

Propuesta para la evaluación fenológica del cultivo de maíz en Venezuela

Pedro Monasterio¹
Lorenzo Velásquez²
Gleenys Alejos¹
Luís Lugo³
Waner Maturet⁴
Jacinto Tablante⁴
Luís Rodríguez⁴
Daniel Araujo⁵

¹Investigadores. ⁴Técnicos Asociados a la Investigación. INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Yaracuy.

²Investigadores. ⁵Técnico Asociado a la Investigación. INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Portuguesa.

³Investigador. INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Guárico. Correo electrónico: pmonasterio@inia.gob.ve

La producción de maíz en Venezuela presenta múltiples problemas derivados de la siembra en zonas agroecológicas, con marcadas diferencias en cuanto a las características físicas y químicas de los suelos, regímenes pluviométricos y altitud, entre otros factores climáticos, los cuales influyen en los rendimientos (Cabrera y García 1999). El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C y días soleados con poca nubosidad para que se produzca la germinación en la semilla, temperaturas menores 8°C anulan la germinación, sin embargo, para la fructificación se requieren temperaturas mayores a 20°C.

Las necesidades de agua del cultivo también varían a lo largo de todo el ciclo vegetativo, pero es necesario mantener una humedad constante en la zona radical, especialmente en los momentos críticos que son floración y llenado de grano (Monasterio *et al.* 2008). La necesidad hídrica durante el ciclo es de aproximadamente 700 a 850 milímetros de agua bien distribuidos. Es recomendable en las zonas que siembran con riego, aplicar uno o dos riegos antes y durante la fase de floración, porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de granos en la mazorca. En este sentido, Cabrera (2005) hace énfasis en que el maíz es uno de los cultivos de mayor riesgo de los sembrados en Venezuela, porque su éxito depende del comportamiento de las condiciones climáticas, principalmente de la intensidad y distribución de la precipitación. Estas variaciones producen cambios y estímulos fisiológicos que modifican la apariencia de las plantas, de acuerdo con ciertos ritmos periódicos, llamados fases de desarrollo o fases fenológicas y son llamadas observaciones fenológicas.

Asimismo, Azkue (2000) indicó que el ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, es decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas, pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico. Por lo que cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas, las cuales permiten referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado. Este artículo permite aportar información a los productores, sobre la base de la combinación de diferentes tablas fenológicas internacionales aplicadas al ciclo productivo del maíz, con el fin de contribuir al mejoramiento de la producción y sostenibilidad del ambiente, de la misma forma, la propuesta se fortaleció con el aporte de la experiencia de los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Portuguesa, Guárico y Yaracuy en el desarrollo del cultivo maíz, conjuntamente con los investigadores en manejo climático, para combinar los dos aspectos fundamentales en la siembra y desarrollo del cultivo de maíz.

Desarrollo del cultivo maíz en función de la propuesta fenológica

Es necesario destacar algunos conceptos para poder hacer el seguimiento más fácil de la propuesta fenológica, para lo cual vamos a definir de forma sencilla cada término que aparece en la tabla propuesta.

Etapas del cultivo

Cada etapa de crecimiento esta conformada por un conjunto de fases, mínima de dos, que conforma el

ciclo del cultivo. En el maíz existen dos etapas básicas y fácilmente observables y medibles que son:

- Etapa vegetativa que va desde la germinación hasta que aparece la hoja bandera y termina el crecimiento del tallo, destacándose el embuchamiento de la flor masculina (Espiga)
- Etapa reproductiva, que comprende las fases de floración desde que aparece la flor masculina (Espiga) hasta la aparición de las barbas (Estigma) que es la floración femenina. Esta fase termina con la maduración del polen, que al unirse con las barbas produce la polinización (cambio de color de las barbas o estigmas) y termina con la maduración del grano para su aprovechamiento por el productor.



Floración (apertura y liberación de polen maduro)



Desarrollo vegetativo de la planta de maíz



Cambio de color de las barbas o estigmas

Fases: la aparición, transformación, crecimiento o desaparición de un órgano en el ciclo de una planta se llama fase, la germinación en maíz, el cambio de color de las barbas al ser polinizadas, aparición de la espiga, madurez del polen, nacimiento de una hoja son todas fases fenológicas en el ciclo de desarrollo de la planta de maíz y pueden ser visibles fácilmente.

Subfases: son los diferentes cambios que sufre un órgano de la planta específico, por ejemplo: la mazorca, tiene tres subfases que son: grano en ampolla, grano pastoso (Jojoto) y grano maduro. Se identifican fácilmente al abrir la mazorca o al

observar la barba quemada y cobertura de la mazorca verde (Fase de Jojoto), pero si la cobertura se observa de un color dorado o seco, entonces el grano esta maduro. También en algunas variedades o híbridos la mazorca cuelga del tallo, con la punta hacia el piso o raíz de la planta, llamada comúnmente lagrimeo.

Escala de evaluación

Todas las fases que forman el ciclo de cultivo tienen tres momentos básicos, los cuales son: inicio (menor a 10%); plenitud (entre 50 y 75%) y final (mayor a 76%) todas expresadas en porcentaje (%); es decir, al contar 10 plantas en una hilera escogida al azar, el porcentaje se determina de la manera siguiente: si una planta estaba floreada de las 10 plantas de la hilera contada, la fase de floración esta en el estado de inicio, con un valor de 10% y así sucesivamente. Otro ejemplo, si en la hilera contada, seis planta están con flores, entonces el porcentaje es de 60% y como el porcentaje de la fase es mayor de 50%, pero menor de 75%, entonces la fase esta en plenitud, es decir, en su mayor expresión. Si el número de plantas con flores fue de ocho en la hilera, esto representa un valor de 80%, como es mayor a 75%, entonces la fase esta en la condición de final. Todas las fases y subfases se evalúan de la misma manera.

Fase de germinación (1): la plántula emerge a los cuatro o cinco días después de la siembra, se observa la aparición de una punta blanca llamada comúnmente clavo y técnicamente coleótilo en la superficie del suelo. Es importante anotar la fecha de aparición del clavo, porque desde ese momento comienza el ciclo vegetativo y termina la fase de germinación. Asimismo, los cuidados más importantes son: control biológico o químico del gusano medidor, barredor cogollero y bachacos, siempre usando el manejo integrado de plagas para resguardar el ambiente y no usar excesivos plaguicidas.

Fase de emergencia de hojas (2): comprende la formación de todas las hojas de la planta, las cuales desarrollan dos hojas por semana, hasta que la planta comienza la diferenciación de la punta del tallo y desarrolla el nudo donde comienza a crecer la panícula o floración masculina. Este espacio de tiempo lo forman la fase de emergencia

de la plúmula y desarrollo de hojas. normalmente la planta desarrolla dos hojas por semana para un total de 16 hojas en los cultivares modernos, contando el tiempo desde la germinación, hasta la diferenciación de tallo (desarrollo de la panícula). En esta fase es donde se deben aplicar las dosis de abono. El abono inicial cuando la planta haya desarrollado dos hojas y el reabono con urea, cuando haya desarrollado entre seis y ocho hojas. Si la siembra se hizo abonada, es decir, al momento de la siembra, el reabono se puede aplicar más temprano, alrededor de los 20 a 25 días después de germinado. Es importante que los cálculos de las dosis de abono sean realizados en función del análisis de suelo realizado en la parcela.

Fase de elongación del tallo (2): durante esta fase el tallo se desarrolla totalmente, apreciándose la distancia entre los nudos que lo forman. Comenzando desde el tercer par de hojas hasta la hoja bandera, antes del inicio de la floración. Dentro de esta fase esta la subfase aparición de raíces adventicias (1): que consiste en la aparición en los nudos inferiores de raíces (verticilos radicales), los cuales penetran en el suelo y sirven de sostén a la planta. En este momento la floración masculina (espiga) ha surgido de la hoja bandera y la planta ha alcanzado su altura definitiva. Es importante que exista en el suelo agua disponible y de ser posible aplicar riego, ya que es el momento más crítico de la planta y es donde el rendimiento se ve afectado sensiblemente, si hay déficit de agua en el suelo

Fase de floración (3): en esta fase ha concluido el crecimiento vegetativo y se determina por la subfase emergencia de la panícula (embuchamiento), se observa fácilmente la hoja bandera y la planta se prepara para floración femenina 60 días después de la emergencia y presenta las subfases: Emergencia de la panícula o floración masculina desde el centro de la hoja bandera (2) y la apertura y liberación del polen maduro, esta subfase se aprecia fácilmente, porque al mover la planta cae una especie de polvillo de color crema o amarillo sobre las hojas. También se observa colocado sobre las barbas, dando así comienzo a la fase de maduración con la polinización de la mazorca. El problema más grave que se puede presentar es la falta de agua disponible para la planta, el estrés hídrico afecta significativamente la polinización y el resto de la fase de maduración

Fase de madurez (6): esta fase está comprendida por cuatro subfases explican las condiciones del grano, las cuales van desde su desarrollo embrionario. Estas son las subfases de polinización (3), llenado de grano (4), madurez de grano (5) y secado de grano (6). Las barbas son receptivas al polen que fertiliza el óvulo, dando inicio al desarrollo y producción del grano. El cambio de color de las barbas es indicativo que en el grano comienza el proceso de llenado. El grano pasa por tres pasos:

grano en ampolla, 12 días después de la emergencia de las barbas; grano en estado pastoso jojoto, 24 días después de la emergencia de las barbas y madurez fisiológica, 60 días después de la aparición de las barbas. En algunos cultivares la mazorca cuelga del tallo (lagrimeo) y cambia el color de la cobertura (seco), en otros se produce un secado de la planta, aunque también existen cultivares que mantienen la planta verde después de la madurez fisiológica del grano

Tabla propuesta para la evaluación fenológica del maíz en Venezuela

Fase o nombre	Subfase	Tiempo de observación	Comienzo de la Fase	Escala de evaluación en el campo
Germinación (1)		A partir del cuarto día después de la siembra	Aparición del coleóptilo en la superficie del suelo	Conteo de plantas en 10 metros lineales en cuatro puntos de la parcela.
Emergencia y desarrollo de hojas (2)		A partir del quinto día en condiciones normales de humedad	Aparición de dos hojas expandidas.	Inicio: menor o igual 10%. Plenitud: 50% ≤ 75%. Final: mayor a 75%
Elongación del Tallo (3)		Visitas semanales	Alargamiento de la distancia entre nudos y aparición del tercer par de hojas expandidas.	Conteo de plantas en 10 metros lineales en cuatro puntos de la parcela.
	Aparición de raíces adventicias (01)	Visitas semanales	Aparición de las raíces de sostén y el par 12 de hojas expandidas.	Inicio: menor o igual a 10%. Plenitud: 50% ≤ 75%. Final: mayor a 75%
Floración (4)		Visitas interdiarias	Aparición de la hoja bandera, cese del crecimiento del tallo, presencia de 15 hojas expandida, embuchamiento de la panícula, y engrosamiento de la mazorca en el quinto y sexto nudo.	Conteo de plantas en 10 metros lineales en cuatro puntos de la parcela. Inicio: menor o igual a 10%. Plenitud: 50% ≤ 75%. Final: mayor a 75%
	Emergencia de la Panícula (02)	Visitas interdiarias	Aparición de la Panícula.	
Madurez (6)	Polinización (03)	Visitas interdiarias	Cambio de color de los estigmas. (Barbas).	Conteo de plantas en 10 metros lineales en cuatro puntos de la parcela.
	Llenado de granos (04)	Visitas interdiarias	Oscurecimiento total y secado de los Estigmas Barbas.	Inicio: menor o igual a 10%. Plenitud: 50% ≤ 75%. Final: mayor a 75%
	Madurez del Grano (05)	Visitas interdiarias	Cambio de color de la cobertura en la mazorca.	
	Secado de granos (06)	Visitas interdiarias	Secado de la planta y en algunos cultivares lagrimeo de la mazorca. El grano alcanza la dureza y su grado de humedad óptimo para la cosecha.	

Bibliografía consultada

- Azkue, Mercedes. 2000. La fenología como herramienta en la agroclimatología. Maracay, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Noviembre de 2000. Publicación-e No. 7, 378 Kb, 33 archivos, 1 carpeta. <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Monografias/fenologia/fenologia.ht>
- Bletter Gastiazoro, J. s/f. Fenología agrícola. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue, Argentina (Borrador). p. 4.
- Cabrera, S.; García, P. 1999. El cultivo de maíz en Venezuela. En: Reunión Latinoamericana del maíz (18. 1999. Sete Lagoas. Mina Gerais, Brasil). Memorias. Gerais, Brasil, EMBRAPA. CIMMYT. p. 150-160.
- Cabrera, S. 2005. Crecimiento y desarrollo de la planta de maíz. En: Curso sobre producción de maíz (12. 2005. Portuguesa, Venezuela) Portuguesa, Venezuela, Asociación de Productores Rurales del Estado Portuguesa (Asoportuguesa). p. 1-35.
- Monasterio, P.; García, P.; Alejos, G.; Pérez, A.; Tablan-te, J.; Maturet, W.; Rodríguez, L. 2008. Influencia de la precipitación sobre el rendimiento del maíz: caso híbridos blancos. Revista. Agronomía Tropical Volumen 58 (1): 69 -72.
- Magalhães, P.; Ozanan, F.; Paiva, E. 1995. Fisiología da planta de milho. Circular Técnica Nº 20. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo CNPMS. Sete Lagoas, G. 27p.<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ecofisiologia.htm>
- Parson, B. D. 2001. Maíz. Manuales para la educación agropecuaria. Editorial Trillas. México, D. F. 56 p.
- Solano, O; S.; Tomas, D.; Moreno, C. s/f. Manual de instrucciones para realizar observaciones fenológicas en cultivos. La Habana, Cuba, Departamento de Meteorología Agrícola. Instituto de Meteorología. 23 – 117 p.

Prácticas y recomendaciones del cultivo de la CARAOTA y el FRIJOL

María Elena Morros
Maruja Casanova



Guía Práctica sobre alternativas de control de insectos-plaga en los cultivos de Caraota y Frijol

Eustaquio Arnal
Fidel Ramos



¿Que es eso que llaman Biotecnología?



Guía Prácticas para el reconocimiento y control de las principales enfermedades de los cultivos de Caraota y Frijol

María Suleima González N.



Producción artesanal de semilla de CARAOTA

María Elena Morros