

GENOTIPOS DE MAÍZ PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE FORRAJE EN FORMA DE ENSILAJE

CORN GENOTYPES FOR THE PRODUCTION AND CONSERVATION OF FORAGE IN THE FORM OF SILAGE

Paul Alejandro Hidalgo Meneses ¹

¹ Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8994-5110>. Correo: e1717517104@live.uleam.edu.ec

Miguel Angel Macay Anchundia ²

² Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4826-7455>. Correo: miguel.macay@uleam.edu.ec

Carlos Alberto Molina Hidrovo ³

³ Programa de Ganadería y Pastos, Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4980-2667>. Correo: carlos.molina@iniap.gob.ec

María Verónica Taipe Taipe ^{4*}

⁴ Programa de Ganadería y Pastos, Estación Experimental Portoviejo (EEP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0507-715X>. Correo: maria.taipe@iniap.gob.ec

* Autor para correspondencia: maria.taipe@iniap.gob.ec

Resumen

La ganadería es una actividad de mayor importancia desde el punto de vista económico, social, cultural y ambiental, contribuye con el producto interno bruto y genera empleo. La producción es afectada en época seca por la escasez de alimento. Es por ello, que en la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, se evalúan genotipos de maíz, para los procesos de producción y conservación de forraje en forma de ensilaje, el ensayo se instaló en el recinto el Porvenir del Toachi, cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, con un arreglo factorial 3x4, cada tratamiento, estaba constituido por seis hieras de diez metros de longitud, la

información se tabuló en el programa R bajo el análisis de varianza con separación de medias para la prueba múltiple de probabilidad DGC al 5%. El híbrido INIAP 554 a una densidad de 125.000 plantas por hectárea obtuvo el mejor rendimiento de forraje verde (29.028,59 kg/ha-1) y el mayor promedio de materia seca (30,5%) del ensilaje, el híbrido INIAP 551 a una densidad de 125.000 plantas por hectárea presentó los valores más bajos de acame (3%). No hubo diferencias significativas para porcentaje de germinación, días a la floración masculina, altura de la planta y características fermentativas del ensilaje. Se concluye que el híbrido INIAP 554 a una densidad de 125.000 plantas por hectárea, produce mayor cantidad de forraje verde, bajo las condiciones climáticas del Porvenir del Toachi.

Palabras clave: genotipos; híbridos; densidad; producción de forraje; ensilaje de maíz

Abstract

Livestock farming is an activity of greater importance from an economic, social, cultural and environmental point of view, it contributes to the gross domestic product and generates employment. Production is affected in the dry season due to food shortages. For this reason, at the Portoviejo Experimental Station of the National Agricultural Research Institute, corn genotypes are evaluated for the production and conservation processes of forage in the form of silage. The test was installed at the Porvenir of Toachi facility, canton Santo Domingo, province of Santo Domingo de los Tsáchilas. A divided plot design was used, with a 3x4 factorial arrangement, each treatment consisted of six ten-meter-long beds. The information was tabulated in the R program under the analysis of variance with separation of means for the multiple test of DGC probability at 5%. The hybrid INIAP 554 at a density of 125,000 plants per hectare obtained the best yield of green forage (29,028.59 kg/ha-1) and the highest average dry matter (30.5%) of the silage, the hybrid INIAP 551 at a density of 125,000 plants per hectare presented the lowest lodging values (3%). There were no significant differences for germination percentage, days to male flowering, plant height and fermentative characteristics of the silage. It is concluded that the hybrid INIAP 554 at a density of 125,000 plants per hectare, produces a greater amount of green forage, under the climatic conditions of Porvenir of Toachi.

Keywords: genotypes; hybrids; density; forage production; corn silage

Fecha de recibido: 23/10/2023

Fecha de aceptado: 28/12/2023

Fecha de publicado: 31/12/2023

Introducción

La actividad ganadera es uno de los subsectores agropecuarios de mayor importancia desde el punto de vista económico, social, cultural y ambiental, contribuye del producto interno bruto agropecuario y genera empleo (Taípe et al. 2022). En el año 2022, Ecuador alcanzó los 3,86 millones de cabezas de ganado bovino, de las cuales 1,48 millones de cabezas corresponden a la región costa, representando al 38,34% del total nacional

(ESPAC 2023). Una buena alimentación optimiza la producción, la reproducción y la salud de los bovinos, así como la calidad y cantidad del producto (Intagri S.F.).

Se estima que un animal consume entre 45 y 50 kg de forraje fresco al día (INIAP 2014) o el equivalente al 3% de su peso vivo de materia seca (PRONACA 2021). La baja producción de forrajes durante la sequía es uno de los factores que contribuyen para la deficiencia en la productividad de los rebaños, siendo responsable por la caída acentuada de la producción de leche, pérdida de peso de los animales de carne y gran reducción en la capacidad de soporte de los pastos. Se sabe que la disminución del peso de los animales en el período de la sequía se sitúa en torno al 60%, lo que puede convertirse en una condición crítica, pues con la vuelta del período de lluvias en lugar del animal ganar peso, en realidad él está "recuperando" lo que perdió en el período de la sequía.

Uno de los puntos cruciales a ser contemplados en una propiedad es la planificación nutricional del rebaño durante todo el año (Junqueira 2018). Como alternativa para disponer de alimento en época de sequía, es la conservación del forraje en forma de ensilaje. El uso de ensilaje de maíz es una práctica común en todos los países de agricultura avanzada, ya que contribuye a resolver el problema de la alimentación en épocas críticas. Los factores climáticos, edáficos y bióticos inciden en la cantidad y calidad del forraje (Weiss, 1996 y Bernal, 1994) y de esto dependerá la cantidad y calidad del ensilado (Muck y Bolsen, 1991; Muck, 2004, De la Raza. 2005). El incremento de la productividad, sin disminuir la calidad del forraje es determinante para ser eficiente, en consecuencia, el aumento de la cantidad de ensilaje de calidad en las raciones para la alimentación del ganado, reducen los costos de producción.

El uso de altas densidades de población son técnicas usadas para incrementar el rendimiento por unidad de superficie (Tetio y Gardner 1988, Jollife et al., 1990), sin embargo, puede reducir la calidad debido al menor contenido de grano (Nuñez et al. 1994). Por tal razón en la Estación Experimental Portoviejo (EEP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) se encuentra evaluando diferentes genotipos de maíz a diferentes densidades de siembra en el Litoral Ecuatorino, en este caso se planteó el siguiente objetivo: Evaluar genotipos de maíz a diferentes densidades de siembra para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Estudios anteriores demuestran diferencias significativas tanto para densidades de siembra, como para las variedades de maíz, así por ejemplo Reta et al. (2000) encontraron diferencias significativas en el rendimiento de MS por efecto de la densidad de población incrementando el rendimiento de 21,06 t.ha⁻¹ a una densidad de población de 5,3 plantas.m⁻² a 29,86 t.ha⁻¹ a una densidad de 11,2 plantas m⁻². Ottman y Welch, (1989) observaron que al reducir la distancia entre surcos de 0,76 a 0,38 no incremento el rendimiento, sin embargo, Murphy et al. (1996) incrementaron el rendimiento de 10 a 15% al reducir la distancia entre surcos de 0,76 a 0,5m. Elizondo (2011) al evaluar dos cultivares de maíz cosechados a los 107 días, observó diferencias significativas, obteniendo el mayor rendimiento (131,9 t.ha⁻¹ de forraje verde y 15,2 t.ha⁻¹ de MS) el maíz criollo amarillo y menor rendimiento (82,6 t.ha⁻¹ de forraje verde y 11,0 t.ha⁻¹ de MS) para el maíz híbrido blanco, Pioneer 3041. Soto et al. (2004) al evaluar dos híbridos de maíz, no encontraron diferencias significativas para producción de materia seca, alcanzando 20,5 y 21,8 t.ha⁻¹ para los híbridos SX-43 e INIA 150, respectivamente.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo de los Colorados, parroquia Santa Rosa del Mulaute, situado en el recinto Porvenir del Toachi, vía Placer del Toachi km 12, a 0°08'59.4" de latitud Sur y 79°09'31.0" de longitud Oeste y a 493 msnm de altitud, pertenece al clima Trópico Húmedo, con temperatura y precipitación promedio anual de 22,9°C y de 3000 a 4000 mm respectivamente, humedad relativa 89%, heliofanía 651,4 horas luz año⁻¹.

La unidad experimental fue conformada por seis hileras de 10 m de longitud por tratamiento, cada tratamiento resultado de la interacción de 4 genotipos de maíz (INIAP 551, INIAP 554, ADVANTA AZOR y ADV 9789) a tres densidades de siembra {d1 (0,8m x 0,20m) 62.500, d2 (0,6m x 0,20m) 83.333 y d3 (0,4m x 0,20m) 125.000 plantas por hectárea}, con 4 repeticiones, dando un total de 48 unidades experimentales. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, altura de la planta, días a la floración masculina y porcentaje de acame del cultivo; rendimiento de forraje verde y porcentaje de materia seca del forraje; pH, temperatura, olor y color del ensilaje. Antes de llevar a cabo los análisis estadísticos, se verificó si los datos tienen distribución normal, con la prueba de normalidad de Shapiro y Wilks, además de la prueba de homogeneidad Levene, requisito necesario para determinar que las variables sean homogéneas, la información se tabuló en el programa R bajo el análisis de varianza con separación de medias para la prueba múltiple de probabilidad DGC al 5%.

Se realizó la limpieza y preparación del terreno, para la toma de muestras de suelo se siguió el protocolo de Ortigoza et al. (2019), una vez balizado el terreno, se procedió a la siembra, previo el tratamiento de la semilla, se utilizó un total de 300 semillas por tratamiento, 3.600 semillas por repetición, lo que da un total de 14.400 semillas en la investigación.

Transcurridos 10 días posteriores a la siembra, se procedió a calcular el porcentaje de germinación para cada híbrido, para ello se contó el total de plantas germinadas por parcela y luego se procedió a utilizar la fórmula:

$$\% G = \frac{100 \times \text{No.de plantas emergidas al día 10}}{\text{No.total de semillas sembradas}} \quad (\text{Cervantes et al. 2006}).$$

La fertilización se realizó cuando las plantas presentaron su tercera, sexta y décimo segunda hoja verdadera, para el efecto se realizó una mezcla de 2 partes de fertilizante completo, 2 partes de sulfato de magnesio, 1 parte de urea, y 1 parte de sulfato de amonio, una vez homogenizada la mezcla, se procedió a aplicar 5 g por planta.

Los días a la floración masculina se lo realizó transcurridos los 73 días, tomando en cuenta lo mencionado por Castellanos (2017), la fecha de floración es el tiempo en que más del 50 % de la población de plantas ha entrado en su etapa de floración masculina, desde el día de su germinación. Para la variable altura de planta, se registró la información de 5 plantas de maíz tomadas al azar por parcela, para el efecto se utilizó una regleta desde la superficie del suelo hasta donde empezó la ramificación de la espiga, según lo indica Castellanos (2017). Para el porcentaje de acame, se contabilizó el número de plantas con tallos rotos o quebrados por debajo de la mazorca, que tienen más que 45° de inclinación y tallos en el suelo (Castellanos, 2017).

La cosecha de forraje se realizó observando la línea de leche en la mazorca, justo cuando ésta ocupó un tercio de grano (1/3) según Pigurina y Pérez (2001). Las plantas cosechadas se pesaron y se picaron en la máquina picadora de forraje, del material picado se extrajo una muestra de 200 gramos para el respectivo análisis de materia seca y una muestra se colocó y compactó en microsilos obteniendo un total 48 microsilos, que se dejaron en almacenamiento por un periodo de 30 días, como lo sugiere Villalobos (2018).

Una vez transcurridos ese tiempo, se trasladó los microsilos al laboratorio para su apertura, en donde se valoró la temperatura con un termómetro análogo bimetálico y el pH, en este caso, se extrajo una muestra muestras de 11 g de cada silo, que se colocó en un vaso con capacidad de 210 ml, se adicionó 100 ml de agua destilada y se agitó por unos segundos, posteriormente con la ayuda de un potenciómetro (pHmetro) se registró la información. En base a tablas referenciales de propiedades organolépticas del ensilaje (Urdaneta y Borges, 2013) se determinó el olor y color.

Resultados y discusión

Porcentaje de germinación

Analuisa y Parraga (2022) observaron que la variedad DAS 3383 tuvo un elevado porcentaje de germinación superior al 90%, seguido por las variedades ATL 400 y Tropi 101 con 80% y 90% de germinación respectivamente, y la variedad Pibe ARG 109 obtuvo el menor porcentaje por debajo del 50%. Dicha evaluación se realizó en condiciones edafoclimáticas similares a las de la presente investigación. Según Heredia (2020), la germinación de la semilla de maíz requiere una temperatura óptima entre 15 a 20°C; las temperaturas mínimas que puede soportar el maíz son de hasta 8°C y máximas de hasta 30°C. De la misma forma Martínez (2015) menciona que para una emergencia correcta las semillas deben alcanzar del 30 al 40 % de su peso en agua; la germinación está directamente relacionada al genotipo y a las condiciones ambientales sin dejar de lado a la temperatura y el fotoperiodo.

Del análisis estadístico para la variable porcentaje de germinación con prueba DGC al 5 % se observó que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo), para las densidades, ni para los genotipos en estudio.

Altura de la planta

Si se considera el genotipo, se puede decir que cualquier tipo de maíz puede cultivarse para forraje, pero las que producen mayores rendimientos de biomasa son aquellas variedades de porte alto. Los híbridos por su parte, al ser de porte pequeño generalmente producen menos cantidad de forraje por unidad de área (Elizondo y Boschini, 2001).

Del análisis estadístico para la variable altura de planta con prueba DGC al 5 % se observó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo) alcanzando la mayor altura el híbrido ADV 9789 a una densidad de 62.500 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,80 x 0,20) con un promedio de 1,65 m de altura de la planta, no hay diferencias estadísticas para las densidades, ni para los genotipos en estudio.

Maza (2022) en su investigación observó que la variedad INIAP 543, alcanzó 2,59 m de altura, mientras que la variedad PROMISORIO alcanzó 2,27 m de altura. Según Demanet y Canales (2020) las condiciones

ambientales y las características de cada híbrido tienen relación con la altura de la planta, de igual forma Fassio et al. (2018) mencionan que la temperatura, la tasa de fotoperiodo y las condiciones del suelo son determinantes en cuanto a la altura de la planta.

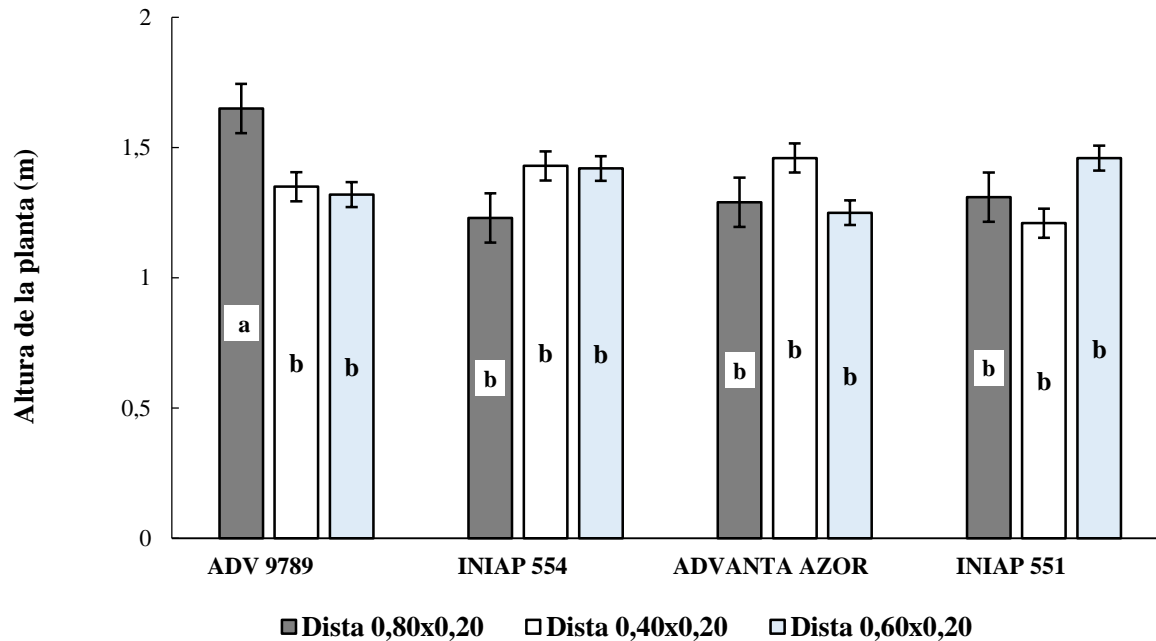


Figura 1. Altura de planta en la evaluación de Genotipos de maíz para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje.

Días de floración masculina

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable días a la floración masculina en esta investigación, no se observó diferencias significativas debido a que todos los tratamientos presentaron más de 50 % de la floración en el día 65.

Analuisa y Parraga (2022), registraron que la variedad Pibe ARG 109 fue la más precoz, alcanzando el 50% de la floración masculina a los 51 días de edad, en comparación a las otras variedades (Tropi 101, ATL 400 y DAS 3383) que tardaron 58 días. Según Martínez (2015), los días de floración tienen una estrecha relación con la tasa de fotoperiodo y el tiempo al que se expone la planta diariamente lo cual es relevante para alcanzar la floración. Por otro lado, Monar (2007) afirma que los tiempos de floración pueden llegar a acortarse si se emplea un mayor distanciamiento de siembra.

Porcentaje de acame

Se le denomina acame al dobléz o inclinación que sufre el tallo de las plantas, provocando el volcamiento del cultivo, debido especialmente al poco desarrollo radical de las plantas que, al ser impactadas por el viento, estas se inclinan o quedan completamente acostadas (ASGROW, 2019).

Del análisis estadístico para la variable porcentaje de acame con prueba DGC al 5 % se observó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo), el híbrido INIAP 554 a un densidad de 83.333 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,60 m x 0,20 m) obtuvo un promedio de 9,40% de acame como promedio más alto, el híbrido INIAP 551 a una densidad de 125.000 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,40 x 0,20) obtuvo 3,00% de acame como promedio más bajo, y es el más parecido al resultado más alto obtenido por Maza (2022).

Maza (2022), al evaluar maíz con fines forrajeros, observó que la variedad INIAP 554 presentó mayor porcentaje acame, alcanzando 3,33%, mientras que la variedad PROMISORIO obtuvo el menor porcentaje con 0,50%. Según Molina (2016) los genotipos 6016, 6017, 6020, y 6021 obtuvieron acames del tallo de 6,17; 5,00; 4,00 y 6,67% respectivamente, a diferencia de los genotipos INIAP 601 e INIAP 551 los cuales obtuvieron 2,17% de acame.

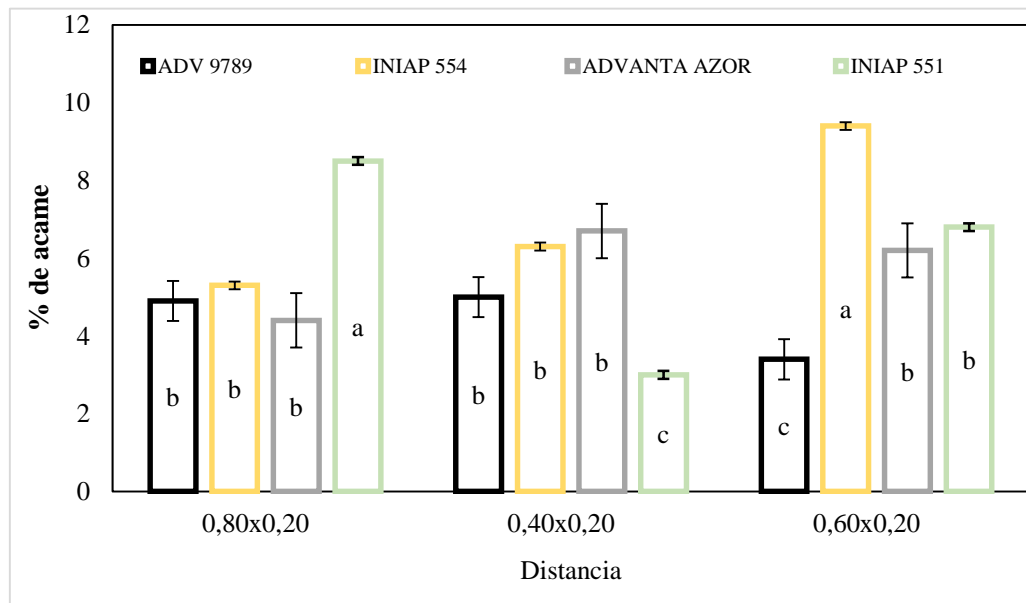


Figura 2. Porcentaje de acame del tallo en la evaluación de Genotipos de maíz para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje.

Rendimiento de materia verde

El cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de materia verde por unidad de área, que va desde 40 a 95 t.ha⁻¹ (Wang-Yeong et al., 1997; Aldrich y Leng, 1974) en un corto tiempo y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha (Aldrich y Leng, 1974).

Del análisis estadístico para la variable rendimiento de materia verde con prueba DGC al 5 % se observó que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo), para las densidades

existen diferencias significativas, reportando que la densidad de 125.000 plantas por hectárea (distanciamiento 0,40 m x 0,20 m) obtuvo el mayor rendimiento de materia verde con un valor de 27.227,71 kg.ha⁻¹ y el menor rendimiento lo obtuvo la densidad 62.500 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,80 m x 0,20 m) con 13.462,9 kg.ha⁻¹. No se observó diferencias significativas para los genotipos en estudio.

Molina (2016) encontró diferencias significativas para genotipos, obteniendo el mayor rendimiento para la variedad INIAP 601 con 59.830 kg.ha⁻¹ de materia verde, y el menor rendimiento la variedad 6016 que alcanzó los 51.110 kg.ha⁻¹ de materia verde. Tumbaco (2019) encontró el mayor rendimiento con el híbrido Autentica a una densidad de 0,80 m x 0,20 m con 28.200 kg.ha⁻¹ mientras que el mismo híbrido a una densidad de 0,60 x 0,20 obtuvo un rendimiento de 25.500 kg.ha⁻¹. Santini (2013) afirma que las condiciones climáticas causan efectos directos, como la poca luminosidad que puede ser causante de bajos rendimientos.

Elizondo (2011) al evaluar dos cultivares de maíz cosechados a los 107 días, observó diferencias significativas, obteniendo el mayor rendimiento (131,9 t.ha⁻¹ de materia verde) el maíz criollo amarillo y menor rendimiento (82,6 t.ha⁻¹ de materia verde) para el maíz híbrido blanco Pioneer 3041.

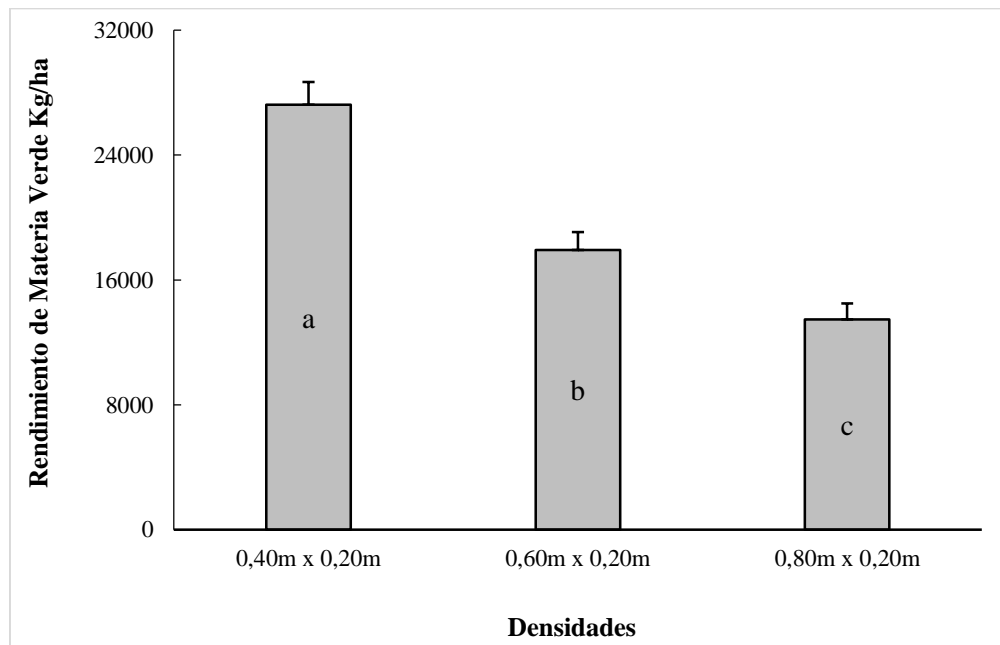


Figura 3. Rendimiento de materia verde en la evaluación de Genotipos de maíz para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje.

Porcentaje de materia seca del forraje

Del análisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca del forraje con prueba DGC al 5% se observó que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo), para las densidades, ni para los genotipos en estudio.

Reta et al. (2000) encontraron diferencias significativas en el rendimiento de MS por efecto de la densidad de población incrementando el rendimiento de 21,06 t.ha⁻¹ a una densidad de población de 5,3 plantas.m⁻² a 29,86 t.ha⁻¹ a una densidad de 11,2 plantas.m⁻². Ottman y Welch, (1989) observaron que al reducir la distancia entre surcos de 0,76 a 0,38 no incremento el rendimiento, sin embargo, Murphy et al. (1996) incrementaron el rendimiento de 10 a 15% al reducir la distancia entre surcos de 0,76 a 0,5m.

Elizondo (2011) al evaluar dos cultivares de maíz cosechados a los 107 días, observó diferencias significativas, obteniendo el mayor rendimiento (15,2 t.ha⁻¹ de MS) el maíz criollo amarillo y menor rendimiento (11,0 t.ha⁻¹ de MS) para el maíz híbrido blanco, Pioneer 3041. Soto et al. (2004) al evaluar dos híbridos de maíz, no encontraron diferencias significativas para producción de materia seca, alcanzando 20,5 y 21,8 t.ha⁻¹ para los híbridos SX-43 e INIA 150, respectivamente. Según Sánchez y Olivera (1973) “El contenido de materia seca varía de 15 a 25 % en la planta verde”.

Porcentaje de materia seca del ensilaje

Del análisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca del ensilaje con prueba DGC al 5% se observó que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo), ni para las densidades en estudio. Se observó diferencias significativas para los genotipos obteniendo el mayor porcentaje el maíz INIAP 554, ADVANTA AZOR e INIAP 551 con un valor promedio de 30,11%, mientras que el material ADV 9789 reporta el promedio más bajo con 28,45%.

Ruíz et al. (2006) observó diferencias significativas para los híbridos, obteniendo el mayor contenido de materia seca el híbrido EX313 con 25,1%, mientras que el híbrido con menor porcentaje fue el H9403 con 18,4%. Analuisa y Parraga (2022) en su investigación mencionan que el híbrido DAS 3383 obtuvo un 22% de materia seca siendo el menor porcentaje a diferencia de los híbridos Pibe ARG 109, Tropi 101 y ATL 400, los cuales obtuvieron 30, 26, 24% de materia seca respectivamente.

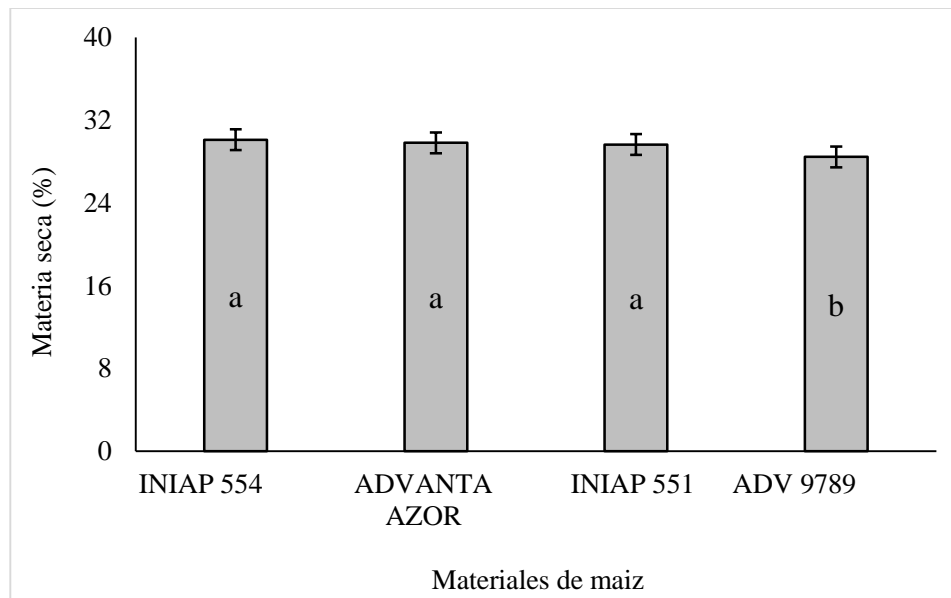


Figura 4. Porcentaje de materia seca del ensilaje, en la evaluación de Genotipos de maíz para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje.

pH del ensilaje

Del análisis estadístico para la variable pH con prueba DGC al 5% demuestra que no hay diferencias significativas para tratamientos, densidades ni genotipos, encontrándose rangos de 4,13 a 4,51. Estos resultados son similares a los más altos obtenidos por Gualoto, sin embargo, se encuentran todos dentro del rango idóneo para alimentación de rumiantes. Según Gualoto (2013) el ensilaje de maíz inoculado con bacterias ácido lácticas, presenta valores de pH entre 3,47 y 4,37.

Sparo y Mallo (2001) reportaron valores de 4,1 a los 50 días de fermentación, mientras que Villa et al. (2010) reportaron valores de 3,5 a los 56 días de fermentación. Ruiz et al (2006), entre los híbridos evaluados, el valor de pH más alto lo tuvo el híbrido EX313 con 3,70 en comparación con el resto que estuvieron rangos entre 3,53 a 3,63. Heredia (2020) menciona que, en ensilajes, un indicador de buena calidad de fermentación es tener valores de pH inferiores a 4,5.

Temperatura del ensilaje

El análisis estadístico para la variable temperatura con prueba DGC al 5%, no hubo diferencias significativas para tratamientos, densidades ni genotipos, el valor más alto encontrado fue de 23,99°C, que se aproxima al valor mínimo reportado por Gualoto (2013) que presentó valores entre 24°C y 26°C. Gutiérrez (2009) menciona que cuando la temperatura del ensilaje es igual o ligeramente mayor a la del ambiente, da indicios que tuvo una buena estabilización en el proceso fermentativo.

Color y Olor del ensilaje

El análisis estadístico para las variables color y olor con prueba DGC al 5% no hubo diferencias significativas para tratamientos, densidades ni genotipos. Según Maza et al. (2011), en los resultados de la evaluación

organoléptica del ensilaje al momento de evaluar el color, los tratamientos evaluados obtuvieron una excelente respuesta (tonalidad verde aceituna), en comparación al tratamiento testigo (tonalidad verde amarillento). En la evaluación del olor, el T2 y T3 obtuvieron un olor excelente, parecido al de fruta madura, lo que caracteriza a los ensilajes de alta calidad, también mencionan que en todos los tratamientos se evidenció un buen nivel de conservación. Indicando que un ensilaje de excelente calidad debe presentar un color verde aceituna y olor a fruta madura. Mientras que Gualoto (2013), menciona que el ensilaje de buena calidad, presentan un color amarillo verdoso y un olor a fruta fermentada.

Conclusiones

De acuerdo con el estudio realizado, no hay diferencias estadísticas para tratamientos (Interacción densidad x genotipo), densidades, ni genotipos en las variables: Porcentaje de germinación, Días a la floración masculina, Porcentaje de materia seca del forraje y para las características organolépticas del ensilaje (pH, temperatura, color y olor)

Se observaron diferencias estadísticas para los tratamientos (Interacción densidad x genotipo) en las variables: Altura de planta alcanzando la mayor altura el híbrido ADV 9789 a una densidad de 62.500 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,80 x 0,20) con un promedio de 1,65 m de altura de la planta y Porcentaje de acame, encontrándose que el híbrido INIAP 554 a una densidad de 83.333 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,60 m x 0,20 m) obtuvo un promedio de 9,40% de acame como promedio más alto, el híbrido INIAP 551 a una densidad de 125.000 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,40 x 0,20) obtuvo 3,00% de acame como promedio más bajo.

Se observaron diferencias estadísticas para densidades en la variable Rendimiento de materia verde reportando que la densidad de 125.000 plantas por hectárea (distanciamiento 0,40 m x 0,20 m) obtuvo el mayor rendimiento de materia verde con un valor de 27.227,71 kg.ha⁻¹ y el menor rendimiento lo obtuvo la densidad 62.500 plantas por hectárea (distanciamiento de 0,80 m x 0,20 m) con 13.462,9 kg.ha⁻¹

Se observaron diferencias estadísticas para los genotipos de la variable Porcentaje de materia seca del ensilaje obteniendo el mayor porcentaje el maíz INIAP 554, ADVANTA AZOR e INIAP 551 con un valor promedio de 30,11%, mientras que el material ADV 9789 reporta el promedio más bajo con 28,45%.

Agradecimientos

La investigación se ejecutó, gracias al proyecto “Desarrollo de estrategias tecnológicas para mejorar la producción de forrajes y semillas de gramíneas y leguminosas, como alternativas para avanzar hacia sistemas ganaderos eco-eficientes en el Litoral Ecuatoriano” y al accionar en el Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Portoviejo (EEP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Referencias

- Analuisa, L. y Parraga, P. (2022). *Evaluación de variedades de maíz destinado a ensilaje*. Santo Domingo De Los Tsáchilas: Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE
- ASGROW. (2019). *Cómo prevenir el acame en tu sembradío*. (En Línea). <https://www.asgrow.com.mx/es-mx/tendencias/gestionagricola/como-prevenir-el-acame-en-tu->

sembradio.html#:~:text=se%20le%20denomina%20acame%20al,poco%20desarrollo%20radical%20(buen%20anclaje)

- Bernal, E. J. (1994). *Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo*. Tercera Edición. Banco Ganadero. Santa Fe De Bogotá. Colombia.
- De La Raza Delgado, B. (2005). *El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad*. IV Jornadas De Alimentación Animal. Laboratorio De Mouriscade. Lalín (Pontevedra)
- Demagnet, R. y Canales, C. (2020). *Cultivo de maíz para ensilaje*. Universidad De La Frontera. [Http://Www.Watts.Cl/Docs/Default-Source/Default-Document-Library/Manual-Cultivo-Del-Ma%C3%Adz-Para-Ensilaje-2020-Versi%C3%B3n-Digital.Pdf?Status=Temp&Sfvrsn=0.26297860107998994](http://Www.Watts.Cl/Docs/Default-Source/Default-Document-Library/Manual-Cultivo-Del-Ma%C3%Adz-Para-Ensilaje-2020-Versi%C3%B3n-Digital.Pdf?Status=Temp&Sfvrsn=0.26297860107998994)
- Elizondo, J. y Boshchini, C. (2001). *Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz*. *Agronomía Mesoamericana*, 181-187. [Https://Www.Redalyc.Org/Pdf/437/43712208.Pdf](https://Www.Redalyc.Org/Pdf/437/43712208.Pdf)
- Elizondo Salazar, J. A. Boschini Figueroa, C. (2002). *Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido*. *Agronomía Mesoamericana* Vol. 13 Núm. 1 Pág. 13-17
- Elizondo Salazar, J.A. (2011). *Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje*. *AGRONOMÍA COSTARRICENSE* 35(2): 105-111. ISSN:0377-9424 / 2011
- ESPAC. (2023). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Número de cabezas de ganado por especies, según región y provincia: ESPAC 2022 (En Línea)*. Ecuador. Disponible En: [Https://Www.Ecuadorencifras.Gob.Ec/Estadisticas-Agropecuarias-2/](https://Www.Ecuadorencifras.Gob.Ec/Estadisticas-Agropecuarias-2/)
- Fassio, A., Ibañez, W., Fernández, E., Cozzolino, D., Pérez, O., Restaino, E., . . . Vergara, G. (2018). *El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua*. Uruguay: INIA Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria.
- Gualoto, A. (2013). *Evaluación del contenido nutricional del silaje de maíz en forma de microsilos inoculado con bacterias ácido lácticas*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Gutiérrez, L. (2009). *Evaluación práctica y a campo del silaje y henolaje en el Tambo*. Argentina: Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Heredia, A. (2020). *Efecto de la adición de dos aditivos en ensilaje de maíz (Zea mays) sobre la calidad nutritiva del silo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- INIAP. (2014). *Pastos Tropicales*. (En Línea). [Http://Tecnologia.Iniap.Gob.Ec/Index.Php/Explore-2/Mpasto/Rpastot](http://Tecnologia.Iniap.Gob.Ec/Index.Php/Explore-2/Mpasto/Rpastot).
- INTAGRI S.C. (S.F.). *Requerimientos nutricionales en bovinos (En Línea)*. [Https://Www.Intagri.Com/Articulos/Ganaderia/Requerimientos-Nutricionales-En-Bovinos](https://Www.Intagri.Com/Articulos/Ganaderia/Requerimientos-Nutricionales-En-Bovinos)

- Jollife, P.A., Tarimo, A.J.P. And Eaton, G.W. (1990). *Plant growth analysis: growth and yield component responses to population density in forage maize*. *Annals Of Botany* 65:139-147.
- Junqueira Rodrigues, B. (2018). *¿Pasto en la sequía es siempre igual?*. (En Línea). <https://Totalpec.Com/Blog/7/--Pasto-En-La-Sequia-Es-Siempre-Igual-#:~:Text=Cuando%20un%20pasto%20no%20recibe,Inicio%20a%20un%20proceso%20de>
- Martínez, D. (2015). *Ecofisiología del cultivo de maíz*. San Luis: Inta. https://Inta.Gob.Ar/Sites/Default/Files/Script-Tmp-Inta_-_Maizensanluis.Pdf
- Maza, L., Vergara, O. y Paternina, E. (2011). *Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (Pennisetum sp.) más yuca fresca (Manihot esculenta)*. Scielo, Vol.16 No.2.
- Maza, M. (2022). *Evaluación agronómica de seis genotipos de maíz (Zea mays L.), Con Fines Forrajeros En El Cantón La Joya De Los Sachas*. El Coca: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Mcdonald, M. B. (1998). *Seed Quality assessment*. *Seed Science And Technology* 8:265-275.
- Mcdonald, M. B. (1999). *Seed Deterioration: physiology, Repair, and assessment*. *Seed Science And Technology* 27:177-237.
- Molina, C. (2016). *Evaluación del potencial forrajero de ocho genotipos de maíz (Zea Mays L.) bajo dos densidades de siembra en la Estación Experimental Tropical Pichilingue*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Monar, C. (2007). *Efecto de épocas de siembra y densidad de maíz (Zea Mays L.) En el sistema intercalado con caupí (Vigna unguiculata walp)*. Puerto Rico: Universidad De Puerto Rico.
- Muck, R. (2004). *Effects of corn silage inoculants on aerobic stability*. *Trans. ASAE*, 47: 1011-1016.
- Muck, R.E. And Bolsen, K.K. (1991). *Silage preservation and silage additive products*. In: *Field Guide For Hay And Silage Management In North America*. K.K. Bolsen, J.E. Baylor Y M.E. Mccullough. Ed. Natl. Feed Ingrid. Assoc. West Des Moines IA. P. 105.
- Nadeau, E.M.G., D.R. Buxton, J.R. Russell, M.J. Allison And J.W. Young. (2000). *Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa*. *J. Dairy Sci.*, 83: 1487-1502
- Nuñez, G., González, F., Martín Del Campo, S. y De Alba, A.A. (1994). *Efecto de la densidad de plantas en la producción y calidad de maíz híbrido de hojas erectas para ensilaje*. *Av. En. Inv. Agropecuaria*. 3:25-30.
- Ottman, M.J. And Welch, L.F. (1989). *Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration and yield in corn*. *Agron. J.* 81:167-174.
- PRONACA. (2021). *El impacto de la producción de forraje en el litro de leche*. (En Línea). <https://Www.Procampo.Com.Ec/Index.Php/Blog/10-Nutricion/178-Produccion-Forrage-Leche>
- Reta Sanchez, D. G., Guytán Mascorro, A.y Carrillo Amaya, J.S. (2000). *Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población*. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol.23.37-48.

- Ruíz, O., Beltran, R., Salvador, F., Rubio, H., Grado, A., y Castillo, Y. (2006). *Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje*. Revista Cubana De Ciencia Agrícola, 40(1), 91-96. [https://www.Redalyc.Org/Pdf/1930/193017708013.Pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017708013.pdf)
- Sánchez y Olivera. (1973). *Producción de materia seca y estimación del potencial fotosintético mediante la defoliación artificial en maíz*. Colombia: Centro Internacional De Agricultura Tropical.
- Santini, F. (2013). *Uso de maíz en sus varios tipos en la alimentación de vacunos para carne en pastoreo y feedlot*. Argentina: INTA.
- Soto, P., Jahn, E. y Arredondo S. (2004). *Mejoramiento del porcentaje de proteína en maíz para ensilaje con el aumento y parcialización de la fertilización nitrogenada*. Agricultura Técnica. Chile 64(2):156-162
- Sparo, M.D. and Mallo, R.A. (2001). *Evaluation of the bacterial flora in natural corn silage*. Rev Argent Microbiol; 33:75-80.
- Taípe Taípe, M. V., Duicela Guambi, L. A., Solorzano Solorzano, J. A., Molina Hidrovo, C. A., López Tito, Z., Caiza De La Cueva, F. I., & Aranguren Méndez, J. A. (2022). *Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 311-338. https://doi.org/10.37811/Cl_Rcm.V6i4.2588
- Tetio Kagho, F. and Gardner F.P. (1988). *Response of maize to plant population density. II Reproductive Development, Yield And Yield Adjustments*. Agro.J. 80:935-940.
- Tumbaco, T. (2019). *Rendimiento de materia verde de dos híbridos de maíz para ensilaje en la comuna Dos Mangas*. Santa Elena: Universidad Estatal Península De Santa Elena.
- Villa, A.F., Meléndez, A.P., Carulla, J.E., Pabón, M.L., Cárdenas, E.A. (2010). *Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia*. Rev Colomb Cienc Pecu; 23:65-77
- Weiss, B. (1996). *When to consider silage additives*. Tri-State Dairy Nutrition Conference. Ohio State University. Department Of Animal Science. P.125-135.