

Efectos de la aplicación de melaza y suero de leche sobre la calidad organoléptica y nutricional del ensilado de dos variedades de maíz *Zea mays* L.

Effects of the application of molasses and whey on the organoleptic and nutritional quality of the silage of two varieties of corn *Zea mays* L.

Eugenio Amarilla¹, Luis Cáceres^{2*}, Luz Miranda³

1. Ingeniero agrónomo, Coronel Oviedo, Paraguay. E-mail: eugenio.amarilla@fcpunk.edu.py –ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0106-6450>. 2. Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. E-mail: luis.caceres@fcpunk.edu.py – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2814-9053>. 3. Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. E-mail: luz.miranda@fcpunk.edu.py ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7644-1265>. *: correspondent author.

No se declaran conflictos de interés.

Recibido 30 septiembre 2022; recepción revisión 15 octubre 2022; aceptado 7 noviembre 2022.

Resumen

La investigación se realizó en el Distrito de Carayaó, Departamento de Caaguazú durante los meses de septiembre del 2021 a febrero del 2022; el objetivo del trabajo fue evaluar los efectos de la aplicación de los aditivos, melaza y suero de leche sobre la calidad organoléptica y nutricional del ensilado de dos variedades de maíz. Las variables medidas fueron: características organolépticas (color, olor y textura) indicador de fermentación (pH), variables bromatológicas (materia seca, proteína bruta, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, almidón, digestibilidad in vitro de la materia seca, energía metabolizable). La investigación fue propuesta bajo un diseño factorial AxB con 10 tratamientos y tres repeticiones, donde los factores fueron: A; variedades de maíz (Karape Pytã y DKB290PRO3), el factor B; aditivos (sin aditivos, melaza al 3%, suero de leche al 3%, mezclas de melazas y suero de leche en combinaciones de 2:1 y 3:1 al 3%). Cada unidad experimental estuvo constituida por un microsilo de PVC 60 cm de altura y 100 mm de diámetro. Se realizó análisis estadístico ANAVA y test de Scott y Knott para la comparación de medias. Donde se obtuvieron los siguientes resultados: En el factor A la variedad DKB290PRO3 obtuvo los mejores resultados en las variables pH, MS, PB, FDA, FDN, Almidón, %DIVMS, y EM. En el factor B los tratamientos sin aditivos obtuvo los mejores resultados en las variables pH, FDA, %DIVMS, y Almidón, para la variable MS y FDN la adición de melaza + suero de leche 2:1 al 3% y melaza al 3% respectivamente arrojaron los mejores resultados. Se observó interacciones entre los factores en las variables EM, FDA, %DIVMS y Almidón en las demás variables no se presentaron diferencias estadísticas significativas. En las características organolépticas se observó que la inclusión de melaza al 3% en el ensilado maíz mejora las características organolépticas.

Palabras Clave: forraje, conservación, calidad, aditivos

Abstract

The investigation was carried out in the District of Carayaó, Department of Caaguazú during the months of September 2021 to February 2022; The objective of the work was to evaluate the effects of the application of the additives, molasses and whey on the organoleptic and nutritional quality of the silage of two varieties of corn. The variables measured were: organoleptic characteristics

(color, odor and texture), fermentation indicator (pH), bromatological variables (dry matter, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, starch, in vitro dry matter digestibility, metabolizable energy). The research was proposed under an AxB factorial design with 10 treatments and three repetitions, where the factors were: A; corn varieties (Karape Pytã and DKB290PRO3), factor B; additives (no additives, molasses at 3%, whey at 3%, mixtures of molasses and whey in combinations of 2:1 and 3:1 at 3%). Each experimental unit consisted of a PVC microsilo 60 cm high and 100 mm in diameter. ANAVA statistical analysis and the Scott and Knott test were performed to compare means. Where the following results were obtained: In factor A, the variety DKB290PRO3 obtained the best results in the variables pH, MS, PB, FDA, NDF, Starch, % DIVMS, and ME. In factor B, the treatments without additives obtained the best results in the variables pH, FDA, %DIVMS, and Starch, for the MS and NDF variable the addition of molasses + whey 2:1 at 3% and molasses at 3% respectively yielded the best results. Interactions between the factors were observed in the variables EM, FDA, %DIVMS and Starch in the other variables, there were no significant statistical differences. In the organoleptic characteristics, it was observed that the inclusion of molasses at 3% in the corn silage improves the organoleptic characteristics.

KEY WORDS: forage, conservation, quality,

El ensilaje es un método de conservación de forrajes, de fácil manejo y costo reducido, permite la conservación de los forrajes mediante un proceso fermentativo anaeróbico, este método es una alternativa para suplir la baja producción de pastura en el país en los periodos de escasez y la materia prima aprovechada es la materia verde de los recursos forrajeros producidos en los periodos de primavera y verano que son las épocas de mayor producción.

Entre los forrajes el maíz es uno de los recursos forrajeros mayormente utilizados en ensilaje, debido a su buena calidad nutricional, bajo poder tampón que permite que el pH baje rápidamente y altas producciones de forraje verde en toneladas/ha. Además, aporta alta concentración energética y un aceptable nivel de proteína.

El uso de aditivos dentro del ensilaje es una alternativa para optimizar el proceso de fermentación e incrementar los valores nutricionales o mejorar las características organolépticas. Los aditivos utilizados en el presente trabajo fueron melaza y el suero de leche

buscando el mejoramiento de la calidad nutricional y organoléptica en el ensilado de maíz.

El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de la aplicación de melaza y suero de leche sobre la calidad organoléptica y nutricional del ensilado de dos variedades de maíz.

Metodología

La investigación se realizó en el predio del señor Eugenio Amarilla localizada en la Colonia Teniente Morales, Distrito de Carayaó, Departamento de Caaguazú, Región Oriental del Paraguay, distante a 30 km de la Ciudad de Coronel Oviedo. Las coordenadas geográficas son 25°16'26"S 56°16'15"W, se trabajó durante 6 meses entre los meses de setiembre de 2021 a febrero del año 2022. La investigación estuvo constituida por una población infinita, donde la selección de muestras fue ex profeso constituida por microsilos de 2,6 kg de capacidad, compuesta por dos variedades de maíz *Zea mays* (Karape pytã y el híbrido DKB290PRO3).

Las variables de medición fueron; Características organolépticas: Color, Olor, Textura. Indicador de fermentación: pH. Variables de calidad nutricional: Materia seca, Proteína bruta, Fibra detergente ácido, Fibra detergente neutro, Almidón, Digestibilidad in vitro de la materia seca, y Energía metabolizable.

El diseño experimental adoptado fue factorial AxB donde A indica dos variedades de maíz (Karape pytã y DKB290PRO3) y B indica cinco aditivos, (Sin aditivos, Melaza al 3%, Suero de leche al 3%, Melaza + Suero de leche= 2:1 al 3%, Melaza + Suero de leche= 3:1 al 3%) con 10 tratamientos y tres repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental estuvo conformada por microsilos de 2,6 kg de capacidad compuestas por caños de PVC de 100 mm de diámetro por 60 cm de longitud.

Se realizó análisis de varianza ANAVA y los resultados que fueron significativos, se realizó la comparación de medias a través del test de Scott y Knott al 5% de probabilidad de error utilizando el paquete estadístico Infostat. En los casos en que se encontraron interacciones se aplicó el gráfico de interacción con Minitab v.13. para su interpretación.

Resultados y Discusión

1. Características Organolépticas

En la Tabla 1, se observan las características organolépticas del ensilado de maíz producido por efectos de los tratamientos, basado en los indicadores de calidad organolépticas propuestas por Chaverra y Bernal (2000).

Los ensilados obtenidos de ambas variedades de maíz presentaron en general características buenas; de buen color y olor y con textura excelente; excepto los tratamientos con melaza al 3% que presentaron olor, color y textura excelente.

El olor de los materiales en promedio fue Bueno, es decir un producto con olor agradable con ligero olor a vinagre y que concuerda con las buenas condiciones del ensilado. El color en su mayoría presentó características Excelentes de acuerdo a los parámetros utilizados, ya que no se hallaron materiales con coloración marrón oscuro, casi negro o negro. La textura, alcanzó el calificativo de Excelente, es decir un ensilado que mantenía perfectamente sus contornos continuos.

Estas características coinciden plenamente con una investigación hecha por Saldaña Benavides (2018), en donde se observó que con la adición de melaza y lactosuero en microsilos de maíz chala, todos los tratamientos presentaron características Buenas a Excelentes.

Los resultados de las medias indicaron que la variable pH en el factor (A) presentaron diferencias significativas, siendo A₂ (DKB290PRO3) el que obtuvo mejores resultados con una media de 4,26; así también en el factor (B) existieron diferencias significativas donde B₁ y B₃ (Sin aditivos y Suero de leche al 3%) arrojaron los mejores resultados con una media de 4,21 y 4,27 respectivamente, estos valores se encuentran dentro de los rangos indicativos de buena fermentación en silajes.

Según Molina y Ruiz, citado por Montesdeoca (2017), los ensilajes de maíz y de sorgo contienen suficiente cantidad de azúcares solubles y normalmente no requieren aditivos para lograr una buena fermentación. Dato que coincide con esta investigación, debido a que los tratamientos que no recibieron aditivo alguno fueron los que presentaron mejores resultados.

Los datos obtenidos en esta investigación difieren con los resultados obtenido por Salas et al (2014), quien demostró que la adición de melaza y suero al 2% en ensilados de maíz, registra pH ácido en todos los tratamientos, obteniendo mejores resultados con respecto al tratamiento testigo con medias de 3,76; 3,59 y 4,08 respectivamente. Esto se debe a que el suero de leche es un material con altas cantidades de lactosa dentro de su composición que promueve la producción de bacterias de ácido lácticas al ser un sustrato para su proliferación.

Además, a la melaza se le considera como un aditivo energético pues es una fuente rica en carbohidratos solubles que no se cristalizan para formar sacarosa lo cual favorece el desarrollo de los microorganismos deseados para una buena fermentación.

Variables de calidad nutricional

Materia seca, Proteína Bruta, Energía Metabolizable, Fibra Detergente Acida, Fibra Detergente Neutra, % Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca y Almidón.

Según análisis de la varianza y comparación de medias con test de Scott y Knott se observan los siguientes resultados para las variables de calidad nutricional.

En el cuadro 3 se observan los resultados de las medias para las variables de calidad nutricional, para el factor (A) variedades, se observaron diferencias en las variables MS, PB, FDN y Almidón, en todos los casos (A₂) DKB290PRO3 obtuvo los mejores resultados, para las variables EM, FDA y % DIVMS no se presentaron diferencias estadísticas significativas.

En un estudio que realizó Macay, (2015), reporta un promedio proteico en los híbridos de maíz utilizados en su investigación de 9,6 %. Datos que coinciden con esta investigación, y que demuestran la calidad superior de los híbridos con respecto a las variedades convencionales.

Tabla 1. Evaluación de las características organolépticas del ensilado de dos variedades de maíz con la aplicación de distintos tipos de aditivos

Tratamientos	Color	Olor	Clasificación
A ₁ B ₁	Verde Aceituna	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₁ B ₂	Amarillo Oscuro	A miel o azucarado de fruta madura	Excelente
A ₁ B ₃	Verde Aceituna	Fuerte, Ácido con olor a vinagre	Bueno
A ₁ B ₄	Amarillo Oscuro	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₁ B ₅	Amarillo Oscuro	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₂ B ₁	Verde Amarillento	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₂ B ₂	Amarillo Oscuro	A miel o azucarado de fruta madura	Excelente
A ₂ B ₃	Verde Aceituna	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₂ B ₄	Amarillo Oscuro	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno
A ₂ B ₅	Amarillo Oscuro	Agradable, con ligero olor a vinagre	Bueno

Indicador de fermentación (pH)

Cuadro 2. Comparación de medias con test de Scott y Knott para la variable (pH).

Factor A (Variedades)	Medias	Clasificación
A ₂ DKB290PRO3	4,26	A
A ₁ Karape Pytã	4,34	B
P-valor	0,0094*	
Factor B (Aditivos)	Medias	Clasificación
B ₁ Sin Aditivos	4,21	A
B ₃ Suero al 3%	4,27	A
B ₂ Melaza al 3%	4,31	B
B ₄ Melaza + Suero= 2:1 al 3%	4,33	B
B ₅ Melaza + Suero= 3:1 al 3%	4,4	B
P-valor	0,0032*	
CV (%)	1,74	

Tabla 3. Comparación de medias con test de Scott y Knott para las variables de Calidad Nutricional.

	M.S.	P.B.	E.M.	F.D.A	F.D.N	%DIVMS	Almidón
FACTOR A (Variedades)	(%)	(%)	(Mcal/ kg/MS)	(%)	(%)	(%)	(%)
A ₂ DKB290 PRO3	31,54 A	9,59 A	2,46 A	29,01 A	51,58 A	66,29 A	16,58 A
A ₁ Karape Pytã	27,66 B	8,01 B	2,43 A	29,91 A	53,62 B	65,58 A	15,03 B
P-valor	0,0001*	<0,0001*	0,0425ns	0,0719ns	0,0135*	0,4302ns	0,0044*

FACTOR B (Aditivos)	(%)	(%)	(Mcal/ kg/MS)	(%)	(%)	(%)	(%)
B ₁ Sin Aditivos	30,1 A	9,4 A	2,48 A	28,33 A	51,34 A	66,79 A	17,2 A
B ₂ Melaza al 3%	29,28 A	8,62 A	2,48 A	28,43 A	50,25 A	66,75 A	17,17 A
B ₃ Suero al 3%	28,84 A	8,8 A	2,44 B	29,88 B	53,57 B	65,62 B	15,51 A
B ₄ Melaza + Suero= 2:1 al 3%	30,14 A	8,46 A	2,45 B	29,6 B	52,93 B	65,84 B	15,82 A
B ₅ Melaza + Suero= 3:1 al 3%	29,63 A	8,71 A	2,4 B	31,06 B	54,9 B	64,7 B	13,34 B
P-valor	0,817 ns	0,0845 ns	0,0069*	0,0099*	0,0078*	0,0073*	0,0004*
CV %	7,37	6,47	1,48	4,38	3,87	1,48	8,37

Además, los resultados obtenidos en esta investigación fueron superiores a los que obtuvo una investigación hecha por Ibarra Daniel et al. (2014) en el que compararon 4 variedades de maíz híbridos, en donde obtuvo medias de entre 62,7 a 63,5% de DIVMS. Dato que demuestra la alta digestibilidad de las variedades empleadas en la presente investigación.

En el Factor (B) aditivos, se observa que no hubo diferencias estadísticas en las variables MS y PB en donde no se observaron aumentos en los porcentajes con la adición de aditivos. En las variables EM, FDA, FDN, %DIVMS y Almidón se presentaron diferencias significativas, se observa la similitud entre los tratamientos (B₁ y B₂) sin aditivos y melaza al 3% con resultados superiores a los demás tratamientos.

Los datos obtenidos en esta investigación coinciden con un estudio realizado por Granados Marín (2010), que determinó que la aplicación de aditivos (mezclas de melaza y suero de leche) a ensilados de Pasto Estrella *Cynodon nlemfluensis*, no presentaron incrementos significativos en los valores de PB, dado que estos son considerados aditivos energéticos y la inclusión de carbohidratos no afecta el contenido de Proteína Bruta.

Así también Montesdeoca (2017), ha concluido en su investigación que la melaza estimula la disminución de FDN en los ensilajes. El efecto de las mezclas de melaza y suero sobre la FDN, son menores que el tratamiento de solo melaza, sin embargo, la FDN mostró una tendencia a disminuir respecto a la no aplicación de carbohidratos. En relación a la FDA concluye que la melaza reduce en el

contenido de FDA (38,59), con respecto al tratamiento sin aditivos (39,08). Datos que coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación.

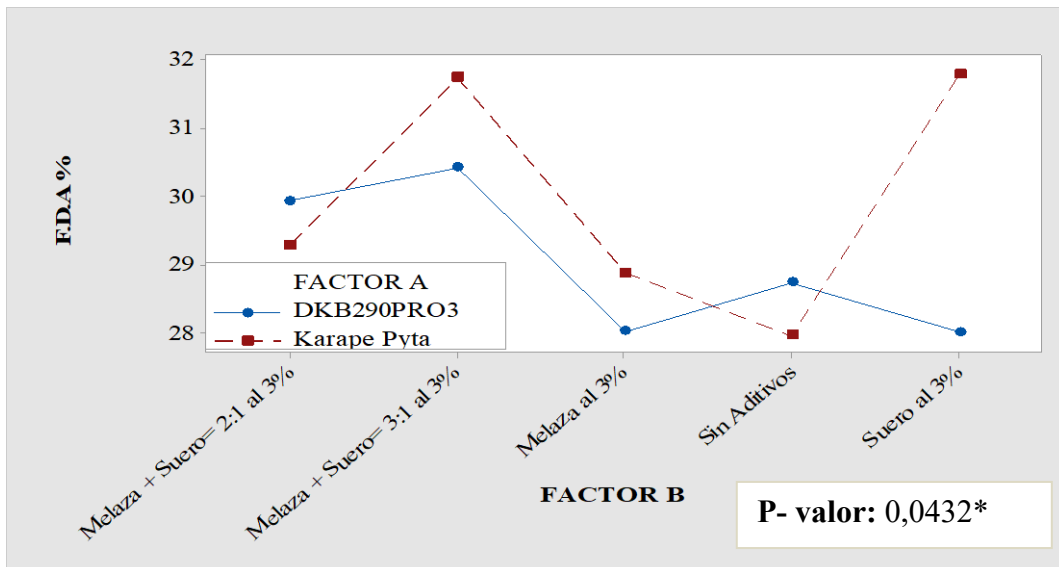
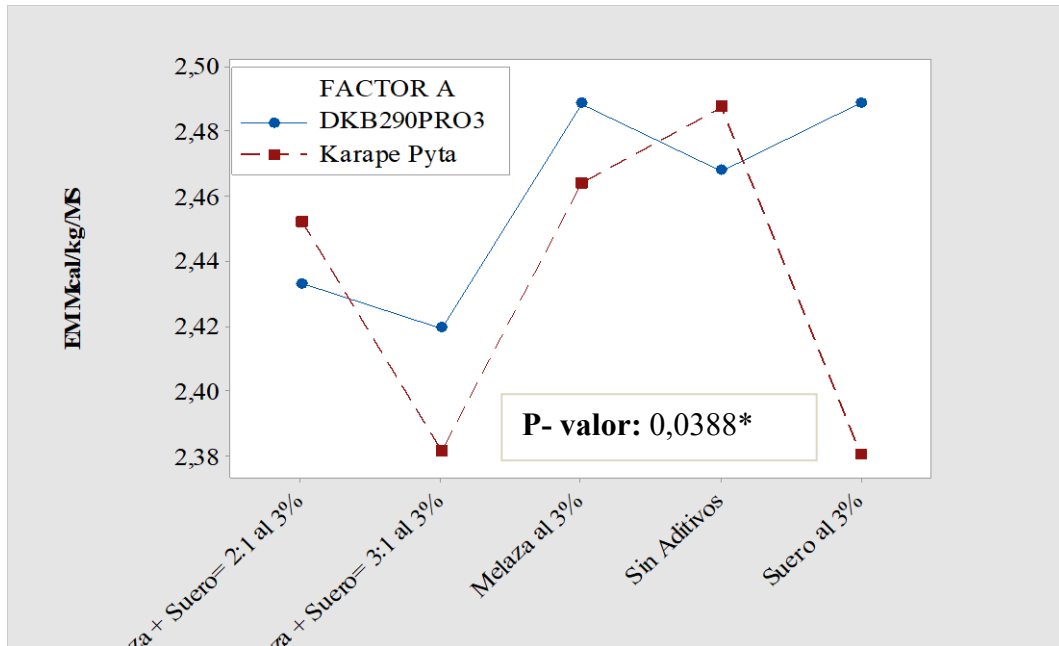
En la figura se observa la interacción de los factores variedades y aditivos sobre las variables EM, FDA, %DIVMS y Almidón donde los tratamientos DKB290PRO3 con suero al 3%, DKB290PRO3 con melaza al 3% y Karape pytã sin aditivos obtuvieron los resultados sobre las demás combinaciones en las variables en los que hubo interacciones.

En un estudio realizado por Salas et al (2014) encontró que en los tratamientos en donde se aplicó suero de leche a ensilajes de maíz obtuvieron medias superiores (2,24 Mcal/KgMS), con respecto al tratamiento testigo (2,18 Mcal/KgMS), y al tratamiento en donde se aplicó melaza (2,05 Mcal/KgMS).

Estos resultados difieren ligeramente con los resultados obtenidos en esta investigación, si bien los tratamientos aplicados con suero de leche obtuvieron buenos resultados no fueron superiores al tratamiento testigo y al tratamiento con melaza, quizás debido a que los ensilados se realizaron bajo condiciones óptimas, cuidando al máximo las condiciones para obtener un buen producto, como: tamaño de picado, contenido alto de carbohidratos solubles (granos) y compactación adecuada.

3.1. Efectos de la interacción de factores sobre las variables Energía Metabolizable, Fibra Detergente Acida, % Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca y Almidón.

El cuadro de ANAVA indica que hubo interacción entre los factores para las variables EM, FDA, %DIVMS y Almidón.



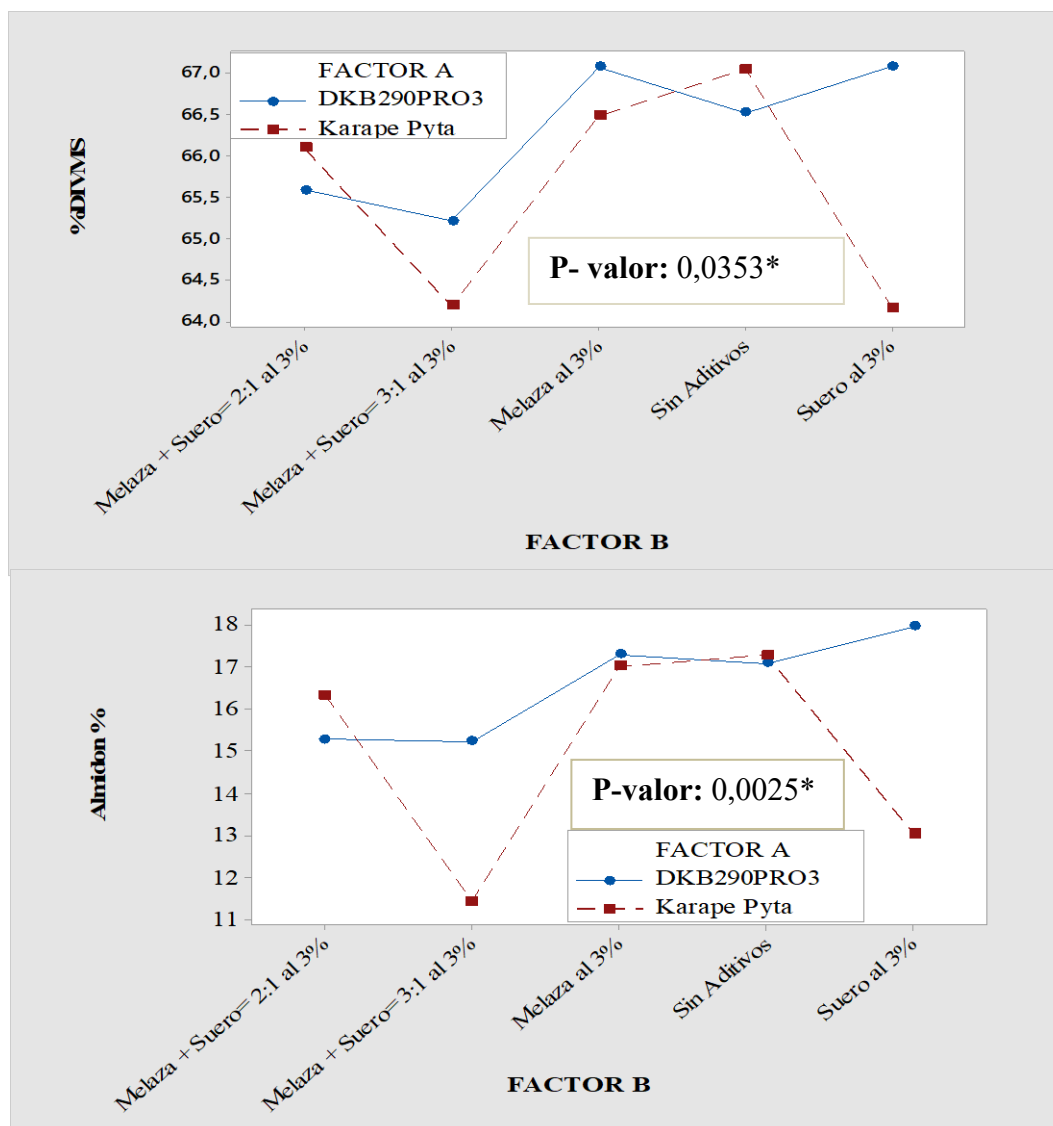


Figura 1. Interacción entre los factores para la variable Energía Metabolizable, Fibra Detergente Acida, % Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca y Almidón.

En cambio, los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con un estudio realizado por Pineda et al. (2016) donde muestra que los ensilajes de pasto estrella *Cynodon nlemfluensis* mezclados con melaza presentaron valores inferiores en FDN y FDA, con respecto a los demás tratamientos mezclados con otro tipo de aditivos.

Conclusiones

La adición de melaza al 3% en el ensilado maíz mejora las características organolépticas. No se observó efecto del factor (A) variedades.

Las variedades de maíz influyen sobre los valores de pH para el ensilado, los aditivos no tienen efectos sobre el pH, del mismo modo que no existió interacciones.

Para las variables de calidad nutricional, materia seca, proteína bruta, fibra detergente acida, fibra detergente neutro, almidón, % digestibilidad in vitro de la materia seca, y energía metabolizable, la variedad híbrida DKB290PRO3 presentó los mejores resultados, en el

factor (B), los tratamientos sin aditivos obtuvieron mejores resultados en las variables proteína bruta, fibra detergente ácida, almidón, % digestibilidad in vitro de la materia seca, y energía metabolizable, no así en las variables materia seca y fibra detergente neutro, en donde la aplicación de melaza + suero=2:1 al 3% y melaza al 3% respectivamente arrojaron los mejores resultados.

Referencias Bibliográficas

Chaverra Gil, H; Bernal Eusse, J. 2000. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. 1 ed. (IICA) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Bogotá, Colombia. Tercer Mundo Editores. 102p. Consultado 30 set 2021. Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=npM-Y5vJ1PQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Chaverra+y+Be>

- rna+(2000)&ots=atSyZY6ZEZ&sig=06t4ncZm3QE4KR5-z3Ev40bF0_E#v=onepage&q&f=false
- Granados Marín, CM. 2010. Comparación del efecto de tres mezclas de melaza y suero de leche y dos tipos de inóculo microbiano sobre las características nutritivas y fermentativas del ensilaje de pasto Estrella Africana *Cynodon nlemfuensis*. (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Rodrigo Facio, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 68 p. Consultado 05 ago 2021. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2246/1/32312.pdf>
- Ibarra Daniel, GD; Cabanillas Cruz, R; Ortega García, RC; Zapata Moreno MA; Burboa Cabrera, FR Guerra Liera, JE; Avendaño Reyes, L; Saltijeral Oaxaca, JA. 2014. Comparación de variedades de maíz forrajero en Santa Ana, Sonora, México. Memorias. Reunión internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos (24, 2014, Mazatlán, México). Sonora, México, Editorial de la Universidad Autónoma de Sinaloa. 345-350. Consultado 17 mar 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Arroyo/publication/353803829_Memoria_de_la_XIV_reunion_internacional_sobre_produccion_de_carne_y_leche_en_climas_calidos/links/61128e62169a1a0103f1e1fe/Memoria-de-la-XXIV-reunion-internacional-sobre-produccion-de-carne-y-leche-en-climas-calidos.pdf#page=351
- Macay Anchundia, MA. 2015. Identificación de Uno Entre Cuatro Híbridos de Maíz *Zea mays* Para Ser Utilizado Como Forraje Para Alimentación de Ganado Lechero en el Cantón Nobol de la Provincia del Guayas (en línea). Tesis de postgrado. Guayaquil, Ecuador, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 95p. Consultado 16 mar 2022. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4104/1/T-UCSG-POS-MSPA-7.pdf>
- Montesdeoca Berrones, GD. 2017. Evaluación nutricional del pasto tropical maralfalfa *Pennisetum sp.* en forma de microsilos inoculados con suero de leche. (en línea). Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Quito, Ecuador Universidad Central del Ecuador. 54p. Consultado 07 ago 2021 Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9042/1/T-UCE-0004-07.pdf>
- Salas, O; de los Reyes, VM; Calderón, OM; Robles, D; Barrales, SM; Anaya, J; Pacheco, F; Morales, JC; Valdéz, DR; Araiza, AB; Sánchez, E; Barrera, MA. 2014. Adición de aditivos en ensilaje de maíz *Zea mays* sobre el valor nutricional. Guerra Liera, JE; Avendaño Reyes, L; Saltijeral Oaxaca, JA., Memorias. Reunión internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos (24, 2014, Mazatlán, México). Juárez, México, Editorial de la Universidad Autónoma de Sinaloa. 351-356. Consultado 17 mar 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Arroyo/publication/353803829_Memoria_de_la_XIV_reunion_internacional_sobre_produccion_de_carne_y_leche_en_climas_calidos/links/61128e62169a1a0103f1e1fe/Memoria-de-la-XXIV-reunion-internacional-sobre-produccion-de-carne-y-leche-en-climas-calidos.pdf#page=351
- Saldaña Benavides, R. 2018. Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. (en línea). Tesis de grado Ingeniería Zootecnia. Cutervo, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Facultad de Ingeniería Zootecnia. 60p. Consultado 07 2021 Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4329/BC-TES-TMP-3149.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pineda Cordero, L; Chacón Hernández, P; Boschini Figueroa, C. 2016. Evaluación de la calidad del ensilado de pasto estrella africana *Cynodon nlemfuensis* mezclado con tres diferentes aditivos (en línea). Agronomía Costarricense 40(1): 11-27. Consultado 17 mar 2022. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v40n1/0377-9424-ac-40-01-11.pdf>