



# Ciclo fenológico de *Zea mays* nativo “Proto-Confite morocho”

## Phenological cycle of *Zea mays* native “Proto-confite morocho”

Segundo E. López Medina, Armando E. Gil Rivero y Miguel A. Caicedo

Laboratorio de Biotecnología del Instituto de La Papa y Cultivos Andinos de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú

### RESUMEN

En el antiguo Perú se consumían alimentos a base de maíz desde hace unos 6700- 5500 años. Una de las razas más cultivadas y consumidas era el Proto-confite morocho, evidencia de ello, son los restos encontrado en los yacimientos arqueológicos. En la actualidad los estudios de las especies nativas están orientadas al mejoramiento de variedades comerciales, considerándolas como un reservorio de genes potencialmente útiles. Ante la escasa información de esta especie es que se tomó como objetivo de investigación, determinar el ciclo fenológico de *Zea mays* maíz nativo Proto-confite morocho. Las semillas fueron recolectadas de un campo agrícola particular del valle de Virú (La Libertad, Perú) desarrollándose la fase experimental en el invernadero de la Catedra de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Trujillo (Trujillo, Perú) donde se acondicionó una parcela experimental: la unidad muestral fueron 30 plantas, las cuales se sembraron bajo un manejo agronómico tradicional y riego por gravedad. Para los análisis estadísticos se utilizó un diseño completamente al azar. Se encontró que la fase vegetativa tuvo una duración entre 4-45 días, la fase reproductiva entre 65 a 103 días. La maduración se inició a los 116 días. Se concluye que *Zea mays* maíz nativo Proto-confite morocho, presenta un ciclo fenológico corto.

**Palabras clave:** Fenología, *Zea mays*, maíz nativo, Proto-confite morocho.

### ABSTRACT

In ancient Peru, corn-based foods were consumed about 6700-5500 years ago. One of the most cultivated and consumed breeds was Proto-confit morocho, evidence of this is the remains found in archaeological sites. Currently the studies of native species are oriented to the improvement of commercial varieties, considering them as a reservoir of potentially useful genes. Given the limited information of this species, it was taken as a research objective, to determine the phenological cycle of *Zea mays* native corn Proto-confite morocho. The seeds were collected from a particular agricultural field of the Virú Valley - La Libertad, developing the experimental phase in the greenhouse of the Chair of Plant Physiology of the National University of Trujillo, where an experimental plot was prepared. Our sample unit is 30 plants, which were planted under traditional agronomic management and gravity irrigation. For the statistical analyzes, a completely randomized design was used. It was determined that the vegetative phase lasted between 4-45 days, the reproductive phase between 65 to 103 days. While maturation started at 116 days. It is concluded that *Zea mays* native Proto-confite maroon, presents a short phenological cycle.

**Keywords:** Phenology, *Zea mays*, native maize, Proto-confit morocho.

## INTRODUCCIÓN

El maíz en la actualidad tiene importancia económica y alimentaria en la mayoría de los países que lo cultivan, llegando a ser el segundo en producción en el mundo después del trigo. Siendo el único cereal que es usado como alimento en cada una de sus etapas de desarrollo. *Zea mays* pertenece a la familia Poaceae, característico de esta especie es poseer hojas de disposición alterna, con presencia de vaina, lígula y limbo. La inflorescencia es del tipo espiguilla, mientras que el fruto o grano es un cariopse. Además de presentar un sistema radicular fibroso<sup>1,2</sup>.

En el Perú existen varias razas nativas o primitivas, siendo las más estudiadas la raza Proto-Confite Morocho, Confite Chavinense, Proto-Kculli y Proto-Confite Puntigudo. De todas ellas la raza Proto-Confite Morocho es de la cual provienen casi todas las razas de maíces sudamericanos, siendo el primer maíz domesticado de los Andes<sup>3</sup>. Estudios arqueológicos han demostrado la existencia del maíz Proto-Confite Morocho y otras razas en esta etapa de desarrollo de nuestra civilización precolombina<sup>4,5</sup>. Evidencia de ello son los restos encontrados en Paredones y Huaca Prieta, teniendo una antigüedad de 6700-5500 AC<sup>5</sup>. Todo ello configura un escenario en el que el Perú es una fuente de germoplasma, quedando como objetivo esclarecer el conocimiento que tenemos de la evolución morfológica del maíz. Siendo importante considerar que el desarrollo de investigaciones contribuiría al mejoramiento de maíz, generando un producto cada vez mejor, que en consecuencia tendrían mayores beneficios económicos<sup>5,6</sup>.

La fenología estudia el ritmo de los eventos biológicos periódicos en relación con las fuerzas bióticas y abióticas que los condicionan. Esta herramienta proporciona información sobre el comportamiento de las especies vegetales en una determinada fase<sup>7</sup>. El estudio del ciclo fenológico brinda información valiosa para optimizar la producción de maíz. Investigaciones proponen dividir el ciclo en: Etapa vegetativa, reproductiva y de maduración. Ejemplos de fenología son los realizados en un híbrido de precocidad media, el cual desarrolla 20-21 hojas, expone sus estigmas a los 65 días a partir de la emergencia y madura a los 125 días<sup>8</sup>. De igual manera, un estudio fenológico realizado por Justiniano<sup>9</sup>, muestra que la variedad PMV-581 “maíz morado”, desarrolla dieciséis hojas y expone sus estigmas a los 102 días después de siembra, teniendo que transcurrir 179 días para su maduración. Ante la importancia y la escasa información de la fenología del *Zea mays* maíz nativo Proto-Confite morocho, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el ciclo fenológico de esta especie nativa.

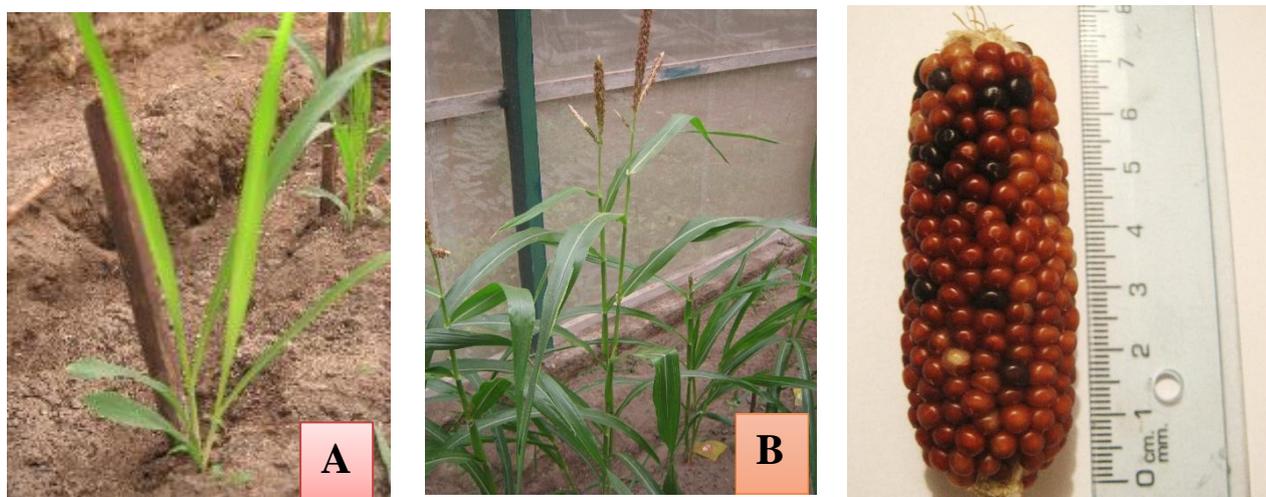
## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo experimental se instaló en el invernadero de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se acondicionó una parcela experimental, cuyo suelo es de textura franco-arenosa, y el sistema de riego por gravedad. Las semillas procedieron del valle de Virú -La Libertad. Estas semillas fueron seleccionadas en base a su óptimo estado fitosanitario y almacenadas en sobres de papel. Siendo transportadas a la Ciudad Universitaria, donde se sembraron. Se regó dos veces por semana bajo sistema de riego por gravedad, brindándose las labores culturales propias de este cultivo. Se hicieron aplicaciones foliares de Beta baytroide para combatir las altas infestaciones del gusano cogollero (*S. frugiperda*), el cual es una plaga muy frecuente en esta especie. Se registraron la duración de cada fase fenológica en relación a las condiciones meteorológicas de la zona (T° máximas y T° mínimas); cuya información procede de la fuente: <http://www.accuweather.com/en/pe/peru-weather>. Además, se obtuvieron los datos de altura y número de hojas. De los cuales se analizó estadísticamente los datos de altura, empleando el software Minitab.

## RESULTADOS

Según los resultados obtenidos: en la Fig. 1 se muestra las diferentes fases del ciclo fenológico de *Z. mays* maíz nativo Proto-confite morocho, observándose un número reducido de hojas en su fase vegetativa, su inflorescencia de tipo espiguilla y en la fase de maduración un fruto pequeño y colorido de aproximadamente 8 cm. La Tabla 1, muestra los intervalos de días entre cada fase fenológica, siendo para la fase vegetativa de 4 a 45 días, de 65 a 103 días en su fase reproductiva y empezando su maduración a los 116 días; también se detalla que número de hoja, floración y fructificación que aparece en cada intervalo de día. En la Tabla 2, por su lado, se resume las condiciones meteorológicas presentes el día de la evaluación en relación a la altura y número de hojas promedio, teniendo un

registro de cada quince días; al día 15 tuvo una altura promedio de 20.6 cm y 3 hojas, siendo el último registro el día 105 donde presentó una altura de 107.2 cm y 7.92 hojas en promedio ( $P>0,05$ ).



**Fig 1.** Fases del ciclo fenológico de *Zea mays* maíz nativo Proto-confite morocho. A) Fase vegetativa, B) Fase reproductiva y C) Fase de maduración.

**Tabla 1.** Intervalos de días entre cada fase fenológica de *Zea mays* "maíz nativo Proto-confite morocho"

Fases fenológicas	Intervalo de días		Día
Fase Vegetativa	4 - 45	Emergencia	4 al 8
		Tercera hoja verdadera	15
		Cuarta hoja verdadera	30
		Quinta hoja verdadera	45
		Inicio de Floración	65
Fase Reproductiva	65 -103	Floración plena	74
		Termino de Floración	80
		Inicio de Fructificación	77
		Fructificación Plena	84
		Termino de fructificación	103
Fase de Maduración	A partir del día 116 en adelante	Inicio de maduración	116

**Tabla 2.** Resumen de las condiciones meteorológicas en relación a la altura y número de hojas promedio de *Z. mays* maíz nativo Proto-confite morocho

Edad	Fecha	Planta	Promedio	Temperatura
15 días	08/05/2017	Altura cm	20.6	23-19 °C
		N° Hojas	3	
30 días	23/05/2017	Altura cm	45.3	30-19 °C
		N° Hojas	4.3	

45 días	07/06/2017	Altura cm	70.3	22-18°C
		Nº Hojas	5.6	
60 días	22/06/2017	Altura cm	88.9	21-17°C
		Nº Hojas	6.3	
75 días	07/07/2017	Altura cm	102.1	20-16°C
		Nº Hojas	7.87	
90 días	22/07/2017	Altura cm	107.2	21-17°C
		Nº Hojas	7.92	
105 días	06/08/2017	Altura cm	107.2	21-17°C
		Nº Hojas	7.92	

## DISCUSIÓN

Los resultados muestran que *Z. mays* maíz Proto-Confite Morocho, tiene un ciclo fenológico de 116 días. Estudios realizados previamente<sup>9-11</sup> corroboran que el maíz Proto-Confite Morocho es precoz comparado con las variedades comerciales de maíz morado que alcanzan la madurez a los 179 días<sup>9</sup>, mientras que el maíz blanco a los 142 días<sup>11</sup>. Por otro lado, el híbrido H-311 tiene una fase vegetativa de 80 días de duración, alcanzando la madurez a los 140 días<sup>10</sup>. El estudio realizado por Hernández et al<sup>12</sup> resalta la importancia del factor temperatura, que este puede influir en prolongar o acortar los ciclos fenológicos. Este último demuestra que a pesar de que un cultivo tiene características fenológicas propias, siempre hay la influencia del clima.

Las características observadas en el Proto-Confite Morocho son los frutos coloridos y semillas pequeñas, propio de los cultivos primitivos o silvestres, los cuales además suelen evidenciar una menor altura, frente a las variedades comerciales, una larga latencia, germinación irregular de semillas y en algunos casos periodos prolongados de maduración, pues son características favorables para su existencia y sobrevivencia en condiciones naturales, persistiendo por la falta de selección y mejoramiento<sup>13</sup>.

La existencia de diferencias significativas para la variable altura, mediante el análisis de varianza, indican la existencia de diferentes comportamientos en la variable evaluada<sup>14</sup>. Lo cual es indicador del crecimiento de *Zea mays* maíz nativo Proto-confite morocho a lo largo de su ciclo fenológico.

Finalmente, *Zea mays* maíz nativo Proto-confite morocho, presenta un ciclo fenológico corto, la fase vegetativa tuvo una duración entre 4-45 días, la fase reproductiva fue entre 65 a 103 días; mientras que la maduración inicio a los 116 días.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Bióloga Carmen Rosa Zavaleta Salvatierra, integrante del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos (Trujillo, Perú) por su colaboración desinteresada a lo largo de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paliwal RL, Granados G, Lafitte H, Violic A. El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y Producción. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2001; p.1-4. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.htm#toc>
2. Mostacero J, Mejía F, Gamarra O. Fanerógamas del Perú. Trujillo, Perú: GRAFICART S.A. 2009.
3. Grobman A., Salhuana W, Sevilla R, Mangelsdorf P. Races of Maize in Peru. Washington, DC: National Academy of Sciences and National Research Council, Pub. 915. 1961; p.140-147. Disponible en: [https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50301000/Races\\_of\\_Maize/RoM\\_Peru\\_0\\_Book.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50301000/Races_of_Maize/RoM_Peru_0_Book.pdf)
4. Bonavia D, Grobman A. Revisión de las Pruebas de la Existencia de Maíz Precerámico de los Andes Centrales. Perú: Boletín de Arqueología PUCP, 1999; 3:256. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletindearqueologia/article/view/2276/2226>
5. Grobman A, Bonavia D, Dillehay T, Piperno D, Iriarte J, Holst I. Preceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Perú. 2011; p.1756-1759. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/109/5/1755.full.pdf>

6. Bonamico N, Aiassa J, Ibañez M, Di Renzo M, Díaz D, Salerno J. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores sss RIA. Buenos Aires, Argentina: Revista de Investigaciones Agropecuarias. 2004; 33(2):129-144. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/864/86433209.pdf>
7. Heuveldop J, Pardo J, Quirós S, Espinoza L. Agroclimatología tropical. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San Jose, Costa Rica. 1986; p.171. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=D05AfVeRs0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
8. Ritchie SW, Hanway J. How a corn plant develops. Special report No. 48. Ames, IA, USA, Iowa State University. 1992. Disponible en: <http://publications.iowa.gov/18027/1/How%20a%20corn%20plant%20develops001.pdf>
9. Justiniano EA. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la Molina. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 2010]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1716/PAG11.139-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Ruiz C, Flores H, Ramírez J, González D. Temperaturas cardinales y duración del ciclo de madurez del híbrido de maíz h-311 en condiciones de temporal. Agrociencia 2002; 36(5):569-577. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30236508.pdf>
11. Valdez B, Soto F, Osuna T, Baez A. Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). Agrociencia 2012; 46(4):399-410. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000400007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400007&lng=es&nrm=iso)
12. Hernandez N, Soto F. Influence of three planting dates on growth and yield of cereal species grown in tropical conditions. Part I. Maize (*Zea mays* L). Cultrop La Habana 2012; 33(2):44-49. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362012000200006&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000200006&lng=es&nrm=iso)
13. Medina C. Domesticación de las Plantas Cultivadas. Trujillo, Perú: Edit. Graficart S.A. Trujillo, Perú. 2010.
14. Soplín J, Rengifo A, Chumbe J. Análisis de crecimiento en *Zea mays* L. y *Arachis Hypogaea* L. Folia Amazónica. 1993; 5(1-2):171-188. Disponible en: [http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/Folia5\\_articulo12.pdf](http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/Folia5_articulo12.pdf)

Recibido: enero, 2017

Aceptado: abril, 2017

Autor de la correspondencia: seellome88@gmail.com