

## SELECCIÓN DE UN HÍBRIDO DE MAÍZ PARA LOS SISTEMAS DE SIEMBRA MECANIZADA EN PANAMÁ<sup>1</sup>

*Román Gordón-Mendoza<sup>2</sup>; Jorge E. Franco-Barrera<sup>3</sup>;  
Francisco P. Ramos-Manzané<sup>4</sup>; Félix M. San Vicente-García<sup>5</sup>*

### RESUMEN

Con el objetivo de la selección de un híbrido de maíz para su uso en el sistema de siembra mecanizada en Panamá, se evaluó la adaptabilidad y estabilidad de un gran número híbridos de maíz amarillo de grano normal. Para lograr esto, se sembraron 40 ensayos en distintas localidades. Los ensayos fueron sembrados en campos de agricultores colaboradores durante cinco años (2016-2020). Todo el material genético evaluado provino del Programa de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El número de híbridos varió a través de los años, por lo que el diseño experimental también varió. Se utilizaron diseños Alfa Látice con tres repeticiones. A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza individual y uno combinado tipo REML por año, eliminando del análisis combinado todas las localidades con una repetitividad menor de 0,05. Las medias fueron separadas utilizando la Diferencia Mínima Significativa y la estabilidad a través del Modelo Biplot GGE-SReg. El análisis de varianza individual por año y combinado a través de años mostró diferencias altamente significativas entre los distintos híbridos evaluados para la variable rendimiento de grano y otras características agronómicas. Después de los cinco años, el testigo 30F35 tuvo un rendimiento de 6,75 t·ha<sup>-1</sup>, y el mismo fue superado 18% por la cruza simple CLTHY15107 con rendimiento de 7,96 t·ha<sup>-1</sup>. El análisis de estabilidad identificó a este último como el más estable a través de las localidades en tres de los cinco años y en los otros dos años entre los tres más estables. El análisis de la confiabilidad de la respuesta normalizada indicó que en ocho de cada diez localidades el CLTHY15107 superó al testigo. De acuerdo con los resultados de esta investigación, se concluye que esta cruza simple cumple con los requisitos para ser registrada y se podría recomendar su siembra por los agricultores de la república de Panamá.

**Palabras clave:** Adaptabilidad, Biplot SReg, confiabilidad de la respuesta, cruza simple, estabilidad.

<sup>1</sup>Recepción: 03 de abril de 2024. Aceptación: 18 de junio de 2024. Investigación realizada con fondos del Proyecto "Generación de variedades e híbridos de maíz" del DIAP.

<sup>2</sup>Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), e-mail: [gordon.roman@gmail.com](mailto:gordon.roman@gmail.com);  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8433-2357>

<sup>3</sup>IDIAP, e-mail: [joenfra13@gmail.com](mailto:joenfra13@gmail.com); ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-0247-41X>.

<sup>4</sup>IDIAP, e-mail: [franciscoramos2016@gmail.com](mailto:franciscoramos2016@gmail.com); ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-3203-3069>.

<sup>5</sup>Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), e-mail: [Sanvicente@cgiar.org](mailto:Sanvicente@cgiar.org);  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5988-3114>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## SELECTION OF A CORN HYBRID FOR SYSTEMS MECHANIZED PLANTING IN PANAMA

### ABSTRACT

With the aim of selecting a corn hybrid to be used in the mechanized planting system in Panama, the adaptability and stability of many normal grain yellow corn hybrids was evaluated. To achieve this, 40 trials were planted in different locations. The trials were planted in fields of collaborating farmers during five years (2016-2020). All genetic material evaluated came from the International Maize and Wheat Improvement Center Maize Program. The number of hybrids varied over the years, so the experimental design also varied. Alpha Lattice designs with three replications were used. An individual variance analysis and a combined REML type analysis per year were applied to the data obtained, eliminating from the combined analysis all locations with a repeatability of less than 0.05. The means were separated using the Least Significant Difference and stability through the GGE-SReg Biplot Model. The analysis of individual variance per year and combined across years showed highly significant differences between the different hybrids evaluated for the variable grain yield and other agronomic characteristics. After five years, the tester 30F35 had a yield of  $6.75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , and this was surpassed 18% by the single cross CLTHY15107 with a yield of  $7.96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The stability analysis identified the latter as the most stable across locations in three of the five years and among the three most stable in the other two years. Analysis of the reliability of the normalized response indicated that in eight out of ten locations CLTHY15107 outperformed the control. According to the results of this research, it is concluded that this simple cross meets the requirements to be registered and its planting could be recommended by farmers in the Republic of Panama.

**Keywords:** Adaptability, Biplot SReg, reliability of the normalized response, simple cross, stability.

### INTRODUCCIÓN

A pesar de que se han liberado previamente algunos híbridos de maíz adaptados a las zonas bajas e intermedias del litoral pacífico panameño, es imprescindible continuar desarrollando y evaluando genotipos superiores. La globalización de la economía exige que los productores comerciales de maíz eleven su producción por unidad de superficie, esto conlleva a las instituciones de investigaciones agropecuarias a elaborar e implementar programas de manejo integral del cultivo, para generar tecnologías que permitan competitividad y sostenibilidad de sus actividades.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La interacción genotipo–ambiente es de gran importancia en la evaluación de genotipos desarrollados para diferentes condiciones de producción. Para evaluar esta, es necesario integrar los conceptos de estabilidad, para definir el comportamiento de los cultivares evaluados a través de ambientes contrastantes. En estos ensayos es obligatorio evaluar los efectos de genotipo, ambiente y la interacción genotipo ambiente e involucra conceptos como repetitividad, estabilidad y adaptabilidad. En la actualidad existen modelos estadísticos robustos que representan herramientas indispensables en la toma de decisiones al momento de liberar nuevos híbridos, que garanticen que las nuevas tecnologías genéticas sean iguales o superiores a las usadas en la actualidad.

La repetitividad se define como la fracción de la variancia, total del carácter que se debe a las diferencias permanentes entre los individuos y al igual que la heredabilidad, puede tomar valores entre 0 y 1 (Holland et al., 2002; Yan 2014). La heredabilidad o repetitividad  $H$ , es un indicativo de la validez o utilidad de las pruebas de evaluación de genotipos, cuando  $H = 1$  significa que las diferencias observadas entre las medias genotípicas del ensayo son debido al efecto genético; mientras que  $H = 0$  indica que las diferencias observadas son debido al error aleatorio o experimental (Yan y Holland, 2010). Gordón y Camargo (2015) y Camargo et al. (2017) indican que la repetitividad puede ser un estadístico robusto para medir la precisión de los experimentos, con menos sesgo que el coeficiente de variación.

En este sentido tenemos el modelo Biplot GGE propuesto por Yan et al., 2000; Yan y Hunt, 2002. Esta es una herramienta que ha incrementado su popularidad entre los mejoradores agrícolas por su versatilidad y facilidad de interpretación de sus figuras. Autores como Eskridge y Mumm (1992), Eskridge et al. (1993), Eskridge (1997), han propuestos metodologías estadísticas que permiten identificar genotipos superiores utilizando datos desbalanceados; estos autores perfeccionaron el análisis de confiabilidad o respuesta normalizada, basados en las diferencias de rendimiento de los cultivares respecto a un testigo adaptado a la región. Los objetivos del presente estudio fue resaltar algunas herramientas estadísticas sencillas y vigorosas en la toma de decisiones al momento de liberar las nuevas tecnologías genéticas con la certeza estadística que esas nuevas tecnologías serán igual o superiores a las actuales. Se establecieron una serie de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

experimentos a través de varios años con el objetivo de determinar la adaptabilidad y estabilidad de híbridos experimentales, con el propósito de identificar un genotipo, con buena estabilidad de rendimiento y características agronómicas deseables, bajo diversos ambientes de Panamá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localidades y Material Genético

Entre los ciclos agrícolas de 2016 a 2022, en distintas localidades de la Región de Azuero se establecieron un número de veinte ensayos provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Adicional a esta data, se tomó los datos del ensayo de híbridos amarillos del PCCMCA del año 2017, sembrado en 20 localidades de Centro América el cual incluía dos localidades de Panamá. En este último país, todos los ensayos fueron sembrados en parcelas de productores colaboradores de las provincias de Los Santos, en terrenos asignados por los mismos. También se estableció un ensayo por año en la Estación Experimental El Ejido (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Diseño, número de repeticiones, tratamientos y localidades de los ensayos de evaluación de híbridos simples y triples en Panamá, 2016-2022.**

Año	Diseño	No Gen	Provincia	No Loc	Localidades
2016	Alfa Látice 4 x 7	28	Los Santos	5	El Ejido A, El Salaíto, Los Destiladeros, La Colorada, Ejido O*
2017	Alfa Látice 3 x 4	12	Los Santos y Centro América	20	8 localidades de Guatemala, tres en El Salvador y Honduras, dos localidades en Nicaragua, Costa Rica y Panamá (El Ejido, El Salaíto)
2019	Alfa Látice 5 x 5	25	Los Santos	5	El Ejido A*, La Candelaria, La Laguna, Chupá, Aranda,
2021	Alfa Látice 4 x 4	16	Los Santos	5	El Ejido A*, La Candelaria, El Nanzal, Mariabé y Río Oria,
2022	Alfa Látice 4 x 4	16	Los Santos	5	El Ejido A*, La Candelaria, La Laguna, El Nanzal, San José
Total				40	

\*El Ejido A y O se refiere a la siembra en El Ejido en el mes de agosto, septiembre y octubre, respectivamente.

El número de híbridos experimentales sembrados fluctuó a través de los años. Todos los híbridos evaluados fueron suministrados por este CIMMYT. Los híbridos evaluados fueron en su gran mayoría por cruza experimentales que fueron formadas en años previos por el CIMMYT. El set de híbridos incluía tanto cruza simples como triples. Todos los años se incluyó el testigo 30F-35, el cual es un híbrido que fue liberado en el país en el año 2009, así como el híbrido experimental CLTHY15107 (Cuadro 2). En el



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ensayo sembrado en 2017 (PCCMCA) se incluyeron siete híbridos de Casas comerciales, tres del CIMMYT y dos testigos.

### Unidad Experimental:

Las parcelas experimentales consistieron en dos surcos de 5,2 m de largo. Todos los ensayos fueron sembrados a una distancia de 0,75 m entre hileras y 0,20 m entre posturas de siembra para una densidad inicial de 6,66 plantas/m<sup>2</sup>. El manejo agronómico respecto al control de plagas dependió de su incidencia y de las recomendaciones tecnológicas que aparecen en la Guía para el manejo integrado del cultivo de maíz del IDIAP (Gordón, 2021). Al cultivo se le aplicó a la siembra, 273 kg·ha<sup>-1</sup> de la fórmula 13-26-10-3 en forma de banda a 2,5 cm de profundidad. Se realizaron dos aplicaciones suplementarias, la primera a los 21 días después de siembra (dds) y la segunda a los 37 dds a razón de 159 y 204 kg·ha<sup>-1</sup>, de urea-S y del fertilizante 30-0-20 respectivamente. Las malezas se controlaron con la aplicación inmediatamente después de la siembra de atrazina más pendimentalina. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron deshierbes manuales por escape del control hasta el momento de la cosecha.

### Variables medidas:

Se tomaron variables como días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, número de plantas acamadas de tallo, número de mazorcas podridas, número de plantas y mazorcas al momento de la cosecha, rendimiento de grano, número de mazorcas con mala cobertura y humedad del grano (cuantitativas). Además, se evaluó el aspecto de planta y mazorcas con escala 1 a 5 (1= mala, 5= excelente), textura de grano con una escala de 1 a 4 (1=cristalino, 4=dentado) Se evaluaron las principales enfermedades al follaje tales como *Bipolaris maydis*, *Exserohilum turcicum*. En donde 1,0 indica ausencia de enfermedad y 5,0 infección muy severa. La evaluación se realizó antes de la senescencia de las hojas en la etapa R3 (75-80 dds) del cultivo. Para el análisis estadístico de las variables porcentaje de plantas acamadas, mazorcas podridas y mazorcas con punta descubiertas se realizó una transformación utilizando la raíz cuadrada más un medio ( $\sqrt{x + 0,5}$ ). El rendimiento de grano de cada híbrido fue normalizado (RN<sub>i</sub>) por medio del proceso de estandarización N (0,1). Para este cálculo se utilizó la fórmula



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

$(X_i - \mu) / \delta$ , en donde  $X_i$  es el rendimiento del híbrido de interés,  $\mu$  es la media general y  $\delta$  es la desviación estándar general a través de localidades. En cada año se tomó una muestra de seis mazorcas de todos los híbridos, con el fin de obtener el porcentaje de desgrane. El cálculo del rendimiento de grano analizado corresponde al obtenido con este porcentaje de desgrane.

**Cuadro 2. Híbridos evaluados por ciclo agrícola en cada experimento, Panamá 2016-22.**

2016 02AS-16TSCTWCYN	2017 PCCMCA-THY	2019 02AS-19TSCTWCYN	2021 02AS- 21TSCTWCYN	2022 02AS- 22LHTSCTWCYN
1. <b>CLTHY15107</b>	1. MR9019	1. CLTHY17034	1. CLTHY18026	1. CLHTY18035
2. CLTHY15131	2. MR9026	2. CLTHY17142	2. CLTHY19046	2. CLHTY18042
3. CLTHY15102	3. MR9027	3. CLTHY17144	3. CLTHY19071	3. CLHTY19018
4. CLTHY15103	4. HEA28187	4. CLTHY17149	4. CLTHY19076	4. CLHTY22004
5. CLTHY15101	5. HEA28226	5. CLTHY17203	5. CLTHY19091	5. CLHTY22011
6. CLTHY15109	6. HEA28153	6. CLTHY17210	6. CLTHY19098	6. CLHTY19508
7. CLTHY15136	7. HEA17896	7. CLTHY17212	7. CLTHY19101	7. CLHTY19510
8. CLTHY15123	8. CLTHY15002	8. CLTHY17267	8. CLTHY19106	8. CLHTY21504
9. CLTHY15134	9. CLTHY15047	9. CLTHY17278	9. CLTHY19564	9. CLHTY21505
10. CLTHY15119	10. <b>CLTHY15107</b>	10. CLTHY17283	10. CLTHY19566	10. CLHTY21506
11. CLTHY15112	11. DK7500	11. CLTHY18204	11. CLTHY19568	11. CLHTY21513
12. CLTHY15023	12. 30F-35	12. CLTHY18205	12. CLTHY19575	12. <b>CLHTY15107</b>
13. CLTHY15025		13. CLTHY17236	13. <b>CLTHY15107</b>	13. CLHTY16155
14. CLTHY15027		14. CLTHY18208	14. CLTHY17288	14. CLHTY15031
15. CLTHY15029		15. CLTHY18210	15. 30F-35	15. 30F-35
16. CLTHY15035		16. CLTHY18211	16. ADV-9293	16. ADV-9223
17. CLTHY15041		17. CLTHY18218		
18. CLTHY15043		18. CLTHY18219		
19. CLTHY15045		19. CLTHY18222		
20. CLTHY15047		20. CLTHY18223		
21. CLTHY15051		21. CLTHY18224		
22. CLTHY15053		22. CLTHY15031		
23. CLTHY15054		23. <b>CLTHY15107</b>		
24. CLTHY15056		24. 30F-35		
25. CLTHY15002		25. ADV-9293		
26. CLTHY14012				
27. P-4226				
28. 30F35				

### Diseño Experimental y Análisis estadístico:

Se realizó un análisis de varianza por localidad (1). El análisis de varianzas por localidad se realizó utilizando el método REML (Restricted Maximum Likelihood) propuesto por Vargas et al. (2013). Para el análisis por año se consideró un diseño Alfa Látice con tres repeticiones. Se utilizaron los siguientes modelos matemáticos.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

$$Y_{ijk} = \mu + Rep_i + Block_j(Rep_i) + Gen_k + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

En donde  $Y_{ijk}$  es el tratamiento de interés;  $\mu$  es la media general;  $Rep_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima repetición;  $Block_j(Rep_i)$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque incompleto dentro del  $i$ -ésima repetición;  $Gen_k$  es el efecto  $k$ -ésimo genotipo, y  $\varepsilon_{ijk}$  es el error residual. En este modelo los genotipos se consideran como efectos fijos y las repeticiones y bloques incompletos como efectos al azar.

### **Repetitividad:**

En cada análisis se procedió a calcular la repetitividad (H) por localidad (3). Luego se le calculó este estadístico de precisión a cada variable del análisis combinado (4) de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$H = \frac{\delta_g^2}{\delta_g^2 + \delta_e^2 / N^\circ \text{ reps}} \quad (3)$$

$$H = \frac{\delta_g^2}{\delta_g^2 + \delta_{ge}^2 / N^\circ \text{ loc} + \delta_e^2 / (N^\circ \text{ locs} \times N^\circ \text{ reps})} \quad (4)$$

En donde  $\delta_g^2$  es la varianza de genotipos,  $\delta_{ge}^2$  es la varianza de la interacción genotipo x ambiente y  $\delta_e^2$  es la varianza del error de los análisis de varianza realizados a cada localidad y al combinado.

### **Análisis de Varianzas:**

A las localidades que tuvieron una repetitividad superior a 0,00 se les realizó un análisis de varianza combinado a través de años con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + Loc_i + Rep_j(Loc_i) + Block_k(Loc_i Rep_j) + Gen_l + Loc_i \times Gen_l + \varepsilon_{ijkl} \quad (2)$$

En donde los nuevos términos  $Loc_i$  y  $Loc_i \times Gen_l$  son los efectos para la  $i$ -ésima localidad y la interacción genotipo por localidad, ambos considerados términos al azar dentro del modelo. En este modelo los genotipos se consideran como efectos fijos y las repeticiones como efectos al azar. Para la estructura de las covarianzas se utilizó el modelo de componentes de la varianza (*Variance components*). A todas las variables se le calculó



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

las medias ajustadas (LS means) y las mismas fueron comparadas utilizando las diferencias mínimas significativas (DMS) al 5% de probabilidad.

### Análisis de Estabilidad:

Para el análisis de estabilidad del combinado de los tres años, se utilizó el modelo Biplot GGE-SReg, que integra el análisis de varianza y el análisis de componentes principales (Yan et al., 2000). El SReg está basado en la Regresión de sitios Lineal-bilineal (multiplicativo) de (Cornelius et al., 1993). El modelo matemático del SReg (6) es:

$$\bar{y}_{ik} = \mu + \delta_j + \sum_{k=1}^t \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \bar{\varepsilon}_{ij}. \quad (6)$$

En donde  $\bar{y}_{ik}$  es el Rendimiento promedio de un genotipo  $i$  en un ambiente  $k$ ,  $\mu$  es la media general del genotipo  $i$ -ésimo en el  $j$ -ésimo ambiente;  $\delta_j$  es el efecto de las desviaciones de las medias del ambiente,  $\lambda_n$  es el valor singular para el PCA o son constantes de escala (valores singulares) que permiten la imposición de restricciones de orto-normalidad en los vectores singulares para genotipos  $\alpha_{ik}$  y ambientes  $\gamma_{jk}$ ; de modo que  $\sum_i \alpha_{ik}^2 = \sum_j \gamma_{jk}^2 = 1$  y  $\sum_i \alpha_{ik} \alpha_{ik'} = \sum_j \gamma_{jk} \gamma_{jk'} = 0$  para  $k \neq k'$ ;  $\alpha_{ik}$  y  $\gamma_{jk}$  son llamadas “primario”, “secundario”, “terciario”....etc efectos de genotipos y ambientes respectivamente.;  $\bar{\varepsilon}_{ij}$  es el error experimental asumiendo ser normal y con distribución independiente  $(0, \sigma^2/r)$ .

### Análisis de confiabilidad de la respuesta:

El análisis de confiabilidad se realizó a los seis híbridos (excluyendo al testigo local) que fueron evaluadas los tres años. Para la confiabilidad o respuesta normalizada (RNi), del  $i$ -ésimo genotipo se determinó a partir de los diferenciales de rendimiento con respecto al testigo 30F-35. Los valores promedios  $d_i$  y la desviación estándar de las diferencias (Sdi) se estimaron en todos los ambientes. A continuación, se determinó el valor estandarizado ( $d_i/Sdi$ ), al cual se le establece la probabilidad normal estandarizada, mediante la tabla de distribución normal tipificada  $N(0, 1)$ , que proporciona los valores de alfa de la cola (probabilidad de encontrar un valor de  $Z$  mayor al indicado). A esta probabilidad se le denomina confiabilidad normalizada con respecto al testigo (RNi) (Córdova et al., 1993; Camargo et al., 2014). Para determinar que las diferencias de los distintos híbridos



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

evaluados contra el testigo en todas las localidades no son productos del azar se utilizó la prueba de Rachas de Wald-Wolfowitz y la Prueba de Cochran-Armitage.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ENSAYO 2016 (02AS)

Se realizó el cálculo de la repetitividad (H) para todas las variables medidas, así como para el rendimiento de cada ensayo, resultando para el rendimiento de grano valores entre 0,78 y 0,88. En el análisis combinado la repetitividad fue de 0.86. De acuerdo con el análisis de varianza, el ambiente capturó el 68.3% de la suma de cuadrados total del experimento, sugiriendo una alta variabilidad en los ambientes evaluados. En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento de grano ajustado (LSMeans) y algunas de las variables medidas por localidad. El rendimiento de grano promedio a través de las cinco localidades fue de 6,10 t·ha<sup>-1</sup>, pero el mismo se vio afectado en algunas localidades por la distribución de la lluvia y el tipo de suelo. En relación con el rendimiento de grano en las localidades, el mayor promedio se obtuvo en El Salaíto (7,95 t·ha<sup>-1</sup>), mientras que el más bajo se obtuvo en El Ejido L (2,82 t·ha<sup>-1</sup>). Este año el porcentaje promedio de plantas acamadas fue de 34,6%. Se observó un bajo porcentaje de mazorcas podridas en todas las localidades. El ensayo con la población más baja fue el de La Colorada con una media de 6,19 plantas·m<sup>-2</sup>. De acuerdo con el análisis Biplot el ambiente ideal tuvo unos valores de los dos primeros ejes de 1,32 y 0,12, respectivamente.

**Cuadro 3. Promedio de rendimiento y otras características de híbridos de maíz según localidades, Azuero, Panamá, 2016.**

Localidades	H (rend)	DMS/Rango	C.V (%)	Rend (tha <sup>-1</sup> )	Flor F (días)	Alpt (cm)	Almz/Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mz/Pt	Pmz (g)	Pud (%)	Aca (%)	Enf (1-5)	Mala Cob (%)	PCA-1	PCA-2
El Ejido E	0,80	0,17	9,5	6,29	56	247	0,49	6,34	0,97	102	11,2	72,6	1,5	4,1	0,90	1,24
El Salaíto	0,86	0,15	8,0	7,95	52	264	0,50	6,53	0,97	125	3,6	15,9	2,9	4,1	1,37	0,95
Destiladeros	0,78	0,23	13,3	6,17	53	241	0,49	6,49	0,93	102	1,9	43,3	2,3	3,3	1,46	-1,23
La Colorada	0,84	0,20	10,8	7,25	54	265	0,50	6,19	0,93	126	4,2	31,3	2,2	2,7	1,88	-0,32
El Ejido L	0,88	0,19	18,7	2,82	54	219	0,50	6,32	0,89	49	.	9,7	2,3	9,9	0,99	-0,01
<b>Promedio</b>	<b>0,86</b>	<b>0,22</b>	<b>11,0</b>												<b>1,32</b>	<b>0,12</b>

El análisis de varianza combinado mostró diferencias altamente significativas entre los distintos híbridos evaluados para la variable rendimiento de grano; logrando capturar el 12,2 % de la suma de cuadrados del análisis de varianza de esta variable. De los híbridos



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

evaluados, 13 sobrepasaron la media general, sobresaliendo de manera significativa el testigo local P-4226 y el híbrido experimental CLTHY15107 con rendimiento promedio de 8,06 a 7,73 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 4). De acuerdo con el DMS calculado para este ensayo (0,81 t·ha<sup>-1</sup>) estos no difieren significativamente entre sí (0,33 t·ha<sup>-1</sup>). A este primer grupo le siguió el grupo de híbridos CLTHY15102, CLTHY15109, CLTHY15056, CLTHY15101 y CLTHY15054 con medias superiores a las 6,50 t·ha<sup>-1</sup>. En cuanto a las otras variables agronómicas todos los híbridos presentaron buena sanidad tanto en el follaje como en la mazorca. No hubo diferencias significativas para la variable número de plantas al momento de la cosecha. Todos los híbridos, con excepción a los híbridos CLTHY15109, CLTHY15102 y CLTHY15054 presentaron muy buena cobertura de mazorca (menos del 10% de mazorcas con punta descubierta).

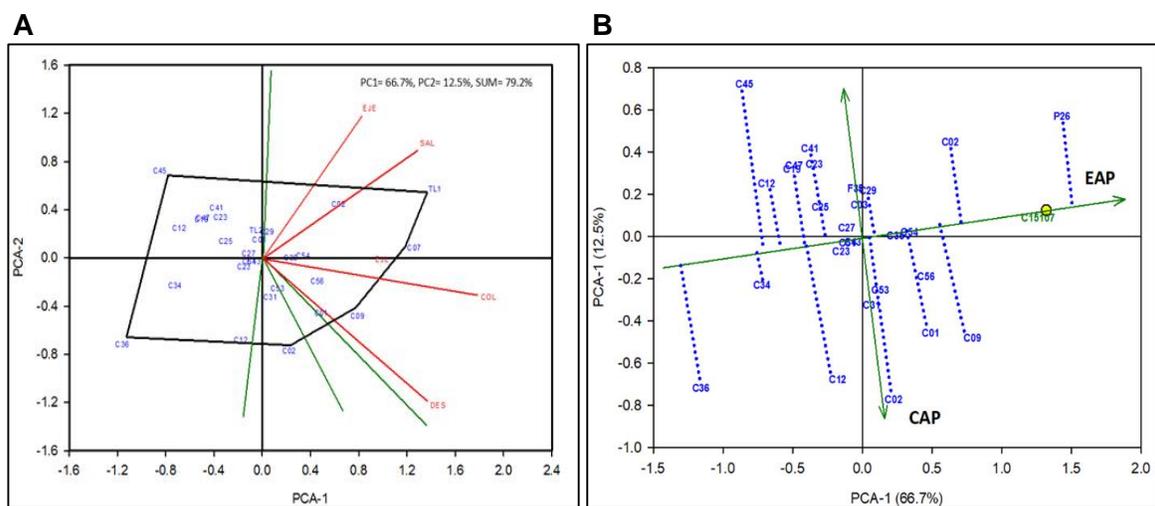
**Cuadro 4. Rendimiento de grano y otras características agronómicas de los mejores 20 híbridos de maíz evaluados en Azuero, Panamá, 2016.**

Híbridos	Rend (t·ha <sup>-1</sup> )	RNi	Flor (días)	Alpt (cm)	Almz/Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mz/pt	Pmz (g)	Mz pod (%)	Aca (%)	Bip (1-5)	M cob (%)	PCA-1	PCA-2
P-4226 (TL-1) P226	8,06	1,72	52	246	0,51	6,56	0,98	124	0,8	15,1	2,1	0,3	1,43	0,57
<b>CLTHY15107</b> C107	7,73	1,33	54	258	0,50	6,31	0,99	124	3,0	50,9	1,8	3,6	1,26	0,08
CLTHY15102 C102	7,03	0,84	54	250	0,50	6,26	0,98	113	2,3	49,1	1,8	13,3	0,63	0,45
CLTHY15109 C109	6,95	0,60	54	254	0,50	6,15	1,01	112	4,8	37,9	2,4	18,3	0,79	-0,48
CLTHY15056 C056	6,77	0,60	54	257	0,49	6,45	0,95	110	2,1	44,1	2,2	2,3	0,46	-0,19
CLTHY15101 C101	6,71	0,49	54	257	0,50	6,30	0,96	110	6,5	39,9	1,9	3,0	0,49	-0,46
CLTHY15054 C054	6,60	0,44	55	252	0,50	6,51	0,94	106	2,3	36,3	1,8	12,6	0,34	0,02
CLTHY15035 C035	6,37	0,20	54	247	0,51	6,53	0,94	103	3,1	36,1	2,3	2,7	0,24	0,00
CLTHY15002 C002	6,36	0,19	52	234	0,50	6,36	0,96	103	3,1	47,7	2,1	1,4	0,22	-0,77
CLTHY15053 C053	6,29	0,15	53	252	0,49	6,45	0,96	101	1,8	36,0	1,8	8,5	0,13	-0,25
CLTHY15131 C131	6,24	0,12	54	247	0,49	6,05	0,93	110	5,3	35,1	1,9	2,5	0,07	-0,33
CLTHY15029 C029	6,22	0,12	55	247	0,50	6,36	0,95	104	6,1	33,5	1,9	1,4	0,04	0,21
30F35 (TL-2) F35	6,09	0,03	52	242	0,49	6,16	0,94	105	3,5	29,3	2,1	1,0	-0,05	0,23
CLTHY15103 C103	6,03	-0,06	54	251	0,49	6,25	0,97	99	10,2	45,9	2,7	4,0	-0,02	0,15
CLTHY15123 C123	6,01	-0,05	55	243	0,49	6,54	0,92	101	4,7	18,2	1,8	8,8	-0,15	-0,07
CLTHY15043 C043	5,99	-0,13	54	240	0,50	6,51	0,93	97	2,8	38,3	2,5	1,7	-0,07	-0,03
CLTHY15027 C027	5,97	-0,10	54	247	0,50	6,38	0,97	96	3,5	32,0	2,8	3,7	-0,11	0,04
CLTHY15051 C051	5,90	-0,20	54	246	0,51	6,45	0,93	97	2,4	44,5	2,9	3,8	-0,11	-0,03
CLTHY15025 C025	5,74	-0,24	55	246	0,50	6,29	0,94	97	6,2	30,9	2,4	3,7	-0,30	0,14
CLTHY15023 C023	5,62	-0,38	54	245	0,50	6,45	0,93	92	1,6	47,1	2,9	1,9	-0,34	0,34
<b>Promedio</b>	6,10		54	247	0,50	6,38	0,94	100,9	4,2	34,6	2,2	4,8		
<b>DMS</b>	0,814		1	7	0,01	0,24	0,05	12	5,4	13,2	0,3	7,4		
<b>H</b>	0,86		0,88	0,85	0,70	0,64	0,75	0,83	0,57	0,77	0,93	0,69		
S <sup>2</sup> Hib	27	0,53	1,015	39,6	0,000	0,013	0,001	85,2	5,0	77,3	0,141	15,6		
S <sup>2</sup> Loc	4	3,85	1,604	354,2	0,000	0,018	0,001	967,2	17,4	618,7	0,243	7,1		
S <sup>2</sup> Loc x Hib	108	0,28	0,475	5,66	0,000	0,005	0,000	62,1	9,9	87,1	0,019	23,5		
PCA-1	30	8,72												
PCA-2	28	1,76												
S <sup>2</sup> Res	0,45		0,721	90,92	0,000	0,098	0,005	80,1	27,9	82,0	0,100	36,7		



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

De acuerdo con el análisis Biplot GGE-SREG (Figura 2), tanto los 28 híbridos como los cinco ambientes presentan diferentes patrones de interacción. De acuerdo con las puntuaciones de los ejes PCA-1 y PCA-2, el híbrido más estable y rendimiento sobre la media general fue CLTHY15107 (G15107). Este mismo análisis clasificó los ambientes en dos grupos, el primero (Grupo A) conformado por las localidades de El Ejido E y El Salaíto. El otro grupo estuvo conformado por los ensayos sembrados en las localidades de Destiladeros, La Colorada y El Ejido L (Grupo B). El híbrido P-4226 presentó el mejor comportamiento en localidades del Grupo A, mientras que el CLTHY15107 presentó un buen comportamiento en las localidades del Grupo B.



**Figura 1. Biplot GGE para el rendimiento de grano de 28 híbridos de maíz en cinco ambientes de Azuero, Panamá, 2016 (A) y Gráfica de estabilidad de los genotipos según el ambiente ideal (B).**

### ENSAYO 2017 (PCCMCA)

El cálculo de la repetitividad (H) para el rendimiento de ambos ensayos sembrados en Azuero, así como del combinado de ambos fue de 0,80; 0,98 y 0,90, respectivamente. De acuerdo con el análisis combinado, se presentaron diferencias estadísticas entre localidades para casi todas las variables con excepción de enfermedad, acame de tallo, aspecto de plantas y mazorcas. Con relación a la diferencia entre híbridos el análisis mostró diferencias altamente significativas y significativas para casi todas las variables estudiadas excepto mazorcas por planta, acame, enfermedad y aspecto de mazorcas. El Cuadro 5



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

presenta el rendimiento de grano y algunas de las variables medidas del análisis combinado, así como el análisis estadístico y los valores de repetitividad de las variables analizadas. El rendimiento promedio a través de las dos siembras fue de 7,94 t·ha<sup>-1</sup>. El rendimiento obtenido en la siembra de El Ejido y El Salaíto fue de 8,36 a 7,51 t·ha<sup>-1</sup>. El híbrido de mayor rendimiento en promedio de las dos localidades fue el CLTHY15107 con una media de más de 9,94 t·ha<sup>-1</sup>, superando al testigo local en 5%. Los híbridos 30F35, MR9019, MR9026 y MR9027 siguieron a este con un rendimiento superior a 8,50 t·ha<sup>-1</sup> y no difirieron estadísticamente del testigo local 30F35 (9,46 t·ha<sup>-1</sup>).

**Cuadro 5. Rendimiento y otras características de los 12 híbridos de maíz en dos localidades de Panamá, PCCMCA, 2017.**

Híbrido	Rend t·ha <sup>-1</sup>	RNi	FF días	Alpt cm	Pomz	Pt/m <sup>2</sup>	Mz/Pt	Pmz g	Pod %	Aca %	Enf 1-5	Asmz 1-5	Cob %	TEX 1-4	% vs T Local
1 <b>CLTHY15107</b>	9,94	1,35	52	248	0,50	5,92	1,05	164	3,0	30,6	2,3	2,8	9,4	3,0	5
2 30F35	9,46	0,96	52	243	0,49	6,46	0,98	149	4,1	10,0	2,7	2,6	4,4	3,0	0
3 MR9019	9,25	0,90	52	239	0,49	6,30	1,02	144	1,7	8,2	2,7	2,6	3,2	3,4	-2
4 MR9026	8,61	0,40	50	225	0,50	6,22	0,99	139	3,7	2,5	3,1	2,8	1,0	2,4	-9
5 MR9027	8,57	0,39	51	229	0,52	6,35	0,98	138	2,9	3,7	2,9	2,8	1,8	2,0	-9
6 CLTHY15002	8,39	0,25	51	224	0,50	6,45	0,97	135	3,2	13,6	3,1	2,9	1,1	2,9	-11
7 CLTHY15047	8,33	0,21	52	233	0,51	6,45	0,99	131	2,5	40,6	3,8	2,7	1,1	2,5	-12
8 HEA 28187	7,07	-0,50	52	237	0,50	5,24	1,02	136	4,1	14,7	2,8	3,2	9,7	1,4	-25
9 DK-7500 (TC)	6,99	-0,51	51	226	0,52	4,77	1,03	147	1,8	7,7	3,2	2,8	1,6	2,4	-26
10 HEA 17896	6,53	-0,90	51	221	0,51	5,45	0,95	129	3,4	12,9	3,3	3,2	1,4	2,8	-31
11 HEA 28153	6,24	-1,16	51	226	0,50	5,96	0,92	115	3,8	24,6	3,1	3,3	1,5	2,5	-34
12 HEA 28226	5,86	-1,41	51	225	0,51	5,60	1,00	107	4,1	43,8	2,8	3,3	6,3	1,5	-38
<b>Promedio</b>	<b>7,94</b>		<b>51</b>	<b>231</b>	<b>0,50</b>	<b>5,93</b>	<b>0,99</b>	<b>136</b>	<b>3,2</b>	<b>17,7</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	
DMS	1,70		1	7	0,02	1,47	0,08	11	2,0	14,9	0,3	0,2	7,0	1,1	
H	0,80		0,51	0,91	0,14	0,14	0,33	0,94	0,24	0,86	0,90	0,90	0,43		
DMS/R	0,42		0,70	0,28	0,68	0,87	0,64	0,19	0,79	0,36	0,23	0,31	0,80		
CV	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
S <sup>2</sup> Hib	1,46		0,24	66,15	0,00	0,04	0,00	211,11	0,15	164,32	0,12	0,06	4,48		
S <sup>2</sup> loc	0,29		1,89	69,84	0,00	0,66	0,00	95,30	1,52	15,15	0,19	0,04	1,71		
S <sup>2</sup> Loc x Hib	0,53		0,32	0,20	0,00	0,46	0,00	4,21	0,00	22,77	0,00	0,00	9,03		
S <sup>2</sup> Res	0,53		0,42	39,90	0,00	0,23	0,00	69,60	2,82	95,57	0,08	0,04	8,55		

FF= Floración femenina, AlPt = Altura de planta, Pt/m<sup>2</sup> = Plantas por metro cuadrado, Mz/Pt = Mazorcas por planta, PMz = Peso de mazorcas, Rend = Rendimiento de grano, Pod = % mazorcas podridas, Aca =% plantas acamadas, Enf = Bipolaris maydis, Asmz = Aspecto de mazorcas, Pomz = relación altura de mazorca y altura de planta, Cob = % de mazorcas con mala cobertura.

El resultado de este ensayo a través de Centro América del análisis señaló una diferencia altamente significativa entre ambientes e híbridos para todas las variables estudiadas. La interacción genotipo ambiente resultó altamente significativa para todas las variables analizadas. De los 12 híbridos evaluados, siete sobrepasaron la media general, sobresaliendo de manera significativa los híbridos CLTHY15107, MR9019 y CLTHY15002



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

con medias superiores a las 7,50 t ha<sup>-1</sup>. Estos híbridos superaron al mejor testigo común (DK-7088) en el combinado general en 9, 8 y 7%, respectivamente. En relación con las otras características evaluadas, los promedios obtenidos para cada una de las variables medidas a través de las 20 localidades se observan en el Cuadro 6.

De acuerdo con las puntuaciones de ambos ejes (PCA-1 y PCA-2) el híbrido más estable fue el MR9019, seguido por los híbridos CLTHY15102 y CLTHY151078 (Cuadro 6). Según Yan et al. (2000), al graficar las puntuaciones de ambos ejes principales (PCA1 y PCA2), se forma un polígono con los híbridos que quedan en la parte externa de la figura, éstos fueron los híbridos HEA28153, MR9019, CLTHY15107, DK7500 y el Testigo Local. Los híbridos localizados en los vértices son considerados los mejores e inferiores dependiendo de su ubicación (Figura 2). Con relación a la interacción genotipo ambiente los híbridos que mejor se comportaron en cada uno de los grupos ambientales, de acuerdo con la posición o cercanía a la que se encuentran de cada grupo. Los híbridos locales, así como el MR9027 y MR9026, presentaron un buen comportamiento en las localidades del Grupo A, mientras que, en el Grupo B los de mejor comportamiento fueron el CLTHY150002, CLTHY150107 y MR9019. El Ovejero y El Salaíto fueron los ambientes que mejor discriminaron los genotipos (Figura 2).

**Cuadro 6. Rendimiento de grano y otras características de los 12 híbridos de maíz, PCCMCA, en 19 localidades de Centro América, 2017.**

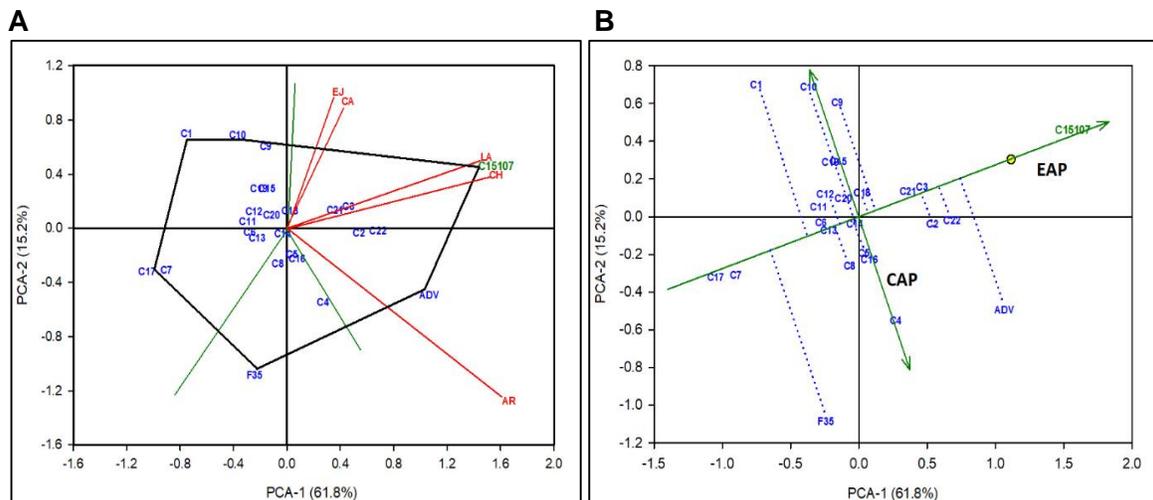
	Rend t ha <sup>-1</sup>	RNi	Flor (días)	Alpt (cm)	Almz (cm)	Ptm2	Mzm2	Mz/pt	PMz (g)	Pud (%)	Acat (%)	Bmay (1-5)	Cob (%)	Pomz	Tex (1-4)	PCA1	PCA2
1. CLTHY15107	7,82	0,69	58	250	130	5,83	6,42	1,11	122	11,7	5,5	2,0	6,7	0,52	3,1	1,08	-0,42
2. MR 9019	7,79	0,66	58	244	120	5,92	6,38	1,08	122	8,0	2,2	2,0	3,1	0,49	3,0	1,04	0,19
3. CLTHY15002	7,73	0,61	57	230	116	5,89	5,89	1,01	132	9,0	4,0	2,2	3,6	0,51	2,9	1,07	-0,33
4. MR 9026	7,46	0,44	57	232	119	5,83	5,91	1,02	143	11,2	0,9	2,5	3,5	0,51	2,7	0,68	0,52
5. MR 9027	7,40	0,39	57	236	124	5,81	5,98	1,04	124	10,6	1,0	2,2	3,7	0,53	2,8	0,72	0,72
6. DK-7500	7,20	0,25	58	236	118	5,48	5,71	1,05	126	9,2	2,2	2,3	3,8	0,50	2,8	0,47	1,04
7. CLTHY15047	6,93	0,00	58	239	128	5,79	5,99	1,04	116	7,6	6,4	2,6	4,6	0,53	3,0	0,26	-0,27
8. T LOCAL	6,81	-0,10	58	232	117	5,42	5,60	1,04	120	11,6	3,2	2,1	4,4	0,51	2,9	0,12	-1,85
9. HEA 17896	6,28	-0,41	57	224	119	5,40	5,32	0,99	117	11,3	3,0	2,4	3,1	0,53	2,6	-0,94	0,11
10. HEA 28187	6,02	-0,64	58	234	125	5,38	5,57	1,04	107	11,6	3,4	2,3	5,8	0,53	2,5	-1,16	0,23
11. HEA 28226	5,83	-0,84	57	229	118	5,45	5,51	1,01	105	11,5	7,1	2,3	5,9	0,51	2,3	-1,47	0,02
12. HEA 28153	5,54	-1,04	57	227	115	5,49	5,35	0,98	104	15,4	4,0	2,4	5,2	0,51	2,8	-1,89	0,04
<b>Promedio</b>	<b>6,90</b>	<b>0,00</b>	<b>57</b>	<b>234</b>	<b>121</b>	<b>5,64</b>	<b>5,80</b>	<b>1,03</b>	<b>120</b>	<b>10,7</b>	<b>3,6</b>	<b>2,3</b>	<b>4,5</b>	<b>0,51</b>	<b>2,8</b>		
LSD	0,52	0,36	1	5	7	0,27	0,35	0,05	17	2,8	3,5	0,3	2,3	0,03	0,4		
H	0,95	0,95	0,78	0,94	0,72	0,79	0,87	0,77	0,72	0,77	0,60	0,62	0,51	0,50	0,61		
DMS/R	0,23	0,21	0,38	0,20	0,46	0,51	0,32	0,37	0,42	0,36	0,56	0,51	0,63	0,65	0,49		
CV	11,7		1,6	4,5	9,9	8,3	1,1	8,7	35,0	53,5	111,2	16,1	79,5	8,7	15,0		
No loc	19	19	16	17	17	19	19	19	19	19	17	8	17	17	10		
S <sup>2</sup> Hib	0,61	0,35	16,00	50,0	15,1	0,04	0,11	0,00	93,3	3,3	2,30	0,02	0,71	0,00	0,03		
S <sup>2</sup> loc	3,41	0,00	29,47	141,0	94,8	0,31	0,28	0,00	903,3	143,3	32,96	0,45	10,76	0,00	0,21		
S <sup>2</sup> Loc x Hib	0,46	0,20	0,60	20,9	52,6	0,11	0,20	0,00	106,2	8,0	21,45	0,07	7,37	0,00	0,13		
S <sup>2</sup> Res	0,66	0,40	0,84	112,3	141,7	0,22	0,34	0,01	1764,0	32,8	15,80	0,13	12,52	0,00	0,18		



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los distintos híbridos evaluados para la variable rendimiento de grano. De los híbridos evaluados, diez sobrepasaron la media general, sobresaliendo de manera significativa los híbridos CLTHY15107, ADV-9293 y CLTHY15031 con rendimientos promedios de 8,95; 8,08 y 7,99  $\text{tha}^{-1}$  y más del 25% del Testigo 30F-35. A este primer grupo le siguió el grupo de híbridos CLTHY17144, CLTHY17142 y CLTHY18224 con medias superiores a las 7,50  $\text{tha}^{-1}$  (Cuadro 8). De acuerdo con el análisis Biplot GGE-SReg, tanto los 25 híbridos como los cinco ambientes presentan diferentes patrones de interacción y en donde la localidad Ideal presenta unos valores de los dos primeros ejes de 1,11 y 0,30. De acuerdo con las puntuaciones de los ejes PCA-1 y PCA-2, el híbrido más estable y rendimiento sobre la media general fue CLTHY15107. Este análisis clasificó los ambientes en dos grupos, el primero conformado por la localidad La Laguna, Chupa y Aranda (Figura 3). El otro grupo estuvo conformado por los ensayos sembrados en las localidades de El Ejido y Candelaria (Grupo B).



**Figura 3. Biplot GGE para el rendimiento de grano de 25 híbridos de maíz en 5 ambientes de Azuero, Panamá, 2019 (A) y Gráfica de estabilidad de los genotipos según el ambiente ideal (B).**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**Cuadro 8. Rendimiento de grano y otras características agronómicas de los mejores 20 híbridos y el testigo más sembrado, Panamá, 2019.**

Híbridos		Rend (tha <sup>-1</sup> )	RNi	Flor (días)	Alpt (cm)	Almz/ Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mzm <sup>2</sup>	Mz/pt	Pmz (g)	Mz pod (%)	Aca (%)	Tex (1-4)	PCA-1	PCA-2
1. CLTHY15107	C23	8,95	1,58	54	246	0,53	6,41	6,28	0,98	143	0,8	59,6	2,7	1,57	0,46
2. ADV-9223	A23	8,08	0,74	55	228	0,54	6,23	5,90	0,95	138	1,4	19,8	1,0	1,07	-0,50
3. CLTHY15031	C22	7,99	0,78	54	242	0,54	6,58	6,30	0,96	127	0,5	37,0	1,1	0,68	-0,02
4. CLTHY1714	C3	7,71	0,52	51	242	0,49	6,62	6,06	0,92	127	10,5	23,4	3,2	0,46	0,16
5. CLTHY17142	C2	7,65	0,42	52	246	0,52	6,41	5,83	0,91	131	12,7	48,4	3,7	0,54	-0,04
6. CLTHY18224	C21	7,56	0,42	54	239	0,55	6,56	6,22	0,95	121	1,8	21,8	1,1	0,36	0,13
7. CLTHY18219	C18	7,30	0,26	54	238	0,54	6,65	6,13	0,92	119	0,7	30,6	1,3	0,02	0,12
8. CLTHY17203	C5	7,30	0,23	52	252	0,54	6,67	6,20	0,93	118	1,3	14,0	1,1	0,04	-0,20
9. CLTHY17278	C9	7,09	0,13	52	244	0,52	6,62	6,02	0,91	117	3,3	32,0	2,7	-0,16	0,60
10. CLTHY17149	C4	7,08	-0,12	54	242	0,53	6,68	5,87	0,88	120	24,0	26,6	3,3	0,27	-0,55
11. CLTHY17267	C8	7,08	-0,04	53	244	0,53	6,50	5,90	0,91	119	4,0	34,4	2,4	-0,07	-0,27
12. CLTHY18211	C16	7,03	-0,15	54	239	0,54	6,66	5,80	0,87	121	1,5	35,5	1,3	-0,11	0,09
13. CLTHY18208	C14	7,03	-0,09	55	243	0,54	6,48	5,95	0,92	118	1,6	30,9	1,4	0,08	-0,23
14. CLTHY18223	C20	7,00	-0,06	54	235	0,55	6,60	5,99	0,91	117	1,5	40,0	1,8	-0,03	-0,04
15. CLTHY18222	C19	6,97	-0,06	55	242	0,54	6,48	5,62	0,87	124	3,0	45,8	2,5	-0,21	0,29
16. CLTHY17283	C10	6,93	-0,03	51	233	0,52	6,44	6,02	0,93	116	2,5	64,0	2,9	-0,37	0,69
17. CLTHY18210	C15	6,91	-0,14	54	248	0,54	6,55	5,77	0,89	120	1,7	46,9	1,2	-0,15	0,29
18. CLTHY17236	C13	6,84	-0,23	51	236	0,52	6,65	6,09	0,92	112	2,4	39,5	1,1	-0,22	-0,08
19. CLTHY17210	C6	6,80	-0,25	53	246	0,52	6,59	5,70	0,87	119	2,1	28,3	1,3	-0,25	0,12
20. CLTHY18205	C12	6,75	-0,28	54	247	0,51	6,57	5,88	0,90	114	1,9	31,8	1,6	-0,28	-0,03
21. CLTHY18204	C11	6,64	-0,44	53	247	0,51	6,50	6,01	0,93	110	0,4	40,5	1,0	-0,29	0,05
22. 30F-35	F35	6,46	-0,75	54	226	0,53	6,28	5,75	0,92	115	2,1	27,9	2,5	-0,24	-1,09
23. CLTHY17034	C1	6,45	-0,42	54	247	0,52	6,47	5,37	0,84	120	18,3	52,9	3,2	-0,75	0,70
24. CLTHY17212	C7	6,07	-0,87	53	249	0,52	6,62	5,38	0,82	113	2,8	40,0	1,2	-0,90	-0,31
25. CLTHY18218	C17	5,80	-1,16	55	248	0,54	6,49	4,94	0,76	118	1,8	26,8	1,2	-1,05	-0,33
<b>Promedio</b>		<b>7,10</b>	<b>0,00</b>	<b>51</b>	<b>242</b>	<b>0,53</b>	<b>6,53</b>	<b>5,88</b>	<b>0,90</b>	<b>121</b>	<b>4,2</b>	<b>35,9</b>	<b>1,9</b>		
<b>DMS</b>		<b>0,87</b>	<b>0,73</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,31</b>	<b>0,50</b>	<b>0,07</b>	<b>10</b>	<b>10,9</b>	<b>15,8</b>	<b>0,5</b>		
S <sup>2</sup> Hib	24	0,327		1,104	35,0	0,000	0,000	0,061	0,002	44,0	24,91	113,8	0,765		
S <sup>2</sup> Loc	4	0,465		0,236	336,5	0,001	0,059	0,036	0,002	103,8	3,89	316,2	0,086		
S <sup>2</sup> Loc x Hib	96	0,290		0,147	4,2	0,000	0,026	0,071	0,001	35,9	31,68	88,9	0,058		
PCA-1	27	6,80													
PCA-2	25	1,81													
S <sup>2</sup> Res		0,618		0,752		0,001	0,110	0,275	0,006	101,7	41,82	222,2	0,259		
<b>DMS/Rango</b>		<b>0,28</b>		<b>0,22</b>		<b>0,31</b>	<b>0,69</b>	<b>0,36</b>	<b>0,30</b>	<b>0,31</b>	<b>0,46</b>	<b>0,32</b>	<b>0,18</b>		



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Ensayo 2021 (02AS)

En el análisis previo por localidad se estimó la repetitividad para todas las variables, así como para el rendimiento de grano, los valores de esta última variable estuvieron entre 0,34 y 0,73. Luego del análisis combinado se encontró que este valor fue de 0,56. De acuerdo con el análisis de varianza Tipo IV el ambiente capturó el 65,8% de la suma de cuadrados total del experimento. El rendimiento promedio a través de las cinco localidades fue de 7,01  $\text{t ha}^{-1}$ . En relación con el rendimiento de grano en las localidades, el mayor promedio se obtuvo en Mariabé, mientras que el más bajo se obtuvo en Río Oria (Cuadro 9). El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los distintos híbridos evaluados para la variable rendimiento de grano. De los híbridos evaluados, ocho sobrepasaron la media general, sobresaliendo de manera significativa el híbrido CLTHY19071 con rendimiento promedio de 7,78 y más del 25% del Testigo 30F-35 (Cuadro 10). A este primer grupo le siguió el grupo de híbridos CLHTY15107, CLHTY19101, CLHTY19046, CLTHY18026 y CLHTY19091 con medias superiores a las 7,20  $\text{t ha}^{-1}$ . En el análisis Biplot GGE-SReg, los 16 híbridos como los 5 ambientes presentan diferentes patrones de interacción. De acuerdo con las puntuaciones del PCA-1 y PCA-2, el híbrido más estable y rendimiento sobre la media general fue CLTHY190091 (C5), CLTHY19071 (C3) y CLTHY15107. Este análisis clasificó los ambientes en dos grupos, el primero conformado por la localidad El Nanzal y Mariabé. El Grupo B estuvo conformado por los ensayos sembrados en las localidades de El Ejido, La Candelaria y Río Oria (Figura 4).

**Cuadro 9. Promedio de rendimiento y otras características de híbridos de maíz según localidades, Azuero, Panamá, 2021.**

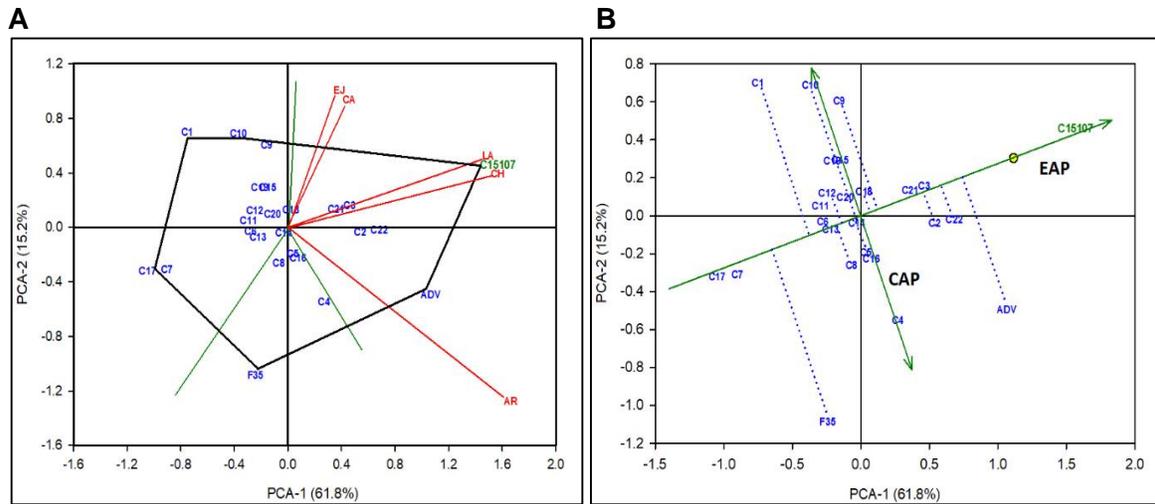
Localidades	H (rend)	DMS/ Rango	C.V (%)	Flor F (días)	Alpt (cm)	Almz/ Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mz/Pt	Pmz (g)	Rend ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Pud (%)	Aca (%)	Enf (1-5)	M Cob (%)	Aspt (1-5)	PCA-1	PCA-2
El Ejido	0,34	0,53	15,2	53	237	0,50	6,54	0,95	122	7,57	1,3	59,6	2,3	1,6	3,2	1,61	-0,21
El Nanzal	0,34	0,55	10,1	54	267	0,54	6,01	0,96	132	7,45	0,5	22,6	2,5	3,6	3,0	-0,05	0,59
La Candelaria	0,73	0,43	9,4	54	201	0,48	6,51	0,97	104	6,53	0,3	29,6	2,4	2,8	2,8	0,60	0,98
Mariabé	0,57	0,66	12,1	55	253	0,55	6,59	0,93	135	8,28	0,9	63,7	2,8	5,5	2,8	1,35	-0,02
Río Oria	0,67	0,49	13,4	54	227	0,48	6,31	0,82	101	5,22	1,7	53,4	2,9	0,7	3,0	0,15	-1,28
<b>Promedio</b>	<b>0,56</b>	<b>0,54</b>	<b>12,0</b>													<b>0,73</b>	<b>0,01</b>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**Cuadro 10. Rendimiento de grano y otras características agronómicas de los 16 híbridos de grano amarillo, Panamá, 2021.**

Híbridos	Rend (t ha <sup>-1</sup> )	RNi	Flor (días)	Alpt (cm)	Almz/Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mzm <sup>2</sup>	Mz/pt	Pmz (g)	Mz pod (%)	Aca (%)	Bip (1-5)	Cob %	Tex (1-4)	PCA-1	PCA-2
1. CLHTY19071	7,78	0,68	54	241	0,49	118	6,43	6,03	0,93	131	0,6	57,8	2,8	2,7	1,01	0,51
2. <b>CLHTY15107</b>	7,73	0,66	54	237	0,52	124	6,23	6,02	0,97	128	0,1	63,3	2,8	2,5	0,74	-0,16
3. CLHTY19101	7,64	0,58	54	245	0,50	123	6,41	5,96	0,92	128	0,5	50,5	2,7	0,9	0,52	-0,28
4. CLHTY19046	7,36	0,33	55	237	0,55	131	6,48	6,10	0,94	120	1,4	51,6	2,9	3,1	0,34	0,67
5. CLHTY18026	7,27	0,23	55	241	0,54	132	6,66	6,25	0,94	117	1,2	63,1	3,0	0,6	-0,06	-0,18
6. CLHTY19091	7,23	0,22	55	239	0,50	120	6,44	5,94	0,92	122	1,5	44,7	3,0	2,3	0,11	-0,03
7. CLHTY19076	7,07	0,01	55	236	0,54	127	6,41	5,96	0,93	118	0,0	55,6	3,0	0,6	0,30	0,58
8. CLHTY17288	7,06	0,03	52	230	0,50	116	6,47	5,85	0,92	120	1,0	52,0	3,0	2,0	0,16	-0,80
9. CLHTY19106	6,99	-0,09	54	240	0,53	129	6,22	5,95	0,95	118	0,9	59,0	2,9	1,4	0,29	-0,24
10. CLHTY19098	6,79	-0,27	52	236	0,50	120	6,30	5,68	0,90	124	1,4	46,6	3,0	0,9	0,29	-0,59
11. CLHTY19564	6,73	-0,23	54	237	0,50	119	6,60	6,14	0,93	110	0,2	47,5	3,1	0,9	-0,49	0,01
12. CLHTY19566	6,72	-0,21	55	227	0,53	119	6,62	6,07	0,91	111	0,3	31,9	3,1	3,0	-0,32	-0,28
13. ADV-9223	6,71	-0,21	55	218	0,51	112	5,82	5,24	0,91	127	1,3	20,0	2,5	0,6	-0,66	0,07
14. CLHTY19575	6,48	-0,46	52	245	0,52	127	6,62	6,15	0,93	104	2,0	29,8	3,0	10,5	-0,56	0,73
15. CLHTY19568	6,42	-0,49	54	251	0,49	123	6,42	5,70	0,89	114	1,3	35,6	3,1	7,1	-0,97	-0,26
16. 30F-35	6,22	-0,72	54	233	0,47	109	6,15	5,64	0,93	109	1,2	22,8	3,0	5,9	-0,70	0,24
<b>Promedio</b>	<b>7,01</b>	<b>0,00</b>	<b>54</b>	<b>237</b>	<b>0,51</b>	<b>122</b>	<b>6,39</b>	<b>5,92</b>	<b>0,93</b>	<b>119</b>	<b>0,9</b>	<b>45,7</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>		
DMS	0,85	0,75	1	7	0,02	5	0,33	0,51	0,06	10	1,5	14,2	0,2	4,4		
S <sup>2</sup> Hib	15	1,335	0,489	621,8	0,001	364,2	0,039	0,198	0,004	224,1	0,180	311,9	0,005	2,57		
S <sup>2</sup> Loc	4	0,230	0,522	9,4	0,000	5,5	0,000	0,058	0,001	15,7	0,293	61,8	0,001	7,87		
S <sup>2</sup> Loc x Hib	60	0,712	1,027	62,0	0,001	29,1	0,206	0,329	0,004	150,8	3,352	206,0	0,116	13,72		
PCA-1	18	3,83														
PCA-2	16	1,66														
S <sup>2</sup> Res	159	0,54	0,32	0,21	0,26	0,21	0,39	0,50	0,75	0,37	0,75	0,33	0,45	0,44		
<b>DMS/Rango</b>	<b>7,01</b>		<b>54</b>	<b>237</b>	<b>0,51</b>	<b>122</b>	<b>6,39</b>	<b>5,92</b>	<b>0,93</b>	<b>119</b>	<b>0,9</b>	<b>45,7</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>		



**Figura 4. Biplot GGE para el rendimiento de grano de 16 híbridos de maíz en cinco ambientes de Azuero, Panamá, 2021 (A) y Gráfica de estabilidad de los genotipos según el ambiente ideal (B).**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**ENSAYO 2022 (02AS)**

Previo al análisis combinado se realizaron los análisis individuales por localidad resultando éstos con valores de repetitividad de todas las variables evaluadas sobre 0,05. Para el rendimiento estos valores oscilaron entre 0,15 y 0,82, mientras que para el análisis combinado este valor fue de 0,79. De acuerdo con el análisis de varianza Tipo IV el ambiente capturó el 80,7% de la suma de cuadrados total del experimento. El rendimiento promedio a través de las cinco localidades fue de 7,10 t ha<sup>-1</sup>. En relación con el rendimiento de grano en las localidades, el mayor promedio se obtuvo en El Ejido, mientras que el más bajo se obtuvo en La Laguna (Cuadro 11). El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los distintos híbridos evaluados para la variable rendimiento de grano. De los híbridos evaluados, seis sobrepasaron la media general, sobresaliendo de manera significativa los híbridos CLTHY18035 y CLTHY18042 con rendimiento promedio de 7,53 a 7,44 y más del 0,50 t ha<sup>-1</sup> del Testigo 30F-35 (Cuadro 12). A este primer grupo le siguió el grupo de híbridos CLHTY22004, CLHTY150107, ADV9293, CLHTY19508, CLTHY15031 y CLHTY16155 con medias superior o igual a las 7,12 t ha<sup>-1</sup>. De acuerdo con el análisis Biplot GGE-SReg, tanto los 16 híbridos como los cinco ambientes presentan diferentes patrones de interacción (Figura 5). De acuerdo con las puntuaciones del PCA-1 y PCA-2, el híbrido más estable y rendimiento sobre la media general fue CLTHY18035 (T1). Este análisis clasificó los ambientes en dos grupos, el primero conformado por la localidad El Nanzal, La Laguna, El Ejido y Río Pocrí. El otro grupo estuvo conformado por el ensayo sembrado en la localidad San José (Grupo B).

**Cuadro 11. Promedio de rendimiento y otras características de híbridos de maíz según localidades, Azuero, Panamá, 2022.**

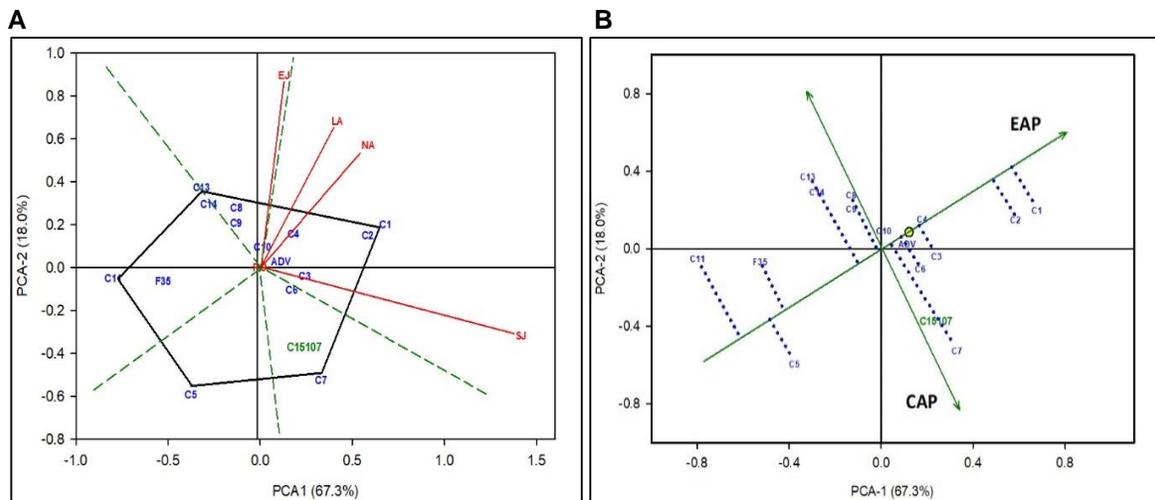
Localidades	H (rend)	DMS/Rango	C.V (%)	Flor F (días)	Alpt (cm)	Almz/Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mz/Pt	Pmz (g)	Rend (t ha <sup>-1</sup> )	Pud (%)	Aca (%)	Enf (1-5)	M Cob (%)	Aspt (1-5)	PCA-1	PCA-2
El Ejido	0,55	0,44	7,1	56	228	0,49	6,60	0,98	132	8,52	7,3	9,6	2,7	4,0	2,7	1,09	0,98
San José	0,82	0,33	7,9	55	250	0,49	6,34	0,94	123	7,39	5,1	24,9	2,7	11,3	2,8	1,30	-1,09
El Nanzal	0,41	0,52	14,3	57	218	0,48	6,00	0,94	91	5,09	1,7	21,6	3,3	8,8	3,0	0,93	0,02
Río Pocrí	0,15	0,92	8,9	54	223	0,47	6,38	0,97	130	8,04	1,1	12,8	2,7	2,7	2,7	0,22	0,21
La Laguna	0,30	0,69	9,2	55	221	0,48	5,71	0,97	117	6,48	1,1	36,3	2,4	0,6	2,7	0,42	0,68
<b>Promedio</b>	<b>0,66</b>	<b>0,55</b>	<b>8,3</b>													<b>0,79</b>	<b>0,16</b>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**Cuadro 12. Rendimiento de grano y otras características agronómicas de los 16 híbridos de grano amarillo, Azuero, Panamá, 2022.**

Híbridos	Rend (tha <sup>-1</sup> )	Flor (días)	Alpt (cm)	Almz/Alpt	Ptm <sup>2</sup>	Mzm <sup>2</sup>	Mz/pt	Pmz (g)	Mz pod (%)	Aca (%)	Bip (1-5)	Asmz (1-5)	Cob %	Tex (1-4)	PCA-1	PCA-2
1. CLHTY1805	7,53	54	228	0,47	6,43	6,15	0,96	125	2,0	23,4	2,7	2,9	2,8	3,1	1,07	0,04
2. CLHTY1802	7,44	55	232	0,48	6,39	6,09	0,96	124	2,4	22,7	2,4	2,9	2,0	3,0	0,91	-0,07
3. CLHTY2204	7,28	55	229	0,49	6,29	6,08	0,96	121	1,7	18,8	2,4	3,0	2,5	1,9	0,52	0,35
4. <b>CLHTY1517</b>	7,17	57	233	0,49	5,59	5,35	0,96	126	2,3	35,6	2,6	3,1	4,4	1,9	0,12	0,16
5. ADV-9223	7,13	58	215	0,50	5,88	5,64	0,96	122	2,3	18,4	3,1	2,8	2,6	1,0	-0,07	0,42
6. CLHTY1958	7,12	55	230	0,48	6,28	6,03	0,96	117	5,6	20,7	2,5	3,1	4,5	1,9	0,07	-0,30
7. CLHTY1501	7,12	56	228	0,50	6,35	6,23	0,97	116	2,1	27,1	3,7	2,9	8,6	1,3	0,09	-0,71
8. CLHTY1615	7,12	54	219	0,48	6,11	5,84	0,96	120	2,9	14,5	2,7	2,9	11,8	1,2	0,18	-0,22
9. CLHTY2156	7,11	55	233	0,49	6,35	6,18	0,97	116	2,4	20,5	2,7	3,2	7,8	1,3	-0,14	0,64
10. CLHTY1908	7,10	54	233	0,48	6,14	5,95	0,97	118	2,2	20,4	2,9	3,1	3,4	2,3	-0,31	0,63
11. CLHTY2154	7,07	54	227	0,49	6,10	5,94	0,97	117	2,0	23,9	2,9	3,1	6,3	1,7	-0,02	-0,25
12. CLHTY1950	7,03	55	222	0,48	6,36	6,22	0,97	114	7,0	23,5	2,8	3,2	3,8	2,8	-0,22	0,04
13. 30F-35	6,94	56	230	0,47	6,33	5,96	0,95	117	2,1	14,6	2,7	3,1	3,9	2,3	-0,19	-0,08
14. CLHTY2155	6,94	55	233	0,49	6,24	6,04	0,96	115	2,7	20,0	2,4	3,1	12,0	1,3	-0,43	-0,70
15. CLHTY2153	6,85	56	233	0,49	6,28	5,82	0,95	116	6,5	13,8	3,0	3,4	7,3	2,0	-0,80	0,42
16. CLHTY2201	6,69	55	220	0,47	6,14	5,83	0,96	112	6,0	19,2	2,6	3,3	4,1	2,7	-0,78	-0,37
Promedio	7,10	55	228	0,48	6,20	5,96	0,96	119	3,3	21,1	2,8	3,1	5,5	2,0		
DMS	0,48	1	7	0,02	0,31	0,31	0,04	9	5,2	9,9	0,5	0,2	6,4	0,5		
S <sup>2</sup> Hib	4	0,113	1,573	37	0,000	0,060	0,066	0,000	24,0	5,61	38,1	0,123	0,032	13,9	0,49	
S <sup>2</sup> Loc	15	1,822	0,888	157	0,000	0,118	0,141	0,000	271,5	5,98	100,3	0,085	0,025	17,8	0,29	
S <sup>2</sup> Loc x Hib	60	0,005	0,045	128	0,000	0,010	0,003	0,000	26,7	13,52	20,5	0,067	0,003	22,1	0,06	
PCA-1	18	2,61														
PCA-2	16	1,34														
S <sup>2</sup> Res	158	0,424	1,120	50	0,001	0,159	0,174	0,002	63,0	11,94	129,3	0,215	0,073	12,7	0,35	
DMS/Rango	0,55	0,24	0,43	0,54	0,39	0,37	0,94	0,61	0,81	0,45	0,38	0,36	0,59	0,31		



**Figura 5. Biplot GGE para el rendimiento de grano de 16 híbridos de maíz en cinco ambientes de Azuero, Panamá, 2022 (A) y Gráfica de estabilidad de los genotipos según el ambiente ideal (B).**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El híbrido experimental CLTHY15107 presentó una media de rendimiento a través de los 41 experimentos realizados en los cinco años de evaluación de 7,96 t·ha<sup>-1</sup>. Durante este mismo periodo la floración masculina y femenina se dieron a los 54 y 56 días después de siembra, respectivamente (Cuadro 13). Presenta una altura promedio de planta de 246 cm y una altura de mazorcas de 127 cm, lo que indica una posición casi en la mitad de la planta (0,51). En todos estos experimentos la población al momento de la cosecha fue 5,59 a 6,31 plantas·m<sup>-2</sup>, con una media general de 5,98 plantas·m<sup>-2</sup> al momento de la cosecha. En donde cada planta presenta más de una mazorca, con una media de 1.04 mazorcas por planta. El peso de la mazorca superó en cada año los 120 g con una media de 128 g. Estas presentan un buen aspecto (2,8) y una muy buena cobertura del elote con una media de 5,3 plantas con mazorcas descubiertas. Esta característica se reflejó en el bajo porcentaje de mazorcas podridas (6,3%). Una característica para considerar fue su alto porcentaje de plantas acamadas (30,8%). En este mismo grupo de experimentos, el testigo 30F35 presenta un rendimiento de 6,75 t·ha<sup>-1</sup>, el cual fue superado estadísticamente.

**Cuadro 13. Rendimiento y otras características agronómicas del híbrido CLTHY15107 y el testigo 30F35, Panamá, 2016-2022.**

Ensayos	No ens	Pos	Rend t·ha <sup>-1</sup>	RNi	Prob >media	FM	FF	ALPT	ALMZ	PTM <sup>2</sup>	MZM <sup>2</sup>	MXP	PMZ	POD	ACA	ENF	ASPT	ASMZ	COB	POMZ	TEX
02AS16	5	1	7,73	1,33	46	52	54	258	128	6,31	6,26	0,99	124	3,0	50,9	1,8	3,0	2,9	3,6	0,50	3,3
PCCPTY17	2	1	9,94	1,35	41	50	52	248	125	5,92	6,11	1,05	164	3,0	30,6	2,3	2,8	2,8	9,4	0,50	3,0
PCCYCA17	19	1	7,82	0,69	26	57	58	250	130	5,83	6,42	1,11	122	11,7	5,5	2,0	2,4	2,6	6,7	0,52	3,1
02AS19	5	1	8,95	1,58	44	52	54	246	131	6,41	6,28	0,98	143	0,8	59,6	1,8	3,1	2,7	4,2	0,53	2,7
02AS21	5	2	7,73	0,66	25	51	54	237	124	6,23	6,02	0,97	128	0,1	63,3	2,1	2,9	2,8	2,5	0,52	2,3
02AS22	5	4	7,17	-0,31	44	55	57	233	113	5,59	5,35	0,96	126	2,3	35,6	2,6	2,8	3,1	4,4	0,49	1,9
<b>CLTHY15107</b>	<b>41</b>		<b>7,96</b>	<b>0,78</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>56</b>	<b>246</b>	<b>127</b>	<b>5,98</b>	<b>6,19</b>	<b>1,04</b>	<b>128</b>	<b>6,3</b>	<b>30,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>5,3</b>	<b>0,51</b>	<b>2,7</b>
<b>30F35</b>			<b>6,75</b>	<b>-0,25</b>		<b>54</b>	<b>55</b>	<b>233</b>	<b>115</b>	<b>5,87</b>	<b>5,73</b>	<b>0,98</b>	<b>117</b>	<b>6,7</b>	<b>14,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>0,50</b>	<b>2,3</b>

En estos ensayos el híbrido CLTHY15107 la probabilidad de superar a la media de los experimentos fue de 25 a 46%, con una media general de 38%. La ubicación entre el grupo de híbridos evaluados de este híbrido fue de quedar en el primer lugar o de mayor rendimiento en los ensayos de los años 2016, 2017 y 2019. En el ensayo del año 2021 quedó en el segundo lugar, mientras que en el año 2022 ocupó la cuarta posición. Se debe señalar que los híbridos del ensayo del 2022 que superaron al CLTHY15107 fueron formados en 2018 y 2022 de tres y siete generaciones más avanzadas que este (Cuadro 13).



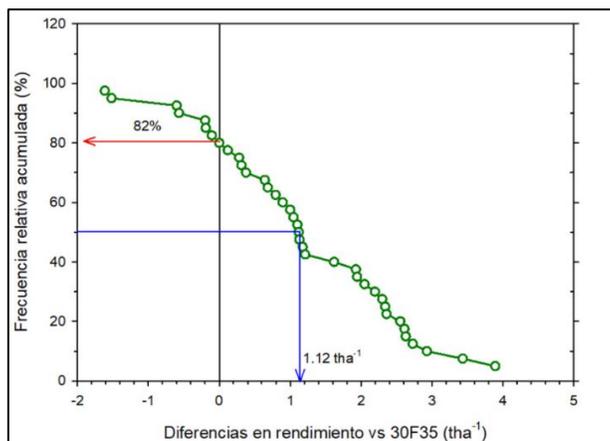
Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Al realizar el análisis de confiabilidad de la respuesta de grano de las 40 localidades se encontró que el híbrido CLTHY15107 supera al testigo 30F35 en el 82% de las localidades (Cuadro 14). Eskridge et al. (1993) señalan que, a diferencia de la estabilidad, la confiabilidad permite hacer inferencias más amplias, ya que, depende de las diferencias entre el testigo y el genotipo de interés en las distintas localidades utilizadas en la evaluación. En este mismo sentido, Córdova et al. (1993), indican que los testigos deben ser competitivos y con un desempeño estable a través de los distintos ambientes en que se van a liberar los nuevos cultivares, de lo contrario la confiabilidad llevará a conclusiones erróneas (Eskridge y Mumm, 1992).

En este análisis también se encontró que en el 50% de las localidades superó al testigo en  $1,12 \text{ t ha}^{-1}$  (Figura 6). Según Eskridge et al. (1993) en cuanto la función de confiabilidad esté más hacia la derecha, mayor será la diferencia de medias y es más probable que el genotipo de prueba supere al testigo.

**Cuadro 14. Rendimiento promedio, diferencias de rendimiento (Di), desviación estándar de las diferencias (Sdi), Respuestas normalizadas (RNi) y su probabilidad en 41 localidades con respecto al testigo nacional 30F35. Panamá, 2016-2022.**

Cultivar	Rend $\text{t ha}^{-1}$	Diferencia $\text{t ha}^{-1}$	Desv. Est. $\text{t ha}^{-1}$	Di/Sdi	Probabilidad RNi>0*	N localidades
CLTHY15107	7,96	1,16	1,276	0,91	0,82	40



**Figura 6. Relación de la frecuencia acumulada de la probabilidad normalizada con las diferencias de rendimiento del híbrido CLTHY15107 y el testigo 30F35, Panamá 2016-2022.**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## CONCLUSIONES

- Se logró identificar un híbrido de grano normal que supera al testigo nacional más sembrado.
- La integración de las metodologías utilizadas como Biplot GGE-SReg y confiabilidad de la respuesta ayudan a aumentar la certeza de los investigadores en el proceso de selección de cultivares élites con buena adaptabilidad a la región de interés.
- Presentar toda la documentación generada para el registro ante el Comité Nacional de Semillas del Ministerio de Desarrollo Agropecuario del nuevo híbrido nacional CLTHY15107 para su siembra en la República de Panamá.
- El nombre sugerido para estas variedades es de IDIAP-MH-2307 en el caso sea aprobado por esta unidad del Ministerio.

## REFERENCIAS

- Camargo-Buitrago, I., Gordón Mendoza, R., y Quirós McIntire, E.I. (2017). La repetitividad como estimador de la precisión experimental en el análisis de experimentos. *Agronomía Mesoamericana* 28(1), 159-169. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.24239>
- Camargo, I., Quirós, E. I., y Camargo, V. M. (2014). Selección de nuevos genotipos de arroz basados en la probabilidad de superar al testigo. *Agron. Mesoamericana*, 25(1), 63-71. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14198>
- Córdova, H. S., Barreto, H. J., y Crossa, J. (1993). *Impacto del desarrollo de híbridos en Centro América: Confiabilidad de las ganancias en rendimiento sobre el genotipo H5 y consideraciones para selección de testigos regionales*. En: Síntesis de resultados Experimentales del PRM. 4:3-10. <http://hdl.handle.net/10883/3636>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Cornelius, P. L.; Crossa, J.; and Seyedsadr, M. S. (1993). *Tests and estimators of multiplicative models for variety trials*. Conference on Applied Statistics in Agriculture. <https://doi.org/10.4148/2475-7772.1379>
- Eskridge, K. M. (1997). Evaluation of corn hybrids using the probability of outperforming a check based on strip-test data. *Journal of agricultural, biological and environmental statistics*, 2(3), 245-254. <https://doi.org/10.2307/1400444>
- Eskridge, K. M., Smith, O. S., y Byrne, P. F. (1993). Comparing test cultivars using reliability functions of test check differences from on farm trials. *Theor. Appl. Genet.* 87, 60-64. <https://doi.org/10.1007/BF00223745>
- Eskridge, K. M., y Mumm, R. F. (1992). Choosing plant cultivars based on the probability of outperforming a check. *Theor Appl. Genet.* 84, 494-500. <https://doi.org/10.1007/bf00229512>
- Gordón M, R., y Camargo B, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 55-63. <https://doi.org/10.15517/AM.V26I1.16920>
- Gordón M, R. (2021). *El maíz en Panamá: Características, requerimientos y recomendaciones para su producción en ambientes con alta variabilidad climática*. IDIAP. 110 p. [https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/manual tecnico el maiz en pana ma.pdf](https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/manual_tecnico_el_maiz_en_pana_ma.pdf)
- Holland, J. B., Nyquist, W. E., and Cervantes-Martínez, C. T. (2002). Estimating and interpreting heritability for plant breeding: An Update. *Plant Breed. Rev.* 22, 9-11. <https://doi.org/10.1002/9780470650202.ch2>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Vargas, M., Combs, E., Alvarado, G., Atlin, G., Mathews, K., y Crossa, J. (2013). META: A suite of SAS Programs to analyze Multi environment breeding trials. *Agron. J.* 105, 11-19. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2012.0016>
- Yan, W. (2014). *Crop variety trials*. Data management and analysis. John Wiley & Sons Inc., MA, USA. ISBN: 978-1-118-68864-9
- Yan, W., and J.B. Holland. (2010). A heritability adjusted GGE Biplot for test environmental evaluation. *Euphytica*, 171, 355-369. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0030-5>
- Yan, W., y Hunt, L. A. (2002). *Biplot analysis of multi-environment trial data*. En: M. S. Kang, editor, Quantitative genetics, genomics and plant breeding. CAB International, Wallingford. p. 289-319. <https://doi.org/10.1079/9780851996011.0289>
- Yan, W., Hunt, L. A., Sheng, Q., y Szlavnics, Z. (2000). Cultivar Evaluation and Mega Environment Investigation based on the GGE Biplot. *Crop Sci.* 40, 597-605. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.403597x>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)