

Bases fisiológicas para el manejo del cultivo de trigo

P.E. Abbate

EEA, INTA Balcarce. C.C. 276 (7620), Balcarce, Bs.As. Argentina

E-mail: pabbate@balcarce.inta.gov.ar.

En este trabajo se consideran resumidamente los principales efectos fisiológicos de las prácticas de manejo en el cultivo de trigo, con la intención de orientar la toma de decisiones.

El rendimiento puede considerarse como el producto entre dos componentes: el número de granos por unidad de superficie y el peso por grano (o peso de mil granos / 1000). Como estos componentes se definen en distinto momento, la distinción entre ellos permite considerar el efecto del ambiente en cada componente por separado; el número de granos/m² se define al inicio del llenado del grano y el peso por grano al finalizar el período de llenado.

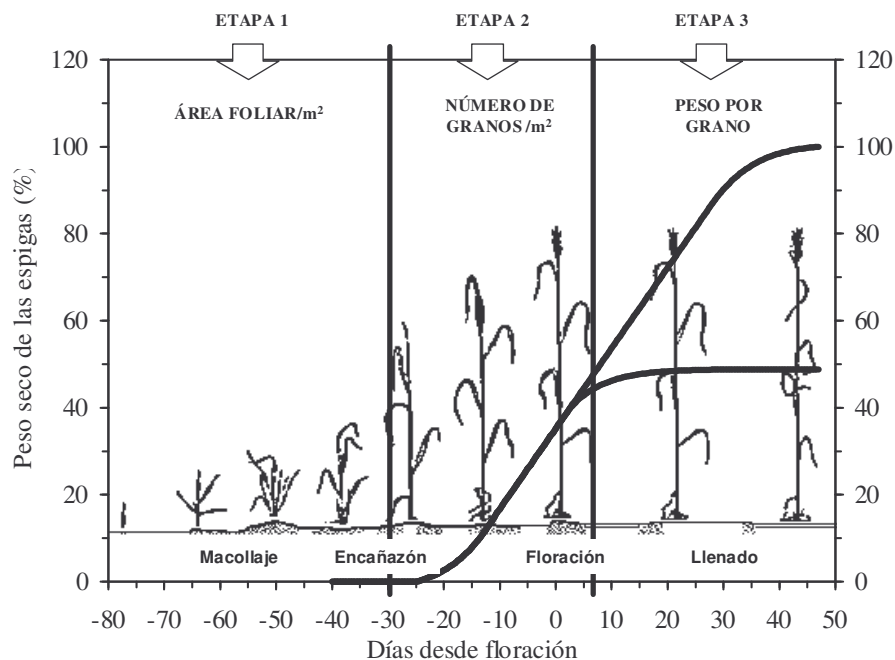


Fig. 1. Esquema mostrando las etapas críticas en la determinación del rendimiento a lo largo del ciclo del cultivo de trigo. Las curvas muestran la evolución del peso seco de las espigas (con y sin grano) para un cultivo con buena disponibilidad de agua y nutrientes.

Desde el punto de vista de la generación del rendimiento, el ciclo del cultivo de trigo puede dividirse en tres etapas (Fig. 1). La primera comienza con la emergencia, abarcando el macollaje y aproximadamente la mitad de la encañazón. El suceso más importante durante esta etapa es la expansión del área foliar del cultivo. Si bien el área foliar suele aumentar hasta 10-15 días antes de floración, al final de esta primera etapa es de esperar que el cultivo posea suficiente área foliar como para cubrir totalmente el suelo e interceptar (capturar) la mayor parte de radiación (luz solar) solar disponible. La duración de esta etapa es mayor en los cultivares de ciclo largo que en los cortos. Se relaciona inversamente con la temperatura, y en cultivares sensibles al fotoperíodo (horas de luz solar) o la vernalización (horas de frío) inversamente con esos factores. En ausencia de requerimientos de vernalización (lo más común entre nuestros cultivares), un cultivo tendrá menos tiempo para generar área foliar con temperaturas cálidas y días largos. Esta primera etapa termina aproximadamente a mediados de encañazón (2-3 nudos detectables), con la expansión de la anteúltima hoja, 20-25 días antes de floración en fechas de siembras normales.

La segunda etapa corresponde al período en el cual crecen las espigas sin granos, período de crecimiento de las espigas. Esta finaliza con el inicio del llenado de los granos, quedando determinado el número de granos. El número total de flores/m² que el cultivo genera, supera unas cinco veces el número de granos logrados a cosecha. Es decir, que el número de granos/m², no suele estar limitado por la generación de flores, sino por la supervivencia de estas. El peso seco de las espigas/m² al final de su período de crecimiento, es un estimador de los recursos que el cultivo destina para que las flores generadas crezcan y produzcan granos. Así, en ausencia de limitaciones hídricas y nutricionales (condiciones potenciales), se han encontrado buenas relaciones entre el número de granos/m² y el peso seco de las espigas/m² (sin grano) al inicio del llenado. El peso seco de las espigas 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 también con el fotoperíodo. Temperaturas cálidas (y eventualmente días largos) durante esta etapa acortan su duración, en tal circunstancia es de esperar menor número de granos. Por otro lado, la tasa de crecimiento de las espigas depende directamente de la tasa de crecimiento del cultivo durante esta etapa. A su vez, en condiciones de crecimiento potenciales, la tasa de crecimiento del cultivo es el resultado de la cantidad de radiación que llega al cultivo y del área foliar que el cultivo disponga para interceptarla. Para alcanzar el número de granos potencial un cultivo deberá generar durante la etapa de expansión de área foliar (primera etapa) suficiente área foliar como para interceptar toda (más del 90%) la radiación incidente durante el período de crecimiento de las espigas (segunda etapa). Cuando el cultivo intercepta toda la radiación disponible durante el período de crecimiento de las espigas, el número de granos/m² aumentará al aumentar la radiación recibida y al disminuir la temperatura, ya que esas condiciones determinan un mayor peso seco de las espigas/m².

La tercer etapa, de llenado de los granos, comienza pocos días después de floración. Durante esta etapa se incrementa el peso de los granos (Fig. 1) hasta alcanzar su madurez, quedando determinado el peso por grano y el rendimiento. En ausencia de limitaciones hídricas y adversidades climáticas, el principal factor que afecta el rendimiento durante esta etapa es la temperatura. Las altas temperaturas reducen la duración de esta etapa y el peso potencial del grano, y en consecuencia el peso por grano. Como el rendimiento de trigo suele estar más limitado por la capacidad de almacenamiento de los destinos que por la fuente disponible para

llenar los granos, en la mayoría de las situaciones el peso por grano obtenido será semejante al potencial y dependerá de la temperatura experimentada durante el llenado.

PAUTAS SOBRE EL MANEJO DEL CULTIVO

Fecha y densidad de siembra

Típicamente, la radiación, la temperatura y el fotoperíodo se incrementan de invierno a verano, por lo cual, no es posible deducir de manera inmediata cuál es la fecha de floración más favorable. Para años climáticamente normales, se puede estimar que la situación más favorable se da a fines de invierno. Para estas fechas de floración el nivel de radiación durante el período de crecimiento de las espigas (etapa 2) no es alto, pero las temperaturas frescas y el fotoperíodo corto alargan la duración del período de crecimiento de las espigas y del llenado (etapa 3). Sin embargo, con el adelanto de la fecha de floración 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. De esto 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 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. Como en siembras tardías la temperatura y el fotoperíodo en que transcurre el período de expansión de área foliar son más altas, para un cultivar dado, la densidad de siembra deberá ser mayor que en siembras tempranas (excepto en cultivares con requerimientos de vernalización). Siguiendo este razonamiento, la ventaja que tendrían los ciclos largos con respecto a los cortos radicaría en que los largos tendrían más tiempo para generar área foliar.

Limitaciones hídricas

Las limitaciones hídricas reducen el área foliar y, por lo tanto, la intercepción de la radiación. No es de esperar que reducciones tempranas del área foliar produzcan caídas de rendimiento, si pasado el período de estrés hídrico, el cultivo alcanza suficiente área foliar como para interceptar la radiación disponible durante el período de crecimiento de las espigas. Por el contrario, si el cultivo no logra producir 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. Las deficiencias de agua no sólo reducen el número de granos a través de un menor peso seco de las espigas, sino que además afectan la fertilidad 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 suele ser 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 por granos. Las sequías durante el llenado son frecuentes y, en general, están acompañadas de altas temperaturas, confundiendo los efectos.

La etapa de llenado no parece ser la más crítica para la determinación del rendimiento de trigo. Como se mencionó, el rendimiento de trigo suele estar más frecuentemente limitado por la capacidad de almacenamiento de los destinos que por la fuente disponible para llenar los granos. Sin embargo, deficiencias hídricas durante el llenado del grano pueden llegar a inducir limitaciones de fuente que reduzcan el peso por grano debajo del potencial. En tal caso no solo es de esperar una caída de rendimiento sino también una pérdida en la calidad comercial del grano (menor peso hectolítrico, mayor porcentaje de grano chuzo, menor rendimiento en harina, etc.). La situación será más crítica cuanto mayor sea la capacidad de almacenamiento del cultivo; es decir, cuanto mejor sea la condición de crecimiento hasta el inicio del llenado y peor la condición de crecimiento durante el llenado de los granos.

Limitaciones de nutrientes

Las limitaciones de nutrientes (nitrógeno o fósforo) tienen poco efecto sobre el llenado de los granos afectando el rendimiento principalmente a través del número de granos/m². Baja disponibilidad de nutrientes reduce la interceptación de radiación y su eficiencia de uso, afectando la capacidad fotosintética del cultivo. Si esta situación se mantiene durante el período de crecimiento de las espigas, el número de granos/m² se verá afectado debido a la disminución de la tasa de crecimiento del cultivo. Las deficiencias de nitrógeno no sólo reducen el número de granos a través de un menor peso seco de las espigas, sino que además afectan la fertilidad de las espigas. Para que el rendimiento no resulte limitado, el cultivo deberá absorber, hasta el inicio del período de crecimiento de las espigas, suficiente cantidad de nutriente como para lograr el área foliar que le permita interceptar toda la radiación disponible. Posteriormente, el cultivo deberá absorber suficiente nutriente como para mantener la máxima tasa de crecimiento que permita la radiación disponible. Alta disponibilidad hídrica y de nutrientes desde estados tempranos, pueden favorecer un crecimiento inicial excesivo, el cual no solo no serán ventajosas desde el punto de vista del aprovechamiento de la radiación, sino que pueden predisponer el vuelco del cultivo y el lavado del nitrógeno de los horizontes de suelo explorados por las raíces.

A una disponibilidad de nitrógeno dada, existe una relación inversa entre el porcentaje de nitrógeno (o proteína) del grano y el rendimiento. En ambientes en que el rendimiento se asocia más con el número de granos que con el peso por grano, 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. Sea cual fuere el caso, la relación proteína vs. rendimiento podría modificarse manejando el nitrógeno absorbido por el 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. No obstante, altos porcentajes proteicos elevan los requerimientos de nitrógeno (kg de nitrógeno absorbidos por kg de rendimiento). Así, existe una situación de compromiso entre bajos requerimientos (alta eficiencia de uso de nitrógeno) vs. alta concentración de nitrógeno en el grano. La solución de esta situación de compromiso escapa al ámbito de la fisiología.

Efecto de defoliaciones y enfermedades foliares

Una defoliación (helada, granizo, orugas) o pérdida de área foliar por enfermedades foliares anterior al inicio del llenado de los granos que reduzca la radiación interceptada reducirá el rendimiento a través de un menor número de granos/m². Si la pérdida de área foliar afecta la interceptación de radiación durante el llenado de los granos, se reducirá el peso por grano y la calidad comercial del mismo.

Si bien las hojas son un sitio de almacenaje importante del nitrógeno del cultivo, la información disponible indica que la remoción de hojas (y de nitrógeno) que involucra la defoliación y las enfermedades foliares no reducen el porcentaje de proteína del grano.

Conclusiones

La contribución del crecimiento del cultivo a la producción del rendimiento varía a lo largo del ciclo. La separación del ciclo del cultivo en etapas, siguiendo el crecimiento de las espigas, permite considerar las particularidades de cada una de ellas. Generalmente las limitaciones durante el período de crecimiento de las espigas tienen el mayor efecto sobre el rendimiento, a través de la reducción del número de granos/m², de ahí la importancia de centrar la atención del manejo del cultivo en este período. Sin embargo, se debe tener presente que el período más crítico para la determinación del rendimiento puede variar entre condiciones de manejo, años y localidades.