varían de una empresa a otra, pero, en general, el cultivo se pacta con un sobreprecio de 10-15% sobre el de trigo pan.

CALIDAD INDUSTRIAL

Calidad del grano

La mayor parte del trigo candeal que se produce en nuestro país tiene como destino la industria. Esta industria, altamente tecnificada, es muy exigente en cuanto a los requerimientos de calidad de la materia prima.

La calidad del trigo para molienda depende de una serie de factores:

- 1- Impurezas, semillas extrañas y granos manchados de negro por ataque de hongos: producen sémolas sucias y tienen incidencia negativa en el rendimiento. El llamado escudete negro es un complejo de hongos (*Alternaria*

alternata y *Bipolaris sorokiniana*) que afectan los granos depreciando fuertemente la calidad de los productos terminados, donde se encuentra bajo la forma de pecas oscuras. Las diferencias de sensibilidad varietal son considerables y el ambiente juega un rol importante en la aparición del hongo. *Fusarium graminearum* es otro hongo que puede afectar a los granos, produciendo la disminución de la calidad comercial e industrial. Esta enfermedad produce micotoxinas, particularmente la vomitoxina DON. Como ésta permanece estable durante la molienda trasladándose a la sémola y a los productos terminados, causa problemas para la salud (intoxicaciones en animales y el hombre). En nuestro país no hay legislación respecto a los niveles máximos tolerados para la toxina, pero internacionalmente se establece como 2 ppm el límite de DON para la comercialización del trigo.

- 2- Granos quebrados: debido a su forma alargada y textura dura los granos de trigo candeal tienen tendencia a romperse durante la cosecha y trilla y no son fáciles de separar en la limpieza. Estos granos están más expuestos al ataque de los microorganismos e insectos y disminuyen la extracción de sémola.
- 3- Granos brotados: el grano brotado en espiga produce sémola con alta actividad alfaamilásica. Si el porcentaje de brotado no supera el 10%, no se observa deterioro en la calidad de sémolas ni fideos. En cambio, en los casos con altos porcentajes, los glútenes resultan extensibles y pegajosos y los fideos más oscuros debido al aumento del nivel de azúcares reductores. Ni el color ni el rendimiento de la sémola se ven afectados.
- 4- Tamaño del grano: los granos deben ser de similar tamaño. Los granos pequeños no son adecuados para la molienda porque la baja relación endosperma/cáscara afecta negativamente la extracción de sémola.
- 5- Dureza del grano: es una característica genética relacionada con la compactación del endosperma y la presencia de enlaces fuertes entre el almidón y la proteína. Es una cualidad deseada porque produce rendimientos de sémola altos.
- 6- Forma del germen: un germen grande y protuberante permite una buena molienda, porque es fácil de remover. El germen contamina (aporta grasa) y oscurece la sémola.
- 7- Facilidad de molienda: la facilidad en la separación del endosperma de las capas más externas del grano depende de su morfología. Una separación insatisfactoria acarrea la presencia de pecas en la sémola (partículas de salvado adheridas al endosperma).
- 8- Humedad del grano: debe ser lo más baja posible. Niveles altos de humedad disminuyen la producción de sémola porque impiden la adición de agua al trigo. Cuando el grano es secado artificialmente, debe ponerse especial cuidado en que la temperatura del grano no sobrepase los 55-60 °C para no desnaturalizar las proteínas.
- 9- Peso hectolítrico: puede influenciar negativamente la tasa de extracción de la sémola. Un peso hectolítrico muy bajo lleva a una relación desfavorable entre sémolas y salvado. Los factores que tienden a disminuir el peso hectolítrico son: granos dañados, panza blanca, lavados, quebrados, materias extrañas y alto contenido de humedad.
- 10- Peso de mil granos: es una medida del tamaño promedio del grano. Cuanto más grandes sean los granos mayor será la relación endosperma/salvado y por lo tanto mayor el rendimiento potencial de sémola. La eficacia de este índice para predecir los rendimientos de sémola se ve afectada por: heterogeneidad del tamaño de grano, vitreosidad y forma del grano.
- 11- Vitreosidad: el contenido de granos panza blanca es un importante factor de graduación internacional para el trigo candeal. La industria prefiere trigos con baja cantidad de granos no vitreos porque la vitreosidad está correlacionada con el rendimiento molinero, contenido de proteína, la calidad de cocción y el color de la pasta. Los trigos almidonosos tienden a tener menor proteína que los trigos vitreos, haciendo al fideo seco más débil y de pobre calidad de cocción. Las pecas blancas en la sémola, provenientes de trigo panza blanca, pueden impartir luego manchas blancas al fideo. Los granos que no son vitreos son más blandos, se muelen más fácil y producen harinas finas disminuyendo el rendimiento de sémolas. La estimación de la vitreosidad del trigo se hace en forma visual. Esta determinación es subjetiva y tediosa y no hay un procedimiento universalmente aceptado. Los granos que no pueden ser fácilmente clasificados se cortan transversalmente para examinar su interior.
- 12- Granos lavados: el grano lavado es la consecuencia de una lluvia justo antes o durante el tiempo de maduración y cosecha y es independiente de la variedad. Los granos lavados pueden dar un rendimiento de molienda inferior, sin embargo, es muy importante saber que no afectan ni la cantidad ni la calidad del gluten, ni la calidad de cocción ni el color de las sémolas. Cuando el grano de trigo recibe una lluvia, el mismo absorbe agua, se hincha y al secarse no recobra su tamaño original. Debido a ello se originan fracturas internas que disminuyen la densidad y de este modo el peso hectolítrico. Como la aparición de granos no vitreos es un problema de manejo de cultivo y en cambio el lavado no puede ser prevenido y no afecta la calidad, es necesario distinguir entre ambos a fin de poder caracterizar correctamente el valor industrial de una partida de trigo. Esto se logra indirectamente midiendo el contenido de proteína del grano.
- 13- Contenido de proteínas: el contenido de proteína está fuertemente asociado con el aspecto vítreo (gráfico 1) y la textura del grano y se correlacionan con altos rendimientos de sémola. Sin embargo, los granos chuzos que pueden tener alta proteína, producen bajos rendimientos de sémola. Las sémolas de alta proteína de candeales de buena calidad tienen un número muy bajo de partículas almidonosas y por lo tanto se hidratan en forma pareja durante el mezclado produciendo fideos fuertes y elásticos. El contenido de proteína también está relacionado con el aspecto de la pasta (color, fisuras, textura de la

superficie) y cualidades de la cocción (firmeza, pegajosidad).

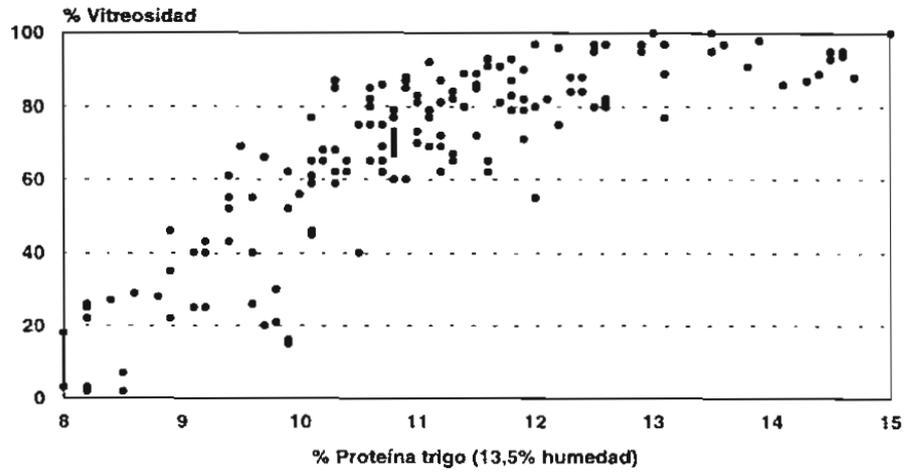


Gráfico 1: proteína trigo vs vitreosidad

- 14- Contenido de cenizas: la ceniza es el contenido de sales minerales del trigo. Se la considera una característica más influenciada por el ambiente que por la variedad. En la mayoría de los países están legalmente estipulados límites de cenizas para las sémolas, ya que están relacionadas con la tasa de extracción molinera. Las partes más cercanas a la cáscara contienen más minerales que las partes centrales del endosperma. Cuando los granos tienen alto contenido de sustancias minerales, debe extraerse menos sémola en comparación con la que se extrae de granos con menor cantidad de cenizas. La composición mineral en el grano depende de la disponibilidad de minerales en el suelo, pero diferentes variedades de trigo parecen absorber distintos niveles del mismo suelo, dando oportunidad para la selección por este carácter.
- 15- Variedad: muchos de los factores enunciados anteriormente (dureza, forma del germen, facilidad de molienda, peso hectolítrico, peso de mil, % vitreos, % proteína, % cenizas), varían según el cultivar. Tanto la extracción como la calidad de la sémola dependen de la variedad que se muele.

Molienda

La molienda del grano de trigo consiste en separar el endosperma del germen y el pericarpio o cáscara (salvado). Luego, el núcleo harinoso o endosperma, será triturado hasta ser convertido en sémola y harina (figura 1). La forma ovalada y el surco del grano de trigo, más el hecho de que la cáscara está compuesta de varias capas superpuestas, hacen que la molienda no sea un proceso sencillo.

La molienda en sí misma no es un proceso que genere calidad, en el sentido de que no puede mejorar ni agregar cualidades al trigo. Todo lo contrario, la molienda puede destruir la calidad del trigo si se la efectúa incorrectamente.

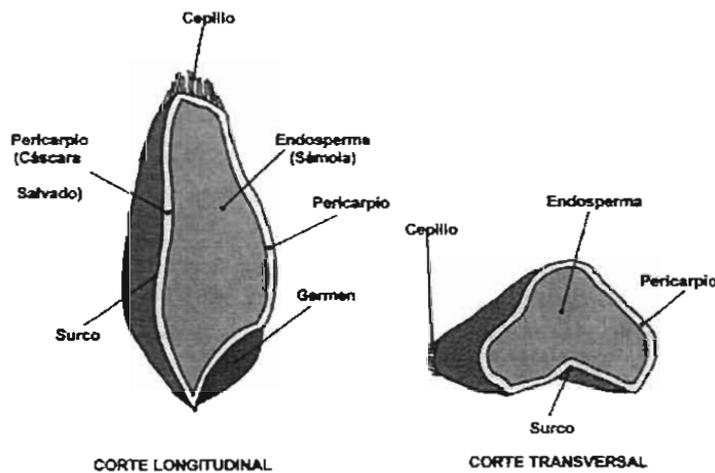


Figura 1: Grano de trigo

Calidad de la sémola

Los requerimientos de la sémola para obtener una pasta con resistencia a la sobrecocción se basan principalmente en dos factores: *alto contenido de proteínas* o de nitrógeno total (dependiente de las técnicas culturales y del ambiente) y *buena fuerza y elasticidad del gluten* (asociada a la composición genética del cultivar).

Se han comparado partidas de trigos de la misma variedad con distintos niveles de proteína y se estableció que los contenidos de proteína crecientes mejoraban la calidad de cocción.

Las propiedades del gluten también han sido identificadas como un factor esencial de la calidad de cocción.

El método tradicional para la obtención del gluten comprende el lavado suave de una masa de sémola y agua en un exceso de agua o solución salina diluida para remover la mayor parte del almidón y otros materiales solubles, hasta que el gluten es obtenido como una masa gomosa que contiene el 80% del total de las proteínas de la sémola: gliadinas y gluteninas. Alrededor de 2/3 de esa masa es agua de hidratación (gráfico 2).

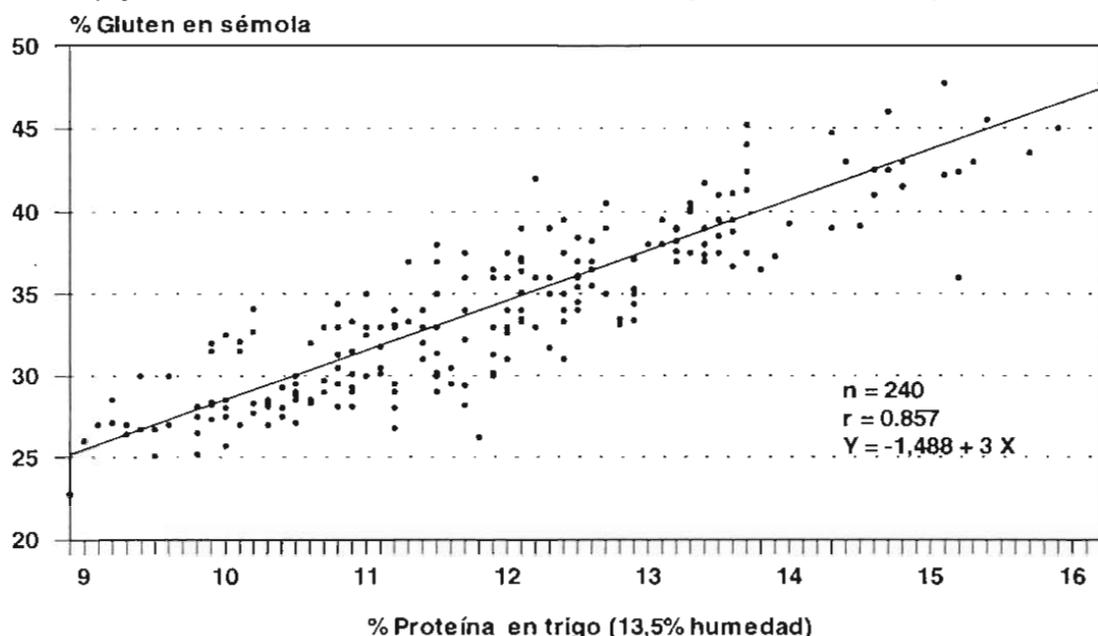


Gráfico 2: Proteína en trigo vs gluten en sémola

Se han propuesto numerosos procedimientos para evaluar la fuerza del gluten. Una estimación de la calidad del gluten puede ser obtenida mediante la manipulación del mismo entre los dedos. Los glútenes blandos, pegajosos y muy extensibles poseen un alto contenido de gliadina que es cohesiva pero con baja elasticidad y están relacionados con escasa firmeza del fideo. Los que son firmes, elásticos y moderadamente extensibles poseen un alto contenido de glutenina y tienen tendencia a mostrar buena calidad de cocción.

El distinto comportamiento de las sémolas es debido, en parte, a la cantidad de proteína presente y, en parte, a las características intrínsecas de esas proteínas o, en otras palabras, a la "variedad" (figura 2).

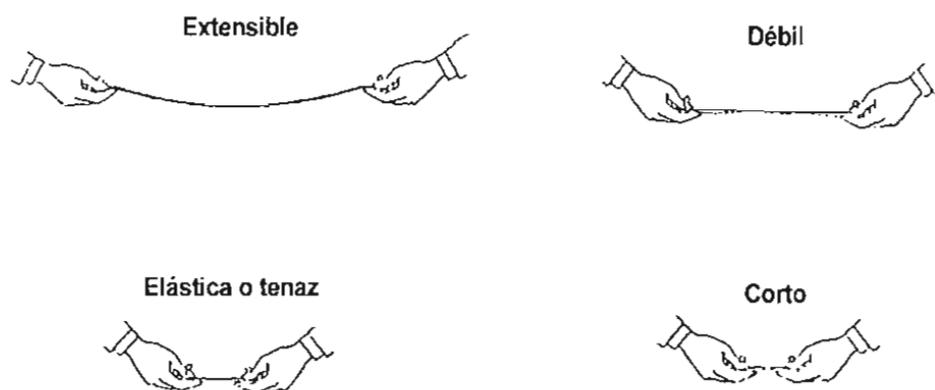


Figura 2: Calidad de gluten

Elaboración de fideos

Lo esencial en la manufactura de los fideos es muy simple. La sémola y el agua se mezclan hasta conseguir una masa firme. Luego, a mano, o por medio de máquinas (por prensado o extrusión) se le da la forma deseada, siendo más tarde cocinada o secada para su posterior consumo.

La fabricación de fideos es hoy una de las industrias alimenticias más automatizadas. A partir de 1970 se comenzó con el secado de los fideos a altas temperaturas (mayores que 75 °C), que mejoran la calidad de la pasta cocida porque eliminan la pegajosidad de la superficie. Este nuevo método impide la presencia de microorganismos, reduce los tiempos de secado de 15-24 hs a 3-8 hs y triplica la producción de la fábrica.

Calidad de los fideos

Las características de calidad que debe reunir la pasta se pueden dividir en: aspectos visuales y de cocción.

1- Aspectos visuales:

- a- Color uniforme, amarillo, claro, brillante, sin trazas de gris o rojo. El color de la pasta está dado por las propiedades intrínsecas del grano.
Un factor que puede afectar la apreciación visual del color es la granulometría. Cuanto más fina es la sémola más blanca parece, esto es debido al incremento de la cantidad de luz reflejada por la superficie de las partículas.
- b- Superficie limpia sin puntos marrones, negros o blancos u otros signos de molienda defectuosa. Las pecas blancas son el resultado de condiciones de procesamiento inadecuadas del fideo.

2- Calidad de cocción:

El juicio final sobre la pasta debe ser hecho sobre la pasta misma, ya sea subjetivamente, con paneles de degustación u, objetivamente, con métodos instrumentales. Se prefieren estos últimos por ser independientes del operador y, en los programas de mejoramiento, porque pueden realizarse con pequeña cantidad de muestra.

La calidad de cocción de la pasta se basa en los siguientes parámetros:

Pegajosidad: estado de desintegración de la superficie del fideo y grado de adhesión de los fideos entre sí después de la cocción.

Firmeza, nervio, viscoelasticidad: resistencia del fideo cocido cuando es masticado o aplastado (propiedades reológicas).

CALIDAD NUTRICIONAL

La pasta es uno de los alimentos más perfectos, ya que posee una gran versatilidad de uso, es fácil de almacenar, rápida de elaborar y además es económica. Tradicionalmente se creía que era un alimento con alto contenido calórico pero se ha demostrado que esta afirmación es inexacta. Los aspectos nutricionales de la pasta son muchos, variados y de particular significancia en dietas recomendadas por numerosas organizaciones médicas y científicas. La pasta es una buena fuente de carbohidratos complejos y una moderada fuente de proteínas. También contiene algunas vitaminas esenciales y minerales y bajo contenido de grasas y sodio.

De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos la pasta contiene:

- ❖ 75 % carbohidratos
- ❖ 12,1- 14,2 % proteína
- ❖ 0,2- 2,6 % grasa

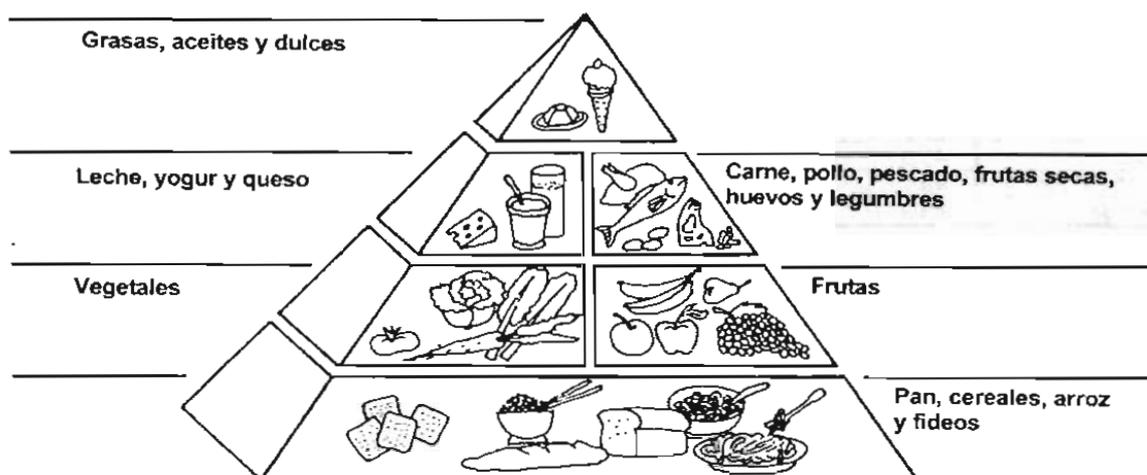


Figura 3: Pirámide nutricional

PANORAMA VARIETAL ACTUAL:

La producción y exportación del trigo candeal en Argentina, han estado siempre ligadas a su calidad industrial. Nuestros trigos, principalmente por la alta calidad de su gluten, eran utilizados por los molineros europeos para mejorar la calidad de las sémolas destinadas a la fabricación de pasta larga.

En nuestro país los criaderos de trigo candeal están ubicados en la Provincia de Buenos Aires (Buck Semillas, EEA INTA Bordenave y Chacra Experimental Integrada Barrow). Existe un solo laboratorio para la selección por calidad que se encuentra en la CEI Barrow.

A fines de los años 70, la introducción de germoplasmas mejicanos, que se difundieron rápidamente por su alta productividad, produjo un descenso en la calidad industrial de la producción. En esa etapa Buck Candisur fue la variedad dominante del mercado; tenía la característica de dar altos rendimientos en grano pero con una marcada tendencia a presentar granos panza blanca.

En la búsqueda de variedades similares a los tradicionales candeales argentinos la CEI Barrow inscribió Bonaerense Valverde (material seleccionado en Italia por el Ing. Vallega, Consejero Agrícola de la Embajada Argen-

tina en Roma) cultivar de excelente calidad industrial que todavía se comercializa, además de ser usada como testigo de referencia en los programas de mejoramiento en el Laboratorio de la CEI Barrow.

Hacia 1987 aparecieron Bonaerense Quilacó y Buck Cristal, que junto a Bonaerense Valverde, lograron desplazar a Buck Candisur del mercado debido a su mejor calidad industrial y su mayor vitreosidad. La orientación en cuanto a criterios más adecuados y metodologías más precisas en la selección, también fue responsabilidad del Ing. Vallega y contribuyó para que nuestros candeales recobrasen el nivel de calidad por el que tradicionalmente se los distinguió.

Si bien la CEI Barrow trabaja en el mejoramiento de trigo candeal desde de la década del '30, la colaboración (desde 1995) de las principales empresas molineras y fideeras del país que utilizan al trigo candeal como materia prima, ha permitido mejorar la calidad y la productividad del cultivo. Se fijaron así algunas metas de calidad industrial y para lograr los diferentes objetivos, las empresas contribuyen con equipamiento y recursos.

Como resultado de estos años de trabajo conjunto se inscribieron Bonaerense INTA Cumenay (con muy buen tamaño de grano y gluten elástico) y Bonaerense INTA Facón cuyo principal aporte es el excelente color amarillo en las sémolas.

Simultáneamente Buck Semillas S.A. inscribió a Buck Ambar en el año 1995, Buck Topacio en 1998 y recientemente Buck Esmeralda. De ellos, Buck Topacio es el que reúne mejor calidad industrial y el apreciado atributo de color de la sémola.

Cuadro 1: Datos promedios de 5 años de ensayos en 7 localidades

Variedades	Peso de mil granos (gr)	% proteína (base 13,5% humedad)	Vitreos (%)	Calidad gluten Sensorial	Calidad reológica Farinograma	Color sémola visual	Calidad pasta Pegajosidad
Bonaerense Valverde	47.0	13.4	84	MB	B	B	B
Bonaerense INTA Quilaco	51.4	13.7	80	B	B	S	S
Buck Cristal	53.1	12.4	77	B	S	S	S
Bonaerense INTA Cumenay	49.8	13.4	84	MB	B	S	S
Buck Ambar	50.0	12.0	88	MB	S	B	S

Ref: MB: muy buena; B: buena; S: satisfactoria

Cuadro 2: Datos promedios de 3 años de ensayos en 7 localidades

Variedades	Peso de mil granos (gr)	% proteína (base 13,5% humedad)	Vitreos (%)	Calidad gluten Sensorial	Calidad reológica Farinograma	Color sémola visual	Calidad pasta Pegajosidad
Buck Topacio	45.6	12.2	91	MB	B	27,1	S
Bonaerense INTA Facón	45.1	12.3	91	MB	MB	27,1	B
Buck Esmeralda	43.2	12.3	92	S	S	25,4	B

Ref: MB: muy buena; B: buena; S: satisfactoria

CAPITULO XII

COMERCIALIZACION

Se cultiva y comercializa candeal desde hace más de 60 años, aunque al principio era una actividad muy localizada. A partir de la década del '50, la creación del primer estándar oficial (1953) para su comercialización permitió al cultivo participar en el mercado de la manera habitual para los otros granos. Durante parte del período con precios oficiales, el candeal tuvo fijado un diferencial en relación con el trigo pan.

En los años más recientes y cuando ya la declinación del interés por el cultivo era evidente, se modificó el estándar (1988), intentando poner mas justicia en sus normas.

Como se ha señalado en la "Introducción", en las décadas del '40 al '60, el grueso de la producción se destinaba a la exportación, siendo bastante reducido el uso interno. En ese período la producción estaba próxima a las 500 mil tn en promedio.

En la actualidad, con un tonelaje que en promedio no supera las 150 mil tn, el panorama es totalmente distinto. Todo ese volumen queda casi exclusivamente comprometido al abastecimiento interno, con algunas exportaciones esporádicas. Ese mercado interno se integra principalmente con las industrias semoleras-fideeras y una pequeña demanda de alrededor de 20 a 25 mil tn para otros destinos (elaboraciones de alimentos típicos de comunidades extranjeras, alimentos para palomas, etc.).

Esta producción, en su mayoría se realiza actualmente por contrato entre los productores o los intermediarios (cooperativas, acopiadores, etc.) y los procesadores (semoleras y fideeras), siendo mucho menor la producción que se destina al mercado abierto.

Cada uno de los procesadores ha diseñado operatorias propias, que no difieren sustancialmente, tratando de asegurarse el abastecimiento de materia prima, de la calidad más adecuada y homogénea para sus necesidades. El agricultor, por su parte, procura que esa relación le garantice la colocación y el precio de su producción.

La industria, para interesar a los productores en el cultivo de trigo candeal, fija precios de base diferenciales, escalas de bonificaciones y rebajas particulares en relación con la calidad producida, mecanismos distintos de provisión de insumos (semillas, fertilizantes, fungicidas, etc.) y asimismo operatorias de acopio propias. También se contempla el apoyo al proceso productivo con la asistencia técnica brindada por las mismas industrias o por consultoras contratadas al efecto.

De ese proceso de atracción de los productores también participan, en diverso grado, los distintos intermediarios.

El productor mientras tanto, en base a su propia experiencia y a la asistencia técnica recibida, procura maximizar los rendimientos con la asignación de buenos suelos, el uso de las prácticas de manejo mas adecuadas a esos fines, además de preocuparse por la calidad del grano a obtener con el objetivo de alcanzar los mejores niveles de bonificaciones. Para ello aplica los recaudos necesarios (fertilizaciones, control de malezas y enfermedades, cuidados en la cosecha, manipuleo y almacenaje).

ESTÁNDAR OFICIAL

La comercialización de los granos se rige por normas que establecen su calidad. En nuestro país estas normas se denominan "estándar" o "base estatutaria" y sus especificaciones determinan la calidad de la mercadería y rigen para todas las operatorias de trigo candeal, salvo acuerdo previo.

La disposición actualmente vigente para trigos fideos corresponde a la resolución de la ex-Junta Nacional de Granos N° 31591 del 13 de julio de 1988.

Aunque hemos señalado antes que las principales industrias procesadoras del candeal han diseñado para sus contrataciones de producción de grano escalas propias en cuanto a premios y castigos de algunos de los parámetros de calidad (vitreosidad y proteína), éstas están referidas a los mismos criterios que utiliza el estándar oficial, por lo que el análisis de éste ilustra al respecto.

En el cuadro N° 1 se transcribe el estándar oficial vigente. Los siguientes rubros determinan el grado de una partida de candeal: peso hectolítrico, cuerpos extraños, granos dañados por humedad y/o calor, granos quebrados y chuzos y granos con carbón.

El precio final se obtiene aplicando rebajas cuando las tolerancias máximas admitidas en los conceptos antes citados exceden sus respectivos límites.

Los parámetros 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 rebaja máxima alcanza al 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 para valores por debajo de 10%, se calculan a razón de 2% por cada por ciento o fracción proporcional.

Cuadro N° 1: Estándar oficial

Grado	Peso hectolitrico mín. (kg)	Tolerancia máxima para cada grado					Granos picados Máx. (%)	Trébol de olor Melilotus spp Semillas c/100 g Máx.	Humedad Máx. %	Trigo pan Máx. %	Vitreosidad Mfn. %
		Materias extrañas (%)	Granos Dañados		Granos quebrados o chuzos	Granos con carbón (%)					
			Granos aridos y/o dañados por calor (%)	Total dañados (%)							
1	78	0.75	0.50	1.00	1.50	0.10	0.50	8	14.0	3.0	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 c/kg faltante 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 cuadro 2

LIBRE DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS VIVOS
 Punta negra por carbón desde 1% a 4%
 Revocado en tierra desde 0,5% a 2%
 Olores comercialmente objetables desde 0,5% a 2%

Todos estos rubros mencionados están muy influenciados por el ambiente, las condiciones de manejo del cultivo, del almacenamiento de la mercadería y por la variedad.

Tal como se expresara en el capítulo referido a calidad comercial e industrial, el rubro vitreosidad es el que más dificultades plantea para su determinación por la forma visual y subjetiva de su apreciación.

Además de coincidirse con lo allí expresado, se puede agregar que para tratar de disminuir el riesgo de "lavado" del grano, debería preverse la cosecha inmediatamente que el grano alcanza su madurez.

Cabría finalmente reiterar que gran parte de la producción de candeal, en la actualidad, se realiza bajo el esquema de contratación con la industria semolera-fideera, que aunque es el comprador más exigente en cuanto a la calidad, es el más atractivo por las bonificaciones que otorga a la producción calificada y por proponer un precio base que oscila corrientemente entre 10-15% por encima de trigo pan.

Cuadro 2: Trigo candeal, vitreosidad: Bonificaciones y rebajas

Vitreosidad (%)	Bonificación (%)	Vitreosidad (%)	Rebaja (%)
51 a 55	0,5	46 a 49	1,0
56 a 60	1,0	41 a 45	3,0
61 a 65	1,5	36 a 40	5,0
66 a 70	2,0	31 a 35	7,0
71 a 75	3,0	26 a 30	9,0
76 a 80	4,0	21 a 25	11,0
81 a 85	5,0	16 a 20	13,0
86 a 90	6,0	11 a 15	15,0
91 a 95	7,0	6 a 10	17,0
96 a 100	8,0	0 a 5	19,0

UNIDADES

...../m ² por metro cuadrado
aire/h/m ³	Aire por hora por metro cúbico
cc	Centímetro cúbico
cm	Centímetro
dS/m	DeciSiemens por metro
g	Gramos
g/m ² /día	Gramos por metro cuadrado por día
g/MJ	Gramos por megajoule
ha	Hectárea
hs	Horas
kg	Kilogramo
kg/cm ²	Kilogramos por centímetro cuadrado
kg/hab./año	kilogramos por habitante por año
m	metro
m/seg	Metros por segundo
m ³	Metro cúbico
meq	miliequivalente
meq/l	Miliequivalente por litro
mg	Miligramos
MJ/m ² /día	Megajoule por metro cuadrado por día
ml	Mililitros
mm	Milímetro
mmhos/cm	Milimhos por centímetro
°C	Grados centígrados
qq/ha	Quintales por hectárea
Tn	Tonelada
Vtas./m	Vueltas por minuto

ABREVIATURAS

<	Menor
>	Mayor
φ	Diámetro
A.U.	Agua útil
B	Boro
C.E.	Concentrado emulsionable
C.S.	Concentrado soluble
c/u	cada uno
Ca O	Oxido de calcio
CAN	Nitrato de amonio cálcico
CEI	Chacra Experimental Integrada
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
E.	Emulsionable
EEA	Estación Experimental Agropecuaria
EUR	Eficiencia de uso de la radiación interceptada
G.D.	Granulado seco
IC	Índice de cosecha
JNG	Junta Nacional de Granos
L.C.	Labranza convencional
L.V.	Labranza vertical
M.O.	Materia orgánica
Máx.	Máximo
Mín.	Mínimo
N	Nitrógeno
NE	Noreste
NH ₄	Amonio
N-NO ₃	Nitrógeno de nitratos
NO ₃	Nitrato
P	Fósforo
p.H	Potencial de hidrógeno
P.H.	Peso hectolítrico

P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
PDA	Fosfato diamónico
PM	Polvo mojable
PMA	Fosfato monoamónico
ppm	Partes por millón
PROPECO	Proyecto de Pérdidas de Cosecha
RAS	Relación de absorción de sodio
S	Azufre
S.D.	Siembra directa
SO	Sudoeste
SPT	Superfosfato triple
UAN	Mezcla líquida de urea y nitrato de amonio
VS	Región triguera V sur
vs	Versus

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

- JENSEN, C. A. y SEGHEZZO, M. L. 1991. Trigo Candeal. Actas de Jornadas de Actualización Profesional sobre Cultivos de Cereales y Oleaginosos Alternativos. pp 16-20. Mayo 1991.
- JENSEN, C. A.; SEGHEZZO, M. L.; MOLFESE, E. R.; CARBAJO, H. L. y LOPEZ, J. R. 1996. Durum Wheat in Argentina. Actas 3éme. Réunion de Réseau SEWANA, Recherches Intégrées sur le Blé Dur. Rabat, Marruecos, Diciembre 1996.

CAPITULO II

- FABRIANI, G. y LINTAS, C. 1988. Durum Wheat: Chemistry and Technology. AACC, Inc. 332 pp.
- STUBBS, R. W., PRESCOTT, J. M., SAARI, E. E., DUBIN, H. J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. México, D.F.; CIMMYT. 46 pp.

CAPITULO III

- FABRIANI, G. y LINTAS, C. 1988. Durum Wheat: Chemistry and Technology. AACC, Inc. 332 pp.
- INTA. 1981. Colección principales cultivos de la Argentina. El cultivo del trigo. 185 pp.
- STUBBS, R. W., PRESCOTT, J. M., SAARI, E. E., DUBIN, H. J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. México, D.F.; CIMMYT. 46 pp.

CAPITULO IV

- ABBATE, P. E., ANDRADE, F., CULOT, J. P. 1994. Determinación del rendimiento en trigo. Boletín Técnico 133, INTA EEA Balcarce. 17 pp.
- ABBATE, P. E.; ANDRADE, F. H. and CULOT, J. P. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grain in wheat. J. Agric. Sci., Camb. 124: 351-360.
- ABBATE P. E., LÁZARO L. y BARIFFI H. 1998. Análisis comparativo de la determinación del número de granos entre trigo candeal y trigo pan. Actas XXII Congreso Nacional de Fisiología Vegetal, Mar del Plata, Setiembre de 1998.
- ANNICCHIARICO, P. and PECETTI, L. 1993. Contribution of some agronomic traits to durum wheat performance in a dry Mediterranean region of Northern Syria. Agronomie 13: 25-34.
- CLARKE, J. M.; CAMPBELL, C. A.; CUTFORTH, H. W.; DEPAUW, R. M. and WINKLEMAN, G. E. 1990. Nitrogen and phosphorus uptake, translocation, and utilization efficiency of wheat in relation to environment and cultivar yield and protein levels. Can. J. Plant Sci. 70: 965- 977.
- DHUGGA, K. S. and WAINES, J. G. 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. Crop Sci. 29: 1232-1239.
- FISCHER, R.A.; AGUILAR, I.; MAURER R. and RIVAS, S. 1976. Density and row spacing effects on irrigated short wheat at low latitude. J. Agric. Sci., Camb. 87: 137-147.
- FISCHER, R. A. 1983. Growth and yield of wheat. En: Proceedings Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 1980. 129-154.
- GIUNTA, F., R. MOTZO and M. DEIDDA. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a mediterranean environment. Field Crops Res. 33: 399-409.
- LAFOND, G. P. 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. Can. J. Plant Sci. 74: 703-711.
- LÁZARO L., ABBATE P. E. y LAUDANI A. 1998. Análisis comparativo de la determinación del peso del grano entre trigo candeal y trigo pan. Actas IV Congreso Nacional de Trigo, Mar del Plata, Noviembre de 1998.
- LEIHNER, D. E. and G. F. ORTIZ. 1978. Improvement of durum wheat plant type, yield potential, and adaptation. Euphytica 27: 785- 799.
- MÖCKEL, F. E. y M. A. CANTAMUTTO. 1984. Endosperma no vítreo en trigo. Rev. Facultad Agronomía 5: 23-39.
- PAPAKOSTA, D. K. and GAGIANAS, A. A.. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864-870.
- PURI, Y. P.; MILLER, M. F.; SAH, R. M.; BABHOTT, K. G.; FERERES-CASTEL E. and MEYER, R. D. 1989. Response surface analysis of the effects of seeding rates, N-rates and irrigation on durum wheat. Phyton 49: 41-59.
- WADDINGTON, S. R.; OSMANZAI, M.; YOSHIDA, M. and RANSOM, J. K. 1987. The yield of durum wheats released in Mexico between 1960 and 1984. J. Agric. Sci. Camb. 108: 469-477.
- WALL, P. C. 1979. An analysis of factors limiting grain number and yield of spring wheat in a low-latitude environment. Tesis Ph.D., University of Reading.
- WIEGAND, C. L. and J. A. CUELLAR. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. Crop Sci. 21: 95-101.

CAPITULO V

- BERGH R., F. GARCIA, J. FERRARI y R. RIZZALLI. 1996. Dinámica del nitrógeno, crecimiento y rendimiento de trigo bajo siembra directa y labranza convencional. Actas XV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. Santa Rosa, La Pampa.

- BLEVINS R. L.; SMITH, M. S.; THOMAS, G. W. and FRYE, W. W. 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. *J. Soil Water Conserv.* 38:301-305.
- CAMPBELL, C. and ZETNER, R. P. 1993. Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization. *Soil Science Society of America Journal.* 57:1034-1040
- CULOT, J. Ph. 1988. Disponibilidad de nutrientes. En Reunión: Alteración del suelo por efecto de la agricultura continua en la pradera pampeana. CONICET. Buenos Aires.
- DIAZ ROSELLO, R. 1992. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. *Revista INIA de Investigaciones Agropecuarias*, 1(1):27-35.
- ECHEVERRIA, H. 1988. Disponibilidad de nitrógeno del suelo y nutrición nitrogenada del trigo en función de diferentes antecesores. Tesis Ms. Sc. Fac. Cs. Agr. UNMdP.
- GLAVE, A. 1975. Presentación PT N° 5001: Manejo del trigo bajo diferentes rotaciones de cultivos en el área de Bordenave. EEA INTA Bordenave. (Documento interno).
- GLAVE, A. 1982. Agricultura en regiones semiáridas. Informe técnico N° 29. INTA, Bordenave (Bs. As.).
- KRÜGER, H. 1996a. Informe anual PT N° 5001: Manejo del trigo bajo diferentes rotaciones de cultivos en el área de Bordenave. EEA INTA Bordenave. (Documento interno).
- KRÜGER, H. 1996b. Labranzas en la región semiárida - subhúmeda bonaerense sur, Capítulo 7:(67-79). En: Buschiazzo, D.; Panigatti, J, y Babinec, F. (Ed.). Labranzas en la región semiárida argentina. INTA Centro Reg. La Pampa - San Luis. Santa Rosa (126 pp).
- KRÜGER, H. 1996c. Sistemas de labranza y variaciones de propiedades químicas en un Haplustol éntico. *Ciencia del Suelo* 14 N° 1.(53-55).
- KRÜGER, H. 1996d. Comportamiento del trigo candeal en Bordenave (Prov. Bs. As.) Inf. Técnico n° 58. INTA Bordenave.
- LOEWY, T. 1987. Rotación leguminosa-trigo y fertilidad nitrogenada del suelo. *Ciencia del suelo.* Vol.5. N° 1 (57-64).
- LOEWY, T. y LOPEZ, R. 1994: Efecto de Pradera mixta y cultivos anuales sobre las propiedades de un Haplustol éntico. *Ciencia del Suelo*, 12:7-10
- MARELLI, H. J. 1985. Evaluación del escurrimiento y de la infiltración del agua en el suelo con lluvias simuladas. EEA Marcos Juárez. Publicación Técnica. Serie Suelos y Agroclimatología N° 4.
- Mc CALLA, T. and ARMY, T. 1961. Stubble mulch farming. *Advances in Agronomy* 13 (125-196).
- RICE, C. W.; GROVE, J. and SMITH, M. 1987. Estimating soil net mineralization as affected by tillage and soil drainage due to topographic position. *Can. J. Soil Sci.* 67:513-520.
- RIPOLL, M. y KRÜGER, H. 1996. Labranza vertical en SO de la pcía. de Buenos Aires. Efectos sobre la resistencia a la penetración, en sistema radical y los rendimientos de trigo. *Actas IV Congreso Argentino y II Internacional de Ingeniería Rural.* Neuquen. Pág. 383-388.
- SENIGAGLIESI, C. A. 1987. Labranza Conservacionista. Proyecto Agricultura Conservacionista. Publicación técnica N° 3, 36 p.
- STUDDERT, G.; BERGH, R. y RIZZALLI, R. 1994. Labranza conservacionista para producción de trigo: Resultados de algunos ensayos. IX Jornada de Actualización Técnica en trigo. Chacra Experimental de Yraizos -AIAGA-AER INTA Cte. N. Otamendi, 8 de abril de 1994.
- STUDDERT, G. y RIZZALLI, R. 1994. Rotaciones mixtas: efecto de los años de agricultura sobre el rendimiento del trigo. En: *Actas III Congreso Nacional de Trigo.* Pp 93-94.
- THOMAS, G. W. 1985. Managing minimum -tillage fields, fertility and soil type. In: Wiese A. (ed). *Weed Control in limited Tillage Systems.* Weed Sci. Soc. of Am., Monograph series N°2(211-226).

CAPITULO VI

- AACS, 1998. Diagnóstico de fertilidad nitrogenada, para trigo, en la región pampeana Ed. Comité de fertilidad de suelos y Nutrición vegetal. 30p
- AACS, 2001. Tecnología de fertilización nitrogenada para cereales de invierno. Ed. Comité de fertilidad de suelos y Nutrición vegetal. 34p.
- BARBARO, N.; LOPEZ, S.; MELAJ, M.; BERGH, R.; ECHEVERRIA, H.; VIDELA, C. y LOEWY, T. 1998. Empleo de urea marcada para evaluar la tecnología de fertilización nitrogenada en trigo (comunicación). *Actas IV Congreso Nacional de Trigo.* Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.
- BERGH, R. 1997. Fertilización del cultivo de trigo: Momento de aplicación del nitrógeno. *AGROBarrow.* 17: 7-9.
- BERGH, R. 1998. Fertilización del cultivo de trigo en siembra directa. p. 41-43. En: *Jornada de Intercambio Técnico sobre Trigo.* AAPRESID Publicaciones Técnicas por Cultivo.
- BERGH, R. 2001. Fertilización nitrogenada de trigo en el área de la CEI Barrow (Tres Arroyos). En: T. Loewy (ed.). *Tecnología de fertilización nitrogenada para cereales de invierno.* AACS - Comité de Fertilidad de Suelos y Nutrición vegetal. Pag 3-6.
- BERGH R. 2001. Manejo de la fertilización nitrogenada del trigo en Kentucky. *Revista AGROBARROW* N° 26. Pag: 8-11.
- BERGH, R. y BAEZ., A. 2001. El trigo y el nitrógeno, se dan la mano. *RADAR. Boletín Informativo* N° 8. Pag: 6-8.

- BERGH, R.; INTASCHI, D. y BAEZ, A. 1999. Labranza, siembra y fertilización nitrogenada del cultivo de trigo en el Centro-sud Bonaerense (Argentina). Actas XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, CHILE.
- BERGH, R.; ZAMORA, M.; QUATTROCCHIO, A. y BAEZ, A. 1998. Fertilización nitrogenada de trigo candeal en el centrosud bonaerense: Aplicaciones tardías. Actas IV Congreso Nacional de Trigo. Mar del Plata, Buenos Aires. Argentina.
- BUSHUK, W. 1998. Wheat breeding for end – product use. *Euphytica* 100: 137-145.
- BUSSETTI, S. G. de; RON, M. y LOEWY, T. 1996. Evaluación de métodos de análisis de fósforo en suelos del SO bonaerense (Argentina). *Ciencia del Suelo*, 14: 100 – 103.
- CORDONE G. y MARTINEZ, F. 1998. Concepto de “ambiente deficiente en S” Seminario técnico “Fertilización azufrada en soja, maíz y trigo” INTA Casilda. Santa Fe, 10/09/98.
- GANDRUP, M. E.; FABRIZZI, K. y GARCIA, F. O. 1998. Evaluación del índice de verdor (Minolta Spad 502) para predecir el rendimiento y el contenido de proteína en el cultivo de trigo. Actas IV Congreso Nacional de trigo. Mar del Plata. Pág. 3–24.
- GOODING, M. J. and DAVIES, W. P. 1992. Foliar urea fertilization of cereals. A review *Fertilizer Research* 32: 209-222.
- KRÜGER, H. y LOEWY, T. 1990. Efecto antecesor del girasol, sorgo y soja sobre el trigo y su fertilización nitrogenada. Actas XI Congreso Nacional del trigo. Capítulo I, 1-6 pág.
- KRÜGER, H. 1996. Comportamiento del trigo candeal en Bordenave (Prov. Bs. As). EEA Bordenave. Informe Técnico nº 58; 11 pág.
- LOEWY, T. 1990. Fertilización nitrogenada del cultivo del trigo en el SO bonaerense. I Respuesta física y diagnóstico. *Ciencia del Suelo*, 8: 47-56.
- LOEWY, T. 1990. Fertilización nitrogenada del cultivo del trigo en el S.O bonaerense. II Respuesta en la calidad del grano. *Ciencia del Suelo*, 8: 57-66.
- LOEWY, T. 1990. Efecto simple y combinado del N sobre el trigo, en tres épocas de aplicación. *Ciencia del suelo*, 8:181-186.
- LOEWY, T. 1995. Fertilización y proteína en el grano de trigo. Boletín Técnico nº 10. EEA Bordenave, 6 pág.
- LOEWY, T. 1996. Fertilización nitrofosfórica del trigo en argiudoles típicos de Coronel Suárez (Bs. As. Argentina) *Ciencia del Suelo* 14:12 – 15.
- LOEWY, T. 1997. Fertilización nitrogenada de trigo candeal. Informe anual de Experimentación año 1996. INTA Bordenave, 28 pág. Documento interno.
- LOEWY, T. 1999. Fertilización nitrogenada de trigo candeal. Informe anual de Experimentación año 1997 y anexo 1998, 31 pág.
- LOEWY, T. 2000. Urea localizada en trigo y cebada cervecera. XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. (Mar del Plata: resúmenes y CD).
- LOEWY, T. 2000. Fuentes de Nitrógeno localizado en trigo. XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. . (Mar del Plata: resúmenes y CD).
- LOEWY, T. y LOPEZ, R. 1994. Efecto de pradera mixta y cultivos anuales sobre las propiedades de un Haplustol éntico. *Ciencia del Suelo*, 12:7-10.
- LOEWY, T. y PURICELLI, C. 1982. Disponibilidad de fósforo en suelos del área de la EEA. Bordenave, Informe Técnico nº 28, INTA Bordenave. 16 pág.
- LOEWY, T. and RON, M. 1995. Nitrogen fertilization recommendations for wheat in southwestern Buenos Aires, Argentina. *Commun. Soil Science Plant Anal.* 26: 2041-2049.
- LOEWY, T. y RON, M. 1995. Dosis de nitrógeno para trigo en el SO bonaerense. Boletín de Divulgación nº 39. EEA Bordenave (CERBAS), 5 pág.
- LOEWY, T. y RON, M. 1997. Dosis de fósforo para trigo en el SO bonaerense. EEA Bordenave. Boletín técnico nº 12, 7 pág.
- LOEWY, T. y RON, M. 1997. Fertilización fosfórica del trigo en la región pampeana. *Revista Fertilizar*. Mayo 1997, pág. 10 – 17.
- LOEWY, T.; RON, M. y colaboradores. 1998. Diagnóstico de fertilidad nitrogenada para trigo, en la región pampeana. Comité de Fertilidad de Suelos (AACS). 30 pág.
- LOEWY, T. y RON, M. 1999. Respuesta del trigo al fosfato diamónico combinado con urea en el SO bonaerense (Argentina). Actas XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo (CLACS) Chile.
- LOEWY, T. and RON, M. 2000. Otake of exchangeable bases and microelements in the grain of wheat and Malting Barley in South Western Buenos Aires (Argentina). Actas 11ª Conferencia Internacional de la Org. De la Conservación del suelo (ISCO 2000), Buenos Aires, Argentina.
- LOEWY, T. y RON, M. 2000. Fertilización de cebada cervecera con nitrógeno y fósforo en el SO bonaerense. I Comparación directa con trigo. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo . (Mar del Plata: resúmenes y CD).
- MARTIN del MOLINO, I. M. 1992. Relationship between wheat grain protein percentage and grain yield, plant growth, and nutrition at anthesis. *J. Plant Nutr.* 15:169-178.

- READMAN, R. J.; KETTLEWELL P. S. and BECKWITH, G. P. 1997. Application of N as urea solution: N recovery and N use efficiency. *Aspects of applied biology* 50:125-132
- RON, M. M., BUSSETTI, S. G. de y LOEWY, T. 1999. Boro extraíble en los suelos del SO bonaerense. *Ciencia del Suelo* 17: 54-57.
- RON, M. M. y LOEWY, T. 1990. Fertilización fosfórica del trigo en el SO bonaerense. I Modelos de la respuesta. *Ciencia del Suelo*, (187-194).
- RON, M. M. y LOEWY, T. 1995. Diagnóstico de la fertilidad fosfórica en el SO bonaerense. Informe Técnico nº 57. INTA Bordenave, 6 pág.
- RON, M. M. y LOEWY, T. 1996. Recomendaciones de fertilización fosfórica para trigo en suelos del SO bonaerense (Argentina). *Ciencia del Suelo* 14:16-19.
- RON, M. M. and LOEWY, T. 2000. Effect of placement on wheat yield and Quality in south- Western. Buenos Aires (Argentina). *Commun. Soil Sci. Plant Anal. Vol. 31 (17 y 18):2891-2900.*
- RON, M. M. y LOEWY, T. 2000. Modelo de fertilización nitrogenada y fosforada para trigo en el SO bonaerense. Argentina. *Ciencia del Suelo*. 18:44-49.
- RON, M. M. y LOEWY, T. 2000. Factores de eficiencia del N aplicado en trigo a la siembra o macollaje. XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. (Mar del Plata: resúmenes y CD).
- RON, M. M. y LOEWY, T. 2000. Fertilización de cebada cervecera con N y P, en el SO bonaerense. II Factores de rendimiento y respuesta. XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Abril 2000.
- ZHAO, F. J.; HANWKESFORD M. J. and Mc GRATH, S. P. 1999. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science*. 29 (july) – Mini Review.

CAPITULO VII

- BAEZ, A. 1997. IPG, Actividades realizadas y logros obtenidos, período 1994-1997. Informe interno IPG, CEI Barrow. 33 pp.
- BAEZ, A. y ZAMORA, M. 1997. Riego suplementario en el centro sur bonaerense. Actas Seminario de Riego. INTA CERBAS. EEA Balcarce. Mar del Plata, 25 y 26 de setiembre de 1997. Pp. 55-60.
- BAEZ, A. 1998. Elementos a tener en cuenta para regar. Jornada de riego. La Dulce. 28 de Agosto de 1998.
- COSTA, J. L. 1997. Riego y medio ambiente. CERBAS – INTA. Seminario de Riego, Mar del Plata. Pp. 7-14.
- COSTA, J. L. 1996. Calidad de aguas para riego. "Curso de riego suplementario, Sistemas de aspersion". Unidad Integrada Balcarce (INTA- Fac. de Ciencias Agrarias de Balcarce). Tandil.
- COSTA, J. L.; PRUNTY, L.; MONGOMERY, B. R.; RICHARDSON, J. L. and ALESSI, R. L. 1991. Water quality effects on soil and alfalfa: II. Soil physical and chemical properties. *Soil Science Society Am. J.* 55: 203-209.
- MATURANO, M. 1997. Caracterización de la situación actual y problemas detectados en el área bajo riego de la zona norte de la Pcia. de Buenos Aires. INTA Pergamino. Seminario de riego, Mar del Plata. Pp.37-45.
- MATURANO, M., SENIGAGLIESI, C., CALCATERRA, BASAIL, A. CIRILO, L. TOTIS DE ZELJKOVICH y V. ZELJKOVICH. 1998. Guía de riego. INTA, IPG. Suplemento especial de la Revista Chacra. Año 68, Nº 814, 16 pp.
- SUERO, E; IRIGOYEN, A. I y DELLA MAGGIORA, A. I. 1997. Programación del riego – Versión 1, Instrucciones de uso. Balcarce Unidad Integrada INTA – Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce. 6 pp.
- ZAMORA, M; FORJAN, H. y BIGLIARDI, C. 2001. Trigo candeal: productividad de variedades en el sur de Buenos Aires. Actas del V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-invernal. Villa Carlos Paz.

CAPITULO VIII

- INTA. 1997. Guía Práctica Para El Cultivo del Trigo. 181 pp.
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 1998/99
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 1999/00
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 2000/01
- SAGPyA, Dir. de Economía Agraria. Estimación de Producción de Trigo Candeal. Elaboración propia en base datos de diferentes campañas.

CAPITULO IX

- INTA. 1997. Guía Práctica Para El Cultivo del Trigo. 181 pp.
- INTA. 1998. Guía Práctica Para El Cultivo del Trigo. 22 pp.
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 1998/99
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 1999/00
- Resumen de Resultados Ensayo Regional de Trigo Candeal. CEI Barrow, Campaña agrícola 2000/01
- CATULLO, J. C. 1991. Eficacia de diferentes alternativas químicas de control de malezas en trigo (*Triticum aestivum*). XII Reunión Argentina sobre la maleza y su control. Tomo 2:19-40.
- CATULLO, J. C.; SOSA, C.; RODRÍGUEZ, M. y COLOMBO, I. 1982. Incidencia de las malezas en trigo y su relación con la fertilización. IX Reunión Argentina sobre la maleza y su control. Tomo 2, pág. 87-96.
- ISTILART, C. M. 1991. Relevamiento de malezas en cultivos de trigo en los partidos de Tres Arroyos, González Chavez y Necochea. XII Reunión Argentina sobre la maleza y su control. Tomo 2, pág. 87-96.
- ISTILART, C. y CATULLO, J. 2001. Evaluación de herbicidas en trigo en el sur bonaerense. Actas Segunda Reunión Producción Vegetal del NOA. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Tomo 2:247-255
- ISTILART, C. y CATULLO, J. 2001. Herbicidas en trigo campaña 2000/2001. Informe técnico. CEI Barrow (MAGyA).

Asesores técnicos del sistema de extensión cooperativo de ACA.

- LOPEZ, R. L. y VIGNA, M. R.. 1998. Antagonismo de herbicidas en mezclas de tanque para el control de malezas en trigo. Informe Técnico N° 64. EEA INTA Bordenave CERBAS. 10 pp.
- STUBBS, R. W.; PRESCOTT J. M., SAARI E. E. y DUBIN H.J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. México, D.F.; CIMMYT. 46 pp.
- ZILINSKY, F. J. 1984. Guía para la Identificación de Enfermedades en Cereales de Grano Pequeño. CIMMYT, El Batán, México. 141 pp.

CAPITULO X

- BARTOSIK, R. y RODRÍGUEZ, J. 1998. Aireación de granos almacenados. INTA, IPG, Publicaciones Técnicas, Serie de poscosecha n° 4
- BRAGACHINI, M y otros 1994. "Cosecha de Trigo". Cuaderno de actualización técnica n° 13. INTA Manfredi.
- BROOKER, D.; BAKKER-ARKEMA, F. and HALL, C. 1992. Drying and storage of grains and oilseeds. Van Nostrand Reinhold, 115 fifth avenue, New York
- CAPURRO, J. A. Como realizar una cosecha eficiente. Pautas para una rápida y correcta puesta a punto de su máquina cosechadora. AER Pringles INTA. Diciembre 1992.
- DE DIOS, C. 1996. Secado de granos y secadoras. FAO, Santiago, Chile
- FERNANDEZ, J. C. 1975. Pérdidas en la cosecha de trigo. Boletín Interno n° 4 CREA Otamendi.
- PROPECO INTA Manfredi. Cerremos la canilla de las pérdidas. Hoja Informativa N° 14
- GARCIA, A. F. 1989. Cosechadoras de cereales.. Cuadernillo de la FAO. Chile.
- YANUCCI, D. 1994. Evolución del control de plagas de granos almacenados en Argentina

CAPITULO XI

- FABRIANI, G. y LINTAS, C. 1988. Durum Wheat: Chemistry and Technology. AACC, Inc. 332 pp.
- KRUGER, J.; MATSUO, R. and DICK, J. 1996. Pasta and Noodles. AACC, Inc. 356 pp.
- SEGHEZZO, M. L. y E. R. MOLFESE. "El lavado en trigo candeal. 1998. Actas del IV Congreso Nacional de Trigo.
- SEGHEZZO, M. L. y E. R. MOLFESE, "Trigo candeal: criterios para la evaluación de la calidad". 1999. Miscelánea n° 2. Publicación CEI Barrow.

CAPITULO XII (COMERCIALIZACION)

- DEMARIE, G. 1998. La agricultura de contrato en el cultivo de trigo candeal. Facultad de Ciencias Agrarias, 130 pp.
- JUNTA NACIONAL DE GRANOS. 1988. Estandar de comercialización de trigo candeal.