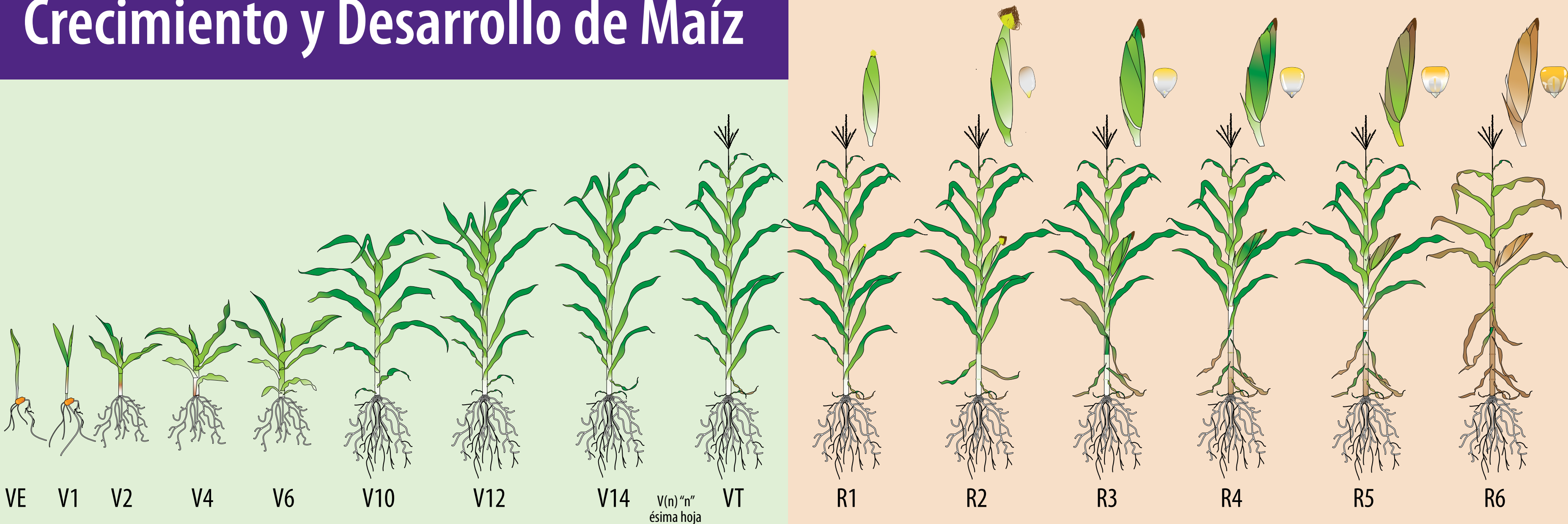


# Crecimiento y Desarrollo de Maíz



## Vegetativo

## Reproductivo

### Crecimiento y Desarrollo de Maíz

**VE – Emergencia**  
La emergencia ocurre cuando la primera hoja, llamada hoja cotiledonar aparecen sobre la superficie del suelo. La semilla absorbe agua (aproximadamente un 30% de su peso) y oxígeno para la germinación. La radícula emerge rápidamente cerca de la punta del grano, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura del suelo. El coleoptilo emerge del lado del embrión del grano y es empujado hacia la superficie del suelo por la elongación del mesocotilo. El mesocotilo encierra las hojas de la plúmula, el cual se abre a medida que esta estructura se acerca a la superficie del suelo.

**Manejo**  
Las temperaturas ideales de suelo (+12°C) y las condiciones de humedad promueven una rápida emergencia (5-7 días). Apropia profundidad de siembra (2.5-5 cm) es crítica para una óptima emergencia. Frío, sequía y siembra profunda pueden retrasar la emergencia por varios días.

**V1 – Una hoja**  
Una hoja con lígula visible (estructura que se encuentra en la base de la hoja). La punta de la primera hoja en maíz es redondeada. Desde este momento hasta floración (R1), los estadios vegetativos son definidos por el número de hojas con lígula visible localizada en la parte superior de la planta. El punto de crecimiento se encuentra por debajo de la superficie hasta la última parte del estadio V5 (cinco hojas).

**Manejo**  
Monitorear emergencia (ej: 30 plantas en 5.3 mts con espaciamiento de 76 cm = 75000 pl/ha), malezas, insectos, enfermedades y otros problemas en la producción del cultivo.

**V2 – Dos hojas**  
Raíces nodales comienzan a emerger debajo del suelo. Las raíces seminales comienzan a senescer. La probabilidad de que heladas dañen las plántulas es baja, excepto por condiciones de frío extremo o siembras poco profundas.

**V4 – Cuatro hojas**  
Las raíces nodales son dominantes ocupando mayor volumen en el suelo que las raíces seminales. Las hojas aún siguen desarrollándose en el meristemo apical (crecimiento primario de la planta).

**V6 – Seis hojas**  
Seis hojas con lígula visible. La primera hoja con punta redondeada senesció; se debe considerar este punto al realizar el conteo de las hojas. El punto de crecimiento emerge sobre la superficie del suelo. Todas las partes de la planta han iniciado su crecimiento. En algún momento entre V6 y V10 es determinado el número potencial (máximo) de hileras en la espiga. El número potencial de hileras es afectado por factores genéticos y ambientales, el cual es reducido por condiciones de estrés. La planta incrementa su altura debido a la elongación del tallo; las raíces nodales son establecidas en los nudos inferiores, ubicados bajo la superficie del suelo.

**Manejo**  
Monitorear malezas, insectos y enfermedades. La absorción de nutrientes comienza a acelerarse durante este estadio. Aplicaciones sucesivas de nutrientes para equilibrar la demanda mejora la eficiencia de uso de nutrientes, particularmente en los nutrientes móviles como el nitrógeno.

**V10 – Diez Hojas**  
Las raíces adventicias (o de anclaje) comienzan a desarrollarse en los nudos localizados en la parte inferior de la planta. Hasta este momento, la tasa de desarrollo foliar es de una hoja cada 2 o 3 días.

**Manejo**  
Alta demanda de nutrientes (Potasio>Nitrógeno>Fósforo = K>N>P) y agua (6.3 mm/día). Altas temperaturas, sequía y deficiencias nutricionales afectarán el número potencial de granos y el tamaño de la espiga. Monitorear el vuelco de plantas y enfermedades (ej: roya, mancha marrón). El control de malezas en esta etapa es crítico ya que el maíz no tolera la competencia temprana por agua, nutrientes y radiación solar.

**V14 – Catorce hojas**  
Crecimiento rápido. Esta etapa ocurre aproximadamente dos semanas antes de floración. Se caracteriza por una alta sensibilidad a estrés térmico e hídrico. Cuatro a seis hojas se expandirán desde este estadio hasta VT (panojado).

**Manejo**  
Monitorear volcado de plantas, quebrado de tallos (que suele ocurrir entre los estadios V10 y VT) y enfermedades (Ej: roya y mancha marrón). Espigas anormales pueden aparecer y podrán ser fácilmente reconocidas desde este momento hasta floración.

**VT – Panojado**  
El número potencial de granos por hilera es definido. El número final de granos (número de óvulos) y el tamaño potencial de espiga están siendo definidos. La última rama de la panoja es visible en el extremo de la planta. Los estigmas en la espiga pueden o no haber emergido. La planta se encuentra cerca de alcanzar su máxima altura.

**Manejo**  
La demanda de nutrientes (K>N>P) y agua (7.6 mm/día) por el cultivo se aproxima al máximo. Altas temperaturas y sequía afectarán el número potencial de granos. Monitorear insectos (Ej: áfidos, orugas cortadoras, orugas en espigas/mazorca, cogolleros, isoca de la espiga) y enfermedades (Ej: roya del sur, tizón del norte y mancha gris). La defoliación total afectará severamente el rendimiento final.

**R1 – Floración**  
La floración ocurre cuando un estigma es visible fuera de las hojas que cubren la espiga ("chaldas"). Los primeros estigmas en emerger son los que están asociados a granos potenciales en la base de la espiga. Los estigmas permanecen activos hasta ser polinizados. El polen cae desde la panoja hasta los estigmas, fertilizando el óvulo para producir un embrión. El número potencial de granos es determinado. La planta alcanza su máxima altura. Posterior a la fecundación, se produce la división celular en el embrión.

**Manejo**  
Máxima demanda de nutrientes (la acumulación de N y P está todavía en progreso, la acumulación de K está casi completa) y agua (7.6 mm/día). Altas temperaturas y sequía afectarán la polinización y el número final de granos. La defoliación producida por granizo u otros factores, como insectos, producirán una importante pérdida en el rendimiento.

**R2 – Ampolla**  
Los estigmas se oscurecen y comienzan a secarse (aproximadamente 12 días después de floración). Los granos son blancos, similares a una ampolla y contienen un fluido claro. Los granos contienen cerca de 85% de humedad. El embrión se desarrolla en cada grano. La división celular está completa y comienza el llenado de grano.

**Manejo**  
Condiciones de estrés pueden reducir el rendimiento potencial, a través de la reducción del número final de granos (proceso de aborto).

**R3 – Grano lechoso**  
Los estigmas se secan (aproximadamente 20 días después de floración). Los granos son amarillos y contienen un fluido lechoso que puede ser extraído de los granos al presionarlos entre los dedos. Este fluido es el resultado de la acumulación de almidón.

**Manejo**  
Condiciones de estrés aún podrían causar aborto de granos, principalmente en la punta de la espiga.

**R4 – Grano pastoso**  
El almidón acumulado en los granos adquiere una consistencia pastosa (aproximadamente 26-30 días después de floración). Ocurre una rápida acumulación de almidón y nutrientes, los granos poseen un 70% de humedad y comienzan a densarse en su extremo superior. El material extraído de los granos al ser presionados es de consistencia pastosa.

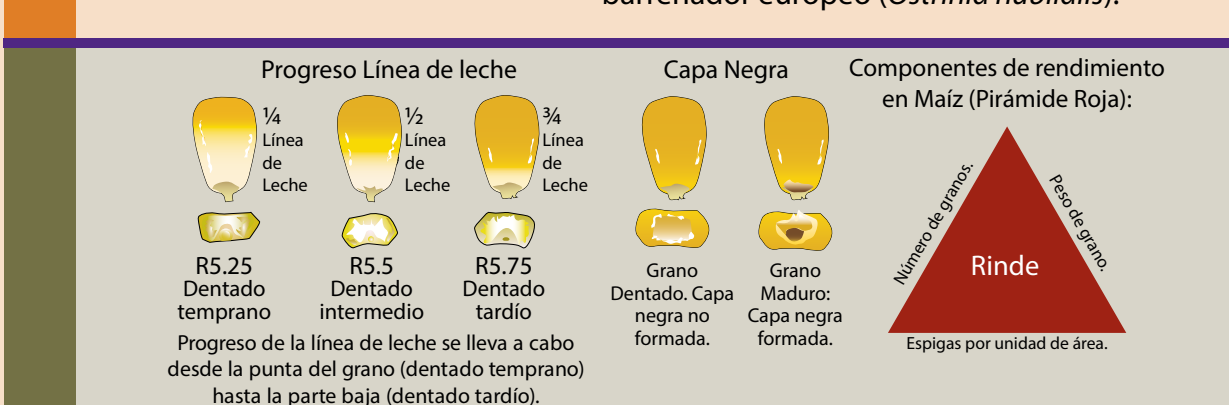
**Manejo**  
Condiciones de estrés pueden ocasionar llenado incompleto de los granos, granos vanos y/o de peso liviano. El impacto de heladas en la calidad de los granos puede ser severa en este estadio (25 a 40% de pérdida de rendimiento desde una ligera hasta una fuerte helada, respectivamente).

**R5 – Grano dentado**  
La mayoría de los granos están dentados. La humedad de los granos se ha reducido a un 55% (38-42 días después de floración) mientras que el contenido de almidón ha aumentado.

**Manejo**  
El estrés puede reducir el peso de grano. Se acerca el tiempo de cosecha para ensilaje (alrededor de 50% línea de leche).

**R6 – Madurez Fisiológica**  
Una capa negra se forma en la base del grano, impidiendo el movimiento de materia seca y nutrientes desde la planta hacia los destinos (50-60 días después de floración). Los granos alcanzan su máximo peso (30-35% humedad) y se encuentran fisiológicamente maduros.

**Manejo**  
El grano no está listo para almacenamiento seguro. Heladas o cualquier otro estrés producto de factores bióticos o abióticos no afectará el rendimiento una vez pasado este estadio. Volcado por enfermedad, daño por insectos o granizo pueden resultar en una merma física del rendimiento. La cosecha puede tener lugar, pero se recomienda una humedad del 14.5% para almacenar el grano a largo plazo. Se recomienda monitoreo de caída de espiga debido a daños causados por el barrenador europeo (*Ostrinia nubilalis*).



**Componentes del rendimiento y estadios críticos para la definición de rendimientos en producción de maíz.**

Estadio	Componentes de rendimiento	
	Potencial	Actual
VE	Espigas/Área	—
V6	Número de hileras/espiga	Fábrica <sup>1</sup>
V12	—	Número de hileras/Espiga
V18	Granos/Hilera	—
R1 <sup>1,2</sup>	Peso de grano/Área	Número de granos (R1-R5)
R6	—	Peso de granos

<sup>1</sup>Peso potencial de los granos = determinado cuando la división celular toma lugar en el endosperma, 7 a 10 días después de la polinización (R1-R2 de la fase "lag" del modelo sigmoidal de la curva de crecimiento).

<sup>2</sup>R1: Número potencial de óvulos y granos, si no hay un estrés que afecte la polinización y el número final de granos desarrollados.

<sup>3</sup>Fábrica: Después de la iniciación de la panoja en V5, todas las partes de la planta de maíz están desarrolladas para facilitar el desarrollo de la espiga y sus granos.

**Estadios de crecimiento, contenido de humedad, y progreso de materia seca total durante el periodo reproductivo del cultivo de maíz.<sup>1</sup>**

Estadio R	% Humedad	Materia Seca (% del total de Peso Seco)	Promedio por sub estadio	
			Grados días, °C	Días
5.0	60	45	24	3
5.25 (¼ línea de leche)	52	65	49	6
5.5 (½ línea de leche)	40	90	79	10
5.75 (¾ línea de leche)	37	97	96	14
6.0 (madurez fisiológica)	35	100	—	—

<sup>1</sup>Abendroth, L.J., R.W. Elmore, M.J. Boyer, and S. K. Marlay. 2011. *Corn Growth and Development*. PMR 1009. Iowa State Univ. Extension. Ames Iowa.

**Ignacio A. Ciampitti**, Crop Production and Cropping Systems Specialist, Department of Agronomy, Kansas State University. [ciampitti@ksu.edu](mailto:ciampitti@ksu.edu), [TWITTER @KSUCROPS](https://twitter.com/ksucrops)

**Roger W. Elmore**, Cropping Systems Agronomist, Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska-Lincoln. [roger.elmore@unl.edu](mailto:roger.elmore@unl.edu), [TWITTER @RogerElmore](https://twitter.com/RogerElmore)

**Joe Lauer**, Corn Specialist, Department of Agronomy, University of Wisconsin. [jlauer@wisc.edu](mailto:jlauer@wisc.edu), [TWITTER @WiscCorn](https://twitter.com/WiscCorn)

**K-STATE** Research and Extension | **KANSAS CORN COMMISSION** | **U.S. GRAINS COUNCIL**

**WISCONSIN** UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON | **Nebraska** UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN

Based on information from *How a Corn Plant Develops*, Special Report No. 48, 1986 and *Corn Growth and Development*, PMR 1009, 2011. Iowa State University Extension.

Reviewers: J. Coulter, University of Minnesota and D. Fjell, Kansas State University.

Translation: Osler A. Ortiz, Juan Ignacio Di Salvo, and Gloria W. Burgert, Kansas State University.

Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service  
K-State Research and Extension is an equal opportunity provider and employer. Issued in furtherance of Cooperative Extension Work, Acts of May 8 and June 30, 1914, as amended. Kansas State University, County Extension Councils, Extension Districts, and United States Department of Agriculture Cooperating. October 2016 | MF3305