

## Evaluación del desarrollo y rendimiento de seis híbridos de maíz de grano amarillo en Higueronal, Chepo, Panamá

### Growth evaluation of six yellow maize hybrids for grain yield in Higueronal, Chepo, Panama

Andrés Chang. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro Regional Universitario Darién.  
[andres.chang@up.ac.pa](mailto:andres.chang@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0003-4776-6794>

Edwin Pile. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro Regional Universitario Darién.  
[edwin.pilem@up.ac.pa](mailto:edwin.pilem@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-6226-1500>

Ana Rodríguez. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Fitotecnia, Panamá.  
[ana.rodriguez04@up.ac.pa](mailto:ana.rodriguez04@up.ac.pa)

José Saldaña. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Finca La Porcelana.  
[jose.saldaña@up.ac.pa](mailto:jose.saldaña@up.ac.pa)

#### Resumen

Se evaluó el desarrollo y rendimiento de seis híbridos de maíz de grano amarillo cultivados en Higueronal, corregimiento Chepo, región de Panamá Este. Los análisis fueron realizados con datos obtenidos en el ciclo agrícola 2016/2017, de actividades desarrolladas en propiedad de la Universidad de Panamá (Chepo, Panamá Este). El experimento fue realizado utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), siendo los tratamientos híbridos comerciales (30F-35, P-4039, P-4226, DAS-3383) y experimentales (X-40F440, X-40K-176). Los criterios de evaluación utilizados fueron el rendimiento (kg/ha), la presencia de *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp y *Puccinia* spp, la exposición de la punta de la mazorca, el aspecto de las plantas, la altura de las plantas y de la inserción de las mazorcas. La escala de Likert fue usada para establecer el grado de afectación de las plantas por la presencia de hongos y el aspecto de las plantas. Los datos fueron evaluados usando un Análisis de Componentes Principales, estableciendo un intervalo de confianza de 95% en el ambiente de computación estadística R. Los resultados permitieron concluir que, en el periodo de estudio y para la región, el híbrido 30F-35 fue el de mejor comportamiento productivo, en términos de granos y biomasa, seguido de los híbridos P-4226, con un mayor número de plantas y mazorcas cosechadas, y X-40F-440, con mazorcas de mejor peso y aspecto y mayor producción de maíz en grano.

**Palabras clave:** híbrido de maíz, producción en grano, biomasa, cosecha de mazorca

## Abstract

This study evaluated the growth of six yellow maize hybrids for grain production in Higuieron, Chepo district, Panama East region. The analyses were carried out with data obtained in the agricultural cycle 2016/2017 from activities carried out on the property of the University of Panama (Chepo, Panama East). The experiment was carried out using a Completely Random Block Design (DBCA), being commercial hybrid treatments (30F-35, P-4039, P-4226, and DAS-3383) and experimental (X-40F440, X-40K-176). The evaluation criteria used were the yield (kg/ha), *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp, and *Puccinia* spp, the exposure of the ear corn, the appearance of the plants, the height of the ear corn plants, and the insert of the corns. The Likert scale was used to establish the degree of affectation of the corn plants by the presence of fungi and the appearance of the plants. The data were evaluated by using a Principal Component Analysis. It established a 95% confidence interval in the statistical computing environment R. The results showed that, in the study period and for the region, the 30F-35 hybrid was the with better productive performance, in terms of grains and biomass, followed by hybrids P-4226, with a more significant number of plants and maize harvested, and X-40F-440, with corns of better weight and appearance and higher corn production in grain.

**Keywords:** hybrid maize, grain yield, biomass, corn harvest

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) es uno de los más usados a nivel mundial, tanto en la alimentación humana, como en la animal (Castellanos-Reyes, Valdes-Carmenate, Lopez-Gomez, & Guiridi-Izquierdo, 2017; Guamán, Vera, Abril, Cortázar, & Salguero, 2020), y en la producción de biocombustibles (Castellanos-Reyes, Valdes-Carmenate, Lopez-Gomez, & Guiridi-Izquierdo, 2017). De esta forma, al hablar de maíz, las investigaciones relacionadas con la producción y calidad nutritiva del producto, como las de Ancira, Romo, Segura, & Gutiérrez (2018), son proactivas. De igual forma, Robledo et al. (2017) citan el uso de variedades mejoradas y de biofertilizantes para favorecer la nutrición e incrementar la producción del rubro, y Ortiz et al. (2019) indican la implementación de innovaciones tecnológicas. Sin embargo, se debe destacar la realización de los trabajos que evalúan el comportamiento agronómico de los diferentes híbridos de maíz que se van obteniendo a lo largo del tiempo (Medina, Morales, Mora, & Mora, 2017).

Así, son frecuentes las investigaciones que buscan ampliar la oferta de genotipos, aumentar los rendimientos y disminuir las importaciones en las diferentes regiones (Flores & Marroquín, 2020). Las conclusiones de estas investigaciones generalmente se fundamentan en el comportamiento de las características agronómicas entre los híbridos disponibles (Bernal et al., 2018). De esta forma, según Sánchez-Ramírez, Carmen Mendoza-Castillo, & Mendoza-Mendoza (2020), es común que los programas de fitomejoramiento sean basados en esquemas de hibridación que se inician con centenas de líneas endogámicas, razón por la que se hace indispensable su discriminación para

continuar los trabajos con productos de atributos deseables, siendo este el objetivo de nuestro trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el periodo de octubre a diciembre del ciclo agrícola 2016/2017. Todas las actividades fueron desarrolladas en la Finca La Porcelana, propiedad de la Universidad de Panamá, localizada en el corregimiento de Tortí, distrito de Chepo, Panamá Este. La finca se encuentra ubicada a 45 m sobre el nivel del mar. El experimento fue realizado utilizando un Diseño de Bloques Completamente Aleatorio (DBCA), con cuatro bloques, seis tratamientos y cuatro repeticiones.

El material vegetal evaluado fueron los híbridos comerciales 30F-35, P-4039, P-4226, DAS-3383 y los experimentales X-40F-440 y X-40K-176. Los criterios de evaluación utilizados fueron el rendimiento (kg/ha), la presencia de *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp y *Puccinia* spp, la exposición de la punta de la mazorca, el aspecto de las plantas y la altura de las plantas y de la inserción de las mazorcas. El ensayo fue establecido en suelo franco-arcilloso, ocupando un área de 25,5 m x 27 m (756 m<sup>2</sup>).

Cada tratamiento estuvo conformado por seis surcos de 5 m de largo, y separados a 0,8 m. La siembra fue realizada entre golpes de 0,2 m, con 2 semillas/hoyo. Cada punto/golpe se raleaba 15 días después de la siembra, dejando una planta por golpe con la finalidad de obtener una densidad de siembra de 62 500 plantas/ha. El área experimental fue constituida por los tres metros internos de los cuatro surcos centrales de cada tratamiento; la cosecha fue realizada de forma manual 120 días después de la siembra.

El manejo agronómico usado con los seis híbridos fue el de cero labranza para la preparación del terreno. El control de malezas fue realizado usando un herbicida sistémico (Glifosato [4 l/PC/ha]) 15 días antes de la siembra. Un día después de la siembra fueron aplicados pre-emergentes (Pendimentalina + Atrazina [3 l/PC/ha + 3 l/PC/ha]). La fertilización (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) fue realizada manualmente, incorporando los productos (180 kg/ha, 65 kg/ha y 33 kg/ha, respectivamente) en local contiguo a la semilla. La producción (rendimiento) fue medida en kg/ha de maíz seco al 14% de humedad.

La escala de Likert fue utilizada para establecer el grado de afectación de las plantas por la presencia de *Curvularia* sp, *Bipolaris* sp y *Puccinia* spp (1 = Ausencia de la enfermedad y 5 = Infección severa). De forma semejante se evaluó el aspecto de la planta (1 = Robusta y 5 = Débil) (CIMMYT, 1985). Los datos fueron evaluados usando un Análisis en Componentes Principales (ACP, cos<sup>2</sup>=0.8) (Kassambara & Mundt, 2020; Lê, Josse, & Husson, 2008) y estableciendo un intervalo de confianza de 95%. Todos los análisis fueron realizados en el ambiente de computación estadística R (R Core Team, 2021).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que los híbridos 30F-35 y P-4226 fueron los que presentaron mejores características productivas. El 30F-35 se caracterizó por la mejor producción de biomasa, mientras que el P-4226 produjo un mayor número de plantas y de mazorcas cosechadas. Sin embargo, el P-4226 fue más acometido por *Bipolaris* sp. Estos resultados contrastan con los registrados para los híbridos P-4039 y DAS-3383, los que además presentaron un aspecto más débil de la planta (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Análisis descriptivo de parámetros identificados entre los híbridos destacados.

Parámetro	Tratamiento	n	Promedio	DE	IC.valor_min	IC.valor_max	Margen_error
Altura de plantas	30F-35	4	229,90	22,69	193,79	266,01	36,11
	DAS-3383	4	194,52	23,57	157,02	232,03	37,51
	P-4039	4	205,57	9,84	189,92	221,23	15,65
	P-4226	4	221,50	31,02	172,13	270,87	49,37
Producción (Kg/ha)	30F-35	4	6 706,93	1 175,95	4 835,73	8 578,13	1871,2
	DAS-3383	4	5 251,08	2 023,61	2 031,07	8 471,09	3 220,01
	P-4039	4	4 346,44	1 315,89	2 252,56	6 440,32	2 093,88
	P-4226	4	6 390,46	2 127,38	3 005,31	9 775,60	3 385,14
Aspecto de plantas	30F-35	4	2,25	1,5	-0,14	4,64	2,39
	DAS-3383	4	3	1,83	0,09	5,91	2,91
	P-4039	4	3,25	0,65	2,22	4,28	1,03
	P-4226	4	2,25	1,26	0,25	4,25	2
Maíz desgranado (kg/ha)	P-4226	4	872,25	49,76	793,07	951,43	79,18
	X-40F-440	4	1 007	113,20	826,88	1 187,12	180,12
	X-40K-176	4	806	30,28	757,82	854,18	48,18
Presencia de <i>Bipolaris</i>	P-4226	4	1,5	0,58	0,58	2,42	0,92
	X-40F-440	4	1	0	1	1	0
	X-40K-176	4	1,75	0,5	0,95	2,55	0,8

El híbrido X-40F-440 se caracterizó por un periodo de floración más largo y producción de mazorcas de mejor aspecto y mayor peso sin desgranar, y mayor peso de maíz en grano. Este resultado contrastó con los alcanzados para los tratamientos P-4226 y X-40K-176 (Tabla 1, Figura 1).

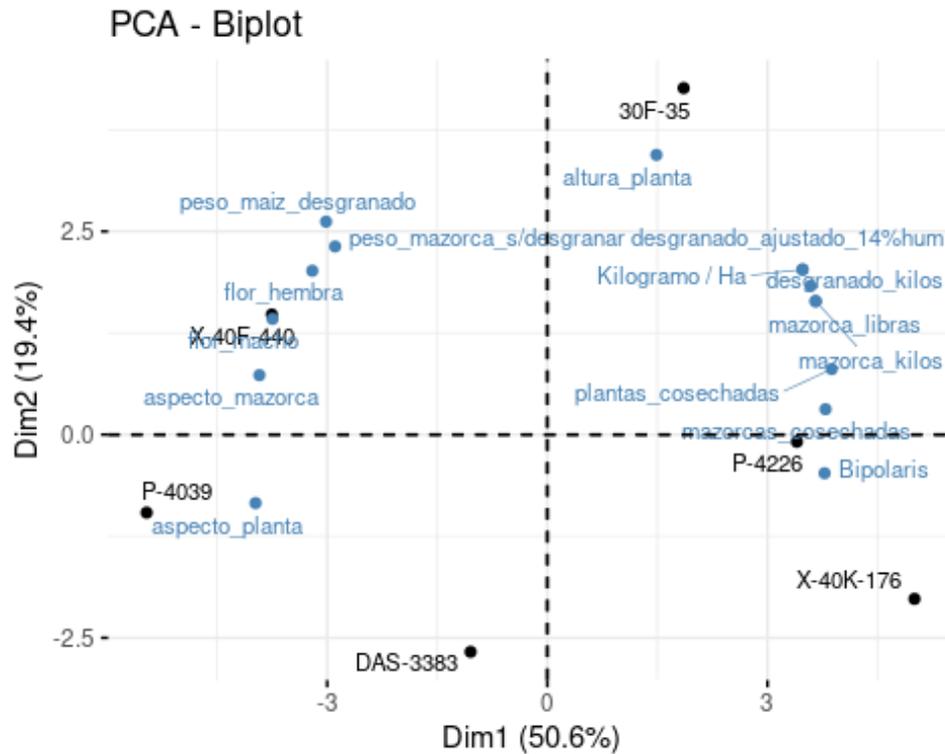


Figura 1. Interrelación de las variables identificadas en función de los híbridos evaluados.

Los resultados contrastan con el registrado por Gordon, Franco, Nuñez, Saez, & Jaen (2018) en la Región de Azuero, donde el híbrido 30F-35 fue el de menor producción, cuando comparados a los híbridos P-4039, X-40K-176 y P-4226. Al momento de la experiencia, los híbridos P-4039, X-40K-176 y P-4226 alcanzaron rendimientos superiores a las 7.5 ton ha<sup>-1</sup>. En ese registro el X-40F-440 tuvo un comportamiento promedio. Este comportamiento se corrobora en nuestras observaciones y posiblemente se relacione con el mayor tamaño de la mazorca.

Los resultados son semejantes a los de Chang, Rodríguez, & Pile (2018) quienes, trabajando con maíz tierno en Darién, también registraron que los híbridos 30F-35 y P-4226 tuvieron mayor producción de biomasa. Sin embargo, los resultados obtenidos agregan que el número de plantas y mazorcas cosechadas fueron superior para el P-4226 y que, a pesar de que la producción fue menor para el X-40F-440, sus mazorcas fueron mayores y de mejor aspecto. También se confirma una menor producción de granos y de biomasa para los híbridos DAS-3383 y P-4039 al momento de la evaluación. Es importante destacar que, para la región de Azuero, Gordon-Mendoza & Camargo-Buitrago (2021) estimaron que el P-4039 rindió una producción de granos que alcanzó las 8,30 ton ha<sup>-1</sup>, en promedio, el doble de lo registrado para la región de Darién.

## CONCLUSIÓN

Para la región de Darién, en el periodo de estudio, se registra que el híbrido 30F-35 tuvo mejor comportamiento productivo en el rendimiento de granos y biomasa. En términos de producción, lo siguieron los híbridos P-4226 y X-40F-440, el primero con un mayor número de plantas y mazorcas cosechadas, y el segundo con mazorcas de mejor peso y aspecto, y mayor producción de maíz en grano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancira, E. F., Romo, A. D., Segura, C. H., & Gutiérrez, M. A. L. (2018). Producción y calidad nutritiva de maíz bajo condiciones de secano en aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1718>
- Bernal, R. V., Calderón, A. E., Robledo, M. T., Velarde, F. D. J. C., castillo, J. A. A., Martínez, V. A. V., ... Guzmán, G. L. (2018). 'Cora 2012': Híbrido intervarietal de maíz para nayarit y regiones similares. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i2.728>
- Castellanos-Reyes, M., Valdes-Carmenate, R., Lopez-Gomez, A., & Guiridi-Izquierdo, F. (2017). Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*, 38. <https://doi.org/10.1234/ct.v38i3.1392>
- Chang, A., Rodriguez, A., & Pile, E. (2018). Evaluación productiva de cinco híbridos de maíz en estado tierno en villa darién, darién. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 5(2), 48–54.
- CIMMYT. (1985). Guía de descriptores para caracterizar maíz. México, DF: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Flores, R. A., & Marroquín, L. A. G. (2020). Quinba r-TC: Nueva variedad de jamaica tipo criolla de alto rendimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.1044>
- Gordon, R., Franco, J., Nuñez, Saez, A., & Jaen, J. (2018). Adaptabilidad de 20 híbridos de maíz a las condiciones agroclimáticas de la zona maicera de la región de azuero, panama, 2016. 1(2), 1–17.
- Gordon-Mendoza, R., & Camargo-Buitrago, I. (2021). Herramientas estadísticas para la evaluación y selección de híbridos de maíz a través de múltiples ambientes y años. *Ciencia Agropecuaria*, (32), 12–37.

- Guamán, R. N. G., Vera, T. X. D., Abril, Á. F. V., Cortázar, S. M. U., & Salguero, E. J. R. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). Factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: A package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Medina, A. V., Morales, C. S., Mora, S. V., & Mora, D. V. (2017). Comportamiento agronómico y evaluación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L.) En tres zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano. *Siembra*, 4. <https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.501>
- Ortiz, R. V., Cantú, D. H. N., Guerra, M. M., Cruz, E. S., Sánchez, J. M., & Hinojosa, J. R. C. (2019). Adopción de innovaciones en maíz bajo el modelo escuelas de campo en tlalcozotitlán, guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1832>
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Robledo, M. T., Zavala, J. J. G., Lugo, H. J. A., Ortiz, R. L., Montiel, N. O. G., Macías, M. S., ... Fernández, A. T. (2017). Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los valles altos de México. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 35. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i1.242>
- Sánchez-Ramírez, F. J., Carmen Mendoza-Castillo, Ma. del., & Mendoza-Mendoza, C. G. (2020). Evaluación de mestizos y uso de técnicas multivariadas para identificar líneas sobresalientes de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.1778>