

Recomendaciones Técnicas

Cultivo de Trigo en la Región de La Araucanía

*Claudio Jobet F. Ing. Agrónomo PhD; Nelson Espinoza N. Ing. Agrónomo M.Sc.
Ricardo Campillo R. Ing. Agrónomo. M.Sc.; Ricardo Madariaga B. Ing. Agrónomo PhD*

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.

1.- De Clima. El clima en la zona sur de Chile se caracteriza por una elevada precipitación que en las diversas áreas sobrepasa en promedio los 1000 mm anuales, pero que ha bajado a 680 mm anuales en algunos sectores, como Traiguén, en años de fuerte sequía. La precipitación se concentra principalmente entre mayo y agosto, con niveles usualmente superiores a los 200 mm mensuales, declinando con posterioridad a niveles cercanos o inferiores a los 30 mm en los meses de verano. Sin embargo, en algunos años, ocurren precipitaciones abundantes y frecuentes en verano, las que en trigos maduros inducen la brotación del grano en la espiga, con grave deterioro de su calidad.

Las temperaturas medias mensuales son moderadas, sobrepasando los 6° C en invierno y alcanzando 14 a 17° C en verano. Los promedios invernales permiten un continuo aunque moderado crecimiento del trigo y el suave incremento de la temperatura en primavera, unido a lo anterior, favorece un muy buen desarrollo del tamaño de la espiga, de sus partes florales y el proceso de fecundación, produciéndose un elevado número de granos por espiga.

Las heladas son frecuentes en los meses invernales, alcanzando promedios de 10 por mes que, aunque se ha registrado valores tan extremos como 12° C bajo cero, normalmente no producen daños en las sementeras. Las heladas se extienden en el valle central hasta mediados de noviembre, aunque suelen ocurrir hasta los primeros días de diciembre, especialmente en el sector precordillerano, causando daños en la fecundación.

RENDIMIENTO Y CALIDAD.

Las condiciones ambientales de la zona sur son muy favorables para lograr altos rendimientos en trigo. Los productores comerciales obtienen normalmente sobre 60 qqm/ha, pero el promedio zonal se ve afectado por una elevada proporción de la superficie cultivada bajo condiciones mínimas de manejo o de subsistencia, principalmente en condiciones de minifundio. Estos en general se caracterizan por bajos niveles de insumos aplicados, mala oportunidad de aplicación y acentuados problemas de acidez del suelo. Independientemente de dicho factor, aún existe una clara diferencia entre los rendimientos medios de la mayoría de los productores comerciales y los máximos alcanzados por algunos de ellos o en multiplicaciones de nuevas variedades, que han sobrepasado los 100 qqm/ha.

La calidad industrial del trigo producido en la zona sur es muy importante, por la proporción que representa a nivel nacional y por la competencia con el trigo importado. Desde hace años la zona sur cuenta con variedades comerciales de calidad adecuada para los usos de la industria que, al generalizarse, han mejorado el promedio de calidad, incentivando las compras de la molinería de otras zonas. La calidad se ha visto favorecida también por el uso de mayores dosis de fertilizantes nitrogenados y mejores épocas de aplicación por parte de los productores. Con ello se ha mejorado la cantidad y calidad de la proteína del grano y comienza a extenderse la práctica de aplicar una cantidad adicional de nitrógeno en la etapa de dos a tres nudos, mejorando apreciablemente la calidad del grano.

(considerando su conocimiento agronómico, experiencia y nivel tecnológico).

El rendimiento del trigo en un determinado sistema productivo y ambiente, determina una demanda de nutrientes para satisfacer sus necesidades y obtener producciones rentables. La demanda del cultivo, no es posible de satisfacer con el sólo aporte de nutrientes que es capaz de entregar en forma natural el suelo. El objetivo de la fertilización es satisfacer este déficit para conseguir una producción rentable del cultivo de trigo.

La demanda de P representa la cantidad de nutriente requerida para alcanzar un nivel de rendimiento esperado. El suministro de P es la cantidad de P disponible que puede ser absorbida por el trigo desde el suelo. Por otra parte, el cultivo no recupera todo el fertilizante aplicado a la siembra ya que se generan pérdidas en su interacción con el suelo. Por ello, se debe considerar una cierta eficiencia de la fertilización fosforada, que corresponde a la fracción de la dosis aplicada y que finalmente es absorbida por el cultivo.

Con estas variables se puede estimar la dosis de fertilización fosforada del cultivo de trigo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis de P} = (\text{Demanda de P} - \text{Suministro de P}) / \text{eficiencia de fertilización}$$

La norma de fertilización fosforada estimada anteriormente, corresponde a la metodología denominada Método Racional Simplificado de la Nutrición de los Cultivos (Rodríguez, 1990). Es importante señalar que existen también otros enfoques metodológicos para estimar dosis de fertilización fosforada del cultivo de trigo como el Método de la Calibración.

El rendimiento de trigo presenta una importante respuesta a la nutrición mineral, siendo el nitrógeno (N) el nutriente más importante cuantitativamente, el de mayor impacto y a través del cual se logra el mayor retorno económico. Su disponibilidad para el cultivo depende principalmente de las reservas de materia orgánica y de la mineralización de los residuos. Sin embargo, el proceso de mineralización ocurre normalmente en el suelo a una tasa insuficiente para satisfacer la demanda de N de trigos de alto potencial de rendimiento.

Existen medidas agronómicas y técnicas para incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados que permiten obtener beneficios de productividad, calidad y de impacto ambiental. La eficiencia de uso del N (EUN) puede incrementarse a través de selección del ambiente de crecimiento del cultivo (tipo de suelo y clima), prácticas de manejo (fecha de siembra, dosis y parcialización de la aplicación de N) y mejoramiento genético del cultivo.

Una de las principales causas de la baja EUN de las actuales prácticas de manejo del N es la escasa sincronía entre el suministro de N del suelo y la demanda del cultivo.

La dosis y el momento de la fertilización nitrogenada son las mejores herramientas disponibles para optimizar la productividad del cultivo. El N afecta los tres componentes del rendimiento: espigas por hectárea, granos por espiga y peso de grano, así como también un importante componente de la calidad como es el porcentaje de proteína.

Durante los primeros estadios la absorción de N es muy baja y se incrementa sustancialmente durante el macollaje del trigo. La parcialización de la dosis es la base de un manejo eficiente para lograr el máximo rendimiento económico y de calidad superior.

Para el cultivo de trigo producido en la zona sur de Chile se ha establecido que la aplicación parcializada del N en tres oportunidades (siembra, inicio y fin de macolla) durante la temporada, son suficientes para mejorar significativamente la EUN.

Fertilización Fosforada del Cultivo de Trigo. En La Araucanía el cultivo del trigo se desarrolla en diferentes zonas agroecológicas, que tienen como elemento común la existencia de suelos derivados de cenizas volcánicas. Dichos suelos se caracterizan por presentar una elevada capacidad de retención de fósforo (P), lo que condiciona que la disponibilidad de este nutriente sea muy baja.

Para estimar adecuadamente la dosis de P se requiere considerar un conjunto de factores que tienen que ver con el ambiente (caso del clima y del tipo de suelo), el cultivo de trigo (donde destacan el cultivar, hábito de crecimiento, calidad de semilla, destino de la producción) y el productor cerealero

herbicida pre-emergente que controle hoja ancha, gramíneas o ambos tipos de malezas. La cantidad de semillas de malezas en el suelo y la eficacia del pre-emergente determinarán si se justifica o no realizar un nuevo control de malezas, esta vez con un herbicida pos-emergente.

La clave para evitar pérdidas del rendimiento debido a la competencia de las malezas es controlarlas eficaz y oportunamente. El control eficaz puede lograrse aplicando los herbicidas pos-emergentes sobre malezas pequeñas, reduciendo al mínimo posible el periodo de tiempo que las malezas están en el cultivo. En general, en trigo primaverales se considera un momento adecuado para controlar las malezas cuando los herbicidas pos-emergentes son aplicados con plantas de trigo con una macolla, mientras que en trigos invernales con dos o más macollas.

En presencia de malezas resistentes es muy importante utilizar herbicidas con distinto mecanismo de acción y que se recomienden en trigo. Por ejemplo, ballicas resistentes a herbicidas inhibidores de ACCasa pueden controlarse con herbicidas inhibidores de ALS que controlen malezas gramíneas. Por otra parte, ballicas con resistencia múltiple a ACCasa y ALS pueden controlarse sólo con herbicidas pre-emergentes por tener un distinto mecanismo de acción.

En presencia de ballica resistente a glifosato, las estrategias de control antes de sembrar son las siguientes: control mecánico, aplicar glifosato en mezcla con clethodim o tepraloxymid o aplicar glifosato primero y una o dos semanas después paraquat.

FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE TRIGO.

Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Trigo. La nutrición mineral tiene un gran efecto en la expresión del rendimiento del cultivo de trigo. En general, cuanto mayor sea el nivel de rendimiento esperado, mayor será también la necesidad de nutrientes por el cultivo. Sin embargo, en el caso del trigo es fundamental considerar también el cultivar (variedad comercial) y el hábito de crecimiento. En relación al cultivar se observan diferencias en la acumulación de proteínas del grano, indicando así variaciones en la necesidad de N de la planta. Respecto al hábito de crecimiento, en general los cultivares de hábito invernal generan mayores extracciones totales de nutrientes que aquellos de hábito primaveral.

Otros factores que afectan la productividad del trigo son las propiedades físico-químicas del suelo, condiciones climáticas y el manejo agronómico. De esta forma, un mismo cultivar de trigo sembrado en diferentes sitios presentará también diferentes necesidades nutricionales para iguales niveles de rendimiento.



Sementera de Trigo

2.- De suelo. Una alta proporción del área triguera se cultiva en suelos derivados de cenizas volcánicas que, de acuerdo a su edad se clasifican en rojo-arcillosos, los más antiguos; transicionales, algo más recientes y trumaos, los más nuevos. Todos se caracterizan por su alta capacidad de fijación de fósforo, que puede alcanzar niveles superiores a 90% en los trumaos y sobre 60% en los rojo-arcillosos. Por lo tanto, es indispensable aplicar este elemento al momento de la siembra o incorporándolo antes de esta, tal como se realiza por parte de algunos agricultores en la zona. Además, la plasticidad del suelo húmedo aumenta de acuerdo a la antigüedad, provocando mayores dificultades de laboreo.

La elevada precipitación, la extracción de nutrientes por altos rendimientos y el uso de fertilizantes de reacción acidificante, han provocado una generalizada acidez en los suelos de la zona sur, caracterizada por pérdida de bases, pH inferiores a 5,5 y elevados porcentajes de saturación de aluminio, conjunto que limita el desarrollo y rendimiento de los trigos y que, en condiciones más extremas, afecta el crecimiento de raíces y plantas. En tal sentido, **existen dos formas de abordar el problema de acidez: (1) por medio del uso de variedades de mayor tolerancia a la acidez y aluminio fitotóxico del suelo, y (2) a través de correcciones mediante aplicaciones de cal.**

Las características de los suelos, el proceso natural de pérdida de bases y la importante extracción de nutrientes de un cultivo de alto rendimiento, están obligando a los productores a utilizar fórmulas de fertilización cada vez más complejas que incluyen: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y, frecuentemente, magnesio y algún micronutriente como boro y zinc. Estas fórmulas complejas y las elevadas dosis utilizadas hacen que la fertilización implique normalmente sobre el 50% del costo total de producción de trigo en la zona sur. Para evitar gastos innecesarios se recomienda efectuar un análisis de suelo con el fin de verificar el estado del mismo y los requerimientos sobre la base de la producción esperada.

ÉPOCAS DE SIEMBRA, HáBITOS DE DESARROLLO Y DOSIS DE SEMILLA.

La concentración de la precipitación en los meses invernales en la práctica determina dos épocas de siembra: **invernal**, desde fines de abril a junio y **primaveral**, desde fines de julio a mediados de septiembre. El predominio de suelos rojo-arcillosos y transicionales al norte del río Cautín, unida a las mayores dificultades que presentan para su preparación y siembra en condiciones húmedas y a una precipitación más escasa e irregular en primavera, permiten normalmente sólo la siembra en época invernal. Al sur del río Cautín predominan

los suelos trumaos y la precipitación de primavera no es limitante para el desarrollo del trigo, lo que permite utilizar las dos épocas de siembra.

Entre los trigos de pan, que son los que se cultivan en la zona sur, las variedades recomendadas se clasifican según su hábito de desarrollo en: **invernales**, que requieren cierta acumulación de frío (vernalización) para emitir espiga y, en consecuencia, sólo se pueden sembrar en la época invernal; **primaverales**, que no requieren vernalización, pero cuya mayor precocidad las hace poco adecuadas para una siembra invernal; **alternativos**, con requerimientos de vernalización muy bajo o escasos y que pueden sembrarse tanto en la época invernal como en la primaveral. Por lo tanto, al norte del río Cautín se utilizan preferentemente variedades de hábito invernal y alternativo, en siembra invernal. Sin embargo, una primaveral tardía suele sembrarse con buenos resultados y sobretodo, considerando que se está incorporando, lenta pero sostenidamente, el riego en esa zona. Al sur del río Cautín, en época invernal se siembra variedades de hábito invernal y alternativo y en época primaveral, las de hábito alternativo y primaveral.

Los hábitos de desarrollo no están relacionados con el largo del período vegetativo entre siembra y espigadura. Así por ejemplo, las variedades de hábito alternativo actualmente recomendadas por INIA como Dollinco y Rupanco, en siembra de invierno tienen un período vegetativo más largo que la invernal precoz Konde y más corto que la invernal tardío Kumpa. Además, las diferencias con la primaveral Pantera Clearfield® y Pandora son de varios días más cuando se siembran en primavera.

La dosis a utilizar es un factor importante para el desarrollo del cultivo. Al usar semilla de calidad y calibrando la máquina para botar el número adecuado de semillas de acuerdo a la recomendación por variedad (cuadro 1), se podrá lograr una buena población de plantas por metro cuadrado (330 plantas o mas).

VARIETADES.

La zona sur cuenta con un grupo de variedades recomendadas, inscritas en el Registro Nacional de Variedades y sometidas a los controles oficiales en el proceso de producción de semillas. En ellas están representados los tres hábitos de desarrollo y precocidad, que permiten al productor la elección de la que más se adapte a sus condiciones. Las variedades actualmente recomendadas por INIA para la Región de La Araucanía y algunas de sus principales características se exponen a continuación (Cuadro 1):

Cuadro 1.- Variedades de trigo INIA actualmente recomendadas para la Región de La Araucanía.

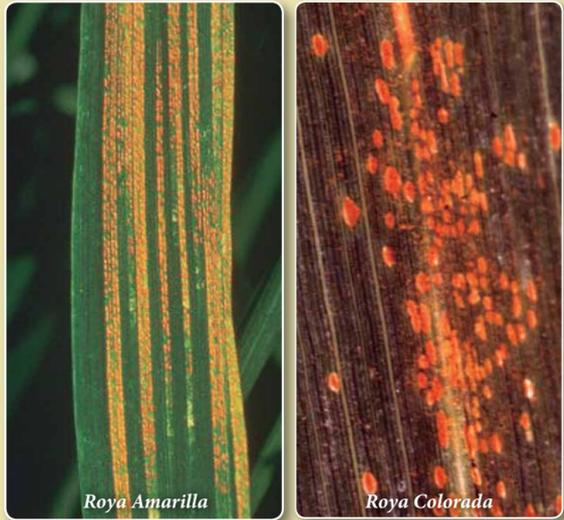
Factor	Bicentenario	Kumpa	Konde	Maxwell	Dollinco	Rupanco	Pandora	Pantera Clearfield®
Hábito de desarrollo	Invernal	Invernal	Invernal	Invernal	Alternativo	Alternativo	Primaveral	Primaveral
Siembra	Fines de abril a 20 de junio	Fines de abril 15 de agosto	Fines de abril 15 de agosto	Agosto a septiembre	Agosto a septiembre			
Peso de 1000 granos (g)	35-43	35-43	40-45	35-45	35-43	30-42	46-48	46-48
Dosis semilla (kg/ha)	180	180	220	180	180	180	220	220
Hábito de crecimiento	Muy rastrero	Muy rastrero	Muy rastrero	Muy rastrero	Semi rastrero	Semi rastrero	Erecto	Erecto
Alfura de planta (cm)	90-105	90-105	95-105	80-90	100-115	85-105	85-95	85-95
Espiga	Sin barba	Sin barba	Sin barba	Barbada	Sin barba	Barbada	Barbada	Barbada
Color de grano	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Rendimiento (qqm/ha)	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Dureza del grano	Duro	Duro	Duro	Duro	Duro	Blando	Duro	Duro
Peso del hectolitro (kg/hl)	80-82	80-82	79-82	75-80	78-82	80-82	82-84	82-84
Sedimentación (cc)	25-35	25-35	26-35	25-35	22-35	28-32	30-37	30-37
Gluten húmedo (%)	22-34	22-32	22-35	22-30	21-32	21-28	26-35	26-35
Proteína (%)	9-11	9-11	9-11	8-10	9-12	8-10	10-13	10-13
Valor W (alveograma)	142-236	142-236	165-236	142-180	180-220	140-160	260-350	260-350
Calidad industrial	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Suave	Fuerte	Fuerte
Roya amarilla	Resistente	Resistente	Moderadamente susceptible	Resistente	Moderadamente Susceptible	Resistente	Moderadamente resistente	Moderadamente resistente
Roya colorada	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Moderadamente resistente	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible
Septoria	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Moderadamente Resistente	Moderadamente resistente	Moderadamente resistente	Moderadamente resistente
Tolerancia acidez	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Moderadamente susceptible	Tolerante	Muy tolerante	Tolerante	Tolerante

ENFERMEDADES.

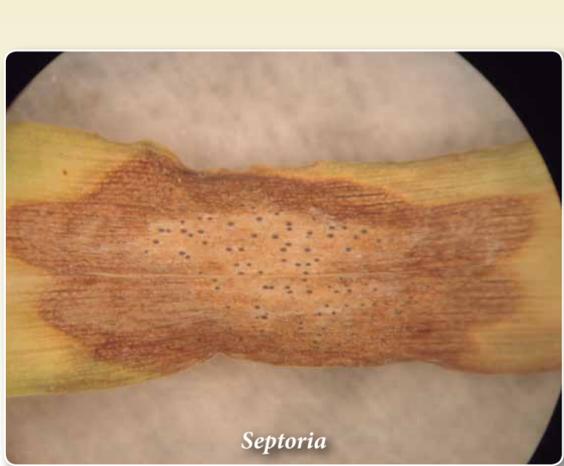
De un largo listado de enfermedades del trigo debemos destacar las siguientes

1.- Enfermedades radiculares

1.1 El Mal del Pie. En trigo es la enfermedad de mayor potencial de daño, pero también la de más fácil control. Basta con dejar de sembrar trigo en el suelo afectado y mejorar su rotación para que las plantas amarillas, de menor desarrollo y la presencia de espigas blancas con granos chupados disminuyan. Los precultivos de trigo más eficientes para reducir el impacto de Mal del pie en secano son raps, lupino y en menor grado avena. También es posible apoyar el control utilizando productos fungicidas como Real en dosis de 600 cc/100 kg de semilla, Galmano Plus en dosis de 450 cc/100 kg de semilla y también aplicar la estrategia “Take all Pack”. A ningún producto fungicida se le puede pedir que solucione el 100 % de la enfermedad pero la correcta desinfección de una variedad tolerante, sembrada lo más tarde posible, dentro de la recomendación del creador, en un suelo con buena rotación, son capaces de eliminar la enfermedad en suelos que alguna vez estuvieron contaminados.



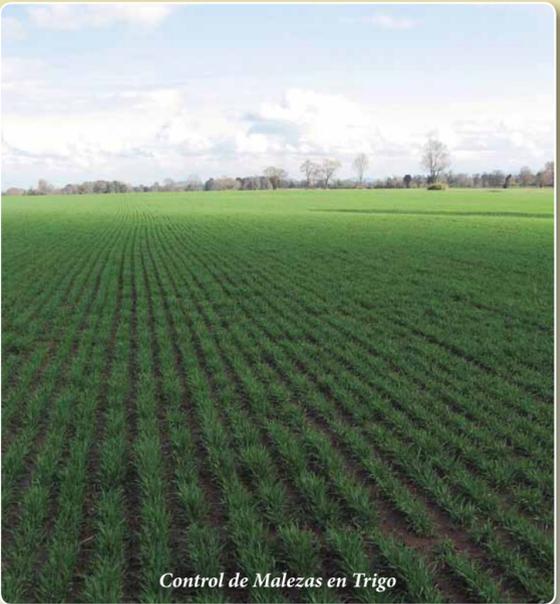
2.3 Septoria. Con el inicio de las lluvias del otoño y la disminución de las temperaturas los cereales sembrados temprano empiezan a mostrar, especialmente en sus hojas basales, amarillez y manchas que son indicadoras de una posible septoriosis, la enfermedad más insidiosa del trigo en Chile. En las lesiones de las hojas aparecen puntos negros que corresponden a signos del hongo que causa la enfermedad, y permiten confirmar que se trata de esta patología y no confundirla con amarilleces asociadas a deficiencias nutricionales o simplemente a exceso de humedad y falta de aire en la zona radicular. El hongo completa su ciclo en residuos infectados de trigo del ciclo anterior, por lo que mientras más rastrojos enfermos deja el agricultor, mayor es la presión de la enfermedad en el cultivo siguiente. La estrategia de control considera el uso de



variedades tolerantes, la siembra tardía y de ser necesario la intervención con fungicidas, entre los cuales destacan la nuevas alternativas que ofrecen las carboxamidas, el nuevo grupo químico de acción fungicida que se encuentra en los fungicidas Aviator X Pro 225 EC, Reflect X Tra y Ventur de los cuales se menciona la aplicación de 0,8; 0,7 o 1,5 L/ha respectivamente.

CONTROL DE MALEZAS

Existe una gran diversidad de malezas que pueden infestar los cultivos de trigo en la zona sur, las que se agrupan en gramíneas y hoja ancha. Las gramíneas más comunes son ballica, avenilla y cola de zorro; mientras que las de hoja ancha más comunes son rábano, yuyo, mostacilla, calabacillo, pasto pinito, quilloi quilloi, vinagrillo, sanguinaria, duraznillo, enredadera, verónica, viola, diente de león, chinilla, crepis y manzanillón. La presencia o ausencia de éstas y su densidad en el cultivo de trigo es variable entre localidades, predios y



potreros ya que depende de diversos factores, tales como: cultivos incluidos en la rotación, calidad del control de malezas realizado antes y después de la siembra de cada uno, existencia o no de especies resistentes a herbicidas, entre otros. En el cultivo de trigo de la temporada el primer paso para disminuir la cantidad de malezas que podría emerger es realizando un control eficaz previo a la siembra mediante un adecuado barbecho químico o mecánicamente con implementos de labranza, si el clima y la humedad del suelo lo permiten. Después de la siembra, es aplicando un