



Caracterización de la calidad nutricional de 10 variedades de maíz con destino forrajero en Tarapoto

Characterization of the nutritional quality of 10 varieties of corn intended for forage in Tarapoto

Torres-García, Sheila Rosy^{1*}

Rojas-Vásquez, Zulema²

Baselly-Villanueva, Juan Rodrigo³

Salazar-Ramos, Iris¹

Terán-Piña, Julio César²

Gutiérrez-Arce, Felipe Baltazar²

Cervantes-Peralta, Marieta Eliana³

Roque-Alcarraz, Roberto Edgardo²

¹Dedicación privada

²Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

³Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Cajamarca, Perú

Recibido: 10 Mar. 2025 | **Aceptado:** 13 Jul. 2025 | **Publicado:** 20 Jul. 2025

Autor de correspondencia*: srtorresg@alumno.unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Torres-García, S. R., Rojas-Vásquez, Z., Baselly-Villanueva, J. R. Salazar-Ramos, I., Terán-Piña, J. C., Gutiérrez-Arce, F. B., Cervantes-Peralta, M. E. & Roque-Alcarraz, R. E. (2025). Caracterización de la calidad nutricional de 10 variedades de maíz con destino forrajero en Tarapoto. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 5(2), e1150.

<https://doi.org/10.51252/revza.v5i2.1150>

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito caracterizar y evaluar la calidad nutricional de diez variedades de maíz forrajero en Tarapoto mediante una parcela experimental y un diseño aleatorizado con cuatro repeticiones. Se midieron FDN, FDA, PB, H, MS, EE y FB. El efecto varietal se analizó con ANOVA ($p < 0.05$) y comparación de medias de Tukey; entre partes de planta (tallo y hoja-mazorca) se aplicó t de Student. Los supuestos se verificaron con Shapiro-Wilk y Bartlett. Los resultados evidenciaron un buen porcentaje de materia seca para la mayoría de las variedades estudiadas; así mismo, respecto al porcentaje de Proteína, la variedad "INIA-617 Chuska" presentó mayor nivel de este nutriente (7.83 %). En la Humedad, la variedad INIA-616 presentó la mayor concentración de este indicador (60.39 %). Para FDN, las variedades "INIA-617 Chuska" (65.36 %), DK-399 (65.11 %), M-28 (66.26 %) y Pionner (65.61 %) fueron las que presentaron mayor concentración. Además, no se observaron diferencias en cuanto a la Fibra Bruta ($p = 0.0748$) y la Fibra Detergente Ácido. Por otro lado, la mazorca del maíz presentó mejores niveles de proteína y materia seca, en comparación a la hoja más tallo.

Palabras clave: calidad nutricional; composición química; maíz

ABSTRACT

The purpose of this research was to characterize and evaluate the nutritional quality of ten varieties of forage corn in Tarapoto using an experimental plot and a randomized design with four replications. NDF, ADF, CP, H, DM, EE, and FB were measured. The varietal effect was analyzed using ANOVA ($p < 0.05$) and Tukey's comparison of means; Student's t-test was applied between plant parts (stem and leaf-cob). The assumptions were verified using Shapiro-Wilk and Bartlett. The results showed a good percentage of dry matter for most of the varieties studied; likewise, with respect to the protein percentage, the variety "INIA-617 Chuska" presented a higher level of this nutrient (7.83%). For moisture, the variety "INIA-616" showed the highest concentration of this indicator (60.39%). For NDF, the varieties "INIA-617 Chuska" (65.36%), DK-399 (65.11%), M-28 (66.26%) and Pionner (65.61%) showed the highest concentration. In addition, no differences were observed for crude fiber ($p = 0.0748$) and acid detergent fiber. On the other hand, the cob showed better values of protein and dry matter compared to the leaf plus stalk.

Keywords: nutritional quality; chemical composition; corn



1. INTRODUCCIÓN

Zea mays L. (maíz) es un cereal que tiene como origen el continente americano, se cultiva en regiones tropicales y subtropicales como en México, América Central y muchos países de América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia) (1). Es un alimento para consumo humano, animal y sirve como materia prima industrial (2), se caracteriza por que se acomoda fácilmente a distintos ambientes, destacando sus principales características como forraje con alto rendimiento de materia seca, fácil crecimiento y contenido energético muy alto (3). El Perú debido a la diversidad de condiciones edáficas y climáticas ha favorecido el desarrollo de diferentes variedades de *Z. mays* (4).

La composición química y físicas de las plantas varían de acuerdo con la especie, etapa de crecimiento, ambiente de desarrollo y variaciones genéticas (5). En el caso de *Z. mays*, la variación en la cantidad de nutrientes que se dividen en orgánicos y minerales presentes en el forraje (6), es más notable en proteínas, grasa, humedad, cenizas, minerales y vitaminas (7). Diversos estudios a nivel internacional han demostrado que composición química del *Z. mays* varía de acuerdo con la variedad (7)(8); así como en la sección de la planta (tallo, hojas y mazorca) (9). A nivel del Perú, los estudios de caracterización de la calidad nutricional son reducidos (10)(11), en especial para zonas tropicales.

El *Z. mays* es un alimento de alta calidad pues tiene un alto contenido de almidón digerible, carbohidratos solubles en agua y fibra, lo que crea un alimento de alto contenido energético adecuado para rumiantes cuando se cosecha en la etapa de madurez recomendada (12)(13). El ganado vacuno contiene un sistema estomacal multicámara que degrada los alimentos debido a la variedad de microorganismos colonizados (14), la eficiencia de la utilización de las proteínas de la dieta puede verse afectada por la digestión fermentativa frente a la hidrolítica/enzimática (15).

El sector ganadero ha crecido significativamente en la Región San Martín, tanto para la ganadería lechera como en la que se dedica a la producción de carne de vacuno (16), existiendo aproximadamente 228 826 cabezas de ganado vacuno (17); factor que genera mayor demanda de forraje de excelente calidad de forma rentable (18). Bajo este contexto es fundamental identificar para zonas tropicales la variedad de *Z. mays* que presente mejores características de forraje, con el fin de obtener una producción sostenible y evitar a toda costa la expansión del uso de la tierra (19). El presente trabajo tiene por objetivo determinar la variedad de *Zea mays* con mejor la calidad nutricional para forraje en zonas tropicales, San Martín, Perú.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo Miraflores perteneciente a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Ubicado en el distrito La Banda de Shilcayo, provincia y región de San Martín; en las coordenadas 6°30'33.80"S y 76°19'52.66" W a una altitud de 312 m s.n.m (Figura 1). El periodo de campo se llevó de desde el 01 de setiembre del 2020 hasta el 31 de diciembre del 2021, donde la temperatura mínima y máxima de 22.1 y 32.0°C, respectivamente; con precipitación total de 267.7 mm. Los suelos de esta región pertenecen al grupo de los Ultisoles, con perfiles profundos, intensamente edafizados. Con ausencia de horizonte arcilloso, con profundidad de más de 1.5 m y con menos del 20 % de contenido de arcilla en todo el perfil; además, son suelos muy ácidos ($\text{pH} \leq 5$), con elevada presencia de aluminio (20).

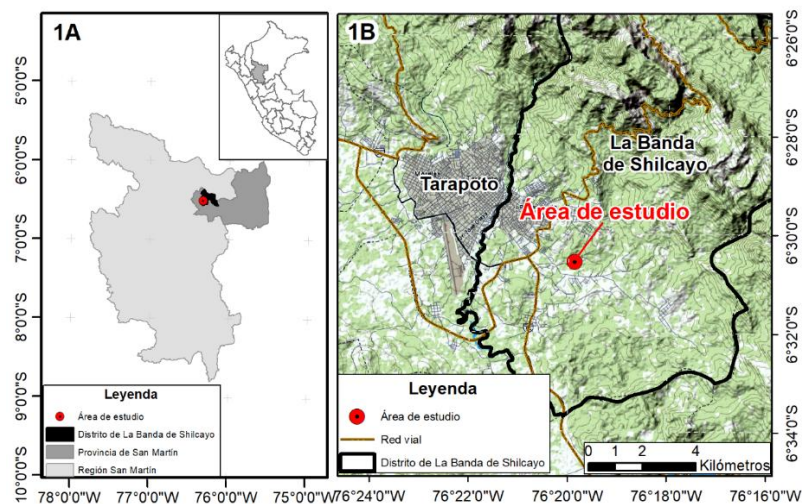


Figura 1. A. Ubicación del distrito de La Banda de Shilcayo, San Martín, B. Ubicación del área de estudio

Se instaló un experimento bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con 4 repeticiones, considerando como tratamientos a las variedades y partes de la planta (Tallo y Hoja – Mazorca). Las variedades estudiadas de *Z. mays* se seleccionaron sobre la base de su uso forrajero en diversas regiones del país incluyendo Tarapoto, variedades que presentaron diferentes genotipos y ciclos ontogénicos (Tabla 1).

Tabla 1. Características agronómicas de variedades de *Z. mays* estudiadas

Variedades	Genotipos	Días de cosecha	Tipo de Grano	Fuente
Marginal-28-T	Híbrido triple		Corneo dentado	INIA. Maíz Amarillo Duro Marginal 28 Tropical https://acortar.link/2cNTcx
Atlas-105	Híbrido simple		Corneo dentado	Agroquímicos orgánicos PLM. Maíz Atlas 105 https://acortar.link/Npivsf
Atlas-777	Híbrido simple	150-160	Corneo dentado	Agroquímicos orgánicos PLM. Maíz Atlas 777 https://acortar.link/MKpNT1
Dekalb-7500	Híbrido triple	120-150	Corneo dentado	Agroquímicos orgánicos PLM. Maíz Dekalb-7500 https://acortar.link/iXDhU9
Dekalb-399	Híbrido triple	120-160	Corneo dentado	Agroquímicos orgánicos PLM. Maíz Dekalb-399 https://acortar.link/VWli5f
Impacto	Híbrido simple	145	Corneo dentado	Syngenta. Maíz Impacto https://acortar.link/6J8ojs
Pionner	Híbrido simple	135-170	Corneo dentado	Agroquímicos orgánicos PLM. Maíz Pionner https://acortar.link/5GDr0P
INIA-617-Chuska	Híbrido (9 líneas)		Corneo dentado	INIA. Maíz INIA-617-Chuska https://acortar.link/5454ls
INIA-616	Híbrido triple		Corneo dentado	MIDAGRI. Maíz INIA-616 https://acortar.link/67RY40
Advanta-9559	Híbrido simple		Corneo dentado	Químicos ARIS. Maíz Advanta-9559 https://acortar.link/i7o080

La siembra se realizó ubicando la semilla a tres surcos de distancia entre línea y a 80 cm de distancia entre plantas, sembrándose 3 a 4 semillas por cada golpe. Cada unidad experimental presentó un área de 50 m²

y el experimento en total tuvo un área de 2000 m². Cuando las plantas estuvieron finalizando el estado vegetativo (Grano dentado – R5), por cada unidad experimental se tomaron tres plantas al azar, se muestrearon por separado 200 g de tallos y hojas del fitómetro que porta la mazorca; además de 300 g del tercio medio de la mazorca. Las muestras fueron secadas en estufa a 60°C hasta peso constante, para su posterior traslado al laboratorio.

Los análisis de calidad nutricional fueron realizados en el Laboratorio de Suelos, Agua, Pastos y Abono de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Las variables respuestas evaluadas fueron contenido de Materia Seca (MS), Humedad (CH), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Fibra Detergente Ácido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Extracto Etéreo (EE); expresados en porcentaje.

El procesamiento de datos estadísticos se realizó en el programa estadístico R Core (21). El efecto de las variedades (10) sobre la calidad nutricional, se determinó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) a un 95% de probabilidad ($p < 0,05$) con la función *Aov* de R (22) y la comparación de medias se efectuó con la prueba de Tukey. Respecto al efecto de las partes de las plantas (Tallo y Hoja – Mazorca) se determinó mediante la prueba de t-Student con la función *t.test*. La normalidad y homogeneidad de varianza de los residuos se determinó mediante las funciones *Shapiro.test* y *Bartlett.test*, respectivamente (23)(24). Adicional, se realizó un mapa de calor con dendrograma, se usó el paquete *heatmaply* (25) y los datos fueron estandarizados por columnas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición bromatológica de las variedades de maíz

Las variedades influyeron significativamente a un 95 % de probabilidad en la composición bromatológica para todas las variables respuestas evaluadas a excepción de FB y FDA (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de medias para la composición bromatológica de variedades de *Z. mays*, La Banda de Shilcayo, San Martín

Tratamiento	MS (%)	CH (%)	PB (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EE (%)
Advanta-9559	50.11±17.45 a	6.67±1.48 b	49.89±17.45 bc	16.86±12.79	24.69±12.14	55.26±7.77 c	5.28±1.73 a
Atlas-105	52.00±10.76 a	6.57±3.00 b	48±10.76 bc	15.47±11.72	24.76±12.46	45.84±16.54 d	3.44±1.11 c
Atlas-777	52.81±9.72 a	6.27±1.91 b	47.19±9.72 bc	17.28±9.49	23.51±11.32	61.12±9.48 ab	5.60±2.04 a
INIA-617-Chuska	48.24±11.91 a	6.83±2.48 b	51.76±11.91 a	19.78±13.18	25.23±13.17	65.36±3.19 a	4.00±1.11 bc
Dekalb-7500	48.8±10.69 a	6.62±1.38 b	51.20±10.69 bc	15.02±8.85	20.97±10.6	57.60±9.95 bc	3.61±1.14 c
Dekalb-399	54.09±11.8 a	5.58±1.39 b	45.91±11.80 c	14.31±12.48	25.06±14.82	65.11±2.31 a	3.65±0.66 c
Impacto	49.38±22.04 a	6.77±1.80 b	50.62±22.04 ab	16.38±11.49	24.66±11.6	57.64±6.82 bc	3.74±1.31 c
INIA-616	39.61±14.37 b	6.26±1.90 a	60.40±14.37 bc	17.02±7.60	25.56±10.83	62.05±4.16 ab	3.83±0.86 c
Marginal-28-T	51.49±11.42 a	6.50±2.56 b	48.52±11.42 bc	15.29±8.74	23.73±11.19	66.26±8.36 a	5.00±2.27 ab
Pionner	51.89±10.77 a	6.23±2.48 b	48.11±10.77 bc	16.51±11.72	26.04±12.60	65.61±9.02 a	3.64±0.90 c
p-valor****	0.0257	0.0257	0.0376	0.0748	0.3587	<0.0001	0.0002

MS: Materia Seca, CH: Humedad, PB: Proteína Bruta, FB: Fibra Bruta, FDA: Fibra Detergente Ácido, FDN: Fibra Detergente Neutro y EE: Extracto Etereo. Media $\pm$ Desviación estándar, letras muestran diferencias significativas entre variedades (Tukey a $p \leq 0.05$).

Respecto a la MS, las variedades INIA-616 y Dekalb-399 difirieron significativamente (Tabla 2); presentado un rango de 39.61 a 54.09%. Este rango de materia seca presenta porcentajes elevados comparados con otros trabajos de investigación. Se reportó (26) 25.65% de MS en plantas de maíz sin choclo y 28.42% en plantas de maíz con choclo, esto en plantas que él consideraba insumos de uso pecuario. Por otra parte (8), se reportó 21.99% en residuos de cosecha de maíz choclo y 33.25% en Residuos de cosecha de maíz grano. Los porcentajes elevados de materia seca podrían deberse a las altas temperaturas características del clima de Tarapoto, sobre todo en el tiempo en el que se realizó el trabajo de investigación (Periodo setiembre – diciembre 2020); así lo indican otros autores (9), quienes reporta en una de sus investigaciones que la alteración del rendimiento de materia seca en su experimento se debía a factores ambientales como las altas temperaturas, incluso por encima de otro tipo de variables como la fertilización. Por otro lado (10), se reportaron que la MS en la planta de maíz antes de los 70 días se concentra más en las hojas, pasado este tiempo la concentración de materia seca se da en el tallo, por esta razón se conoce que, a más tiempo de cosecha, mayor será la cantidad de materia seca en la planta. Así mismo, para CH también se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde la variedad INIA-616 presentó la mayor concentración de este indicador (60.39 %).

Los valores presentados en la presente investigación para PB van desde 5.58 a 7.83%, INIA-617-Chuska presentó significativamente mayor nivel de este nutriente. Estos valores son bajos y en algunos similares a los presentados en otras investigaciones (8), quienes obtuvieron 7.10% de proteína para maíz choclo versus 5.27% también de proteína, pero en residuos de cosecha de maíz grano. Así mismo, en un estudio de híbridos comerciales en distintos grados de madurez (2), se reportó contenido de proteína en el rango de 6.8% a 7.5%. El conocimiento de la cantidad de proteína presente en cada una de las variedades estudiadas es muy importante, pues la deficiencia de este compuesto en la alimentación de los animales de producción hace que se movilice las reservas de este (sangre, hígado, músculos), generando disminución la producción y aumento la deposición de grasa corporal (27).

Respecto a la FDN, las variedades INIA-617-Chuska (65.36%), Dekalb-399 (65.11%), Marginal-28-T (66.26%) y Pionner (65.61%) fueron las que presentaron mayor concentración, en comparación a las demás variedades (Tabla 2). Los valores que presentamos en este trabajo con respecto a FDN, varían en un rango que van desde 45.85% (Atlas -105) hasta 66.26% (Marginal-2-T). Estos resultados concuerdan con autores (28), quienes encontraron rangos de 59.05% hasta 62.67% en fechas de corte parecidas al realizado en este trabajo de investigación (12). Así mismo, en Molinopampa en el Departamento de Amazonas (29), se reporta en su estudio de comparación de maíces híbridos destinados para forraje en su región, datos similares a los nuestros que van desde 50,97% hasta 53,43% (13). Se reporta en su trabajo con residuos de cosecha (26) en el cual se consideró maíz con destino forrajero, datos que van de 49.92% (plantas de maíz más choclo) hasta 50.83% (plantas de maíz sin choclo). Este parámetro es muy importante conocerlo a nivel de planta con referencia a su calidad como potencial alimento para animales, puesto que es este parámetro el que regula el consumo del animal, afectando el llenado del estómago, el tiempo de pasaje del alimento, además de la digestibilidad de la materia seca (15).

En cuanto al EE, las variedades que mostraron mayor concentración de este indicador fueron Advanta-9559 (5.28%), Atlas-777 (5.60%) y Marginal-28-T. En cuanto a los rangos para este parámetro, se encontró que el menor fue de 3.44% (Atlas 105) y el mayor fue de 5.60% (Atlas 777). Estos resultados se encuentran elevados en comparación de algunos reportados (8), quienes refieren datos de 2.00% en residuos de cosecha de maíz grano y 0.84 en Residuos de Cosecha de Maíz Choclo. Por otra parte, se reporta (30) rangos de 4.71% a 6.18% de Extracto Etereo, en su análisis de 43 variedades de Maíz Criollo en México (16). Estas

variaciones mostradas en los distintos trabajos podrían deberse a que la concentración de grasa depende directamente del tipo de variedad de maíz en estudio, mostrando los resultados obtenidos.

Mediante el mapa de calor se evidencia que la variedad la variedad de Maíz INIA – 617 Chuska presentó los mayores porcentajes de PB y FB y para las otras variables respuesta valores altos (Figura 2); así mismo presentó características más similares a las variedades Marginal-28-T y Atlas-777.

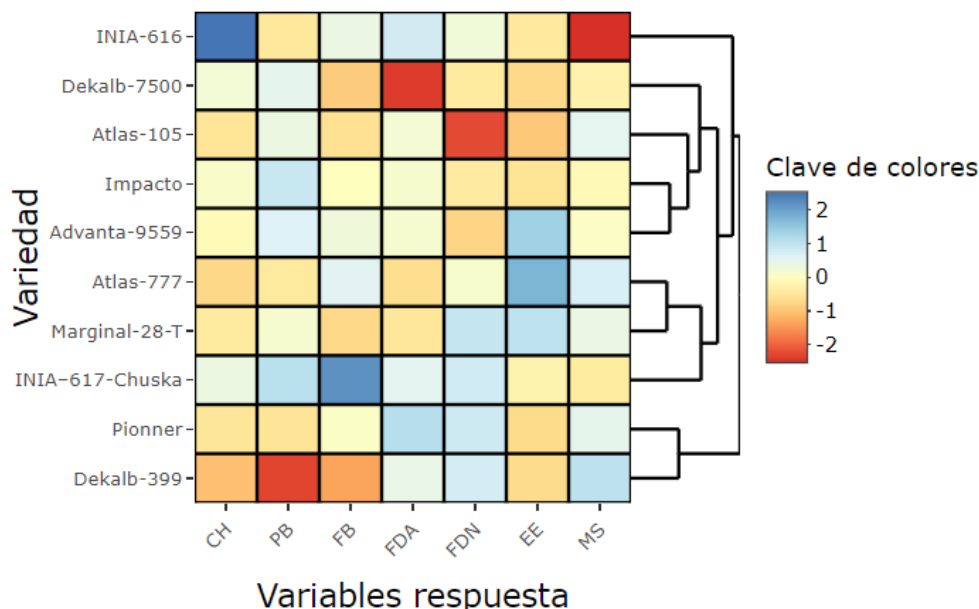


Figura 2. Mapa de calor composición bromatológica de variedades de *Z. mays*, La Banda de Shilcayo, San Martín. MS: Materia Seca, CH: Humedad, PB: Proteína Bruta, FB: Fibra Bruta, FDA: Fibra Detergente Ácido, FDN: Fibra Detergente Neutro y EE: Extracto Etereo

3.2. Composición bromatológica de las partes de la planta

La parte de la planta influyeron significativamente a un 95 % de probabilidad en la composición bromatológica para todas las variables respuestas evaluadas a excepción de FDN (Tabla 3).

Tabla 3. Composición bromatológica de las distintas partes de la planta de *Z. mays*, La Banda de Shilcayo, San Martín

Tratamiento	MS (%)	CH (%)	PB (%)	FB (%)	FDA (%)	FDN (%)	EE (%)
Tallo+Hoja	39.25±9.23 b	60.75±9.23 a	4.75±0.86 b	26.11±3.69 a	35.22±3.89 a	58.81±5.82	3.57±0.85 b
Mazorca	60.44±6.83 a	39.56±6.83 b	8.11±1.29 a	6.68±3.60 b	13.62±3.69 b	61.56±13.12	4.78±1.80 a
p-valor****	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.2303	0.0001

MS: Materia Seca, CH: Humedad, PB: Proteína Bruta, FB: Fibra Bruta, FDA: Fibra Detergente Ácido, FDN: Fibra Detergente Neutro y EE: Extracto Etereo. Media ± Desviación estándar, letras muestran diferencias significativas entre variedades (t-Student a p≤0.05).

Para la variable MS, se detectó efecto de las partes de la planta (p≤0.05), dado que la Mazorca presentó más MS (60.44%) que el Tallo y Hoja (39.25%). Estos valores con un poco más altos que los reportados por otros (31), con residuos de cosecha en el Departamento de Huancavelica, siendo un porcentaje de 32.63% en hojas y tallo (17). Así mismo, se reporta promedios tanto de tallo (37.49%) y de hoja (13.52%) de MS en residuos de cosecha de Maíz Grano, además también reporta datos de Tallo (19.49 %) y de hoja (13.03%) de MS en Residuos de Maíz Choclo (8). Por otra parte, los valores de este trabajo para mazorca son superiores a los reportados por otros (32), quienes muestran rendimientos de Materia Seca en Mazorca a

los 107 días de 9.56%. Esta variación podría deberse a la variedad de maíces estudiados en ambos estudios y probablemente a otros factores como fertilización de suelo, riego, clima. En cuanto a la superioridad de nuestros resultados podemos decir que, a nivel de mazorca, podemos acotar que la materia seca es alta hasta el momento en que el almidón en el grano es completo. Esto quiere decir que en las primeras etapas los valores normales de materia seca en la mazorca varían entre 34% y 38% (19). Así mismo, en el CH también se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde el Tallo y Hoja presentó la mayor concentración de este indicador (60.75%). La literatura indica que, en los primeros días de la planta, la concentración de humedad es mayor, especialmente en las hojas (aprox. 88.4%). La humedad seguirá bajando conforme pasen los días para la planta. También, se debe mencionar que las variedades de maíz de menor tamaño, tienden a retener mayor porcentaje de humedad (22).

Con respecto a la PB, también hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$), donde la Mazorca, también presentó mayor nivel de este nutriente (8.21%). La PB cruda en este experimento para Tallo y Hoja es de 4.85%, resultado por debajo de lo reportado por Arreola et al. (33) quien reporta rangos desde 5.20% hasta 6.92% en su investigación con 25 variedades de híbridos en México (20). Así mismo, Olmeda (8), reporta valores de 3% (hoja) y 0.63% (tallo) en un estudio de residuos de maíz (8). En cuanto a la proteína cruda de mazorca, Amador y Boschini-Figueroa (32) reportan valores más altos en mazorca (15.20%).

Normalmente el contenido de Proteína en el tallo más hojas es alto en los primeros días de vida de la planta, esto cambia alrededor de los 65 días que es donde este parámetro va decayendo. Solo en la hoja estos niveles se conservan alrededor de los 80 días para luego ir bajando conforme pasan los días. En cuanto a la mazorca el nivel de proteína es más alto al de las hojas y tallo (19). En el presente estudio la mazorca casi dobla el porcentaje de hojas y tallo, haciendo esto que la proteína se mantenga intacta al momento de utilizar toda la planta como alimentación animal.

Para la variable FDA, se detectó efecto de las partes de la planta ($p \leq 0.05$), dado que el Tallo y Hoja (35.22%) fue el que presentó mayor concentración de FDA, lo que concuerda con los hallazgos de Amador y Boschini-Figueroa (32) quienes presentan valores de %FDA de tallo, hojas y mazorca de 47.56%, 36.36% y 25.16% respectivamente. Este es un parámetro muy importante puesto que, aquí se hace referencia a la celulosa y lignina, estando directamente relacionada con la digestión del forraje. Cuando este valor es alto mayor dificultad para la digestión del animal (22).

Finalmente, en el EE, la parte de la planta que más niveles mostró, fue la Mazorca (4.78%). Este parámetro es importante puesto que nos da a conocer los compuestos de aceites y grasas en las muestras procesadas. Las grasas presentes en la ración hacen que baje las concentraciones de carbohidratos, estimulan la utilización de fibra y, a través de la bio-hidrogenación se optimiza la recuperación de energía (22). Los niveles excesivos de grasa en la ración no deben de pasar del 5%, ya que podrían causar influencias negativas sobre la función ruminal (22). De forma general se evidencia que la mazorca del maíz es el componente más nutritivo de la planta, dado que supera a la fracción tallo + hoja en cuanto a proteína y energía (EE).

Para que se asegure que un forraje es de buena calidad nutritiva, la principal contribución que debe tener es que la fibra y carbohidratos deben estar bien proporcionados, ya que, de este alimento, el animal toma los recursos para obtener energía (7). Esta energía que está disponible en un alimento está dada por la relación entre la Fibra Detergente Ácida (FDA, %) y la Fibra Detergente Neutra (FDN, %), contenida en la materia seca del alimento (7).

CONCLUSIÓN

La variedad de maíz que mejores niveles de Materia Seca, Proteína y FDN presentó fue la variedad de Maíz INIA – 617 Chuska. Se debe considerar también como buena elección de variedad para destino forrajero a

las variedades Impacto, M_28, Pionner y DK_399 con similares resultados para estos parámetros. En cuanto a las partes de la planta analizadas se obtuvo que la mazorca fue la que presentó mejores niveles de proteína y materia seca, en comparación a la hoja y tallo.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Torres-García, S. R. Curación de datos y análisis formal: Gutiérrez-Arce, F. B. Adquisición de fondos: Terán-Piña, J. C. Investigación: Torres-García, S. R. Metodología: Roque-Alcarraz, R. E. Administración del proyecto: Torres-García, S. R. y Salazar-Ramos, I. Recursos: Baselly-Villanueva, J. R. y Cervantes-Peralta, M. E. Supervisión: Rojas-Vásquez, Z. Redacción - borrador original: Torres-García, S. R. y Salazar-Ramos, I. Redacción - revisión y edición: Terán-Piña, J. C. y Cervantes-Peralta, M. E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sabourifard, H., Estakhr, A., Bagheri, M., Hosseini, S. J., & Keshavarz, H. The quality and quantity response of maize (*Zea mays* L.) yield to planting date and fertilizers management. *Food Chemistry Advances*, 2023, 2, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100196>
2. Shah, M.N., Hussain, S., Ali, H., Khan, M., Bukhari, A., Ali, S., Naveed, M., Sohail, M. Comparative screening of hybrids and synthetic maize (*Zea mays* L.) cultivars for drought-sensitive and drought-tolerant under different irrigation regimes. *J. Plant Environ.* 2022, 4 (1), 09–17. <https://doi.org/10.33687/jpe.3995>
3. Fiez, E. A. Tecnología en la producción de ensilado de calidad de maíz y sorgo. In. Memorias del seminario Internacional sobre producción de leche. México, banco de México. 1988. p. 79-88.
4. Marcuri, E. R. (2016). Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (*Zea mays* L.) en la sierra baja y media del Perú (Thesis Grade). Universidad Agraria la Molina, LimaPerú, 2016. pp. 30–31. Retrieved from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1981>
5. Mertens DR. Physical and chemical characteristics of fiber affecting dairy cow performance. En: *Proc Cornell Nutrition Conf. Ithaca, NY*. 2002. p 125-144
6. Méndez-Montevalvo G., Solorza F, J., Velásquez V, M., Gómez M, N., Paredes L. O. y Bello P, L.A. Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México, *Agrociencia*, 2005, 39:267-274. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239303.pdf>
7. Ramírez H. Parámetros Productivos del Maíz Forrajero y su Asociación con el índice potencial de Rendimiento Lechero. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Área de Biotecnología. Universidad de Colima. México. 2006. 106 p.
8. Olmeda S.F. Evaluación de la calidad Nutritiva de los residuos del cultivo de Maiz (*Zea Mays* L.) en el centro agronómico K AYRA CUZCO. Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco. Facultad de Ciencias Agrarias. Cuzco. Perú. 2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3817>
9. Cueto Wong, José Antonio; Reta Sánchez, David Guadalupe; Barrientos Ríos, José Luis; González Cervantes, Guillermo; Salazar Sosa, Enrique. Rendimiento de maíz forrajero en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población. *Revista Fitotecnica Mexicana*, vol. 29, núm. Es2, septiembre, 2006, pp. 97-101. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009817.pdf>

10. Elizondo, Jorge; Boschini, Carlos. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 2001, vol. 12, no 2, p. 181-187. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43712208.pdf>
11. INIA. Maíz Forrajero INIA 617-Chuska. Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo. Chiclayo (Perú): 2013.
12. Ferraretto LF, Shaver RD, Luck BD. *Silage review: recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting*. *J Dairy Sci* 2018;101(5):3937e51. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13728>.
13. Nadeau, E., Rustas, B.O., Arnesson, A., Swensson, C. Maize silage quality on Swedish dairy and beef farms. In: *Proceedings of the International Conference on Forage Conservation*, Brno, Czech Republic, 2010. pp. 195–197.
14. Loh ZH, Ouwerkerk D, Klieve AV, Hungerford NL, Fletcher MT. Toxin degradation by rumen microorganisms: a review. *Toxins* 2020;12(10). <https://doi.org/10.3390/toxins12100664>
15. Merchen, N. R., & Bourquin, L. D. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. *Forage quality, evaluation, and utilization*, 1994. 564-612. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/1994.foragequality.c14>
16. Sanchez Huaripata, M. A., Arévalo Arévalo, C. E. Estudio prospectivo de los sistemas agropecuarios con componente vacuno en el distrito de Cuñumbuqui, provincia de Lamas, región San Martín. 2022. <https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/revza/article/view/468/947>
17. INEI. IV CENAGRO. 2012. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf>
18. Mendes, M. H. S., C. H. Pereira, y J. C. de Souza. “Diallel Analysis of Maize Hybrids for Agronomic and Bromatological Forage Traits.” *Acta Scientiarum Agronomy*. 2015. 37 (2): 141 – 146. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303037755002>
19. INIA. Maíz Amarillo Duro Maíz Amarillo Duro Marginal 28 Tropical. Lima (Perú): 2010. INIA.
20. Benites, J. R. Suelos de la Amazonía Peruana: su potencial de uso y de desarrollo. In *Serie de separatas*; n. 9-1985. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria-INIPA. 1985.
21. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. <https://www.R-project.org/>
22. Chambers, J. M., Freeny, A. y Heiberger, R. M. Analysis of variance; designed experiments. Chapter 5 of *Statistical Models in S* eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole. 1992. <https://rdr.io/r/stats/aov.html>
23. Bartlett, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A - Mathematical and Physical Sciences*. 1937. 160 (901): 268-282. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>
24. Royston, J. P. An extension of Shapiro and Wilk’s w test for normality to large samples. *Applied Statistics*. 1982. 31 (2): 115. <https://doi.org/10.2307/2347973>
25. Galili T, O’Callaghan A, Sidi J, Sievert C. Heatmaply: an R package for creating interactive cluster heatmaps for online publishing. *Bioinformatics*. 2018. 34(9): 1600-1602. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx657>
26. Laforé, Michael, et al. Diagnóstico Alimenticio Y Composición Químico Nutricional De Los Principales Insumos De Uso Pecuário Del Valle Del Mantaro. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 1999, vol. 10, no 2, p. 74-78. <https://doi.org/10.15381/rivep.v10i2.6760>
27. Koza, Gabriela Alejandra, et al. Influencia del aumento de la grasa dietaria sobre los lípidos séricos y el consumo de heno y extracto etéreo en novillos. *Revista Veterinaria*, 2009, vol. 20, no 2, p. 110-115. <https://doi.org/10.30972/vet.2021859>
28. Vásquez P. H.; Cruz, Belmer Santillán; Vergaray, Jorge Luis Gómez. Efecto de dos arreglos de

- siembra y variedades de maíz chala (*Zea mays* L.) en el rendimiento forrajero. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2016, vol. 1, no 1. <https://doi.org/10.25127/ucni.v1i1.90>
29. Collazos S. R., et al. Cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2019, vol. 2, no 3, p. 23-29. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.400>
30. Alva O.P. Determinación de la Composición Química Proximal y Fibra Dietaria de 43 variedades criollas de Maíz de 7 Municipios del sureste del Estado de Hidalgo. Tesis para optar el Título de Licenciada en Nutrición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2016. 68p. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10988>
31. Felipe C. E., Matos Z. M. Composición Química y Degradabilidad in situ de Residuos de Cosecha y Asociaciones Forrajeras en Vacunos Brown Swiss. Tesis de Grado. Escuela Profesional de Zootecnia. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica. 2019. 124 p. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/105ab03c-7651-4f67-8dbd-d3b806e1f5a0>
32. Amador, Ana Lorena; Boschini-Figueroa, Carlos. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía mesoamericana*, 2000, vol. 11, no 1, p. 171-177. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711126.pdf>
33. Arreola, J. et al. Potencial forrajero de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la Comarca Lagunera. *Agronomía Mesoamericana*, 1996, p. 88-92.