

Rendimiento y contenido proteico de siete híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ecuatoriano cultivado en el valle de Santa Catalina, Perú

Yield and protein content evaluation of seven Ecuadorian hybrid corn (*Zea mays* L.) grown in the Santa Catalina Valley, Peru

Marlon Obando^{1,*}; Arturo Alvarado¹; Edwin Hasang¹; Simón Farah¹; Christian Palacios¹

1 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo, Guayaquil, Ecuador.

*Autor correspondiente: mobando@uagraría.edu.ec (M. Obando).

ID ORCID de los autores

M. Obando:  <https://orcid.org/0000-0003-4379-9142>

S. Farah:  <https://orcid.org/0000-0003-3245-2936>

A. Alvarado:  <https://orcid.org/0000-0002-9806-9684>

C. Palacios:  <https://orcid.org/0000-0002-7434-2412>

E. Hasang:  <https://orcid.org/0000-0001-6832-2047>

RESUMEN

El cultivo de maíz es ampliamente desarrollado a nivel global, países encaminados al desarrollo agrícola buscan introducir nuevas variedades que satisfagan las necesidades de los agricultores y consumidores. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y contenido proteico en diferentes híbridos de maíz forasteros en el valle de Santa Catalina, Perú. En este marco la presente investigación se desarrolló en el distrito de Laredo, la cual, se basó en la evaluación de siete híbridos ecuatorianos introducidos en las condiciones edafoclimáticas de la zona. Se evaluó el rendimiento y contenido proteico incluyendo variables de respuesta agronómica. El ensayo consistió en un diseño por bloques completamente al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, la comparación de medias se la realizó mediante un test de Tukey con un valor de $p \geq 0,05$. Según los resultados los híbridos introducidos presentaron una adaptación positiva con resultados por encima de las variedades locales utilizadas como testigo, siendo el tratamiento T2 (DEKLAB 7088) el de mayor rendimiento con 8.508,11 kg/ha y el tratamiento T6 (SOMMA) el mayor contenido de proteína en 15,51%. Las mejores respuestas fueron alcanzadas por T6 en las variables de días a floración, altura de la planta y contenido de proteína, siendo el tercer tratamiento con mayor rendimiento en kg/ha lo cual lo convierte en el híbrido ecuatoriano con mayor potencial. Dejando en evidencia el potencial que pueden tener materiales genéticos desarrollados en otras latitudes, teniendo mayor diversidad de cultivares de maíz disponibles para la zona.

Palabras clave: Adaptación; cultivares; rendimiento; gramínea; proteína.

ABSTRACT

Maize cultivation is widely developed at a global level, and countries aimed at agricultural development seek to introduce new varieties that meet the needs of farmers and consumers. The objective of this study was to evaluate the yield and protein content of Ecuadorian hybrid corn grown in the Santa Catalina Valley, Peru. This research was carried out in the district of Laredo and was based on the evaluation of seven Ecuadorian hybrids introduced in the soil and climatic conditions of the area. Yield and protein content were evaluated including agronomic response variables. The trial consisted of a completely randomized block design with nine treatments and four replications. The comparison of means was carried out by means of a Tukey test with a value of $p \geq 0.05$. According to the results, the introduced hybrids showed a positive adaptation with results above the local varieties used as control, with the T2 treatment (DEKLAB 7088) having the highest yield with 8,508.11 kg/ha and the T6 treatment (SOMMA) having the highest protein content of 15.51%. The best responses were achieved by T6 in the variables of days to flowering, plant height and protein content, being the third treatment with the highest yield in kg/ha, which makes it the Ecuadorian hybrid with the greatest potential. This shows the potential of genetic materials developed in other latitudes, having a greater diversity of maize cultivars available for the area.

Keywords: Adaptation; cultivars; performance; grass; protein.

Recibido: 11-01-2022.

Aceptado: 28-09-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) forma parte de la familia de las poaceae, conocidas también como gramíneas. El maíz es uno de los rubros más importantes dentro de la canasta básica de países en Latinoamérica. El cultivo de maíz es el más productivo entre los cereales y su productividad aumenta cuando se utilizan cultivares adaptados y estabilizados a las zonas cultivadas (Deras, 2012).

El maíz es considerado base en la alimentación de muchas civilizaciones a lo largo de los años, las teorías genéticas sobre el origen del maíz son diversas. La importancia del maíz radica en el consumo humano, en la diversas formas de preparación y la base para la alimentación animal tanto en grano como forraje. Por su capacidad de adaptarse a diversas condiciones edafoclimáticas, su capacidad de producir y su rendimiento potencialmente mejorado, lo convierte en el cultivo más desarrollado por la industria agrícola (Lizarbe, Vega, & Lizarbe, 2020).

El maíz presenta un aporte esencial en la seguridad alimentaria, junto al arroz y el trigo son los cereales más cultivados en el mundo. Diversas instituciones internacionales han volcado sus esfuerzos en incrementar el rendimiento de nuevos híbridos de maíz resistentes a factores bióticos y abióticos, inyectando recursos a las investigaciones (López, Rodríguez, & España, 2010).

El enfoque del estudio a la adaptabilidad del cultivo de maíz para diferentes fines se ve ampliamente descrito por Verde & Santolalla (2021), mostrando la adaptación de 30 híbridos dobles de maíz forrajero en el rendimiento de biomasa y grano seco, donde dos híbridos obtuvieron los mejores resultados, determinando su uso potencial para solventar la alimentación de ganado.

El creciente interés en obtener variedades de maíz más productivos y con un alto contenido proteico, genera la necesidad de evaluar las variedades disponibles, aprovechando al máximo su potencial genético para satisfacer las necesidades de los agricultores (Sánchez et al., 2011).

La capacidad energética del maíz es uno de los aportes de mayor interés de la producción alimentaria. Desde principios del siglo XIV se han tratado de incrementar los niveles de proteína en esta gramínea, no fue hasta mediados de ese siglo cuando se obtiene un gran avance con el hallazgo del gen opaco O2, el cual en estado recesivo incrementa la calidad proteica en el maíz, esto por el aumento de globulinas y reducción de zeínas. Ciertos híbridos de maíz tienen características de duplicar las cantidades de lisina y triptófano cuando se compara con una variedad

normal, para ello es indispensable evaluar el comportamiento a las condiciones ambientales en donde son desarrolladas para alcanzar su máximo potencial de ser posible (Vargas, Vargas, & Baena, 2016).

En el grano de maíz podemos encontrar bancos importantes de nutrientes, es pertinente analizar los parámetros de mayor interés como en el caso de la investigación realizada por García et al. (2018) donde evaluaron la calidad de grano de 15 híbridos comerciales de maíz amarillo mediante un equipo técnico, en la investigación de los autores mencionados evaluaron el contenido de almidón, proteína, aceite (lípidos), cenizas, humedad del grano y densidad aparente. Los autores encontraron que algunos de los híbridos testeados mostraron resultados estadísticamente significativos para las variables en estudio.

Uno de los principios claves dentro de las evaluaciones de adaptación del híbrido de maíz, es la interacción genotipo ambiente, la cual responde a diferentes entornos para identificar características que se expresen con mayor rapidez, para definir si existe una adaptación específica al medio en donde se desarrolla el cultivo. Sin lugar a dudas una de las variables más influyentes es el rendimiento del cultivo en toneladas por hectárea, aquella variable nos permite tomar decisiones en la factibilidad de implementar una variedad forastera en competencia con variedades locales totalmente adaptadas (Tirado, Vásquez, & Narro, 2019).

Zambrano, Yáñez & Sangoquiza (2021) exponen las metodologías utilizadas por las instituciones en sus programas de mejoramiento de esta gramínea, cuyo objetivo es desarrollar variedades de polinización abierta más uniformes y productivas de maíz harinoso, el cual es de mayor importancia en la zona. El maíz proteico de calidad es clave para la alimentación de países en regiones tropicales y subtropicales, donde es fuente de proteínas en la dieta habitual, ciertos obstáculos encontrados por factores climáticos deben ser esclarecidos para su óptimo acondicionamiento. Mediante la implementación de híbridos de maíz en zonas para los cuales no han sido desarrollados, se busca establecer su flexibilidad en los procesos adaptativos y determinar si pueden convertirse en una fuente de proteína importante (Ignjatovic et al., 2020).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y contenido proteico en diferentes híbridos de maíz forasteros en el valle de Santa Catalina, Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito Laredo sector Catuay Alto, Trujillo, Perú. Cuyas coordenadas UTM son: X = 0738175; Y = 9113450.

La investigación es de carácter experimental, se implementó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con nueve tratamientos y cuatro repeticiones

por cada tratamiento, para analizar las medias se realizó un análisis de varianza (ANVA) y para comparar las medias se realizó un test de Tukey con un valor de $p \geq 0,05$.

Los datos meteorológicos se obtuvieron por medio de la estación meteorológica de Laredo, los cuales, se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1
Datos meteorológicos durante la ejecución del estudio

Meses	Tempe- ratura máxima (°C)	Tempera- tura mínima (°C)	Humedad relativa máxima (%)	Humedad relativa mínima (%)	Preci- pitación (mm)
Marzo	23	17	100	73	0
Abril	23	19	94	69	0
Mayo	21	16	94	70	0
Junio	21	17	94	75	0
Julio	21	19	97	48	0

Se realizó un análisis de submuestras aleatorias, con fines de levantar información previa sobre disponibilidad de nutrientes en suelo previo a la siembra. Se realizó análisis de adaptabilidad de siete híbridos comerciales de maíz amarillo duro provenientes de Ecuador y dos variedades locales, siendo un total de nueve cultivares a evaluar en el presente estudio. La distribución de los tratamientos se definió en el orden mostrado en la Tabla 2.

Se evaluaron 10 plantas tomadas de forma aleatoria dentro de cada unidad experimental (parte central para eliminar el efecto de borde). En ellas se evaluaron días a floración, altura de la planta, número de mazorca por planta, pudrición de mazorca, porcentaje de proteína, humedad del grano, longitud de la mazorca, peso experimental, diámetro de mazorca y rendimiento en kg/ha.

Tabla 2
Distribución de los tratamientos

Tratamientos	Híbridos	Procedencia
T1	INSIGNIA 105	Ecuador
T2	DEKALB7088	Ecuador
T3	DAS3383	Ecuador
T4	TRUENO	Ecuador
T5	INDIA S-505	Ecuador
T6	SOMMA	Ecuador
T7	ADV ANTA ADV 9313	Ecuador
T8	INIA 619	Perú
T9	INIA 605	Perú

Se declaran las características descritas en las fichas técnicas de cada uno de los híbridos de maíz para la zona donde fueron desarrollados (Tabla 3).

Las características para las parcelas fueron: distancia entre surco 0,80 m, la distancia entre golpe de 0,40 m, longitud de parcela de 5,20 m y ancho de la parcela de 3,20 m dando un total del área de la parcela de 16,64 m². Para el caso de los bloques la longitud fue de 28,8 m y el ancho de 5,20 m dando un total de área por bloque de 149,76 m². Para las calles se definió un ancho de 1m con una longitud de 28,8 siendo un total de 3 calles, lo cual suma un área de 86,4 m². Finalmente, el área experimental fue de 685,44 m² cuya área neta experimental fue de 599,04 m². La distribución la podemos observar en la Figura 1.

Tabla 3
Características de los híbridos

Híbrido	Días a cosecha	Días a floración	Altura de la planta (m)	Color del grano	Resistencia al acame
INSIGNIA 105	125	-	2,48	Anaranjado	Muy buena
DEKALB7088	135	54	2,32	Amarillo anaranjado	Buena
DAS3383	127	-	2,25	Anaranjado	Buena
TRUENO	125	53	2,10	Anaranjado cristalino	Buena
INDIA S-505	120	50	2,35	Anaranjado semi-cristalino	Muy buena
SOMMA	125	60	2,07	Amarillo intenso	Buena
ADV ANTA ADV 9313	135	-	2,30	Amarillo anaranjado	Buena
INIA 619	145	65	2,30	Amarillo oscuro	Buena
INIA 605	135	65	2,30	Anaranjado	Buena

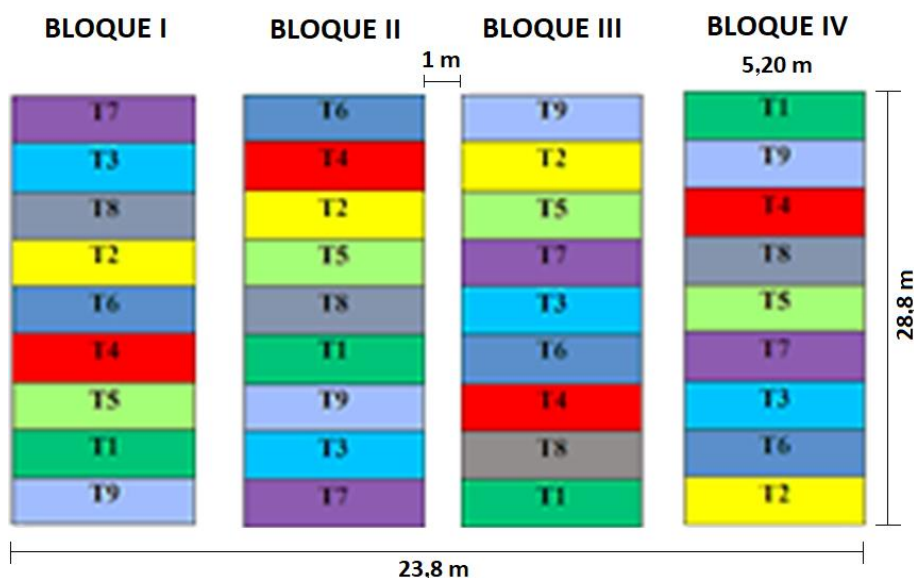


Figura 1. Distribución de las parcelas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a floración

En función de los días transcurridos para el inicio de la floración podemos evidenciar que los híbridos ecuatorianos alcanzaron entre 50 y 54 días, mientras que las variedades locales alcanzaron valores entre los 60 y 61 días. Siendo la variedad más precoz en florecer la correspondiente al tratamiento T5 (INDIA S-505). Estos datos según el análisis de varianza cuyo coeficiente de variación es de 0,31% (Figura 2).

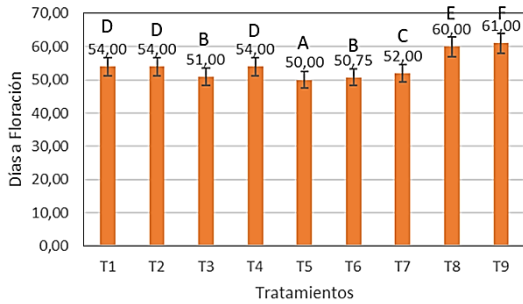


Figura 2. Días a floración.

Altura de la planta

Esta variable estudiada en el ensayo alcanzó resultados variables, con un coeficiente de variación no tan disperso de solo 7,14%, los tratamientos que mayor altura de la planta alcanzaron fueron T7 (ADV ANTA ADV 9313) con 2,30m y T6 (SOMMA) con 2,23 ambos de origen ecuatoriano, sin embargo, no representan diferencias estadísticas frente a las variedades locales que alcanzaron alturas similares de 2, 21m y 2,19m respectivamente. Entre los híbridos estudiados, los que menor altura alcanzaron fueron T2 (DEKALB 7088) con 1,98m y T3(DASS 3383) con 1,67m. En función de los resultados se muestra en el Figura 3.

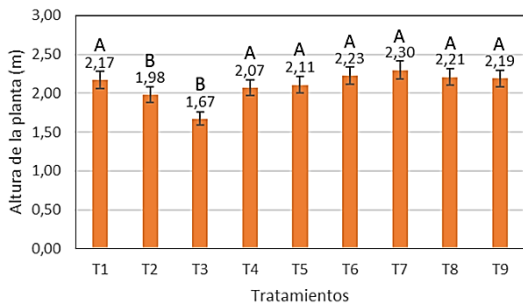


Figura 3. Altura de la planta.

Número de mazorcas por planta

Los resultados obtenidos en el número de mazorcas por planta mostraron un coeficiente de variación de 10,66%, en donde los tratamientos que menor número de mazorcas tuvieron fueron los tratamientos T7 (ADV ANTA ADV 9313) y T1(INSIGNIA 105) con 1,00 y 1,10 respectivamente, y el de mayor número de mazorcas fue el T2 (DEKALB7088) sin ser estadísticamente diferente en comparación a las variedades locales. Se puede observar los datos obtenidos con su respectivo análisis en el Figura 4.

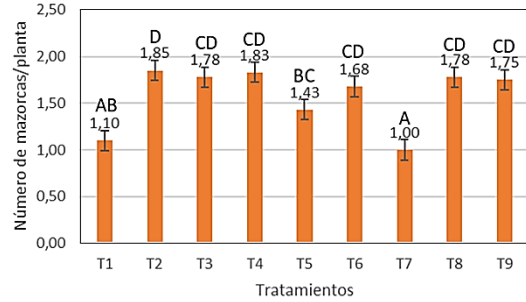


Figura 4. Número de mazorcas por planta.

Longitud de mazorca

En base a los resultados obtenidos con un 4,64% de coeficiente de variación, los tratamientos que mayor longitud de mazorca alcanzaron corresponden a variedades locales T8 (INIA 619) y T9 (INIA 605) con 19,73 cm y 20,25 cm respectivamente, sin embargo, la variedad ecuatoriana que mayor longitud alcanzó fue T1 (INSIGNIA 105) con 18,23cm que es estadísticamente similar a el resultado de T8 según la media comparativa. En el Figura 5 se pueden observar los datos obtenidos.

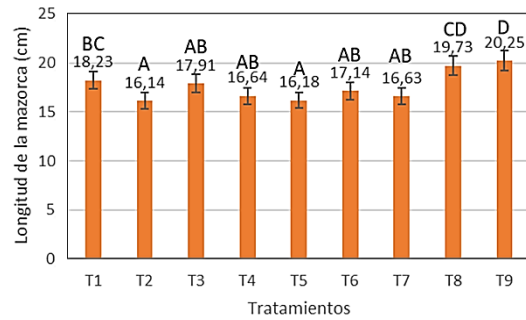


Figura 5. Longitud de la mazorca (mm).

Diámetro de la mazorca

En cuanto al diámetro de las mazorcas se reportó un coeficiente de variación entre los datos de 16,61%, se pueden observar según el Figura 6 que el tratamiento con mayor diámetro de mazorca fue T5 (INDIA S-505) con un promedio de 6,90cm, mientras que los tratamientos con menor diámetro fueron T1 (INSIGNIA 105) y T8 (INIA 619) ambos con 4,67cm. El tratamiento de mayor diámetro es de origen ecuatoriano mientras que uno de los menores diámetros alcanzados por T8 correspondió a una variedad local.

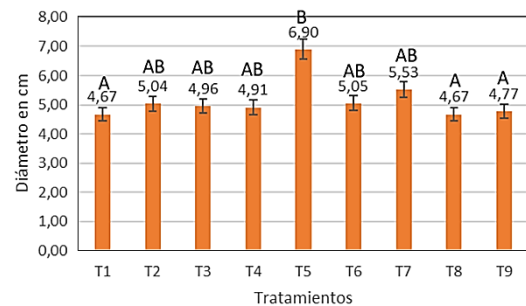


Figura 6. Diámetro de la mazorca (cm).

Peso de la mazorca

En el peso de la mazorca los datos presentaron un coeficiente de variación de 5,74%, siendo estadísticamente significativas las diferencias entre los tratamientos. El mejor peso promedio alcanzado en mazorcas se obtuvo en el tratamiento T1(INSIGNIA 105) 331,80 gr seguido por poca diferencia del tratamiento T7 (ADV ANTA ADV 9313) 331,53gr, por otro lado, el tratamiento que presento menor peso promedio de mazorcas fue el T4(TRUENO) con 257,03gr. Se puede observar los datos en el Figura 7.

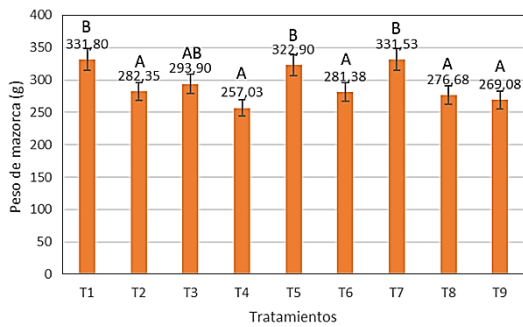


Figura 7. Peso de la mazorca (g).

Humedad del grano

En la variable de humedad del grano se muestran valores con un coeficiente de variación de 3,05%, entre valores que oscilan entre el 24,30% de humedad hasta 26,88%. Entre los tratamientos del ensayo y con el mismo proceso el que menor humedad alcanzó fue el tratamiento T5 (INDIA S 505) de origen ecuatoriano, se puede evidenciar el comportamiento de los datos según la Figura 7.

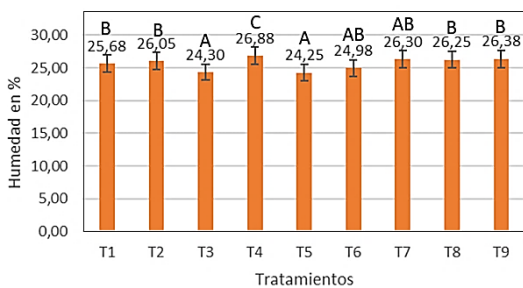


Figura 8. Humedad del grano (%).

Rendimiento en kg/ha

El rendimiento de los híbridos mostro un coeficiente de variación de 8,07%, mostrando datos influyentes en el estudio. Sin lugar a dudas el rendimiento muestra una respuesta clara de adaptación a la zona en estudio. El tratamiento que mayor rendimiento obtuvo, con diferencia estadística significativa según la comparación de media fue el tratamiento T2 (DEKALB 7088) de origen ecuatoriano, con un promedio alcanzado de 8.508,11 kg/ha. Los tratamientos T3, T6, T7, T8 alcanzaron resultados en rendimientos óptimos, con rangos entre 8351,86 kg/ha y 8296,27 kg/ha. Siendo el tratamiento local de mejores resultados el T8 (INIA 619) que solamente fue superado por T2. Dejando en evidencia según el Figura 9 que existen híbridos ecuatorianos con alto potencial de adaptabilidad al valle de Trujillo.

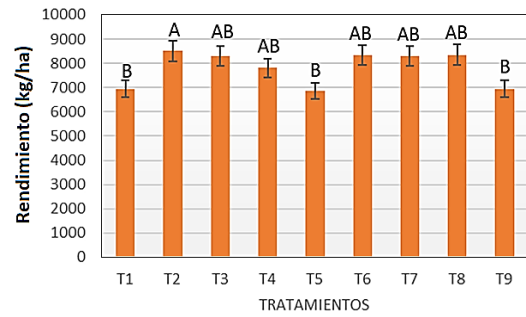


Figura 9. Rendimiento en kg/ha.

Porcentaje de proteína

Los resultados para el contenido proteico mostraron un coeficiente de variación de 5,68%, presentando diferencia estadística entre los tratamientos. El tratamiento que mayor contenido proteico alcanzó fue el T6 (SOMMA) con un valor de 15,51% de origen ecuatoriano. El tratamiento con menor contenido proteico fue el T4 (TRUENO) con un valor de 11,49%. Las variedades locales T8 y T9 obtuvieron 12,44 y 12,78% respectivamente. Sin embargo, el tratamiento T2 que es el de mayor rendimiento alcanzó un contenido proteico de 12,52%.

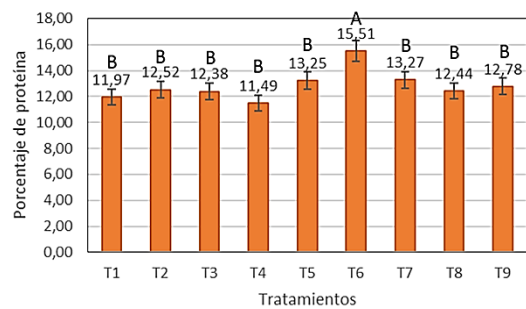


Figura 10. Porcentaje de proteína.

Si se realiza un ejercicio comparativo entre la variedad de mayor rendimiento, con la de mayor contenido proteico, la relación sería la siguiente: de los 8.508,12 kg que alcanzo T2 1065,22 kg serían de proteína, mientras que T6 alcanzó los 8330,68 kg de los cuales 1.292,09 kg serían de proteína, es decir, 226,87 kg de diferencia. Con el análisis anteriormente mencionado, si el objetivo es obtener los mayores contenidos de proteína por cosecha el T6 sería la mejor opción, si el objetivo es obtener mayor rendimiento total por cosecha T2 sería la mejor opción.

El desarrollo o introducción de nuevos híbridos de maíz a nuevas regiones debe ser prioritarias en investigaciones de desarrollo agrícola. La búsqueda de nuevas características de este cultivo incentiva probar nuevas variedades en condiciones edafoclimáticas distintas al origen. En este sentido en Corea se han desarrollado de la década de los sesenta hasta la actualidad nuevos híbridos con diversas características, tanto para ensilaje o para contenido proteico, así lo evidencia la investigación realizada por Baek & et al. (2020) en donde describen los avances en la introducción y desarrollo de híbridos de maíz, en la actualidad cuentan con 110 variedades de maíz.

El presente trabajo de investigación demuestra gran variabilidad entre los tratamientos ensayados, lo cual se debe a la alta variabilidad genética propia de cada uno de los híbridos, lo cual es similar a lo obtenido en la investigación de Guyader et al. (2018) que pusieron a prueba 6 híbridos de maíz en las praderas canadienses evaluando su capacidad de ensilaje, y mostraron resultados variables, pero de interés en función de su estudio. Los híbridos requieren un buen manejo para expresar su máximo potencias según lo expresa García (2016) lo cual figura en el presente trabajo donde los resultados obtenidos alcanzan valores con potenciales adaptativos muy buenos.

Según García (2018), el contenido proteico de varios híbridos donde las variedades TITAN y DEKLAB presentaron los mayores porcentajes de proteína, la variedad SOMMA no fue evaluada en este estudio, lo cual demuestra similitudes en los resultados obtenidos en el híbrido DEKLAB.

Por otra parte, Molina (2010), en 6 híbridos comerciales en Loja, Ecuador, obtuvo que DEKLAB 7088 alcanzó el mejor rendimiento siendo estadísticamente significativo en comparación a los otros tratamientos con un valor de 7690 kg/ha, siendo inferior a los obtenidos en esta investigación, pero similar por que alcanzó los mejores resultados en rendimiento.

CONCLUSIONES

Se demostró que los híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de origen ecuatoriano introducidos en el valle de Santa Catalina, Perú se adaptaron de forma positiva, mostrando respuestas de adaptación según las variables evaluadas dentro del estudio.

Los mejores híbridos en función de su rendimiento fueron DEKALB 7088 con 8508,11 kg/ha seguido de la variedad local INIA 619 con 8351,11. DEKALB 7088 demuestra ser superior en rendimiento que el testigo ya adaptado a las condiciones de la zona de estudio, llegando a un proceso adaptativo muy bueno incluso en otras variables como número de mazorcas por planta.

En cuanto al contenido proteico el híbrido que mejores resultados presentó fue SOMMA con un 15,51% de proteína, seguido de ADVANTA ADV 9313 con 13,27% ambos híbridos son de origen ecuatoriano mostrando una gran respuesta en la

concentración de proteína en el valle de Santa Catalina, Perú. Además, el híbrido SOMMA mostró ser el segundo híbrido más precoz en florecer, y el segundo con mayor altura de la planta.

De los híbridos testeados en el valle de Santa Catalina los que mejores resultados obtuvieron fue el tratamiento T2 (DEKLAB 7088) por su gran rendimiento y el tratamiento T6 (SOMMA) por su gran contenido proteico, sin embargo, por los datos obtenidos en las otras variables estudiadas, se concluye que el de mejor adaptación y con mayor potencial fue T6 (SOMMA). Esta investigación abre las puertas a nuevas investigaciones que se deseen plantear para evaluar las características de interés en diferentes cultivares de maíz, para lograr así, incrementar la variabilidad de los cultivares utilizados en el Perú y otras regiones.

REFERENCIAS BIBLIOFIGURAS

- Baek, S., Son, B., Kim, J., Bae, H., Go, Y., & Kim, S. (2020). Changes and Prospects in the Development of Corn Varieties in Korea. *Korean Journal of Breeding Science*, 1(4), 93-102.
- Deras, H. (2012). *Guía técnica El cultivo de maíz*. CENTA. San Salvador: IICA. Obtenido de <http://repiica.iica.int/>
- García, J. (2016). *Estudio del comportamiento agronómico de seis híbridos de maíz cultivados en el bosque subtropical del cantón Las Naves, Guayaquil*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias.
- García, J., Aviña, G., Rubio, R., García, H., & García-Montelongo, J. (2018). Evaluación de la calidad de grano de 15 híbridos comerciales de maíz amarillo mediante el equipo Instalab 700 de Dickey John. *XIV Simposio Internacional y IX Congreso Nacional de Agricultura Sostenible*. Recuperado el 18 de octubre de 2021.
- Guyader, J., Baron, V., & Beauchemin, K. (2018). Corn Forage Yield and Quality for Silage in Short Growing Season Areas of the Canadian Prairies. *agronomy*, 8(164), 25.
- Ignjatovic, D., Kostadinovic, M., Bozinovic, S., Djordjevic, O., Stankovic, G., Delic, N., & Vancetovic, J. (2020). Evaluation of temperate quality protein maize (QPM) hybrids for field performance and grain quality. *Chilean journal of agricultural research*, 80(4), 598-607.
- Lizarbe, L., Vega, E., & Lizarbe, J. (2020). Adaptación y eficiencia agronómica en el maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en diferentes localidades de la costa central y norte del Perú. *Revista Boletín REDIFE*, 9(11), 260-271.
- López, M., Rodríguez, B., & España, M. (2010). Tecnologías generadas por el INIA para contribuir al manejo integral de la fertilidad del suelo. *Agronomía Tropical*, 60(4), 315-331.
- Molina, R. (2010). *Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro, sembrados en Pindal, Loja*. Tesis de grado, Universidad de Cuenca.
- Sánchez, M., Aguilar, C., Valenzuela, N., Sánchez, H., Jiménez, M., & Villanueva, C. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 281-295.
- Tirado, C., Vásquez, V., & Narro, L. (2019). Estabilidad de rendimiento y adaptabilidad de híbridos de maíz tolerantes a suelos ácidos en base a las características del análisis GGE biplot. *Avances en ciencias e ingenierías*, 11(17), 50-63.
- Vargas, E., Vargas, J., & Baena, D. (2016). Análisis de estabilidad y adaptabilidad de híbridos de maíz de alta calidad proteica en diferentes zonas Agroecológicas de Colombia. (U. N. Colombia, Ed.) *Acta Agronómica*, 65(1), 72-79.
- Verde, J., & Santolalla, S. (2021). Adaptación de 30 híbridos dobles de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en el rendimiento de biomasa y de grano seco. *Revista Investigación Agraria*, 3(1), 49-58.
- Zambrano, J., Yáñez, C., & Sangoquiza, C. (2021). Maize Breeding in the Highlands of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review. (B. Ordas, Ed.) *Agronomy*, 11(212).