

Comportamiento agronómico de variedades de maíz amiláceo tradicionales y mejoradas evaluadas en diferentes ambientes de Tayacaja

Agronomic performance of traditional and improved starchy corn varieties evaluated in different environments of Tayacaja

Desempenho agronómico de variedades tradicionais e melhoradas de milho amiláceo avaliadas em diferentes ambientes de Tayacaja

Pedro José García Mendoza 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Darío Emiliano Medina Castro 
Universidad Nacional de Trujillo
Gino Paul Prieto Rosales 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Damián Manayay Sánchez 
Universidad Nacional del Santa
Ronald Ortecho Llanos 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

RESUMEN

El maíz constituye uno de los granos más cultivados en el mundo dada su importancia para la alimentación tanto humana como animal, predominando en la dieta de países latinoamericanos. Esta investigación se propuso como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de variedades de maíz amiláceo tradicionales y mejoradas en diferentes condiciones ambientales en 5 localidades de la provincia de Tayacaja, Perú. Se estudiaron un total de 25 variedades, 19 experimentales recolectadas en Tayacaja y 6 variedades mejoradas utilizadas como testigos. Los ensayos se establecieron y cosecharon manualmente y el manejo agronómico se ajustó a las recomendaciones técnicas establecidas para cada sitio de prueba. Se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos, Alfa Látice 5x5, con tres repeticiones y una población de 62500 plantas/ha. Se realizaron análisis de varianza individual y combinado, basados en la media de cada unidad experimental, utilizando el procedimiento GLM. Los resultados mostraron que el desempeño agronómico de las variedades varió según las condiciones ambientales de la localidad. Entre las variedades experimentales Astilla Blanca-DH, Chullpi-Q, Cusqueado-P, Carhuay-P, Astilla Blanca-Cusqueado y Astilla Blanca-Astilla Amarilla presentaron mayor productividad promedio, mientras las variedades testigos alcanzaron

RECIBIDO : 21-01-2021
ACEPTADO : 15-03-2021

DOI: <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i1.36>



resultados iguales o superiores; las variedades testigos Choclero-101 y INIA-603 Choclero revelaron superioridad en la productividad de las variedades mejoradas genéticamente siendo Choclero-101 significativamente superior con excelente potencial agronómico. INIA-601 resaltó como la que podría ser de mayor rentabilidad dado sus valores agregados esencialmente por los contenidos de antocianina. Los resultados demostraron la importancia del mejoramiento genético para desarrollar genotipos de superior desempeño agronómico.

Palabras Clave: desempeño agronómico, mejoramiento genético, maíz amiláceo, rendimiento, potencial agronómico.

ABSTRACT

Maize is one of the most cultivated grains in the world due to its importance for human and animal food, predominating in the diet of Latin American countries. The objective of this research was to evaluate the agronomic performance of traditional and improved starchy maize varieties under different environmental conditions in five locations in the province of Tayacaja, Peru. A total of 25 varieties were studied, 19 experimental varieties collected in Tayacaja and 6 improved varieties used as controls. The trials were established and harvested manually and agronomic management was adjusted to the technical recommendations established for each trial site. An incomplete block experimental design, Alpha Lattice 5x5, with three replications and a population of 62500 plants/ha was used. Individual and combined analyses of variance were performed, based on the mean of each experimental unit, using the GLM procedure. The results showed that the agronomic performance of the varieties varied according to local environmental conditions. Among the experimental varieties Astilla Blanca-DH, Chullpi-Q, Cusqueado-P, Carhuay-P, Astilla Blanca-Cusqueado and Astilla Blanca-Astilla Amarilla showed higher average productivity, while the control varieties achieved equal or superior results; the control varieties Choclero-101 and INIA-603 Choclero revealed superior productivity to the genetically improved varieties, Choclero-101 being significantly superior with excellent agronomic potential. INIA-601 stood out as the one that could be the most profitable given its added values, essentially for its anthocyanin content. The results demonstrated the importance of genetic improvement to develop genotypes with superior agronomic performance.

Keywords: agronomic performance, genetic improvement, starchy corn, yield, agronomic potential.

RESUMO

O milho é um dos grãos mais cultivados no mundo devido à sua importância para a alimentação humana e animal, predominando na dieta dos países da América Latina. O objetivo desta investigação era avaliar o desempenho agrônomico de variedades tradicionais e melhoradas de milho amiláceo em diferentes condições ambientais em cinco locais da província de Tayacaja, Peru. Foi estudado um total de 25 variedades, 19 variedades experimentais recolhidas em Tayacaja e 6 variedades melhoradas utilizadas como controles. Os ensaios foram estabelecidos e colhidos manualmente e a gestão agrônômica foi ajustada às recomendações técnicas estabelecidas para cada centro de ensaio. Foi utilizado um desenho experimental em bloco incompleto, Alpha Lattice 5x5, com três réplicas e uma população de 62500 plantas/ha. Foram realizadas análises de variância individuais e combinadas, com base na média de cada unidade experimental, utilizando o procedimento GLM. Os resultados mostraram que o desempenho agrônomico das variedades variava de acordo com as condições ambientais da localidade. Entre as variedades experimentais Astilla Blanca-DH, Chullpi-Q, Cusqueado-P, Carhuay-P, Astilla Blanca-Cusqueado e Astilla Blanca-Astilla Amarilla mostraram maior produtividade média, enquanto que as variedades de controlo alcançaram resultados iguais ou superiores; as variedades de controlo Choclero-101 e INIA-603 Choclero revelaram superioridade na produtividade das variedades geneticamente melhoradas sendo Choclero-101 significativamente superior com excelente potencial agrônomico. O INIA-601 destacou-se como aquele que poderia ser de maior rentabilidade dado o seu valor acrescentado essencialmente pelo conteúdo de antociânico. Os resultados demonstraram a importância do melhoramento genético para o desenvolvimento de génotipos com desempenho agrônomico superior.

Palavras-chave: desempenho agrônomico, melhoramento genético, milho amiláceo, rendimento, potencial agrônomico.

INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2018), hoja de ruta que promueve la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) como oportunidad para el desarrollo sostenible de los países de América Latina y el Caribe, en su objetivo de desarrollo sostenible 2, apunta a la necesidad de "... asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción..." (p.21)

En tal sentido la literatura científica muestra numerosos informes de investigaciones en torno a cultivos agrícolas como el maíz, trigo y arroz (Ahumada et al. 2014). En la región de las Américas, muy particularmente en países como México, Venezuela y Perú, el maíz forma parte de la cultura culinaria y es ampliamente utilizado tanto para el consumo humano en forma directa, como indirectamente a través de su uso para la elaboración de raciones alimenticias para animales. Dada su alta demanda, autores como Álvarez y Anzueto (2004), Andrés-Meza et al. (2014), Ancco et al. (2017), Balestre et al. (2009), Brunett, González, y García (2005), Carena (2005), Cabrera et al.

(2001), De León et al. (2005), Chimonyo, Mutengwa, y Chiduzza (2014), Chura y Huanuqueño (2015), García et al. (2009), Guevara-Escobar et al. (2005), Tucuch-Cauich et al. (2011), (Rivetti 2003), López-Morales, Chura-Chuquiya, García-Pando (2019), Lozano-Ramírez et al. (2015), Lunezzo de O et al. (2010), Salazar-Sosa et al. (2007), entre otros, han dirigido sus estudios a este cultivo, investigando sobre el comportamiento físico-químico de la planta y su rendimiento; el grano de maíz en cuestión; así como en torno a las condiciones de ambiente donde se cosecha tan preciado cereal.

Guevara-Escobar et al. (2005) reconocen que aumentar el rendimiento de grano por hectárea se constituye una mejor alternativa de solución ante la de incrementar el área cultivable. Mientras Alejos, Monasterio, y Rea (2006) afirman que para evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares es necesario medir la estabilidad relativa de los genotipos sometidos a la totalidad de los ambientes predominantes en una región potencial de adaptación.

Como parte de las investigaciones en busca de lograr mayores rendimientos del cultivo del maíz, en este trabajo se propuso como objetivo evaluar el comportamiento

agronómico de variedades de maíz amiláceo locales y mejoradas en diferentes condiciones ambientales en cinco localidades de la provincia de Tayacaja, Perú.

El material experimental estuvo integrado por 19 variedades experimentales de maíz amiláceo recolectadas en la provincia de Tayacaja, más seis variedades de maíz amiláceo proporcionadas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca (Cuadro 1).

METODOLOGÍA

- **Material experimental y ambientes de prueba:**

Cuadro 1

Lista de los materiales genéticos, nombre, nombre código y lugar de origen de las variedades de maíz amiláceo incluidas en el estudio.

Entrada	Ecotipo -Variedad	Tipo de-Variedad	Localidad	Distrito
1	Astilla Amarilla-DH	Local (G ₁)	Los Ángeles de Cucharán	
2	Astilla Blanca-DH	Local (G ₂)		Daniel
3	Carhuay-DH	Local (G ₃)	Santa María	Hernández
4	Carhuay-RDH	Local (G ₄)	Rundo	
5	Carhuay-Q	Local (G ₅)	Anjara Pata	
6	Bolón-Q	Local (G ₆)	Pachas	Quishuar
7	Chullpi-Q	Local (G ₇)	Yacutoella	
8	Astilla Blanca-GPP	Local (G ₈)	Gentil Pampas	
9	Astilla Blanca-ACP	Local (G ₉)	Ahuayta Casay	Pampas
10	Cusqueado-P	Local (G ₁₀)	Gentil Pampas	
11	Carhuay-P	Local (G ₁₁)	Mantacra	
12	Astilla Blanca - Cusquedo	Local (G ₁₂)	Agua Dulce, Com. Campesina San Julián Alto	Colcabamba
13	Astilla Blanca –Astilla Amarilla	Local (G ₁₃)		
14	Almidón-ST	Local (G ₁₄)	Buenos Aires	Santiago de
15	Astilla Blanca-ST	Local (G ₁₅)	Huayrapire	Tucuma

16	Chullpi-Astilla Blanca	Local (G ₁₆)	Vuelo Pata	
17	Chullpi-ST	Local (G ₁₇)	Usnupampa	
18	Pistiada-Pi	Local (G ₁₈)	Muyupata	Pichos
19	Carhuay-Pi	Local (G ₁₉)		
20	Choclero-101	Testigo (T ₁)		
21	INIA-603 Choclero	Testigo(T ₂)		
22	INIA-601	Testigo(T ₃)	INIA Cajamarca	Testigos
23	Umutu	Testigo(T ₄)		
24	Chaucha Semi Blanco	Testigo(T ₅)		
25	Chaucha Rojo	Testigo(T ₆)		

Los ensayos fueron establecidos en cinco (5) localidades, distribuidas en diferentes distritos productores de maíz amiláceo en la provincia de Tayacaja, Huancavelica, Perú, en el ciclo del cultivo 2018 – 2019(Cuadro 2). Se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos, Alfa Látice 5x5, con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo integrada por dos hileras de 4 m de longitud, utilizando arreglos espaciales de 0,80 m de

separación entre hileras y 0,20 m entre puntos de siembra. Los experimentos fueron diseñados para colocar dos semillas por punto de siembra (84 semillas por parcela); posteriormente se realizó un raleo alrededor de los 30 días transcurridos después de la siembra del experimento, dejando sólo una planta por punto de siembra, para una población final de alrededor de 62500 plantas/ha.

Cuadro 2

Localidades, ubicación política y geográfica y fechas de siembra y de cosecha de los experimentos

N° Loc.	Nombre de Localidad	Ubicación política	Ubicación geográfica		Fecha de siembra y de cosecha
			Latitud	Longitud	
1	Beto Ega	Finca de productor en el Anexo Rundo, Distrito Daniel Hernández	12° 21' 29.7" S	74° 50' 30.3"W	06/10/2018; 27/06/2019
2	UNAT	Lote de terreno de la UNAT, Anexo Rundo, Distrito Daniel Hernández	12° 21' 17.3" S	74° 50' 10.4"W	23/10/2018; 26/06/2019
3	El Rosario	Finca productor ubicada en el Centro Poblado Mantacra, Distrito Pampas	12° 29' 37.4" S	74° 49' 43.2"W	29/10/2018; 31/05/2019

4	Pilcos	Lote de terreno de la Comunidad Campesina de Pilcos, Distrito Colcabamba	12° 23' 47.7" S	74° 39' 34.3"W	31/10/2018; 09/05/2019
5	Era Pata	Lote de terreno de la Municipalidad de Quishuar, Distrito Quishuar	12° 15' 17.4" S	74° 46' 36.0"W	27/11/2018; 07/08/2019

El comportamiento agronómico de los materiales probados se determinó a través del uso de diferentes características de planta y de mazorca, indicadas a continuación:

- ✓ **Rendimiento de grano (RG):** estimado a partir del peso de grano obtenido en cada unidad experimental, corregido por la humedad al momento de la cosecha y expresado en t/ha, según la siguiente ecuación:

$$RG = \left(\frac{10000 \text{ m}^2 \times PG_{(kg)}}{ArP \times 1000 \text{ kg/t}} \right) \left[\frac{(100-HG)}{85} \right]$$
 donde *PG* es el peso de grano obtenido en cada parcela en kg/ha, *ArP* es el área de la parcela experimental expresada en m² y *HG* es la humedad del grano al momento de la cosecha o de registrar el peso de la parcela.
- ✓ **Altura de planta (AP):** determinada como la altura en cm desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la hoja bandera, considerando un promedio de 10 plantas por parcela.
- ✓ **Altura de inserción de mazorca (AM):** determinada como la altura en cm desde el nivel del suelo hasta el nudo de

inserción de la primera mazorca, considerando la misma planta utilizada para medir la altura de planta. Promedio de 10 plantas por parcela.

- ✓ **Posición media de la mazorca (PMM):** obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$PMM = AM/AP.$$
- ✓ **Acame de raíz (AcR):** estimado contando el número de plantas con inclinación > a 30° respecto a la vertical, expresando el resultado como un porcentaje respecto al total de plantas de cada unidad experimental.
- ✓ **Acame de tallo (AcT):** estimado contando el número de plantas con tallo roto por debajo de la primera mazorca, expresando el resultado como un porcentaje respecto al total de plantas de cada unidad experimental.
- ✓ **Enfermedades foliares (EF):** estimada mediante una escala de 1 a 5, donde 1 representó a una planta totalmente sana, 2, 3 y 4 representó, respectivamente, a unidades experimentales con un promedio de 20, 50 y 80% del área foliar afectada por patógenos que generan

manchas foliares y 5 representó a una planta con todas las hojas afectadas por enfermedades foliares.

- ✓ **Enfermedades de tallo (ET):** determinada contando el número de plantas que presenten síntomas de marchitez prematura, expresando el resultado en porcentaje con relación al número de plantas totales en cada unidad experimental.
- ✓ **Índice de prolificidad (IP):** determinada dividiendo el número de mazorcas recolectadas en cada parcela entre el número de plantas a cosecha registradas en cada unidad experimental.
- ✓ **Índice de grano (IG):** Determinado dividiendo el peso de grano entre el peso total (granos + corontas) en una muestra de 10 mazorcas representativas de cada unidad experimental.
- ✓ **Humedad del grano (HG):** porcentaje de humedad de una muestra de los granos obtenidos en cada parcela experimental, justo después de la cosecha o al momento de registrar el peso de cada parcela.
- ✓ **Aspecto de planta (AsP):** determinada utilizando una escala de 1 – 5, donde 1 representó una unidad experimental cuyas plantas mostraron adecuada y alta

uniformidad de altura de planta y posición de la mazorca alrededor de la mitad de la planta, alto grado de sanidad vegetal, mazorcas bien formadas y uniformes y en general, adecuada arquitectura de planta con alto potencial de producción, mientras que el valor de 5 representó a una unidad experimental muy deficiente en estos aspectos agronómicos.

- ✓ **Aspecto de mazorca (AsM):** determinada mediante una escala de 1 – 5, donde 1 representó a una unidad experimental cuyas mazorcas mostraron alto potencial de rendimiento, alta uniformidad en el tamaño y dureza de grano, excelentes características de grano y de sanidad, mientras que 5 representó todo lo contrario.
- ✓ **Cobertura de la mazorca (CM):** registrada como el número de plantas con mazorcas con puntas descubiertas en cada unidad experimental, expresando el resultado como un porcentaje en relación al número total de plantas registradas en cada parcela.
- ✓ **Mazorcas podridas (MP):** número total de mazorcas con granos dañados por patógenos en el total de mazorcas cosechadas en cada unidad experimental,

expresando el resultado como un porcentaje en relación al total de mazorcas cosechadas en cada parcela.

• **Análisis estadístico**

Las variables AsP, AsM, CM y MP no fueron registradas en la localidad Pilcos, Colcabamba, debido a un fuerte ataque de aves (loros) que afectó a todo el ensayo, impidiendo registrar todos estos caracteres.

Todos los ensayos fueron establecidos y cosechados en forma manual y el manejo agronómico estuvo acorde con las recomendaciones técnicas establecidas para el cultivo en cada sitio de prueba.

Los análisis de varianza (ANAVA) individual y combinado fueron realizados basados en la media de cada unidad experimental, utilizando el procedimiento GLM del SAS Institute (2003).

En la derivación de los cuadrados medios esperados y para la realización de las pruebas de F, las variedades se consideraron efectos fijos, mientras que las repeticiones, bloques, localidades y las interacciones con localidades fueron consideradas efectos aleatorios.

Previo a la realización de los análisis individual y combinado, se procedió a comprobar los supuestos básicos del ANAVA. El supuesto de normalidad se

determinó mediante la prueba de Wilk y Shapiro; el de aditividad se efectuó por medio de la prueba de Tukey; el de homogeneidad de varianza de los errores a través de la prueba de Bartlett; mientras que el supuesto de independencia se consideró garantizado por la aleatorización de los tratamientos en los experimentos, conforme a Steel & Torrie (1988).

Se construyó un intervalo de confianza de la media general al 95% de probabilidad para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los genotipos y ambientes, utilizando la siguiente ecuación:

$$\bar{X} - Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Z es el valor crítico de la distribución normal estandarizada para 95% de confianza,

σ es la desviación estándar del error, obtenido a partir del cuadrado medio del error experimental del ANAVA,

n es el número de observaciones consideradas para el cálculo del error experimental, conforme a Steel y Torrie (1988).

Para la comparación del rendimiento entre las variedades experimentales y las variedades testigos, se construyeron contrastes ortogonales con los valores promedios de los genotipos evaluados.

El ANAVA combinado se efectuó conforme al siguiente modelo matemático:



$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + R_{j(l)} + \beta_{k(jl)} + l_l + tl_{il} + \epsilon_{ijkl}, \text{ donde:}$$

Y_{ijkl} : representa a la observación obtenida en el i -ésimo genotipo, evaluado en la j -ésima repetición dentro de la l -ésima localidad, en el k -ésimo bloque dentro de la j -ésima repetición y en la l -ésima localidad

μ : es la media general

t_i se refiere al efecto fijo del i -ésimo genotipo utilizado en los ensayos, con $i = 1, 2, \dots, 25$

$R_{j(k)}$ es el efecto aleatorio de la j -ésima repetición dentro de la l -ésima localidad, con $j = 1, 2, 3$;

$\beta_{k(j)}$, es el efecto aleatorio del k -ésimo bloque dentro de la j -ésima repetición y la l -ésima localidad, con $k=1, 2, \dots, 5$;

l_l es el efecto aleatorio de la l -ésima localidad, con $l= 1, 2, \dots, 5$;

tl_{il} es el efecto aleatorio de la interacción entre el i -ésimo genotipo con la l -ésima localidad;

ϵ_{ijkl} es el error asociado a la observación Y_{ijkl} .

RESULTADOS

El análisis de varianza combinado indicó que las variedades de maíz amiláceo (VMA) evaluadas no mantuvieron su comportamiento agronómico en los ambientes de evaluación, al detectarse diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para el efecto de interacción genotipo x ambiente (IGA) (Var * Amb) en todos los caracteres evaluados (Tablas 1 y 2), excepto para el carácter pudrición de mazorcas (Tabla 2), en donde el análisis no detectó diferencias estadísticas importantes ($p > 0,05$) para este efecto.

Tabla 1

Cuadrados medios para diferentes caracteres de planta y de mazorca evaluados en 25 variedades de maíz amiláceo en cinco localidades de la provincia de Tayaquila en el ciclo del cultivo 2018 – 2019

Fuente de Variación	GL	RG	AP (1×10^3)	AM (1×10^3)	PMM (1×10^{-2})	AcR	AcT (1×10^2)	EF	ET (1×10^2)	IP (1×10^{-2})	IG (1×10^{-2})	HG (1×10^2)
Ambientes (Amb)	4	215.75**	50.38**	44.48**	28.77**	384.12**	24.65**	3.95**	14.22**	88.17**	10.90**	12.34**
Repeticiones/(Amb)	10	0.73	0.35	0.23	0.21	28.30	1.92*	0.27	0.93*	2.58*	0.05	0.12**
Bloques/(Amb*Rep)	60	0.88*	0.45**	0.25*	0.20*	59.86**	0.69**	0.26**	0.32**	0.92	0.08	0.02

Variedades (Var)	24	2.83*	2.30**	2.16**	1.55**	51.75	1.38	0.39	0.38	6.92**	1.33**	0.13*
Var*Amb	96	1.86**	0.53**	0.47**	0.39**	45.86**	0.94**	0.28**	0.30**	2.68**	0.30**	0.07**
Covarianza	1	3.36*										
Error	179	0.59	0.23	0.17	0.14	27.24	0.42	0.13	0.17	0.78	0.09	0.02
Total	374											
	CV (%)	17.76	7.65	12.14	6.91	74.91	55.41	12.72	63.28	9.99	3.44	7.90

* y** indican diferencias significativas al 5% y 1%, respectivamente.

GL, RG, AP, AM, PMM, AcR, AcT, EF, ET, IP, IG, HG y CV significan, respectivamente, grados de libertad, rendimiento de grano, altura de planta, altura de mazorca, posición media de la mazorca, acame de raíz, acame

de tallo, enfermedades foliares, enfermedades de tallo, índice de prolificidad, índice de grano; humedad del grano; y coeficiente de variación.

Tabla 2

Cuadrados medios para diferentes caracteres de planta y de mazorca evaluados en 25 variedades de maíz amiláceo en cuatro localidades de la provincia de Tayacaja en el ciclo del cultivo 2018 – 2019.

Fuente de Variación	gl	Aspecto de Planta	de Aspecto de Mazorca	de Cobertura de Mazorca	de Pudrición de Mazorcas
Ambientes (Amb)	3	0.30	20.21**	312.99**	867.01**
Repeticiones/(Amb)	8	0.06	0.24	2.19	99.40**
Bloques/(Amb*Rep)	48	0.08	0.10*	4.49	11.81
Variedades (Var)	24	0.21*	0.26*	18.41*	25.63
Var*Amb	72	0.12**	0.15**	9.27**	20.54
Error	144	0.07	0.06	5.22	15.03
Total	299				
	CV (%)	8.22	9.38	101.29	56.78

* y** indican diferencias significativas al 5% y 1%, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que el desempeño agronómico mostrado por las variedades varió en función de la condición ambiental presente en cada localidad utilizada en el estudio. También Lagos; Torresy Benavides (2015) evaluaron el comportamiento agronómico de cuatro poblaciones nativas de maíz más una variedad testigo en cuatro ambientes de Colombia, en donde lograron encontrar que la mayoría de los caracteres de planta y de mazorca evaluados fueron muy influenciados por las condiciones de ambientes donde se desarrollaron los genotipos.

El análisis además reveló diferencias estadísticas importantes ($p < 0,01$) entre los ambientes de prueba y entre los genotipos evaluados, demostrando las diferencias en condiciones agroecológicas que caracterizaron a cada ambiente de evaluación y la divergencia genética entre las variedades utilizadas en el estudio.

Con base al comportamiento general de las VMA experimentales evaluadas, los resultados demuestran que las variedades experimentales Astilla Blanca-DH (G_2), Chullpi-Q (G_7), Cusqueado-P (G_{10}), Carhuay-P (G_{11}), Astilla Blanca-Cusqueado (G_{12}), y Astilla Blanca-Astilla Amarilla (G_{13})

fueron las que presentaron los mayores niveles de productividad promedio, superando significativamente ($p < 0,05$) a las demás variedades experimentales probadas y las variedades testigos Chaucha Semi Blanco (T_5) y Chaucha Rojo (T_6), pero no así al resto de las variedades testigos, quienes resultaron con niveles de productividad promedio similares o incluso superiores a los rendimientos medios observados en las mejores variedades experimentales (Tabla 5). La variedad Choclero-101 (T_1) mostró los mayores niveles de productividad promedio (5.547 t/ha), superando significativamente ($p \leq 0,05$) al resto de las variedades incluidas en el estudio. Le siguió en orden decreciente la variedad INIA-603 Choclero (T_2) (5.151 t/ha), cuyo nivel de productividad también superó al resto de las variedades probadas, excepto a las variedades Cusqueado-P (G_{10}), con 5.001 t/ha y Astilla Blanca-Cusqueado (G_{12}), con 5.138 t/ha, las cuales mostraron niveles de productividad promedio estadísticamente iguales ($p \leq 0,05$) al rendimiento observado en T_2 .

Un contraste ortogonal para comparar el conjunto de variedades experimentales con las mejores variedades testigos demostró la superioridad en rendimiento de los testigos T_1 y T_2 . Otro contraste realizado para comparar

la media del conjunto de variedades experimentales contra la media del conjunto de variedades utilizadas como testigos (análisis no mostrado), reveló diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre ambas medias, demostrando la superioridad en productividad de las variedades mejoradas. En la Figura 1 se pueden apreciar estos resultados, que demuestran la importancia del mejoramiento genético para desarrollar genotipos de superior desempeño agronómico y mejor adaptados a las condiciones agroecológicas de las regiones de producción comercial, tal como lo señalan Leyva, Molina y Real (2016).

En este sentido Carena (2005) señala que los esfuerzos para el desarrollo de poblaciones élites han demostrado que el mejoramiento de germoplasma es extremadamente valioso y merece la financiación pública, esfuerzos que deben ser apoyados para permitir el desarrollo de diversas fuentes de líneas endogámicas élite y el desarrollo de híbridos a partir de poblaciones mejoradas para mercados específicos (por ejemplo, orgánicos), para diversificar las opciones de los productores.

Por otro lado, Espinosa et al. (2009) refieren que una variedad mejorada generalmente poseen mayor rendimiento y características

agronómicas deseables superiores a las variedades locales o autóctonas, lo cual incrementa su demandada por los agricultores. Además, señalan que la diferencia de una variedad mejorada con la variedad local, sin mejorar, representa la obtención de mejores cosechas en muchos de los casos, pero deben establecerse esquemas alternativos para el suministro de semilla.

En la Figura 1 también se observa que el rendimiento medio de la variedad INIA-601 fue estadísticamente igual ($p \leq 0.05$) a la media del conjunto de variedades locales incluidas en el estudio. No obstante, esta variedad posee un valor agregado adicional, que le puede proporcionar una mayor rentabilidad al productor, comparado con la rentabilidad que podría proporcionarle las variedades más productivas, pero que carecen de este valor adicional. El referido valor agregado está determinado por su elevado contenido de vitaminas, minerales esenciales y antocianinas, siendo esta última una de sus principales propiedades y de las que mayores beneficios le aportan a la salud humana, tal como lo señalan algunas investigaciones desarrolladas con maíces morados (Tsuda et al., 2003; Lao, Sigurdson, y Giusti, 2017; Alimentos y Nutrición (ALNUSA), 2018)).

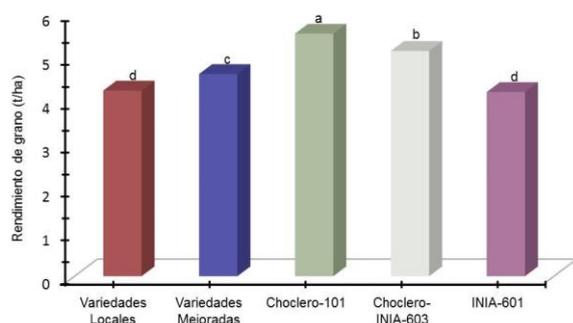


Figura 1. Comparación de los niveles medios de productividad de variedades locales y mejoradas- Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las medias comparadas

La variedad INIA-601 fue sometida a estudios para determinar su contenido de antocianinas en la coronta y en las brácteas, con muestras provenientes de diferentes

localidades de la sierra peruana. Los análisis mostraron que esta variedad presenta altos valores de antocianina, tanto en la coronta, como en las brácteas (Tabla 3), atributo que le confiere un valor agregado y lo convierte en un producto de mayor demanda por parte de los productores agrícolas. Guevara, Idrogo y Pedraza (2017) también incluyeron la variedad INIA-601 con el objetivo de evaluar su comportamiento agronómico junto a otras dos variedades y bajo tres densidades de siembra, en donde encontraron que esta variedad sobresalió en mayor altura de planta, siendo una de las más prolíficas, con un rendimiento promedio cercano a las 5 t ha⁻¹.

Tabla 3.

Concentración de antocianinas en la variedad INIA-601 y otras variedades de maíz morado evaluadas en diferentes localidades de la sierra peruana

Variedad	Coronta				Brácteas			
	Nº Muestras	Peso (g)	Absorbancia	Pureza	Nº Muestras	Peso (g)	Absorbancia	Pureza
Akira-101	1	0.297	0.708	4.85				
Akira-202	1	0.304	0.693	4.64				
Canteño	6	0.255	0.677	5.517				
INIA-601	18	0.303	0.661	5.550	12	0.332	0.680	4.590
INIA-615	6	0.217	0.642	6.128	2	0.825	0.645	2.195
Morado Mejorado	13	0.488	0.668	4.592	6	0.734	1.690	1.868
PM-581	4	0.258	0.655	5.200				
UNC-47	6	0.402	0.655	4.332	3	0.484	0.650	2.990

Fuente. Información aportada por el INIA Cajamarca.

En lo que concierne al resto de los caracteres de planta y de mazorca estudios, en términos generales, las variedades locales que resultaron con los mayores niveles de productividad (G_2 , G_7 , G_{10} , G_{11} , G_{12} , G_{13}), también mostraron adecuado comportamiento agronómico respecto a dichos caracteres, caracterizadas por presentar apropiada altura de planta y posición de mazorca alrededor de la mitad de la planta, bajos niveles de acame de planta y de raíz, de daños por manchas foliares y enfermedades de tallo, elevados índices de grano, alrededor de una mazorca por planta, adecuados aspectos de planta y de mazorca, buena cobertura de mazorca y bajos niveles de mazorcas podridas, con excepción de las variedades Cusqueado-P (G_{10}), Carhuay-P (G_{11}) y Astilla Blanca-Cusqueado (G_{12}), que presentaron los mayores niveles de acame de tallo, con valores de 14.14%, 15.15% y 16.10% de plantas con tallos rotos por debajo de la primera mazorca, para las variedades G_{10} , G_{11} y G_{12} , respectivamente (Tablas 4 y 5).

Arellano, Gámez, y Ávila (2010) evaluaron el potencial agronómico de 42 variedades criollas de maíz Cacahuazintle (o Cacahuacintle, como también se le puede escribir) en México y encontraron niveles de

acame de 12 a 24%, caracterizando a los materiales con niveles de acame de moderado a alto. En este estudio, los niveles de acame mostraron una amplitud de variación de 3.74 a 12.35 % y de 6.00 a 17.38%, para el acame de raíz y de tallo, respectivamente (Tabla 4), valores que se pueden considerar de bajos a intermedios.

Por otro lado, las variedades Cusqueado-P (G_{10}) y Chullpi-Q (G_7) resultaron con los valores más altos de humedad del grano (Tabla 4), lo que es un indicativo de ser una de las más tardías, característica que las hace menos atractiva para los productores agrícolas, quienes desean materiales más precoces, que puedan cumplir su ciclo de vida en el menor tiempo posible.

La variedad Choclero-101 (T_1), la cual superó en productividad significativamente ($p \leq 0.05$) al resto de los materiales incluidos en el estudio, en general también mostró excelente potencial agronómico, mostrando una adecuada altura de planta y de mazorca, con la posición de la mazorca alrededor de la mitad de la planta, superando en prolificidad al resto de las variedades probadas, excepto a la variedad Chullpi-ST (G_{17}), la cual mostró un nivel de prolificidad similar a la observada en T_1 (Tabla 4). El testigo 1 además mostró el nivel más bajo de humedad del grano, lo que

sugiere de estar entre los materiales que alcanza la madurez fisiológica de manera más precoz, presentando también buen aspecto de planta y de mazorca, aunque también mostró niveles de acame de tallo moderado (16.69%), con el menor índice de grano (0.80) y el mayor nivel de mazorcas con puntas descubiertas (6.75%) (Tablas 4 y 5). Posiblemente los niveles de acame de este material estén asociados a su susceptibilidad a patógenos que afectan el tallo, siendo el que presentó el nivel más elevado de enfermedades de tallo con un promedio de 10.99% de sus plantas afectadas por enfermedades que afectan los tallos de la

planta (Tabla 4). El bajo nivel de índice de grano de este material no representa una limitante para su comercialización, puesto que su uso principal es como choclo, en donde el tamaño del choclo y de sus granos son los caracteres considerados de mayor importancia para la comercialización. Por otro lado, a pesar de haber mostrado el mayor nivel de mazorcas con puntas descubiertas, tampoco se puede considerar una limitante para el material, debido a que esos niveles de puntas descubiertas aún se ubican en la categoría de niveles bajos para el carácter.

Tabla 4

Valores promedios de diferentes caracteres de planta y de mazorca evaluados en 25 variedades de maíz amiláceo en cinco localidades de la provincia de Tayacaja, en el ciclo del cultivo 2018 – 2019.

Trat	Ecotipo – Variedad	Rend	AP	AM	PMM	AcR	AcT	EF	ET	IP	IG	HG
1	Astilla Amarilla	3.743	190.62	100.59	0.51	5.55	6.38	2.95	6.38	0.80	0.90	17.24
2	Astilla Blanca	4.728	183.73	93.95	0.51	4.54	10.16	2.91	5.50	0.97	0.91	17.57
3	Carhuay	4.158	193.45	104.11	0.53	8.26	7.96	2.85	6.27	0.83	0.89	17.25
4	Carhuay	3.954	186.46	95.40	0.51	6.35	9.17	2.64	6.79	0.85	0.91	17.82
5	Carhuay	4.047	181.67	96.46	0.52	4.72	13.83	3.01	7.51	0.80	0.90	17.90
6	Bolón	4.234	189.24	95.97	0.50	7.72	15.29	3.04	6.05	0.90	0.88	17.11
7	Chullpi	4.532	210.39	125.23	0.59	4.76	7.14	2.70	4.94	1.08	0.87	18.70
8	Astilla Blanca	4.065	184.23	95.51	0.50	6.85	16.23	2.91	6.07	0.83	0.92	17.55
9	Astilla Blanca	4.147	181.03	89.31	0.48	5.12	17.38	3.05	9.25	0.77	0.87	17.20
10	Cusqueado	5.001	197.39	102.66	0.51	7.05	14.14	2.62	6.52	0.94	0.85	19.22
11	Carhuay	4.536	180.89	90.01	0.49	4.96	15.15	2.96	8.03	0.89	0.93	17.04
12	Astilla Blanca Cusqueado	5.138	201.28	107.12	0.53	5.40	16.10	2.45	6.00	0.87	0.91	18.08
13	Astilla Blanca Astilla Amarilla	4.582	198.71	107.10	0.54	6.70	9.36	2.82	4.29	0.90	0.91	18.06
14	Almidón	4.093	202.09	109.13	0.53	5.95	6.00	2.63	4.89	0.89	0.92	18.60
15	Astilla Blanca	4.292	198.81	107.85	0.54	7.06	9.09	2.77	3.97	0.86	0.91	17.88

16	Chullpi-Astilla Blanca	3.828	218.64	136.06	0.62	7.42	7.83	2.50	5.00	0.89	0.87	20.03
17	Chullpi	4.085	225.24	136.17	0.60	3.74	9.95	2.54	3.68	1.01	0.87	20.27
18	Pistiada	3.637	189.89	107.49	0.56	5.92	11.68	2.86	8.13	0.85	0.89	16.99
19	Carhuay	3.877	194.25	101.31	0.51	10.22	10.38	2.82	6.66	0.79	0.91	17.61
20	Choclero-101	5.547	217.38	120.49	0.55	9.18	16.69	2.72	10.99	1.02	0.80	15.81
21	INIA-603 Choclero	5.151	211.93	115.49	0.54	9.17	11.81	2.53	4.67	0.89	0.87	18.63
22	INIA-601	4.213	224.47	127.14	0.56	9.36	13.63	2.82	5.91	0.90	0.81	17.35
23	Umutu	4.615	202.01	105.75	0.52	12.35	12.37	2.91	9.30	0.93	0.86	16.66
24	Chaucha Blanco Semi	4.192	215.81	121.01	0.56	8.13	11.75	2.97	7.29	0.84	0.84	18.14
25	Chaucha Rojo	4.040	205.13	108.23	0.52	7.68	12.92	2.99	7.23	0.79	0.88	16.90
	Media	4.337	199.39	107.98	0.53	6.97	11.70	2.80	6.45	0.88	0.88	17.82
	MDS	0.555	10.99	9.45	0.03	3.76	4.67	0.26	2.94	0.06	0.02	1.01
	Intervalo de confianza (α=5%)	4.259; 4.415	197.85; 200.93	106.65; 109.31	0.53; 0.54	6.44; 7.50	11.04; 12.35	2.76; 2.84	6.04; 6.87	0.87; 0.89	0.88; 0.89	17.68; 17.97

Tabla 5

Valores promedios de cuatro caracteres de planta y de mazorca evaluados en 25 variedades de maíz amiláceo en cuatro localidades de la provincia de Tayacaja en el ciclo del cultivo 2018 – 2019.

Trat	Ecotipo - Variedad	Aspecto Planta	de Aspecto Mazorca	de Cobertura Mazorca	de Pudrición de Mazorcas
1	Astilla Amarilla	3.01	2.56	1.15	5.00
2	Astilla Blanca	3.01	2.46	0.17	6.24
3	Carhuay	3.04	2.54	2.74	7.22
4	Carhuay	3.06	2.68	1.69	6.74
5	Carhuay	3.19	2.75	1.91	6.70
6	Bolón	3.23	2.77	3.62	7.56
7	Chullpi	3.00	2.52	2.93	6.02
8	Astilla Blanca	3.23	2.68	1.25	7.24
9	Astilla Blanca	3.14	2.79	2.49	8.00
10	Cusqueado	3.21	2.61	2.54	9.12
11	Carhuay	3.17	2.62	1.58	5.54
12	Astilla Blanca - Cusqueado	2.91	2.21	2.42	5.46
13	Astilla Blanca –Astilla Amarilla	3.05	2.64	2.73	10.60
14	Almidón	2.99	2.82	1.08	9.26
15	Astilla Blanca	2.92	2.70	0.43	8.42
16	Chullpi-Astilla Blanca	3.30	2.64	1.34	8.80
17	Chullpi	3.34	2.43	1.46	5.17
18	Pistiada	3.20	2.73	1.80	4.28
19	Carhuay	3.16	2.77	2.19	7.06

20	Choclero-101	3.41	2.30	6.75	4.87
21	INIA-603 Choclero	3.16	2.48	2.06	7.30
22	INIA-601	3.50	2.76	3.81	4.56
23	Umutu	3.25	2.49	4.57	5.10
24	Chaucha Semi Blanco	3.35	2.82	2.28	8.18
25	Chaucha Rojo	3.16	2.76	1.41	6.27
	Media	3.16	2.62	2.26	6.83
	MDS	0.21	0.20	1.84	3.13
	Intervalo de confianza ($\alpha=5\%$)	3.13; 3.19	2.59; 2.65	2.00; 2.51	6.39; 7.27

CONCLUSIONES

Las variedades de maíz amiláceo (VMA) evaluadas no mantuvieron su comportamiento agronómico en los ambientes de evaluación. Las evaluaciones revelaron que el desempeño agronómico de las variedades de maíz estudiadas varió en función de la condición ambiental de cada una de las localidades seleccionadas para el estudio. Las variedades experimentales Astilla Blanca-DH (G₂), Chullpi-Q (G₇), Cusqueado-P (G₁₀), Carhuay-P (G₁₁), Astilla Blanca-Cusqueado (G₁₂), y Astilla Blanca-Astilla Amarilla (G₁₃) fueron las que presentaron mayores niveles de productividad promedio, sin embargo, las variedades testigos manifestaron resultados iguales o superiores a las variedades experimentales. La variedad INIA-601 a pesar de presentar un nivel de productividad promedio similar al promedio de las

variedades locales, apuntó como la mejor opción para los productores de la sierra peruana dado sus atributos que le aportan valores agregados, de los cuales el contenido de antocianina se considera el más relevante. Las variedades testigos Choclero-101 (T₁) e INIA-603 Choclero (T₂) revelaron superioridad en la productividad de las variedades mejoradas genéticamente. Los resultados a los que se arribó demostraron la importancia del mejoramiento genético para desarrollar genotipos de superior desempeño agronómico y mejor adaptados a las condiciones agroecológicas de las regiones de producción comercial.

Agradecimientos:

Los autores desean expresar su agradecimiento al Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea (FOCAM) por el financiamiento suministrado para llevar a

cabo esta investigación y a los productores agrícolas Adalberto Ega y Clímaco Culcapusa Ilizarbe, a la Municipalidad de Quishuar y a la Comunidad Campesina Pilcos, por el apoyo recibido para llevar a cabo en sus predios algunos de los experimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, R., G. Velázquez, E. Flores, and J. Romero. 2014. "Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz." *Investigación y Ciencia* 22 (61):48-53,
- Alejos, G., P. Monasterio, and R. Rea. 2006. "Análisis de la interacción genotipo - ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela." *Agronomía Tropical* 56 (3):369-384,
- Alimentos y Nutrición (ALNUSA). 2018. "Propiedades y Beneficios del Maíz Morado." ALNUSA.<http://alnusa.com.pe/index.php/guia-saludable/pmaiz-morado>.
- Álvarez, J. D., and Manuel de Jesús Anzueto. 2004. "Actividad microbiana del suelo bajo diferentes sistemas de producción de maíz en los altos de Chiapas, México." *Agrociencia* 38 (1):13-22, <https://www.redalyc.org/pdf/302/30238102.pdf>.
- Ancco, T., D. J. Ramos, E. A. Vivanco, R. Pillaca, and H. A. Andia. 2017. "Caracterización física de semillas de maíz (lea maiz) sembrado en Andahuaylas Perú." *Ciencia & Desarrollo* 2014 (18):56-62, <http://datos.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/viewFile/392/342>.
- Andrés-Meza, P., M. Sierra-Macías, J. A. Mejía-Contreras, J. Molina-Galán, A. Espinosa-Calderón, N. O. Gómez-Montiel, and R. Valdivia-Bernal. 2014. "Genotype-environment interaction in tropical maize varieties developed for the tropical region of Veracruz, México." *Interciencia* 39 (3):180 – 184, <https://www.redalyc.org/pdf/339/33930206007.pdf>.
- Arellano, J. L., A. J. Gámez, and M. A. Ávila. 2010. "Potencial agronómico de variedades criollas de maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca." *Rev. Fitotec. Mex.* 33 (4):37–41,
- Balestre, M., R. G. Von Pinho, J. C. Souza, and R. L. Oliveira. 2009. "Genotypic stability and adaptability in tropical

- maize based on AMMI and GGE biplot analysis." *Genet. Mol. Res* 8 (4):1311-1322,
<https://pdfs.semanticscholar.org/bb64/0d58c3cef1fe93e34234a0ad6e00eb6b79c6.pdf>.
- Brunett, L., C. González, and L. A. García. 2005. "Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores." *Livestock Research for Rural Development* 17 (7):s.p,
- Cabrera, S., P. García, F. Morillo, and C. Sánchez. 2001. "Estabilidad del rendimiento de híbridos blancos de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes zonas agroecológicas de Venezuela." *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología* 19:182-198,
- Carena, M. J. . 2005. "Maize commercial hybrids compared to improved population hybrids for grain yield and agronomic performance." *Euphytica* s.v (141):201–208,
- Chimonyo, V. GP., C. S. Mutengwa, and C. Chiduza. 2014. "Genotype × environment interactions and yield stability of stress-tolerant open-pollinated maize varieties in the Eastern Cape province, South Africa." *South African Journal of Plant and Soil* 31 (2):61-68. doi: 10.1080/02571862.2014.868048,
- Chura, J., and E. H. Huanuqueño. 2015. "Comportamiento de ocho poblaciones de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en cruza con un probador." *Anales Científicos* 76 (1):78-86, <http://190.119.243.75/index.php/acu/article/view/767/735>.
- De León, H., F. R. Sánchez, M. H. Reyes, D. S. Garduño, G. M. Zambrano, R. C. Cadenas, and J. D. Cárdenas. 2005. "Potencial de rendimiento y estabilidad de combinaciones germoplásmicas formadas entre grupos de maíz." *Rev. Fit. Mex.* 28 (2):135-143,
- Espinosa, A., M. Tadeo, A. Turrent, and N. Gómez. 2009. "El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz." *Ciencias s.v* (92):118-125,
- García, P., S. Cabrera, A. Pérez, A. Silva, R. Álvarez, C. Marín, P. Monasterio, and M. Santella. 2009. "Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de cultivares de maíz de endospermo normal y QPM en zonas agroecológicas de Venezuela." *Agronomía Tropical* 59 (4):433-443,

- Guevara-Escobar, A., G. Barcenas-Huante, F. R. Salazar-Martínez, E. González-Sosa, and H. Suzán-Azpiri. 2005. "Alta Densidad de Siembra en la Producción de Maíz con Irrigación por Goteo Subsuperficial." *Agrociencia* 39 (4):431-439, <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239407.pdf>.
- Guevara, M., G. Idrogo, y S. Pedraza 2017. Densidad de siembra y comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado (*Zea mays L.*). *Revista ECIPerú*, 14(1): 20 – 40. Disponible en: <https://140.82.11.112/index.php/ECIPERU/article/view/95/93>}.
- Lagos, T.; F. Torres y C. Benavides, 2015. Comportamiento agronómico de poblaciones de maíz amarillo *Zea mays L.* en la región andina del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32 (1): 12 – 23. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5278476>
- Lao, F., G. T. Sigurdson, and M. M. Giusti. 2017. "Health Benefits of Purple Corn (*Zea mays L.*) Phenolic Compounds." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16 (s.n):234 – 246. doi: 10.1111/1541-4337.12249,
- Leyva, Alma Brenda, Clara Molina, and Isidro Real. 2016. "Importancia del diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC) para la creación de un programa de formación y actualización didáctica, pedagógica y disciplinara de los docentes." *Revista de Investigación Académica sin Frontera* 9 (22):1-28, <http://www.revistainvestigacionacademicasinfrontera.com/>.
- López-Morales, F., J. Chura-Chuquija, and G. García-Pando. 2019. "Interacción genotipo por ambiente del rendimiento de maíz amarillo en híbridos trilineales, Perú." *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (4):859 – 872, <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n4/2007-0934-remexca-10-04-859.pdf>.
- Lozano-Ramírez, A., A. Santacruz-Varela, F. San Vicente-García, J. Crossa, J. Burgueño, and J. D. Molina-Galán. 2015. "Modelación de la interacción genotipo x ambiente en rendimiento de híbridos de maíz blanco en ambientes múltiples." *Rev. Fitotec. Mex.* 38 (4):337-347,

- <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n4/v38n4a1.pdf>.
- Lunezzo de O, R., R. Garcia, M. Balestre, and D. V. Ferreira. 2010. "Evaluation of maize hybrids and environmental stratification by the methods AMMI and GGE biplot." *Breeding and Applied Biotechnology* 10 (s.n):247-253,
<http://www.scielo.br/pdf/cbab/v10n3/a10v10n3.pdf>.
- Naciones Unidas. 2018. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf.
- Rivetti, Ana Rosa. 2003. "Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes (FCA)." *Rev. FCA UNCuyo XXXVIII* (2):25-36,
https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/1309/rivettiagrarias2-06.pdf.
- Salazar-Sosa, E., H.I. Trejo-Escareño, C. Vázquez-Vázquez, and J.D. López-Martínez. 2007. "Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino." *Revista Internacional de BOTANICA EXPERIMENTAL* 2007 (76):169-185,
<http://www.revistaphyton.fundromuloraggio.org.ar/vol76/salazar-sosa.pdf>.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT 9 user's guide. Cary, NC: SAS Inst.,.
- Steel, R. , and J. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da edición*. DF, México: McGraw-Hill Interamericana.
- Tsuda, T., F. Horio, K. Uchida, H. Aoki, and T. Osawa. 2003. "Dietary cyanidin 3-O-?-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice." *J. Nutr.* 133 (7):2125-2130,
<https://academic.oup.com/jn/article/133/7/2125/4688337>.
- Tucuch-Cauich, C. A., S.A. Rodríguez-Herrera, M. H. Reyes-Valdés, J. M. Pat-Fernández, C. A. Tucuch-Cauich, and H. S. Córdova-Orellana. 2011. "Índices de selección para producción de maíz forrajero." *Agronomía Mesoamericana* 22 (1):123-132. ,

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v22n1/a15v22n1.pdf>.

Contacto:

Pedro José Garcia Mendoza
pedrogarcia@unat.edu.pe

