

The background of the page is a painting of a vast, green field, possibly a vineyard or a large agricultural field, with rows of plants stretching towards a line of trees in the distance. The sky is a clear, light blue. The overall style is that of a classical landscape painting.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DEL CULTIVO

1. INTRODUCCIÓN

El trigo se cultiva desde el comienzo de la agricultura, aunque no se conoce con precisión dónde y cuándo se originó tal y como lo conocemos ahora.

Se cree que el primer trigo cultivado proviene de la región asiática comprendida entre los ríos Éufrates y Tigris, donde hay indicios de su recolección desde el año 15.000 a.C. y, donde existen, además, numerosas gramíneas silvestres emparentadas con el trigo.

Del antiguo Egipto, la semilla de trigo pasó a las civilizaciones Griega y Romana. La diosa griega del pan y de la agricultura se llamaba Deméter, cuyo nombre significa “señora”, por derivación latina se transformó en Ceres y de allí surge la palabra «cereal».

Hasta el siglo XVII no se presentaron grandes avances en los métodos de cultivo y procesamiento del trigo. A finales del siglo XVIII se presentaron algunos desarrollos mecánicos en el proceso de molinería como aventadores, montacargas y métodos modernos para transmisión de fuerza, con lo cual se aumentó la producción de harina. En el siglo XIX aparece el molino de vapor con rodillos o cilindros de hierro que representó un cambio radical en la molienda. El cultivo del trigo fue aumentando a la vez que estos y otros muchos desarrollos tecnológicos que permitieron mejorar el rendimiento de la planta y llegar a diversas regiones del planeta como Norteamérica y Oceanía.

Hoy en día, el trigo es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal en forma de piensos, subproducto de la transformación industrial.

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre



Ilustración 1: Dibujo ilustrativo del trigo.
Fuente: www.bedri.es

2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El trigo es una planta monocotiledónea, pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceas).

2.1. RAÍZ:

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad.

El crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas. El desarrollo de las raíces se considera completo al final del "encañado".

En condiciones de secano la densidad de las raíces, entre los 30-60 cm. de profundidad, es mayor, y en regadío este crecimiento también es mayor debido al mayor desarrollo de las plantas.

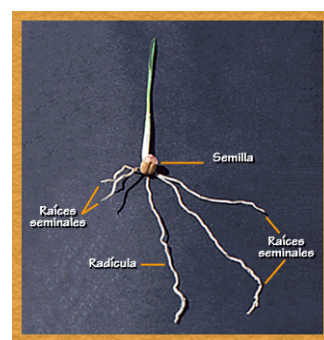


Ilustración 2: Plántula con su sistema primario de raíces compuesto por la radícula y las raíces seminales.

- RADÍCULA Y RAICES SEMINALES

Son las raíces que se desarrollan durante la etapa de germinado. Este sistema primario de raíces deja de crecer cuando las plantas tienen las 3 hojas, perdiendo importancia de forma gradual hasta que termina desapareciendo.

- RAICES PRINCIPALES O CORONARIAS

Se desarrollan inicialmente en el punto de unión del mesocotilo con el coleóptilo. Estas raíces son las que sustentan a las plantas a partir del estado de cuatro hojas.

Las raíces principales son muy numerosas. Se concentran mayoritariamente en los primeros 20 a 30 cm, y normalmente alcanzan una profundidad de aproximadamente 50 cm, aunque en condiciones muy favorables pueden penetrar hasta 1 m.

2.2. TALLO

El tallo del trigo es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior. Su altura puede variar entre 0,5 y 2 metros de altura.

La altura alcanzada por una variedad, junto con la solidez del tallo de la misma, determinan la resistencia al encamado.

Cada tallo tiene 7 u 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud del entrenudo.

- COLEÓPTILO

Es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. En el momento en que el ápice del coleóptilo recibe estímulos lumínicos, aún bajo la superficie del suelo, reanuda su crecimiento, elongando y produciendo la emergencia de las plántulas. Una vez que el coleóptilo emerge aparece la primera hoja.

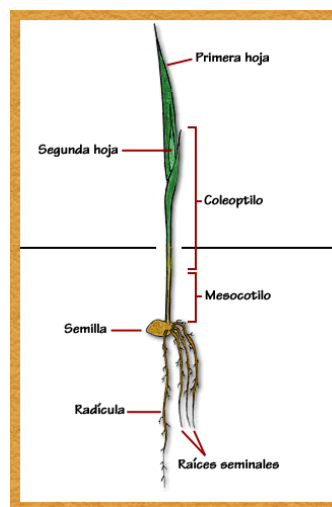


Ilustración3: Plántula emergida mostrando su primera hoja desplegada.

- MESOCOTILO

Es una estructura tubular, de color blanco y semejante a un tallo, que aparece a continuación del coleóptilo, una vez que éste rompe la cubierta seminal. La elongación del mesocotilo, a partir de la semilla, permite dejar a la plántula a una distancia de 1,0 a 2,5 cm de la superficie del suelo. En el extremo del mesocotilo se desarrolla un subnudo, en el cual se ubica el punto de crecimiento; a partir del cual se produce la elongación definitiva del coleóptilo.

- TALLO PRINCIPAL

El tallo principal puede alcanzar una altura entre 0,5 y 2 m, dependiendo fundamentalmente de la variedad elegida, de la fertilidad del suelo y de la fecha de siembra. Su interior es hueco, excepto a nivel de los nudos, tiene forma cilíndrica y termina en una espiga.

El número de entrenudos en el tallo principal varía entre seis y siete, brotando de cada nudo una hoja en forma alterna. Una vez que la planta desarrolla su primer nudo

en el tallo principal, se inicia la etapa de encañado; a partir de esta etapa se va desarrollando la espiga en el extremo apical del tallo.

2.3. HOJAS

Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta, con vaina, lígula y aurículas bien definidas.



Ilustración 4: Plantas en estado de una, dos y tres hojas, respectivamente

Las hojas del trigo se componen básicamente de dos partes: una vaina hendida longitudinalmente, que envuelve una porción del tallo por encima del nudo, y una lámina relativamente larga y angosta.

Después de la emergencia las primeras dos hojas aparecen en forma relativamente rápida. Las hojas siguientes van aumentando en tamaño, siendo las de la parte media y alta de cada tallo las más anchas (2 a 3 cm) y las de mayor longitud.

En la base de cada lámina se presentan dos apéndices conocidos con el nombre de aurículas; estos apéndices se proyectan como prolongaciones de la lámina, a través de un plano horizontal imaginario, circundando el tallo. La presencia o ausencia de aurículas y el tamaño de ellas, son características fundamentales para lograr diferenciar las distintas especies de cereales durante los estados vegetativos. El trigo tiene unas aurículas cortas que se entrecruzan ligeramente.

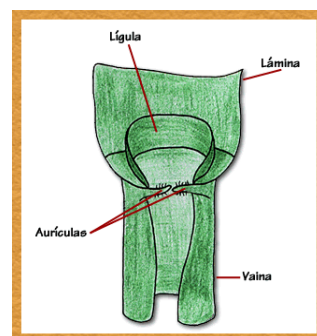


Ilustración 5: Componentes de una hoja de trigo

Entre la lámina y la porción envainadora de la hoja aparece la lígula, que corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; su forma y tamaño también son útiles para diferenciar las especies de cereales durante los estados vegetativos.

2.4. INFLORESCENCIA

Las inflorescencias, que corresponden a espigas, están compuestas por 15 a 25 espiguillas; éstas son sésiles y se presentan dispuestas en torno a un raquis.

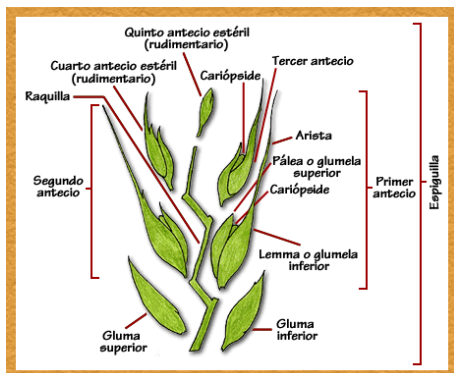


Ilustración 6: Componentes de una sección del raquis de una espiguilla de trigo

Cada espiguilla presenta externamente dos brácteas denominadas glumas y contiene tres a cinco antecios dispuestos sobre una raquilla. Cada uno de los antecios se compone de una lemma o glumela inferior, de una pálea o glumela superior y de una flor. Normalmente uno a dos antecios son estériles, generándose un máximo de dos a tres flores fértiles en cada espiguilla. En algunos cultivares las lemmas se prolongan en forma de arista, originándose espigas barbadas.

2.5. FLOR

Cada flor está compuesta por tres estambres y por dos estigmas plumosos que nacen directamente del ovario; en la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes llamadas lodículas o glumélulas; todas las estructuras de la flor se encuentran protegidas por dos brácteas: lemma, la más externa y pálea, la más interna. La flor, que presenta autopolinización, proyecta sus estambres al exterior del antecio una vez que ha ocurrido la antesis.

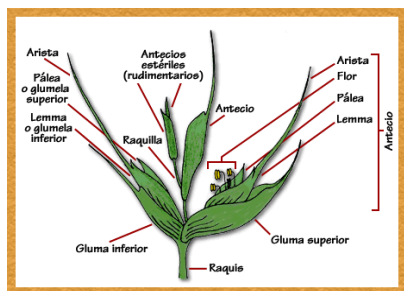


Ilustración 9: Sección de una espiguilla de trigo en la que se muestra el acercamiento de una flor al interior de un antecio



Ilustración 8: Detalle de una espiguilla de trigo compuesta por cinco antecios

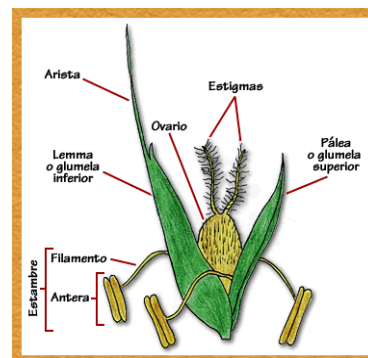


Ilustración 7: Componentes de la flor de trigo

2.6. SEMILLAS

La semilla de trigo es parte de un fruto llamado cariósipide, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la testa, están estrechamente unidas siendo inseparables. El fruto es de carácter indehiscente y contiene una sola semilla.

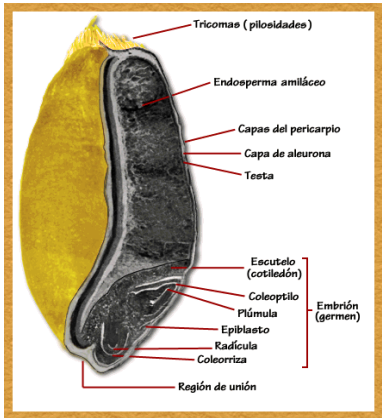


Ilustración 10: Cariósipide de trigo y sus estructuras

La forma de la semilla es ovoide, algo aplastada en un extremo y provista de pilosidades cortas en el otro, siendo acanalada en toda su longitud. En la extremidad no aguzada se aloja el embrión o germen, el cual está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón. Las hojas embrionarias, cuyo conjunto recibe el nombre de plúmula, están cubiertas por el coleóptilo. La radícula, por su parte, está envuelta por otra estructura llamada coleorriza. El escutelo, que constituye una parte relativamente grande del embrión, se encuentra en estrecho contacto con el endospermo amiláceo; este último, que ocupa la mayor parte de la semilla, corresponde a la fuente de obtención de harina.

Tabla1: Composición promedio de un cariósipide de trigo perteneciente a la especie *Triticum aestivum* L..

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	12,0 - 14,0
Carbohidratos	65,0 - 70,0
Proteína	13,0 - 15,0
Grasa	1,5 - 2,5
Fibra	2,0 - 2,5
Ceniza	1,5 - 2,0

3. EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO

Hoy en día el trigo es la planta más cultivada en el mundo, debido a su amplia adaptación es cosechado a lo largo de todo el año.

Se cultiva entre los 30° y los 60° de latitud Norte y entre los 25° y 40° de latitud Sur, siendo el área de producción más importante la zona templada del hemisferio Norte. Es intensamente cultivado en climas esteparios (EEUU, Canadá, Australia y URSS), aunque también crece bien en zonas de climas fresco y húmedo en la estación de crecimiento y de un período seco y cálido en la época de maduración, también crece en climas desérticos, bajo régimen de regadío, en climas mediterráneos, clima subtropical argentino y en climas húmedos continentales de veranos frescos como Europa y EEUU, donde produce altos rendimientos. Por el contrario, se adapta con dificultad a climas cálidos permanentes.

Podemos englobarlo en trigos de invierno y de primavera; siendo los primeros cultivados en áreas de inviernos benignos con un período de vernalización para que se dé la floración, y los trigos de primavera que carecen de vernalización.

El trigo es un cultivo de estación fría, crece a temperaturas superiores a 3-4 °C, su temperatura óptima son los 25°C y la máxima que soporta son 30-32°C.

Se estima un consumo hídrico de entre 450 y 550 mm; expresado por la cantidad de agua consumida por cada Kg de materia seca producida. Es producido en zonas con una pluviometría comprendida entre 200 y 1750 mm, aunque la mayor superficie cultivada se encuentra en zonas con una pluviometría en torno a 375 – 875 mm. Debemos de tener en cuenta que la pluviometría total no es lo importante, lo que sí lo es, es la distribución de la lluvia a lo largo del ciclo de la planta, que hace variar sustancialmente el rendimiento obtenido en función de la época y la cantidad de la lluvia, ya que tanto la carencia como el exceso puede perjudicarnos severamente según el período de crecimiento en el que se produzca, pudiendo disminuir el número de espigas/planta, el número de granos/espiga, el peso del grano...

El trigo es cultivado en una amplia gama de suelos, desde el nivel del mar hasta elevaciones de 3000 m.

Aunque el trigo suele crecer en terrenos pobres, prefiere los terrenos ricos. La mejor tierra para su desarrollo es la suelta, provista de un buen drenaje que evite la aparición de hongos, por ello hay que evitar los terrenos en los que se produzca estancamiento de agua, pero tampoco son buenos aquellos demasiado compactos que impidan el crecimiento de las raíces. No soporta los terrenos arenosos o demasiado sueltos, ni tampoco los que tienen una acidez elevada. La tierra ideal es neutra o alcalina, con un pH situado entre 5,5 y 7. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos arcillo-limosos o arcillosos, provistos de calcio, con buen poder absorbente y no aireados excesivamente. El trigo presenta una tolerancia moderada a la salinidad.

El rendimiento es afectado cuando la conductividad eléctrica del extracto de saturación es superior a 6 mmhos/cm.

Los nutrientes que más necesita son nitrógeno, necesario para la formación de proteínas, fósforo, requerido para un buen crecimiento de la planta, potasio fundamental en el intercambio de gases en los estomas, además de que influye en el llenado de los granos (si no hay potasio el llenado es menor), y a veces azufre, magnesio y calcio.

La planta es particularmente sensible en la germinación y en el estado de plántula.

4. ESTUDIO DE LA FENOLOGÍA DE LAS DISTINTAS VARIEDADES

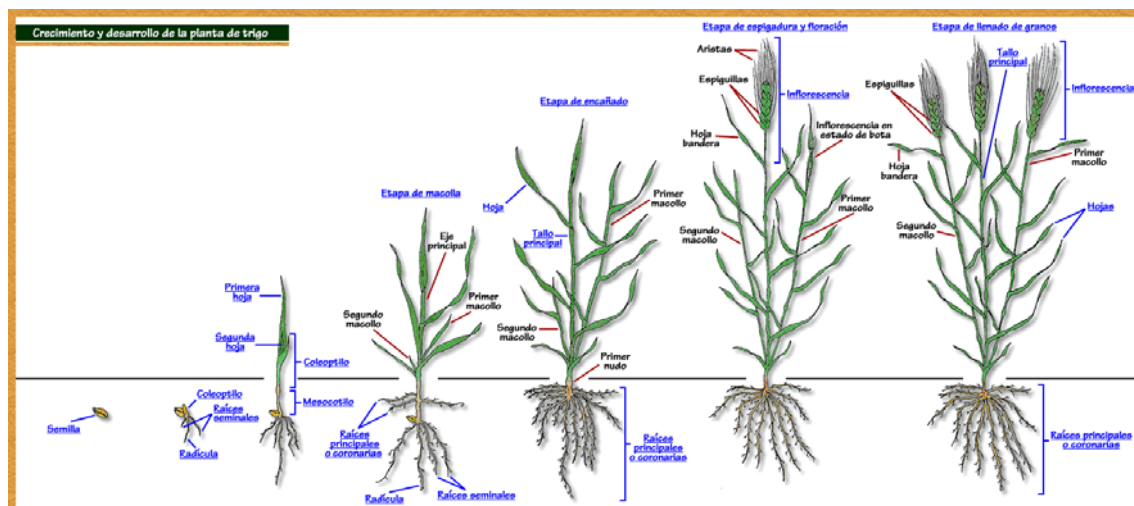


Ilustración 11: Estados fenológicos de los cereales.

En el ciclo vegetativo de los cereales se distinguen tres períodos diferentes:

- Período vegetativo o de formación de hojas, que transcurre desde la germinación de la semilla hasta el comienzo del encañado.
- Período de reproducción o de formación de tallos, que va desde el encañado hasta la terminación de espigado.
- Período de formación o maduración del grano: que transcurre desde el final del espigado hasta el momento de la cosecha.

Todos éstos períodos están caracterizados por distintos estados precisos y bien definidos sobre la planta, y están descritos en diferentes tablas o escalas fenológicas, que utilizan como base de diferenciación entre los diferentes estados. Estas tablas o escalas servirán para la realización del calendario de la edad anatómica y fisiológica de la planta, y que servirá como referencia para la realización de observaciones o posibles intervenciones en el cultivo. Las observaciones deben realizarse siempre en el tallo principal, siendo los principales estados observables los siguientes:

4.1. ETAPA DE MACOLLA O FASE DE AHIJAMIENTO

A partir de las yemas axilares, ubicadas en los subnudos del eje principal, se producen brotes secundarios llamados hijuelos; éstos inician su aparición cuando las plantas presentan entre dos y tres hojas.

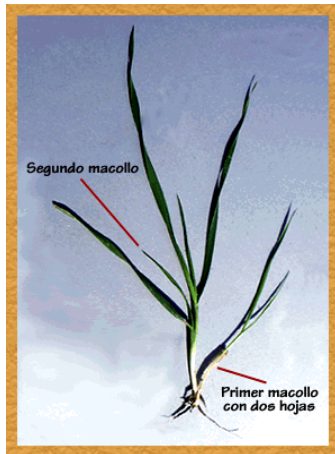


Ilustración 12: Planta en plena etapa de macolla

Desde el eje principal, dependiendo de las condiciones de cultivo, pueden originarse varios hijuelos; éstos, después de desplegar las primeras hojas, generan su propio sistema de raíces adventicias. Los hijuelos están permanentemente unidos a la planta que los origina pero son independientes nutricionalmente.

El número total de hijuelos por planta varía entre uno y cinco, de los cuales solo uno o dos serán productivos.

4.2. ETAPA DE ENCAÑADO

El desarrollo de la caña o etapa de encañado comienza cuando aparece una pequeña protuberancia que circunda al eje principal en la parte subterránea. Dicha protuberancia, que en un principio sólo es detectable palpando el tallo con la yema de los dedos, corresponde que será el primer nudo aéreo.

Los siguientes nudos van apareciendo en una sucesión relativamente rápida, lo que permite que se vaya produciendo la elongación de los tallos.

A medida que las plantas van elongando sus tallos, las espigas, que están en su interior, van aumentando progresivamente de tamaño.

Durante la etapa de encañado todavía pueden generarse hijuelos pero éstos no son productivos.

La etapa de encañado finaliza cuando el último nudo en la parte alta de la planta, que corresponde al primero que aparece sobre el suelo, da paso a la espiga a través de la vaina de la hoja bandera u hoja superior.

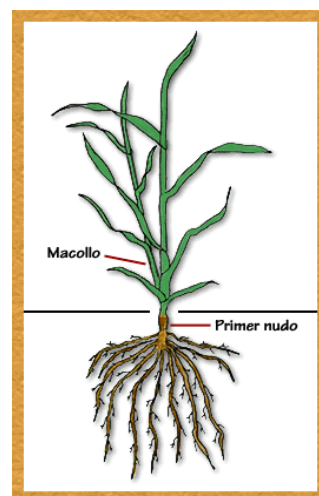


Ilustración 13: Inicio de la etapa de encañado.



Ilustración 14: Acercamiento de una espiga que se está desarrollando en la parte apical de un tallo.

4.3. ETAPA DE ESPIGADO Y ETAPA DE FLORACION

La espiga comienza a aparecer a través de la vaina de la hoja bandera u hoja superior; esta etapa se denomina comúnmente espigado o estado de zurrón.

Una vez que la espiga está completamente formada en el extremo del tallo, se considera finalizada la etapa de espigado. Sólo a partir de ese momento y de forma relativamente rápida, comienza la floración, fase que dura entre 1 y 2 semanas.

La etapa de floración se considera terminada cuando todos los estambres de una espiga se hacen visibles.



Ilustración 15: Espiga asomando a través de la vaina de la hoja bandera (espigado o estado de zurrón).



Ilustración 18: Espiga iniciando la floración en su parte central



Ilustración 19: Espigas en floración.

4.4. ETAPA DE LLENADO DE GRANOS O ETAPA DE MADURACIÓN



Ilustración 16: Secuencia de la etapa de llenado de granos:

- a) Un cuarto de grano (estado acuoso).
- b) Medio grano (estado acuoso).
- c) Grano verde (estado lechoso).
- d) Grano verde limón (estado de masa blanda).
- e) Grano verde amarillo (estado de masa blanda).
- f) Grano amarillo en madurez fisiológica (estado de masa dura).

La etapa de llenado de granos, se extiende desde que ocurre la fecundación hasta el momento en que se alcanza la madurez fisiológica, con aproximadamente 35% de humedad en los granos.

Los granos inicialmente presentan un contenido acuoso; posteriormente, al ir madurando, pasan sucesivamente por los siguientes estados: lechoso, masa blanda, masa dura (madurez fisiológica), grano duro y madurez de cosecha. La duración de la etapa de llenado de granos presenta, en general, una correlación positiva con el rendimiento.

Durante toda la etapa de llenado de granos, es fundamental, que tanto la espiga como las dos hojas superiores, permanezcan completamente sanas; debido a que tienen una importancia decisiva en el tamaño de los granos y en el rendimiento final de las plantas.

Poco antes de la madurez fisiológica, las hojas comienzan a secarse; por lo tanto, el hecho que las espigas permanezcan verdes durante más tiempo, resulta clave en el completo llenado de los granos. Por otra parte, el suministro hídrico y la fertilización son también factores muy importantes para lograr el óptimo llenado de los granos.

Las espigas, al acercarse a la madurez fisiológica, adquieren un color verde amarillento. Posteriormente, y en forma bastante rápida, las espigas y sus granos cambian a un color amarillo, pero aún mantienen altos porcentajes de humedad. De ahí en adelante los granos van perdiendo humedad hasta alcanzar la madurez de cosecha.



Ilustración 17: Etapas de madurez de los granos a partir del estado lechoso, considerando el color, la dureza y el contenido interno.