

Venado H74: híbrido de maíz precoz para áreas de temporal y riego del Altiplano Central de México

José Luis Arellano Vázquez^{1§}

Juan Virgen Vargas¹

Israel Rojas Martínez²

¹Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. México. CP. 56250. Tel: 01(595) 9212738, ext. 198. ²Sitio Experimental Tlaxcala-INIFAP. Carretera Tlaxcala-Chiautempan km 2.5, Chiautempan, Tlaxcala, México. CP. 90800.

[§]Autor para correspondencia arellano.jose@inifap.gob.mx.

Resumen

Debido al cambio climático que se manifiesta en distribución irregular de la precipitación pluvial menor cantidad de ésta o su incidencia en temporal retrasado y mayor temperatura, surge el problema de falta de híbridos de maíz precoz sobre todo para regiones de bajo y mediano potencial productivo de la mesa central de México, las cuales cubren 1 millón 200 mil hectáreas de la superficie cultivada. El híbrido de maíz precoz Venado H74 se generó para responder a esas condiciones del cambio climático, ya que es un híbrido trilineal de ciclo precoz con respuesta muy favorable del rendimiento en regiones con altitudes de 2 500 a 2 650 m, donde rigen temperaturas promedio de 10.4 a 13.8 °C y niveles de precipitación pluvial de 482 a 852 mm, es tolerante a la sequía en las etapas vegetativa y reproductiva y rinde bien en condiciones de baja fertilización química. Su rendimiento tiene un rango de 2.3 a 12.6 t ha⁻¹ el cual supera a las variedades criollas 50% y a híbridos comerciales 20%. Presenta su periodo a espigamiento entre los 96 y 109 días en altitudes de 2 500 y 2 600 m, respectivamente, donde otros híbridos y variedades comerciales lo alcanzan entre los 110 y 115 días. Es resistente al carbón de la espiga (*Sphaceloteca reiliana*) y a la pudrición de la mazorca (*Fusarium* spp.) y tiene calidad nixtamalera-tortillera. Venado H74, es un híbrido trilineal cuyo progenitor hembra rinde 7.5 t ha⁻¹ en los valles altos, lo cual le concede 25% más de rentabilidad en la producción de semilla registrada y certificada respecto a otros híbridos comerciales de maíz. Su porte de planta facilita la siembra intensiva con 70 mil plantas ha⁻¹ y con siembra a 100 mil plantas ha⁻¹ bajo riego ha mostrado rendimientos de 14 t ha⁻¹. La cosecha se puede realizar a los 160 días con un contenido de humedad en grano 25%, por lo que la mazorca debe someterse a un proceso de secado para reducir el contenido de humedad del grano al 14%. El principal impacto económico del Venado H74 es la diferencia de 3 a 4 t ha⁻¹ sobre el rendimiento de la variedad criolla, lo cual representa de 12 a 16 mil pesos por ha, lo que hace rentable la producción de maíz.

Palabras clave: *Zea mays* L., grano blanco semicristalino, híbrido trilineal, madurez tipo precoz.

Recibido: octubre de 2018

Aceptado: noviembre de 2018

En el Altiplano Central de México se siembran un millón 689 mil 572 hectáreas con maíz y se encuentran distribuidas en tres estratos de producción: 1) riego con alto rendimiento; 2) temporal con alto rendimiento; y 3) temporal con bajo rendimiento, que cubren superficies de 12.6, 48.3 y 39% del total (Arellano, 1984). Los efectos del cambio climático en los valles altos se manifiestan en condiciones ambientales adversas de temporal limitado y retrasado que incide en el mes de mayo y la presencia de heladas de moderada intensidad o ‘escarchas’ o bien heladas drásticas durante el mes de septiembre, las cuales determinan que se acorte la estación de cultivo a 140 días para obtener buenas cosechas de maíz con calidad.

Se ha propuesto que para lograr mayor rendimiento a través de múltiples condiciones ambientales, se requieren genotipos que mantengan mayor respuesta productiva al ambiente con un comportamiento consistente o estable y rendimiento alto (Kang, 1998; Lu’quez *et al.*, 2002), esto es factible en base a la capacidad del potencial genético del híbrido para amortiguar condiciones agroclimáticas adversas y a la aplicación de componentes tecnológicos como el uso de micorrizas, densidades de población adecuadas y un programa eficaz de fertilización integral. Los híbridos de maíz precoz con alto rendimiento y calidad de grano, son una alternativa para mantener la producción rentable bajo condiciones limitadas y erráticas de lluvia y mayor temperatura durante la estación de cultivo en los valles altos de la mesa central de México.

Generación del híbrido Venado H74

El híbrido de maíz Venado H74 se generó a partir de las líneas endogámicas Mich. 21 Comp.1-7-2-14-1-3 con nivel de endogamia S₅, identificada en su registro como M54 y Tlax. 151 SFC1-11-2-2-2 con nivel de endogamia S₄, registrada como M55, ambas líneas se generaron por el método de pedigrí con selección *per se*. El origen de la línea M54 se encuentra en la variedad criolla denominada Michoacán 21, mientras que el de la línea M55 en la variedad criolla Tlaxcala-151. La cruce de estas líneas dio origen al progenitor hembra M54 x M55. En las fuentes de germoplasma Mich 21 y Tlax 151 se han registrado efectos importantes de aptitud combinatoria general (Balderrama *et al.*, 1997).

También interviene en la generación de este híbrido la línea CML456 como progenitor macho, ésta fue derivada de la población 85 blanco precoz semidentado y cuenta con nivel de endogamia S₄ y tres ciclos de aumento masivo, esta línea fue obtenida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y su genealogía es: (cruza simple valles altos de INIFAP x Batan 8585-6)-B-1-1-1-2-BTL-B, Batan 8585-6 proviene de la población 85 blanco precoz semidentado. La combinación de líneas de las fuentes Mich 21 y Tlax 151 por líneas de la población 85 manifiestan efectos favorables de aptitud combinatoria específica (Arellano, 1998).

El proceso de derivación y selección de líneas de la cruce simple hembra del híbrido Venado H74 se realizó de 1946 a 1984. Durante el periodo de 1985 a 2009 se obtuvieron, evaluaron y seleccionaron cruces simples experimentales de la hembra. El híbrido trilineal Venado H74 se generó en 2009 y de 2010 a 2016 se realizaron evaluaciones a nivel experimental y de validación semicomercial en localidades de los Valles Altos. En 2017 se presentaron en la dirección del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) los documentos requeridos para su registro oficial.

En la Figura 1 se muestra el esquema de hibridación clásica para la obtención del híbrido Venado H74 a partir de mazorcas representativas de los progenitores y del híbrido. Se puede observar que el progenitor M54 es de mazorca pequeña de tipo cónico con grano redondo de textura semiharinosa y color cremoso, en tanto que la línea M55 es de mazorca larga con hileras irregulares y grano delgado puntiagudo y semicristalino de color blanco. El cruzamiento de ambos progenitores genera al progenitor hembra M55 X M54 que exhibe heterosis considerable en tamaño y peso de la mazorca que es de tipo cónico con grano de textura dentada de color blanco cremoso. Mientras que la línea progenitor macho CML456 presenta mazorca pequeña de forma cónica con grano tipo semicristalino de color blanco. El progenitor hembra al cruzarse con el progenitor macho genera la combinación que dio origen al nuevo híbrido trilineal Venado H74 de mazorca mediana tipo cónico cilíndrico de hileras regulares con grano tipo semicristalino de color blanco.



Figura 1. Esquema de obtención del híbrido de maíz precoz Venado H74 y características fenotípicas de las mazorcas representativas de los progenitores y del híbrido.

Inscripción del híbrido de maíz Venado H74 en el catálogo nacional de variedades vegetales

Con base en la Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas vigente en México y después de haber reunido los requisitos para su inscripción el híbrido de maíz Venado H74, fue inscrito en 2017 en el Catálogo Nacional de Variedades de Vegetales (CNVV) con el número de registro provisional: 3567-MAZ-1884-310118/C.

Descripción de las características morfológicas de híbrido Venado H74 y de sus progenitores

En el Cuadro 1 se presentan las principales características morfológicas del Venado H74, de la cruce simple hembra (M54 x M55) y del progenitor macho CML456 con base en la guía técnica para la descripción varietal (SNICS, 2014).

Cuadro 1. Características morfológicas del híbrido de maíz Venado H74 , la cruce simple hembra M54 x M55 y el progenitor macho CML456.

Características	Descripción varietal		
	Venado H74 híbrido trilineal	M54 x M55 Progenitor hembra	CML456 Progenitor macho
Coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja	Media a fuerte	Ausente	Ausente a débil
Forma de la punta de la primera hoja	Redondeada	Obtusa a redonda	Redondeada
Ángulo entre hoja de la mazorca y tallo	Medio	Pequeño	Muy pequeño
Forma de la hoja	Ligeramente curvada	Ligeramente curvada	Ligeramente curvada
Orientación de hojas arriba de la mazorca superior	Semirecta	Semirecta a semihorizontal	Erecta a semirecta
Orientación de hojas debajo de la mazorca superior	Semirecta	Semirecta-Semihorizontal	Erecta a Semirecta
Ondulación del margen laminar de la hoja de la mazorca superior	Ausente	Ausente	moderada
Arrugas longitudinales en la hoja de la mazorca superior	Siempre presentes	Siempre presentes	Ausentes
Color de la vaina en la hoja de la mazorca	Verde oscuro	Verde a verde oscuro	Verde
Pubescencia sobre el margen de la hoja de la mazorca	Mucha	Media a mucha	Media a mucha
Coloración de antocianinas en raíces adventicias	Débil a media	Débil a fuerte	Débil
Cubrimiento de panoja por la hoja bandera	Ausente a poca	Ausente a leve	Ausente a poca
Días a 50% de floración (antesis)	66-72 (2 300 msnm)	68-79 (2 300 msnm)	73-79 (2 300 msnm)
Coloración por antocianinas en la base de las glumas	Ausente a débil	Intermedia a muy fuerte	Ausente a débil
Coloración por antocianinas en las glumas	Ausente a débil	Ausente a tenue	Ausente a débil
Longitud de espiga	27-43	27-43	27-35
Longitud del pedúnculo	12.1-28	20-28	12-24
Floración femenina	73-79 (2 300 msnm)	73-84 (2 300 msnm)	73 a 79 (2 300 msnm)
Coloración por antocianinas en los estigmas	Ausente a presente	Ausente	Ausente a presente

Características	Descripción varietal		
	Venado H74 híbrido trilineal	M54 x M55 Progenitor hembra	CML456 Progenitor macho
Coloración por antocianinas en la vaina de la hoja	Ausente o muy débil	Débil a medio	Débil
Altura de la mazorca (cm)	101-160	130-150	60-100
Longitud de mazorca (cm)	10 a 15	10 a 20	10 a 15
Diámetro de la mazorca de la parte central (cm)	4.1-6	4.1-6	4.1-5
Forma de la mazorca	Cónica-cilíndrica	Cónica	Cónica - cilíndrica
Número de hileras por mazorca	10 a 16	12 a 22	10 a 16
Número de granos por hilera en la mazorca	21-40	21-40	20-30
Arreglo de las hileras	En espiral	Ligeramente en espiral	En espiral
Tipo de grano en el tercio central de la mazorca	Intermedio	Semidentado-semicristalino	Semidentado
Color de grano sin desgranar	Blanco-cremoso	Blanco-cremoso	Blanco-cremoso
Color de endospermo	Blanco	Blanco	Blanco
Coloración de las glumas	Ausente	Ausente	Blanco

Comportamiento agronómico del híbrido Venado H74 en localidades de Valles Altos

El comportamiento agronómico del híbrido Venado H74 fue evaluado experimentalmente en lotes de producción comercial de 2008 a 2015 en 23 localidades representativas de ambientes de temporal deficiente, intermedio y favorable o con riego de auxilio, con el propósito de estudiar el comportamiento del rendimiento global y la interacción genotipo x ambiente del rendimiento.

A nivel global los rendimientos variaron de 2.3 a 12.6 t ha⁻¹ y representan valores de 90 a 126% respecto al rendimiento conjunto de los testigos comerciales H-70 y Variedad Criolla. El número de días a floración masculina osciló entre 75 y 108, que corresponden a sitios ubicados a altitudes de 2 250 y 2 650 msnm, respectivamente, es decir a mayor altitud, la emergencia, desarrollo de la espiga y dispersión del polen es más lento debido a temperaturas más bajas del lugar. Respecto a la altura de planta, Venado H74 mostró un porte de planta que varió de 170 a 230 cm, la mayor altura de planta se asocia con ambientes de menor altitud y mayor humedad disponible.

El acame de planta que mostró Venado H74 osciló entre 5 y 10%, lo cual representa valores de acame de mínimo a moderado. Las medias a través de localidades para rendimiento, floración masculina, altura de planta y acame de planta fueron de 8.2 t ha⁻¹, 96.6 días, 203.5 cm y 7.1%, respectivamente. A través, de los ambientes de prueba Venado H74 fue 14.2% superior en rendimiento respecto al promedio de testigos comerciales. La respuesta de éste híbrido precoz a densidades de 60 a 100 mil plantas ha⁻¹ se detectó en Coatlinchán, Estado de México con rendimientos de 8.8 a 14.2 en riego y de 7.1 a 8.9 t ha⁻¹ en temporal, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje del rendimiento respecto a los testigos y caracteres de planta del híbrido de maíz Venado H74 por localidad y año en el Altiplano Central de México.

Localidad	REND (t ha ⁻¹)	(%) del testigo	FM (días)	AP (cm)	Acame (%)
2008					
Chapingo, Estado de México (2 230*)	10.9	133	75	210	5
2009					
Calpulalpan, Tlaxcala (2 600*)	12.6	106	88	200	6
2010					
Zotoluca, Hidalgo (2 450*)	5.9	105	78	220	5
2012					
Benito Juárez, Tlaxcala (2 529*)	5	102	109	170	8
La Magdalena Soltepec, Tlaxcala (2 530*)	7.1	142	103	170	8
San Luis Huamantla, Tlaxcala (2 450*)	10.3	103	107	200	5
San José Teacalco, Tlaxcala (2 581*)	7.6	96	107	201	7
San Nicolás Panotla, Tlaxcala (2 222*)	6.5	106	96	200	8
San Miguel P. Ixtacuixtla, Tlaxcala (2 521*)	8.6	103	96	200	6
S. Francisco Tetlanohcan, Tlaxcala (2 433*)	6	106	108	200	8
S. Cosme Xalostoc, Tlaxcala (2 474*)	2.3	90	102	200	10
2013					
Francisco Villa, Tlaxcala (2 536*)	7.7	106	94	200	7
San Nicolás Panotla, Tlaxcala (2 222*)	7.7	111	91	230	10
San Miguel Ixtacuixtla, Tlaxcala (2 478*)	11.2	131	86	220	5
Santa Fe, Cuapiaxtla, Tlaxcala (2 490*)	9	150	91	205	8
2014					
San Miguel , Ixtacuixtla Tlaxcala (2 521*)	5.2	114	96	205	10
San Damián Texoloc, Tlaxcala (2 225*)	8.8	127	99	218	7
2015					
Chapingo, Estado de México (2 230*)	11.2	132	75	220	6
Coatlinchán, Estado de México (2 230*)	9.4	114	77	230	5
Axocomanitla, Tlaxcala (2 200*)	10.4	113	86	224	6
La Magdalena Soltepec, Tlaxcala (2 530*)	7.8	105	92	210	9
Francisco V. Huamantla, Tlaxcala (2 525*)	9.4	122	96	194	7
Nexnopala, Altzayanca, Tlaxcala (2 512*)	8.4	113	95	215	8
Promedio	8.2	114.2	96.6	203.5	7.1
2016					
Coatlinchán, Edo. de México (2 230*) 60 000 plantas ha ⁻¹	Riego 8.8	Temporal 7.1	74	230	5
Coatlinchán, Edo. de México (2 230*) 80 000 plantas ha ⁻¹	Riego 10	Temporal 7	74	220	7
Coatlinchán, Edo. de México (2 230*) 100 000 plantas ha ⁻¹	Riego 14.3	Temporal 8.9	74	200	8

REND= rendimiento; FM= floración masculina; AP= altura de planta; * = Altitud (m). Cultivares incluidos en el testigo promedio H-70 y Variedad Criolla.

La tecnología de manejo agronómico para la producción comercial del híbrido Venado H74 es la que se indica en el folleto técnico núm. 13 para la producción del H-70 (Arellano *et al.*, 2011).

Productividad de semilla de los progenitores del híbrido de maíz Venado H74 en localidades de Valles Altos

En el Campo Experimental Valle de México ubicado en la localidad de Coatlinchán, Texcoco, Estado de México a 2 240 msnm se registraron rendimientos experimentales de grano para las líneas progenitoras M54, M55 y CML242 de 2.6, 2.5 y 3 t ha⁻¹, respectivamente. En cuanto a rendimiento y caracteres de vigor de semilla, las líneas indicadas anteriormente fueron clasificadas como estables al ser evaluadas en tres localidades de Valles Altos y Bajío (Hernández, 2018). Respecto al rendimiento del progenitor hembra M55 x M54 establecido en campo bajo riego en fecha de siembra del 20 de mayo en la localidad de Coatlinchán (2 230 msnm), Estado de México, se registró una producción de 10 t ha⁻¹ (Virgen *et al.*, 2009).

Por otro lado, se detectó que en siembras con productores de las localidades de Espíritu Santo-Ixtacuixtla y Francisco Villa, ambas de Tlaxcala, ubicadas en altitudes de 2 430 y 2 530 m, respectivamente, la cruza simple hembra rindió 6.5 y 6.2 t ha⁻¹, respectivamente, con la densidad de población de 83 mil plantas ha⁻¹ y fecha de siembra del 19 de abril, estos rendimientos superaron en 1.5 y 3 t ha⁻¹ al de las cruzas hembras de los híbridos comerciales H40 y H50, respectivamente (Virgen *et al.*, 2009; Virgen *et al.*, 2010). En las localidades de Texoloc, Benito Juárez y San Nicolás Panotla, Tlaxcala a altitudes de 2 225, 2 530 y 2 200 m, respectivamente, el progenitor hembra (M54 x M55) rindió 8.6, 6.9 y 6.4 t ha⁻¹, respectivamente (Virgen *et al.*, 2013). El rendimiento mayor a 3 t ha⁻¹ de la línea CML-456 se obtuvo en Coatlinchán, Estado de México y Texoloc, Tlaxcala, alcanzando las 4 t ha⁻¹ en siembra del 10 de mayo en Coatlinchán (Virgen *et al.*, 2016)

Los resultados anteriores indican la posibilidad de obtener rendimientos muy favorables de semilla de los progenitores y del híbrido Venado H74 en localidades ubicadas entre 2 200 y 2 600 msnm, lo cual hace confiable y rentable la multiplicación de semilla certificada de ese nuevo híbrido de maíz en localidades de los Valles Altos.

El periodo de siembra recomendado para la producción de semilla certificada en el Altiplano Central de México se establece en el mes de abril, mientras que la relación de siembra hembra-macho es 6:2, donde el progenitor macho se deberá sembrar una semana antes que la hembra, ambos bajo la densidad de población de 65 mil plantas por hectárea. El inicio del período desespigamiento lo marca la emergencia de las espigas, se recomienda realizar esta actividad en seis jornadas y considerar en la última, la eliminación de la espiga (Arellano *et al.*, 2011).

Conclusiones

En términos del potencial productivo de las regiones del Altiplano Central de México y de la adaptabilidad del Venado H74, se establece que existen al menos 75 mil hectáreas en el estado de Tlaxcala, 150 mil en Puebla, 200 mil en Estado de México y 90 mil en Hidalgo, donde el nuevo híbrido de maíz puede participar con éxito para incrementar los rendimientos bajo siembras de temporal o riego.

Literatura citada

- Arellano, V. J. L. 1984. Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México. *Revista Chapingo*. 43(44):19-30.
- Arellano, V. J. L. 1998. Aptitud Combinatoria para el aprovechamiento del nitrógeno en líneas de maíz de Valles Altos. Tesis Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 125 pp.
- Arellano, V. J. L.; Virgen, V. V.; Ávila, P. M. A. y Rojas, M. I. 2011. H-70 híbrido de maíz de alto rendimiento para temporal y riego del Altiplano central de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Valle de México. Folleto técnico núm. 13. 34 pp.
- Arellano, V. J. L.; Virgen, V. V.; Ávila, P. M. A. y Rojas, M. I. 2011. H-70 híbrido de maíz de alto rendimiento para temporal y riego del Altiplano central de México. *Rev. Méx. Cienc. Agríc.* 2(4):619-626.
- Balderrama, C. S.; Mejía, C. A.; Castillo, G. F. y Carballo, C. A. 1997. Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de maíz nativas de Valles Altos de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 20:137-147.
- Hernández, C. R. E. 2018. Estabilidad de rendimiento y calidad de semilla de progenitores de híbridos de maíz en Valles Altos de México. Tesis Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Estado de México, México. 128 p.
- Kang, M. S. 1998. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. *Adv. Agron.* 62:199-252.
- Lu'quez, J. E.; Aguirrezabal, L. A. N.; Agüero, M. E. and Pereyra, V. R. 2002. Stability and adaptability of cultivars in non-balanced yield trials: comparison of methods for selecting high oleic sunflower hybrids for grain yield and quality. *J. Agron. Crop Sci.*
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas). 2014. Guía técnica para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, DF. 39 p.
- Virgen, V. J.; Arellano, V. J. L.; Ávila, P. M. A. y Gutiérrez, H. G. F. 2009a. Rendimiento y calidad de semilla de líneas de maíz en dos densidades de población. *In: Memoria de Resúmenes de la 55 Reunión Anual del PCCMCA, 7-11 de septiembre, San Francisco de Campeche, México.* 42 p.
- Virgen, V. J.; Arellano, V. J. L.; Rojas, M. I. y Ávila, P. M. A. 2009b. Producción de semilla de cruza simples de híbridos de maíz en tres localidades de Valles Altos de México. *In: Memoria de Resúmenes de la 55 Reunión Anual del PCCMCA, 7-11 de septiembre, San Francisco de Campeche. México.* 43 p.
- Virgen, V. J.; Arellano, V. J. L.; Rojas, M. I.; Ávila, P. M. A. y Gutiérrez, H. G. F. 2010. Producción de semilla de cruza simples de híbridos de maíz en Tlaxcala, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4):107-110.
- Virgen, V. J.; Zepeda, B. R.; Arellano, V. J. L.; Ávila, P. M. A. y Rojas, M. I. 2013. Producción de semilla de progenitores e híbridos de maíz de Valles Altos en dos fechas de siembra. *Rev. Cienc. Tecnol. Agropec. Méx.* 1:26-32.
- Virgen, V. J.; Zepeda, M. A. R.; Ávila, Espinosa, A.; Arellano J. L. y Gámez, A. J. 2016. Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos de México. *Agron. Mesoam.* 27(1):191-206.