



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa

Trabajo de Tesis

**Producción forrajera de variedades criollas,
mejoradas e híbridos de maíz (Zea Mays) bajo
condiciones del municipio de Juigalpa-Chontales,
época de primera 2025.**

Autor(es)

**Br. Karen Junieth Durán Calero
Br. Linda Karolina Álvarez**

Asesor(es)

**Ing. MSc. Noel Duarte Rivas
Ing. Francisco Delgadillo Herrera**

**Juigalpa, Nicaragua
Agosto, 2026**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA-Juigalpa

Trabajo de Tesis

**Producción forrajera de variedades criollas,
mejoradas e híbridos de maíz (Zea Mays) bajo
condiciones del municipio de Juigalpa-Chontales,
época de primera 2025.**

Autor(es)

Br. Karen Junieth Duran Calero

Br. Linda Karolina Álvarez

Asesor(es)

Ing. MSc. Noel Duarte Rivas

Ing. Francisco Delgadillo Herrera

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado
de Ingeniera en Zootecnia**

Juigalpa, Nicaragua

Agosto, 2026

Aval

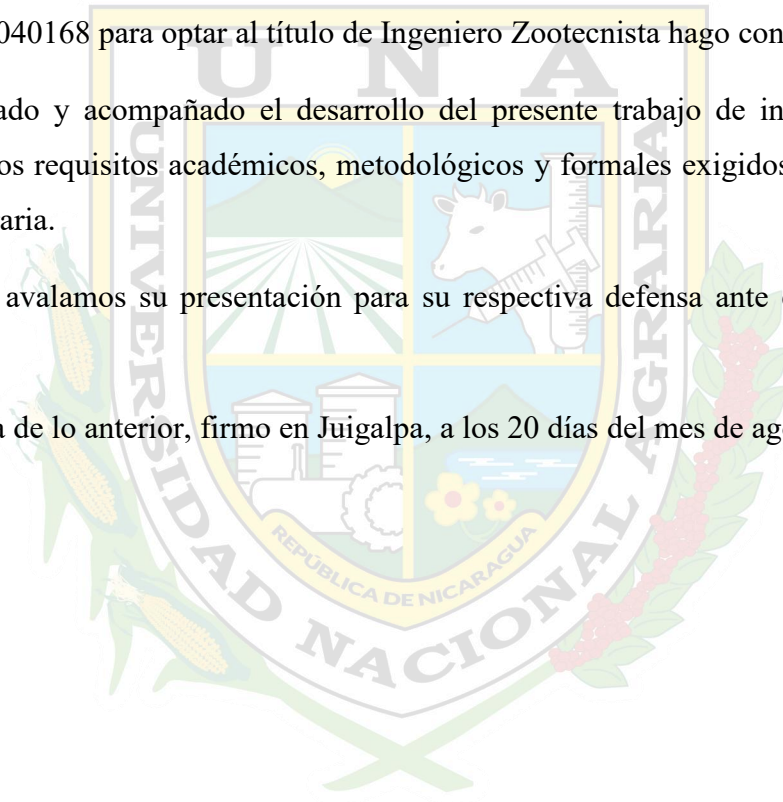
Yo, Noel Duarte Rivas, Francisco Leonidas Delgadillo Herrera en calidad de asesor(a) de la Forma de Culminación de Estudios del tipo tesis, titulada: Producción forrajera de variedades criollas, mejoradas e híbridos de maíz (Zea mays) bajo condiciones del municipio de Juigalpa época de primera 2025.

Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa. Elaborada por los estudiantes, Karen Junieth Duran Calero y Linda Karolina Alvarez identificados(a) con el código único de persona 6FEAC399, 6CDA2CA0, cédula 121-010502-10000Q y 121-260299-1004C y carné 19040016, 18040168 para optar al título de Ingeniero Zootecnista hago constar que:

Hemos revisado y acompañado el desarrollo del presente trabajo de investigación, el cual cumple con los requisitos académicos, metodológicos y formales exigidos por la Universidad Nacional Agraria.

Por lo tanto, avalamos su presentación para su respectiva defensa ante el comité evaluador designado.

En constancia de lo anterior, firmo en Juigalpa, a los 20 días del mes de agosto del año 2026.



Miembros del Comité Evaluador

Juan Carlos Fernandez Alvarez

grado académico y nombre
Presidente

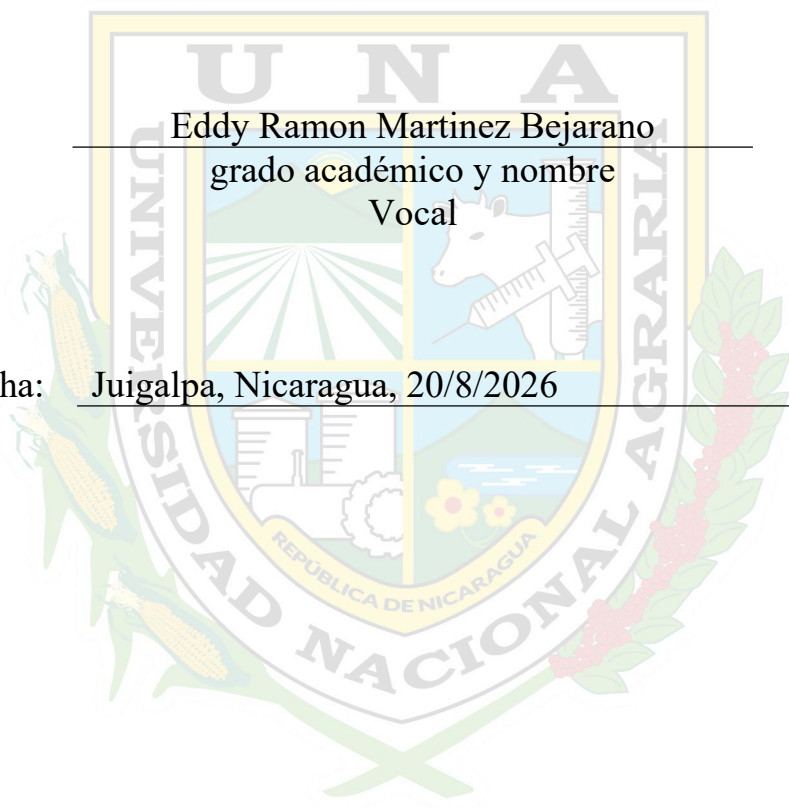
Thais Moncada Alvarez

grado académico y nombre
Secretario

Eddy Ramon Martinez Bejarano

grado académico y nombre
Vocal

Lugar y fecha: Juigalpa, Nicaragua, 20/8/2026



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por guiar cada paso de mi vida y darme la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades. A mi mamá Yadira Calero, por ser mi apoyo incondicional, mi motivación diaria y el motivo principal para esforzarme y alcanzar esta meta tan importante.

También dedico este logro a mi pareja, por acompañarme con paciencia, comprensión y ánimo durante todo este proceso. A mis asesores, por inspirarme con sus conocimientos y enseñanzas, dejando una huella importante en mi formación profesional y personal.

A la Universidad Nacional Agraria, por ser la institución que contribuyó a mi formación profesional y por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para alcanzar esta meta. Asimismo, agradezco especialmente a BANSEI, empresa productora de semillas, por su valioso apoyo y colaboración al facilitar las semillas de maíz utilizadas en esta investigación, contribuyendo de manera significativa al desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados.

Br. Karen Junieth Durán Calero



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi formación profesional. A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y confianza, quienes fueron el principal impulso para alcanzar este logro. Asimismo, agradezco a mis asesores de tesis por su orientación, paciencia y valiosos conocimientos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

De igual manera, expreso mi gratitud a la Universidad Nacional Agraria (UNA) por abrirme las puertas de sus aulas y brindarme una formación académica de calidad, así como las herramientas necesarias para mi crecimiento profesional. Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su apoyo y colaboración durante la realización de este trabajo de investigación.

Br. Karen Junieth Durán Calero



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1. Ubicación del estudio	11
4.2. Diseño metodológico, diseño experimental o diseño de tratamientos	11
4.3. Manejo Agronómico	11
4.4. Variables evaluados	13
4.5. Contenido de materia seca a los 79 dds (%MS)	15
4.6. Producción de materia seca ((t ms/ha ⁻¹)	16
4.7. Coeficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica, producción de forraje verde total (PFVT), producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero	16
4.8. Análisis de Datos	16
4.9. Diseño Experimental	17
4.10. Materiales y Equipos	17
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18



VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
IX. ANEXOS	40



ÍNDICE DE CUADROS

FIGURA		PÁGINA
1.	Evaluación de características agronómicas en materiales de maíz evaluados para producción forrajera.	18
2.	Tabla 2. Rendimiento de materia verde ($t\ mv\ ha^{-1}$), porcentaje de materia seca (% MS) y rendimiento de materia seca ($t\ ms\ ha^{-1}$) en diez materiales de maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.)	26
3.	Coefficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica y la producción de forraje verde total (PFVT), y entre la producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.)	28
4.	Coefficientes de correlación fenotípica entre Producción de materia seca con materia verde.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Centro de desarrollo, innovación y experimentación BANSEI (UTM Geo, 2024)	10



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Materiales a evaluar	40
2. Plano de campo	40
3. Establecimiento del ensayo	41
4. Medición del ensayo	41
5. Momento de toma de datos	41
6. Aplicación de abono	42
7. Muestras de peso	42
8. Secado en horno	42
9. Evaluación de características agronómicas en materiales de maíz evaluados para producción forrajera.	43
10 Rendimiento de materia verde ($t\ mv\ ha^{-1}$), porcentaje de materia seca (% MS) y rendimiento de materia seca ($t\ ms\ ha^{-1}$) en diez materiales de maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.)	44
11 Coeficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica y la producción de forraje verde total (PFVT), y entre la producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.)	45
10. Coeficientes de correlación fenotípica entre Producción de materia seca con materia verde	46

RESUMEN

Uno de los problemas más sentidos en la ganadería nicaragüense es la falta de alimento, principalmente en la época seca. El 30% de los pastos que se utilizan en Nicaragua son naturales con baja producción. Lo anterior nos sugiere desarrollar nuevas alternativas de alimentación como el uso de variedades de maíz con características forrajeras. El objetivo de la presente investigación es Comparar el desempeño productivo de diez genotipos de maíz en condiciones experimentales bajo condiciones edafoclimáticas de Juigalpa. Los tratamientos evaluados fueron: NB-6, HR-ORO 101, HD- 40 Blanco, NB-9043, Sabana Grande, H-991, Gladiador, INTA Sequia Amarillo, Tuleño, DK 7088. Las variables medidas fueron: altura de planta diámetro de tallo, número de hojas, ancho de hojas, longitud de hojas, rendimiento forraje verde en t ha⁻¹, peso fresco de planta entera y sus componentes. Los análisis estadísticos utilizados fueron: Análisis de la varianza y correlación. Los resultados mostraron que el genotipo criollo Sabana grande es el que presentó estadísticamente los mayores valores en las siguientes variables: Altura de planta (257 cm), diámetro de tallo (15mm), número de hojas (15), longitud de hoja (95 cm) toneladas de materia verde por hectárea (50), para la variable ancho de hoja se destacó el genotipo NB-9043 con 10 cm. El análisis de correlación muestra que las variables que más influyen sobre la producción de forraje verde son; peso fresco de mazorca ($r = 0.86$) peso fresco de tallo ($r = 0.88$) y peso fresco de planta entera ($r = 0.98$). Lo anterior indica que para seleccionar genotipos de maíz para producción de forraje las variables peso fresco de mazorca, tallo y planta entera son las que determinan la actitud forrajera de las variedades de maíz. Por otro lado, se recomienda utilizar el genotipo criollo Sabana Grande para la producción de forraje.

Palabras clave: Maíz forrajero; genotipos de maíz; producción de forraje verde; materia verde; rendimiento forrajero; ganadería bovina; correlación.



ABSTRACT

One of the most critical constraints affecting the Nicaraguan livestock sector is the shortage of feed resources, especially during the dry season. Approximately 30% of the pastures used in Nicaragua are natural grasses with low productive potential. This situation highlights the need to develop alternative feeding strategies, such as the use of maize varieties with forage characteristics. The objective of this research was to compare the productive performance of ten maize genotypes under experimental conditions in the edaphoclimatic environment of Juigalpa, Nicaragua. The evaluated treatments were: NB-6, HR-ORO 101, HD-40 Blanco, NB-9043, Sabana Grande, H-991, Gladiador, INTA Sequía Amarillo, Tuleño, and DK-7088. The variables measured included plant height, stem diameter, number of leaves, leaf width, leaf length, green forage yield (t ha^{-1}), fresh whole-plant weight, and the fresh weight of its components. Statistical analyses included analysis of variance and correlation analysis. The results showed that the local genotype Sabana Grande presented statistically superior values in the following variables: plant height (257 cm), stem diameter (15 mm), number of leaves (15), leaf length (95 cm), and green forage yield per hectare (50 t ha^{-1}). For leaf width, the genotype NB-9043 stood out with 10 cm. Correlation analysis indicated that the variables with the greatest influence on green forage production were ear fresh weight ($r = 0.86$), stem fresh weight ($r = 0.88$), and whole-plant fresh weight ($r = 0.98$). These results suggest that ear, stem, and whole-plant fresh weights are the main traits determining the forage potential of maize genotypes. Based on these findings, the local genotype Sabana Grande is recommended for forage production under the environmental conditions of Juigalpa, Nicaragua.

Keywords: Forage maize; maize genotypes; green forage production; green matter; forage yield; cattle farming; correlation.



I. INTRODUCCIÓN

Acosta (2009) el maíz (*Zea mays* L.) es originario del país de México, posterior a esto se comenzó a emigrar este grano hacia otros países de América. Estados Unidos es la nación más importante en cuanto a producción mundial se trata, continuando con los países de China, Brasil y Argentina. En estas cuatro naciones se produce alrededor del 70% (Núñez y Sempere, 2016).

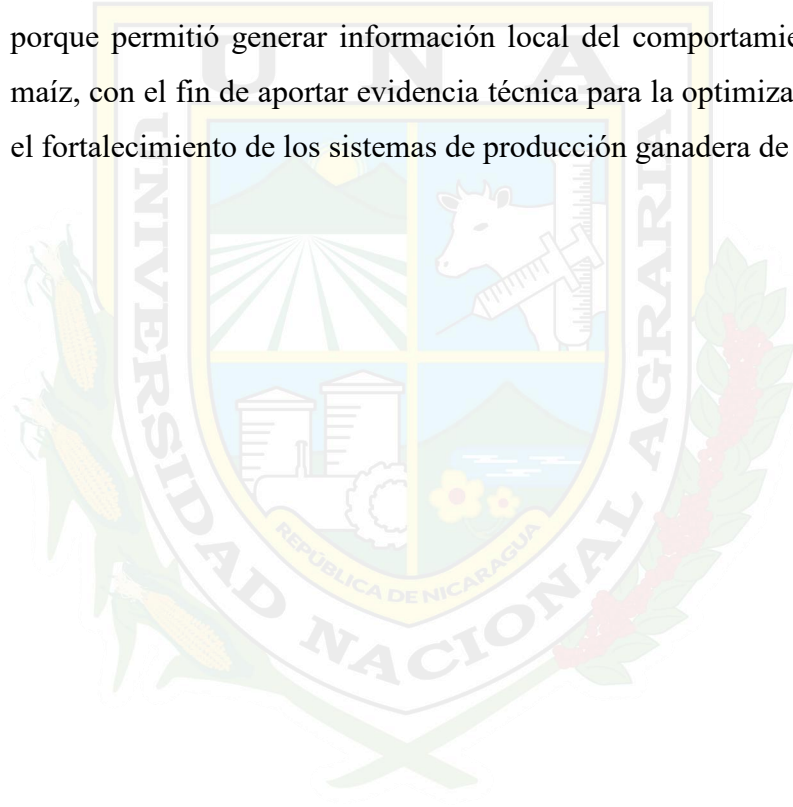
La producción de maíz en Nicaragua se desarrolla prácticamente en todo el país. La mayor superficie cultivada se localiza en la costa Atlántica donde se concentra alrededor del 30% del área nacional destinada a este cultivo. A esta región le siguen los departamentos de Jinotega con el 14% y Matagalpa con el 12%, las cuales en conjunto aportan aproximadamente el 57% de los demás departamentos del país. (Mendoza, 2017). En cuanto a forraje verde el rendimiento promedio oscila entre 15 a 21 t/ha a nivel nacional (Espinoza y Mayorga, 2016).

Durante la época seca el ganado bovino presenta una disminución considerable en sus niveles de producción tanto de carne como de leche. Esta situación se debe principalmente a la fuerte estacionalidad en la producción de pastos y forrajes, tanto en cantidad como en calidad (Ponce, 2017).

Zaragoza-Esparza y otros (2019) evaluaron 12 genotipos de maíz entre ellos; variedades e híbridos para determinar los que presentaban altos rendimientos y elevada calidad de forraje para aprovecharlos en la producción ganadera. Logrando obtener diferencias significativas en los rendimientos obtenidos de materia verde, oscilando sus rendimientos entre 50 a 75 t/ha de materia verde en forraje de maíz.

Pascual y otros (2015) realizaron la evaluación de 29 genotipos de maíz, siendo estos 10 híbridos y 19 variedades, para identificar genotipos potenciales en producción forrajera para alimentación de ganado mayor. Obteniendo rendimientos forrajeros que oscilaban entre 57.52 a 114.1 t/ha en forraje verde.

Fuentes y otros (2001) realizaron la evaluación de híbridos y variedades de maíz (*Zea mays*) destinados a la producción de forraje, con el propósito de analizar su rendimiento forrajero a partir de la producción de materia verde y materia seca. Dicho estudio permitió identificar diferencias significativas entre los materiales evaluados en cuanto a su potencial productivo forrajero. En este contexto, la presente investigación adquiere gran relevancia, porque permitió generar información local del comportamiento productivo de genotipos de maíz, con el fin de aportar evidencia técnica para la optimización de la alimentación animal y el fortalecimiento de los sistemas de producción ganadera de la región.



II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar el desempeño forrajero de 10 genotipos de maíz en condiciones de la estación experimental de la empresa productora de semilla (BANSEI) ubicada en el municipio de Juigalpa-Chontales.

2.1. Objetivos específicos

1. Determinar características agronómicas correlacionadas con la producción de forraje.
2. Cuantificar la producción de forraje cerde y seco T/ha-1 en cada tratamiento.
3. Medir la asociación existente de la producción de materia seca respecto a la producción de materia verde en los genotipos de maíz evaluado.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Importancia del maíz (Zea Mays L.) como cultivo forrajero.

El maíz representa un cultivo de gran importancia dentro de los sistemas de producción pecuaria, debido a sus múltiples usos en la alimentación humana, animal y en diferentes procesos agroindustriales. En la producción ganadera, constituye una fuente importante de alimento por su aporte nutricional y disponibilidad. Sin embargo, en las regiones tropicales su utilización como forraje todavía es limitada, a pesar de presentar características favorables para este propósito. (Mendoza, 2023).

3.2. Taxonomía

Según Ortigoza y otros (2019) mencionan que el maíz es una gramínea anual de buen porte, robusto y con un crecimiento acelerado. Puede llegar a crecer hasta 5 metros de altura (aunque lo más común es de 2 a 2,50 metros).

3.3. Clasificación taxonómica del maíz (Zea mays. L)

Reino: Plantae

División: Tracheophytas (plantas con tejido vascular)

Subdivisión: Pteropsidae (plantas con hojas grandes).

Clase: Angiosperma (Plantas con flor, semillas dentro de frutos)

Sub clase: Monocotiledónea (semillas con un solo cotiledón)

Orden: Graminales

Familia: Gramineae

Género: Zea

Especie: mays

Nombre científico: Zea Mays (Universidad Pública de Navarra, 2024)

3.4.Fenotipo

Según University of Warwick (2016), el fenotipo hace referencia a las características observables que presenta una planta, tales como la altura, la biomasa y la forma de sus hojas. Estas características son el resultado de la interacción entre el material genético de la planta y las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Por ello, el fenotipo permite describir la expresión conjunta del genotipo y el ambiente. Además, facilita la evaluación de características visibles que pueden variar entre plantas y condiciones de cultivo.

3.5.Genotipo

Según Grandma's Genetics (2020), el genotipo corresponde al conjunto de información genética que posee una planta y que se encuentra contenida en sus cromosomas. Esta información determina diversas características del organismo, algunas de las cuales pueden observarse directamente, como el color de las flores, la forma y estructura de las hojas, mientras que otras no son visibles a simple vista, como la capacidad de respuesta o susceptibilidad frente a determinadas enfermedades.

3.6.Uso del maíz en alimentación animal

En la nutrición del ganado, el maíz proporciona una fuente de energía fiable que ayuda al aumento de peso, en promedio se consigue más materia seca y nutrientes digestibles por unidad de superficie que otros forrajes. En climas templados es comúnmente usado para hacer ensilaje. En síntesis, desde el punto de vista nutricional, el maíz es un alimento energético muy valioso en la alimentación animal (Vinuzueca, 2020).

3.7.Producción de forraje verde y materia seca

3.7.1. Arroliga y Rocha (2025) puntualizan que el forraje verde es una tecnología basada en la producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento del cultivo de

maíz. El forraje verde es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación de los animales mejorando su estado físico y productivo.

3.7.2. La materia seca es la parte del forraje (planta entera) que queda después del proceso de secado tras eliminar toda el agua en su interior, quedando como resultado el

conteniendo de nutrientes (proteínas, carbohidratos, minerales) que el animal realmente consume y utiliza para energía y producción. Es de importancia para la formulación de raciones que nos ayudan a la prevención o exceso de nutrientes (Torres, 2010).

3.8.Importancia del maíz forrajero en sistemas ganaderos

El maíz forrajero representa uno de los cultivos de mayor importancia para la alimentación del ganado a nivel mundial, destacándose por su alto rendimiento de biomasa, este permite ayudar a reducir costos de producción ya sea en forma de ensilaje, grano o forraje verde, permite una alimentación constante y equilibrada que favorece el crecimiento, la reproducción y la rentabilidad del sistema ganadero (Canales, 2025).

3.9.Rol del maíz forrajero en sistemas de carne y doble propósito

El cultivo de maíz es esencial para mantener buenas condiciones corporales en el ganado, lo que influye directamente en su productividad y en la eficiencia del sistema ganadero. Contar con una fuente de alimento de alta calidad asegura el bienestar de los animales y optimiza la producción de carne y leche. Este cultivo permite obtener biomasa a bajo costo gracias a su rápido crecimiento y corto ciclo vegetativo, permitiendo garantizar una alimentación balanceada para los bovinos (Barbosa, 2025).

3.10. Aporte energético y productivo

El maíz es un alimento que aportan gran cantidad de energía y numerosos nutrientes elementales para el crecimiento, desarrollo y correcto funcionamiento del organismo en los animales que lo consumen como forraje. En este sentido, el aporte energético del maíz es de

347 kcal en 100 gramos de granos, similar al de los otros cereales (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAG y P], 2015).

3.11. Variedades criollas de maíz

Las variedades criollas son poblaciones de plantas de especies domesticadas, caracterizadas por su gran diversidad genética, seleccionadas por agricultores durante generaciones, se caracterizan por su adaptación a las condiciones locales y mantienen características únicas de color, sabor y textura, haciendo un mejoramiento de semillas por cruzamiento naturales o dirigidos (INTA, 2015).

3.12. Adaptación local de maíz criollo

Las semillas criollas han sido cultivadas año con año, logrando sobrevivir a los diferentes ambientes y variaciones climáticas a las que han sido expuestas. Lo que ha creado un elemento que ha favorecido esta condición es la diversidad genética que se encuentra en ellas. Agricultores tienen preferencia por los materiales criollos por varias características: precocidad, adaptación a suelos de baja fertilidad, buenas características culinarias, tolerancia a enfermedades y plagas. (INTA, 2018).

3.13. Variedades mejoradas de maíz

Las variedades mejoradas tienen una base genética reducida comparada con la alta variabilidad genética presente en los materiales genéticos propios de los agricultores

desarrollado para superar a los maíces criollos en rendimiento, resistencia a enfermedades, sequías y calidad del grano. Por milenios con el objetivo de lograr un material adaptativo para diferentes climas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1997).

3.14. Híbridos

El maíz híbrido se obtiene a través del cruce deliberado de dos líneas puras de maíz, que principalmente se busca tener características específicas y deseables. Este cruce controlado se realiza con el objetivo de combinar las características superiores de ambas líneas parentales en una sola planta, produciendo así un nuevo genotipo que posee ventajas

en términos de productividad, resistencia a enfermedades, uniformidad y otras características beneficiosas (Rodríguez, 2017).

3.15. Rendimiento forrajero de híbridos

Gaytán y otros (2009) reportan que los híbridos de maíz presentan un alto potencial productivo, alcanzando rendimientos promedio que varían entre 5.2 y 50.0 t ha⁻¹. Esta amplia variabilidad en la producción está estrechamente relacionada con el genotipo utilizado, las condiciones agroclimáticas y el manejo agronómico aplicado durante el ciclo del cultivo.

3.16. Potencial en producción forrajera

Sánchez (2019) explica que dentro del potencial se encuentra su aporte energético que favorece al rendimiento productivo del animal, alta palatabilidad y digestibilidad, posee buenas características para ensilaje, lo que es importante para seguir estableciendo y obtener los resultados de forraje entre los 79 a 82 días de siembra.

3.17. Limitantes en producción forrajera

Pumachoque (2022). Existen limitantes de la calidad del forraje que influyen en el rendimiento de contenido proteico, fibra con baja digestibilidad, siendo estos provocados por factores ambientales; (estrés hídrico, temperatura). En las limitantes no sólo el clima, sino también la gestión: pastoreo, tiempo de corte, fertilización, saneamiento y plagas y enfermedades.

3.18. Características al momento de corte idóneo en maíz destinado a forraje

“El momento óptimo de cosecha de un cultivo de maíz dedicado a la producción forraje, se encuentra cuando el endospermo de los granos comienza a presentar una apariencia pastosa y completamente turgente con aspecto ceroso. Es decir, alcanzando la madurez fisiológica, momento en el cual el contenido de humedad en el grano es del 60%. En este estado, al ser usada la planta como forraje directamente o ensilada, alcanza su más alto valor nutricional, trayendo consigo un mayor incremento en la producción de carne y leche por unidad de superficie.” (López, 2020).

3.19. Calidad del forraje de maíz

Las especies forrajes varían en gran parte por su identidad química y valor nutritivo, incluyendo cuando se cultivan en las mismas condiciones ambientales. Las plantas individuales de la misma especie se pueden definir en su valor nutritivo. Así, es posible seleccionar forrajes más nutritivos para un mejor resultado en el rendimiento animal, buscando una buena digestibilidad de la planta entera (hoja, tallo y principalmente grano), ideales para tener resultados más productivos (Pumachoque, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones de las parcelas del CEDIEB (Centro de Desarrollo, Innovación y Experimental BANSEI), ubicada en la Comunidad Piedras grandes 1 del municipio de Juigalpa en el departamento de Chontales. Situada en las coordenadas X: 680230, Y: 1340198. Se encuentra a una altura de 106 m.s.n.m. La temperatura oscila en 32°C, y con respecto a las precipitaciones, en esta zona oscilan en 1,100 mm de agua.

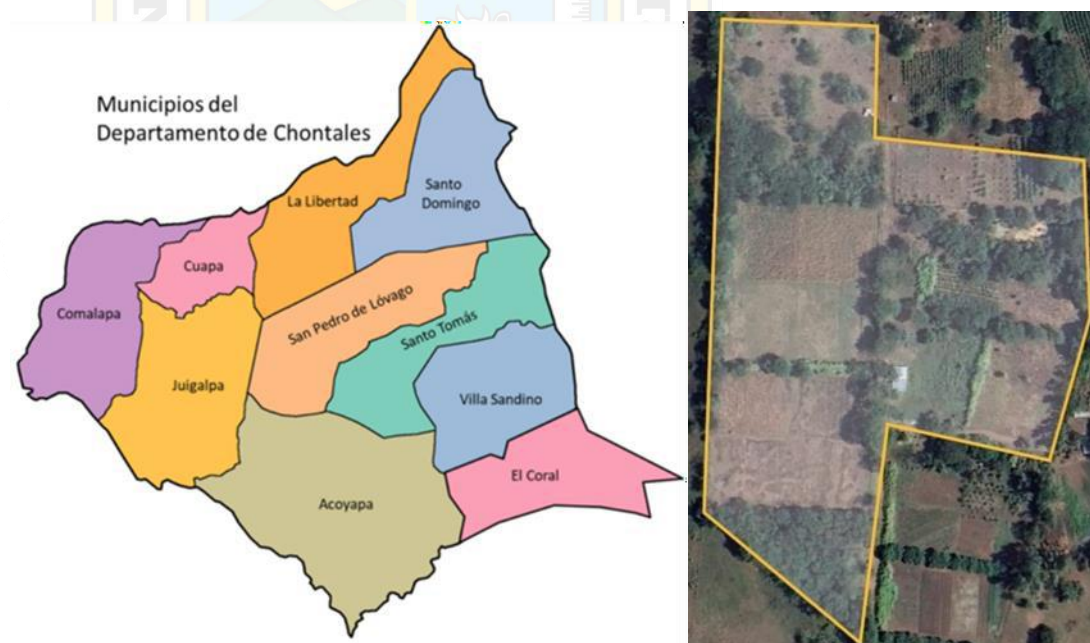


Figura 1. Centro de Desarrollo, Innovación y Experimental BANSEI (CEDIEB) (UTM Geo Map, 2024).

4.1.1. Fecha de inicio y finalización

Estas parcelas destinadas para llevar a cabo el ensayo de los materiales de maíz, con el objetivo de evaluar su rendimiento en forraje dieron inicio en el mes de mayo, concluyendo en el mes de agosto del año 2025.

4.2. Diseño metodológico:

4.2.1. Bloques completos al Azar (BCA).

Los procesos de los tratamientos en las unidades experimentales, se lleva a cabo independientemente en cada bloque, estableciendo al azar un tratamiento en cada unidad experimental del propio bloque. En el transcurso de los experimentos, todas las parcelas dentro de los bloques se deben tratar por igual. (Gutiérrez, 2015).

El experimento se estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con el propósito de reducir la variabilidad ocasionada por las condiciones del terreno. Se evaluaron 10 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 y T10), cada uno repetido en cuatro bloques, conformando un total de 40 unidades experimentales. Dentro de cada bloque, los tratamientos fueron asignados de forma completamente aleatoria, garantizando que cada tratamiento estuviera representado una sola vez por bloque. (ver anexos)

4.3. Manejo Agronómico

4.3.1. Preparación de suelo

La preparación de suelo que se llevó a cabo fue el método de labranza mínima con la utilización de piocha. Primeramente, se realizó limpieza del área con machete, luego procedimos a utilizar piocha para remover el suelo y formar los surcos para su debido establecimiento. (ver anexo 1)

4.3.2. Arreglo de siembra

La dimensión con la cual conto cada parcela destinada para esta evaluación en el cultivo de maíz fue de 1.68 x 4 m. El establecimiento de la parcela por cada tratamiento se dio de la siguiente manera:

En la parcela destinada para cada tratamiento los surcos midieron 4 m de largo y se establecieron 2 surcos por tratamiento. (ver anexo 2 y 3).

El distanciamiento entre golpe de siembra fue de 0.20 m y entre surcos la distancia es de 0.84 m, colocando 1 semilla por cada golpe de siembra. Con este marco de plantación se obtuvo un total de 1,600 plantas en todo el diseño de bloques completos al azar (BCA). (ver anexo 4 y 5)

4.3.3. Manejo de malezas

El manejo de malezas previo a la siembra se realizó de forma mecánica (uso de machete), seguido de la aplicación de herbicida no selectivo Paraquat 20 S.L. a ración de 150 cc por bomba de 20 lts.

El manejo de malezas post emergente se realizó con herbicida selectivo (Nicosulfuron 3% + Mesotrione 7.5%) a ración de 100 cc por bomba de 20 lts. Aplicándose cuando las malezas obtuvieron una altura de 10 cm. (una sola aplicación).

4.3.4. Tratador de semilla

El tratador de semilla se realizó con insecticida Thiamethoxam + Thiram + Carboxin, Triple fix ®. Que combina un insecticida y dos fungicidas en una sola mezcla, diseñado para brindar protección integral contra plagas del suelo y enfermedades fúngicas.

4.3.5. Fertilización Edáfica

A los 8 dds (días después de la siembra), se suministraron 2 qq de fertilización edáfica, utilizando la fórmula química 15-10-5-12S-2Mg Nutrasul ®; a los 23 dds se suministró la fórmula química 15-4-22-(4 MgO-0.1 B-0.1 Zn), Ferti complex®. A los 43 dds se suministró la fórmula química 40 N+6S. Ferti complex® (ver anexo 7)

4.3.6. Control de insectos plagas

Las aplicaciones dirigidas para el control de insectos fueron destinadas a suministrarse a partir de los 18 dds utilizando Repel® 20 SC a base de clorotraniliprol a una dosis de 20 cc por 20 l de agua, destinadas para insectos lepidópteros.

4.4. Variables evaluadas

4.4.1. Número de hojas

Se contó el número de hojas hasta que estuvo formada la espiga en su totalidad en cada parcela. (Ver anexo 9)

4.4.2. Longitud de hoja de la mazorca superior (cm)

Se midió en centímetros, desde el punto de inserción de la hoja que inicia en la aurícula hasta el ápice de la misma lamina, las hojas que se tomaron son las que se encuentran ubicada debajo de la mazorca superior.

4.4.3. Ancho de hoja (cm)

Es la distancia en centímetros, medida de borde a borde en el lugar más ancho de la lámina, en la hoja que se encuentra ubicada debajo de la mazorca superior.

4.4.4. Diámetro de tallo (mm)

Es la medida del diámetro en la parte media del entrenudo de la planta donde se encuentra la mazorca superior, y se calcula en milímetros.

4.4.5. Producción de biomasa y componentes de morfológicos

Del área útil de cada material, seleccionamos una muestra en un metro cuadrado en el que se determinaron las siguientes variables:

4.4.6. Peso fresco de la planta entera

Se tomó una muestra de un metro cuadrado aleatoriamente que se encontraba dentro de la parcela útil, se pesó y se determinó el peso de la planta entera.

4.4.7. Peso fresco de la hoja

De la misma muestra, que se evaluó la variable anterior, se separaron las hojas y se pesaron por cada parcela, utilizando una balanza electrónica.

4.4.8. Peso fresco del tallo

El mismo mecanismo que se utilizamos en la toma de la variable anterior, se separaron los tallos y se pesaron por cada muestra.

4.4.9. Peso fresco de la mazorca

El mismo mecanismo que se utilizó en la toma de la variable anterior, se separaron las mazorcas y se pesaron por cada muestra.

4.4.10. Relación de los componentes de las plantas

El peso de la mazorca, en las muestras de cada parcela se calculó en base a la relación con respecto al peso de la planta entera, expresándose en porcentaje para luego relacionarlo con el grano de cada mazorca de los materiales evaluados.

4.4.11. Producción de materia verde (Ton mv/ha⁻¹)

Para obtener el rendimiento de materia verde total kg ha⁻¹ se efectuó el corte de biomasa de cada material en la parcela útil (1.68 x 4 m) a una altura de 5 cm del suelo. Se pesó todo lo colectado y se registró para estimar la producción de materia fresca total por hectárea. (ver anexo 12)

4.5. Contenido de materia seca a los 79 dds

De las plantas seleccionadas en la parcela útil se separaron los componentes de hojas, tallos y mazorcas, obteniéndose muestras expresadas en gramos (g) de biomasa fresca de cada componente por parcela, las cuales fueron utilizadas posteriormente para determinar el contenido de materia seca en porcentaje. El muestreo de los diez genotipos de maíz se realizó de manera gradual, iniciando a los 79 días después de la siembra. Se tomó un genotipo por día, continuando de forma consecutiva hasta completar los diez genotipos a los 89 días después de la siembra. Esta metodología permitió realizar la recolección y evaluación de las muestras de manera ordenada, considerando el desarrollo de cada material en el momento establecido para su evaluación.

Las muestras fueron sometidas a un proceso de secado gradual en un horno de circulación de aire forzado a una temperatura de 70 °C. Durante el proceso, las muestras fueron retiradas periódicamente del horno y pesadas para determinar la pérdida progresiva de humedad. Posteriormente, se reincorporaban al horno y se repetía el procedimiento de secado y pesaje hasta alcanzar un peso constante, es decir, hasta que las muestras dejaran de presentar disminución en su peso entre una medición y otra. Este procedimiento permitió asegurar que se había eliminado prácticamente toda la humedad de las muestras y, de esta manera, obtener el contenido de materia seca de cada material evaluado. Una vez alcanzado el peso constante, las

muestras fueron almacenadas en bolsas de papel Kraft y bolsas plásticas debidamente identificadas para su posterior registro y análisis. (ver anexo 16)

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso inicial de muestra (g)} - \text{peso final de la muestra (g)} \times 100}{\text{Peso Inicial de la muestra (g)}}$$

$$\text{Contenido de materia seca (\%)} = 100 - \% \text{ humedad}$$

4.6. Producción de materia seca (t ms/ha⁻¹)

Se determinó a partir del forraje verde total y el % de materia seca que se obtuvo en cada parcela.

4.7. Coeficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica, producción de forraje verde total (PFVT), producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero

Se realizó un análisis sobre coeficientes de correlación con el fin de determinar el grado de asociación entre las variables morfoagronómica y la producción de forraje verde total (PFVT), así como entre la producción de materia verde (PMV) y materia seca (MS) en los diez materiales de maíz forrajero. Este análisis permitió identificar la dirección y magnitud de las relaciones entre las variables estudiadas, evaluando la influencia de los caracteres de crecimiento sobre la productividad forrajera.

4.8. Análisis de datos

Las variables cuantitativas, se analizaron mediante estadísticas descriptivas, utilizando la medida de tendencia como medida aritmética central, así mismo los promedios obtenidos sirvieron como análisis estadísticos inferenciales, incluyendo pruebas de separación de medias, análisis de varianza (ANDEVA) y análisis de correlaciones con el objetivo de determinar diferencias estadísticas significativas y relaciones entre las variables evaluadas. Por tal motivo,

es la que nos presentó mayor medida de la población. La media se utiliza consecutivamente, para determinar la comparación de poblaciones (Centro interactivo de aprendices multi media [CIAM], 2022).

4.9. Diseño experimental

Han demostrados ser un instrumento primordial para los trabajos investigativos en las ciencias aplicadas. Su aplicación está muy coherente con la investigación que logra ser desde la que se realiza en el laboratorio hasta la de campo en las diferentes áreas del conocimiento (Gutiérrez, 2015).

4.9.1. Bloques Completos al Azar (BCA).

Los procesos de los tratamientos en las unidades experimentales, se lleva a cabo independientemente en cada bloque, estableciendo al azar un tratamiento en cada unidad experimental del propio bloque. En el transcurso de los experimentos, todas las parcelas dentro de los bloques se deben tratar por igual. (Gutiérrez, 2015).

4.10. Materiales y equipos

Los materiales y equipo que se utilizaron durante todo el proceso que duro el estudio fueron: Machete, cinta métrica, azadón, lápices, bamba de mochila, balanza digital, semillas de maíz, productos agroquímicos y fertilizantes.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Evaluación de características agronómicas en materiales de maíz evaluados para producción forrajera.

Materiales	Altura de planta (cm)	Dm de tallo (mm)	Número de hojas	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	% Relación planta/mazorca	% Relación grano/mazorca
Sabana grande	257.80 a	15.76 a	15 a	95.23 a	9.68 abc	36.34 a	48
Tuleño	236.33 ab	15.71 ab	14.10 ab	93.94 a	9.92 ab	39.18 a	48
NB-6	224.88 bc	14.31 ab	13.95 abc	89.21 ab	9.55 abc	39.32 a	42
Gladiador	221.78 bc	13.05 b	13.63 bc	91.51 ab	9.41 bc	40.97 a	45
NB-9043	212.63 bcd	13.43 ab	13.53 bcd	88.23 abc	10.35 a	39.77 a	43
INTA Sequia amarillo	211.95 bcd	14.08 ab	12.53 d	88.19 abc	9.93 ab	37.33 a	40
H-991	206.85 cd	14.1 ab	12.88 cd	88.85 bc	8.87 c	41.10 a	44
DK-7088	203.15 cd	13.18 ab	13.55 bcd	80.55 c	9.61 abc	40.46 a	50
HR Oro-101	194.30 d	13.13 ab	13.08 bcd	84.51 bc	10.09 ab	45.57 a	43
HD-40 Blanco	188.85 d	13.6 ab	13.38 bcd	85.21 bc	9.70 abc	39.48 a	42
$p < 0.05$	0.0001	0.0073	0.0001	0.0001	0.0011	0.7794	

Altura de planta (cm)

La tabla 1 para esta variable muestra diferencias estadísticas (p valor > 0.0001), sobresaliendo la variedad criolla sabana grande, con una altura de 257.80 cm.

INTA (2014) menciona que algunas variedades de maíz como NB-6 alcanzan una altura entre 230-235 cm de altura, así también como el híbrido H-991 alcanzan alturas de 230-235 cm, INTA sequia amarillo tiene datos de altura entre 210 a 230cm y Nutrinta amarillo alcanza alturas promedio de 230 cm.

En el grupo de las variedades criollas, conformado por Sabana Grande y Tuleño, se observó un comportamiento sobresaliente en la variable evaluada. La variedad criolla Sabana Grande alcanzo el mayor valor promedio (257.80cm), diferenciándose estadísticamente del resto de los demás materiales. Por su parte Tuleño registro una altura promedio de (236.33cm), ubicándose en un grupo estadístico intermedio superior, lo que evidencia el buen potencial agronómico que presentan las variedades criollas para esta característica.

En las variables mejoradas, integradas por NB-6 E INTA Sequia Amarillo, los valores obtenidos fueron intermedios. NB-6 presentó una altura promedio de 224.88cm, seguida de NB-9043 con 212.63cm e INTA Sequia Amarillo con 211.95cm. Aunque estas variedades mostraron un comportamiento favorable, sus valores fueron inferiores a los que, alcanzados por variedades criollas, lo que indica una respuesta agronómica moderada para la variable estudiada.

Con respecto a los híbridos, conformados por Gladiador, H-991, DK-7088, HR Oro-101 y HD-40 Blanco, se evidencio una mayor variabilidad en resultados. El Híbrido Gladiador Presento el mejor desempeño dentro de este grupo con una altura promedio de 221.78cm, mientras que H-991 Y DK-7088 registraron valores de 206.85cm y 203.15cm más bajos, reflejando un comportamiento inferior respecto a los demás híbridos evaluados.

El análisis de varianza indico la existencia de diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados. La altura de planta constituyó una de las variables con mayor amplitud de respuesta entre los materiales evaluados, destacándose Sabana Grande (257.80 cm) como el genotipo de mayor porte. En programas de mejoramiento para forraje, la altura de planta es considerada un carácter de importancia estratégica debido a su asociación positiva con el rendimiento de biomasa aérea. En este sentido, el comportamiento de Sabana Grande sugiere

la presencia de alelos favorables relacionados con el crecimiento vegetativo, condición deseable cuando el objetivo de selección es incrementar la cantidad total de forraje disponible para la alimentación animal.

Diámetro de tallo (mm)

El diámetro del tallo es una variable de mucha importancia en el cultivo de maíz, este se ve afectado posiblemente por altas densidades de siembra y por competencia de luz, provocando así una elongación de los tallos y entrenudos, plantas más altas y reducción del grosor de los tallos favoreciendo el acame de las plantas. (Barrios y Somarriba, 2000).

En los materiales criollos, Sabana Grande y Tuleño presentaron los mayores valores de diámetro de tallo, Sabana Grande con 15.76 y Tuleño con 15.71 mm, respectivamente. Ambos materiales mostraron valores muy similares, lo que indica un comportamiento semejante para esta característica. En comparación con los demás grupos evaluados, los materiales criollos presentaron los diámetros de tallo más altos, lo cual puede estar relacionado con su adaptación a las condiciones ambientales y con las características genéticas propias de estos materiales.

En las variedades mejoradas, NB-6 presentó el mayor diámetro de tallo con 14.31 mm, seguido de INTA Sequía Amarillo con 14.08 mm y NB-9043 con 13.43 mm. Estos resultados muestran variación entre los materiales pertenecientes a este grupo, destacándose NB-6 por presentar un tallo más desarrollado. Aunque sus valores fueron inferiores a los observados en los materiales criollos, las variedades mejoradas mostraron un comportamiento intermedio en relación con los demás grupos.

En los híbridos, H-991 presentó el mayor diámetro de tallo con 14.1 mm, mientras que HD-40 Blanco con 13.6, DK-7088 con 13.18, HR Oro-101 con 13.13 y Gladiador 13.05. Se observó una variación entre los híbridos evaluados, siendo H-991 el que presentó el valor más elevado dentro de este grupo y Gladiador el menor. Al comparar las tres clasificaciones, los híbridos mostraron en general valores inferiores a los materiales criollos, aunque algunos presentaron resultados cercanos a las variedades mejoradas. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados ($p = 0.0001$), siendo este

valor inferior al nivel de significancia establecido ($p = 0.05$), lo que confirma que existen diferencias estadísticas en el diámetro de tallo entre los genotipos estudiados.

La selección basada exclusivamente en altura podría conducir a materiales susceptibles al acame o con una menor eficiencia fisiológica. Por ello, resulta particularmente relevante que los materiales más altos también hayan mostrado diámetros de tallo superiores. El caso de Sabana Grande y Tuleño evidencia una combinación favorable entre crecimiento

longitudinal y robustez estructural. El diámetro de tallo es un carácter frecuentemente asociado con la acumulación de biomasa estructural, la resistencia mecánica y la capacidad de almacenamiento temporal de carbohidratos solubles. En sistemas de producción de forraje, una mayor robustez del tallo puede contribuir a incrementar el rendimiento de materia seca cosechable y reducir pérdidas asociadas al volcamiento de plantas antes de la cosecha.

Numero de hojas

En los materiales criollos, Sabana Grande presentó el mayor número de hojas con un promedio de 15 hojas por planta, mientras que Tuleño registró 14.10 hojas. Estos resultados muestran que ambos materiales presentaron un comportamiento favorable para esta característica, destacándose Sabana Grande por alcanzar el valor más alto de los genotipos evaluados.

En las variedades mejoradas, NB-6 presentó el mayor número de hojas con 13.95, seguido de NB-9043 con 13.53 hojas e INTA Sequía Amarillo con 12.53 hojas por planta. Se observa que NB-6 presentó un valor superior respecto a las otras variedades mejoradas, mientras que INTA Sequía Amarillo obtuvo el menor registro dentro de esta clasificación.

En los híbridos, Gladiador presentó el mayor número de hojas con 13.63, seguido de DK-7088 con 13.55, HD-40 Blanco con 13.38, HR Oro-101 con 13.08 y H-991 con 12.88 hojas por planta. Los resultados evidencian variabilidad entre los híbridos evaluados, destacándose Gladiador por presentar el mayor número de hojas y H-991 por registrar el menor valor dentro de este grupo.

Con los resultados del número de hojas (cuadro 1), se observaron diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados (p valor > 0.0001). La variedad criolla Sabana grande presentó el mayor número de hojas, con un promedio de 15 hojas, ubicándose en el grupo estadístico superior, le siguió la variedad criolla Tuleño con 14.10 hojas. La variedad comercial INTA Sequia Amarillo registro el menor número de hojas 12.53 diferenciándose significativamente entre los genotipos con mayor promedio.

El número de hojas que tenga la planta de maíz, es importante ya que en ella se lleva a cabo la fotosíntesis, impulsando el crecimiento y llenado del grano. Además, facilitan la transpiración para regular la temperatura, la hoja también absorbe nutrientes y protegen el punto de crecimiento. (Flores y Limo, 2015)

Al comparar estos resultados con otras investigaciones de (Mendoza y Gaitán, 2013) el maíz amarillo se reporta con hojas promedio de 6.8 hojas por planta, se observa una diferencia significativa, ya que todos los materiales analizados en este estudio superaron dicho valor. Esta variación puede atribuirse a las diferencias genéticas entre los materiales evaluados, así como las condiciones agroecológicas y de manejo del cultivo, lo que representa que los genotipos utilizados presentan un mejor desarrollo foliar bajo las condiciones que se realizó el ensayo.

Las diferencias significativas observadas en número de hojas y dimensiones foliares sugieren además una considerable variabilidad genética para caracteres relacionados con la eficiencia fotosintética. Sabana Grande presentó simultáneamente el mayor número de hojas y una de las mayores longitudes foliares, mientras que NB-9043 destacó por su mayor ancho de hoja. Desde el punto de vista fisiológico, estos caracteres influyen directamente sobre la capacidad de interceptación de radiación fotosintéticamente activa y por consiguiente, sobre la producción de foto asimilados. En materiales destinados a ensilaje o corte verde, una mayor área foliar generalmente se asocia con una mayor acumulación de biomasa digestible, debido a que las hojas constituyen una de las fracciones de mayor calidad nutricional dentro de la planta de maíz.

Longitud de Hojas (cm)

Mendoza y Gaitán (2013) Describen que la longitud de la hoja es la medida desde la base hasta las puntas de las hojas superiores o también llamadas hoja bandera, las cuales son

fundamentales para la fotosíntesis y el llenado del grano, esto quiere decir que una mayor longitud foliar indica mayor capacidad fotosintética, lo que directamente se traduce en mazorcas más grandes, mayor peso de grano así tal como mayor rendimiento.

Con respecto a este carácter las variedades criollas Sabana grande y Tuleño presentaron una longitud similar significativamente superando ambas a los demás materiales híbridos y materiales comerciales. El híbrido DK- 7088 presentó la menor longitud con un 80.55 cm.

La superioridad observada en Sabana Grande para altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y longitud de hoja sugiere una arquitectura típica mente favorable para programas de selección orientados a producción forrajera. Este conjunto de caracteres indica una elevada capacidad de captación y transformación de energía solar en biomasa vegetal, lo cual constituye uno de los criterios centrales en el desarrollo de híbridos y variedades para ensilaje. Además, la combinación de un tallo robusto y un abundante aparato foliar podría favorecer una mayor producción de materia seca sin comprometer significativamente la estabilidad agronómica del cultivo.

Ancho de Hoja (cm)

El ancho de hoja se define como la máxima distancia transversal de la lámina foliar, medida perpendicularmente al nervio central (nervadura media), desde un borde de la hoja hasta el otro. Esta variable es uno de los componentes del crecimiento vegetativo y se utiliza para estimar el área foliar, la capacidad fotosintética y el vigor del cultivo. (Kwadwo y otros, 2023).

En cuanto a esta variable, se observaron diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados (p valor > 0.0011). La variedad comercial NB-9043 registró el mayor ancho de hoja, con un promedio de 10.33 cm, superando significativamente a los demás genotipos en estudio.

En contraste, el híbrido H991 presentó el menor valor, con un promedio de 8.87 cm de ancho de hoja.

% Relación Planta mazorca

Con respecto a la relación planta/mazorca, el análisis estadístico indicó que cuatro de los materiales evaluados presentaron similitud en su resultado. Estos correspondieron a la variedad criolla Tuleño y a los híbridos Gladiador, DK-7088 y H-Oro 101, por lo que estadísticamente mostraron un comportamiento similar para esta variable.

La variedad criolla Tuleño presentó una relación planta/mazorca de 39.18 %, lo que indica que la mazorca representa aproximadamente el 39 % total de la planta. De igual forma, el híbrido Gladiador registró una relación de 40.00 %, mientras que los híbridos DK-7088 y H-Oro 101 alcanzaron valores de 40.46 % y 40.57 %, respectivamente. Estos resultados indican que, en los cuatro materiales la mazorca representa aproximadamente el 39–41 % de total de la planta.

Por otra parte, la ausencia de diferencias significativas en la relación planta/mazorca revela que los materiales evaluados mantuvieron patrones relativamente uniformes de partición de biomasa entre los componentes vegetativos y reproductivos. Desde una perspectiva forrajera, este resultado adquiere particular importancia, ya que indica que el incremento en caracteres vegetativos no fue acompañado por cambios drásticos en la distribución de biomasa hacia la mazorca. En maíz para ensilaje, un balance adecuado entre fracción vegetativa y reproductiva es fundamental debido a que determina tanto el volumen de forraje producido como su calidad nutricional final. Materiales excesivamente vegetativos pueden presentar mayores rendimientos de materia seca, pero frecuentemente muestran concentraciones más elevadas de fibra estructural y menores niveles energéticos.

Porcentaje de Grano Mazorca (%)

En cuanto a la relación grano/mazorca, el híbrido DK-7788 presentó el mayor porcentaje de grano, con un valor de 50 %, lo que indica que aproximadamente la mitad del peso de la mazorca corresponde al grano, mientras que el 50 % restante está constituido por el olote.

Por otra parte, las variedades criollas Tuleño y Sabana Grande registraron un porcentaje de grano de 48 %, superando a los demás genotipos evaluados, con excepción del híbrido DK-7788. Estos resultados evidencian una alta proporción de grano en relación con el peso total de la mazorca, característica deseable por su influencia directa en el rendimiento forrajero del cultivo.

La relación grano/mazorca mostró una variación importante entre materiales, destacándose DK-7088, Sabana Grande y Tuleño. Aunque este carácter suele asociarse con programas de mejoramiento dirigidos a producción de grano, también posee relevancia en maíz forrajero debido a que la proporción de grano influye directamente sobre la concentración energética del ensilaje y la digestibilidad total de la materia seca. En este contexto, materiales como Sabana Grande resultan particularmente interesantes porque combinan un elevado desarrollo vegetativo con una relación grano/mazorca relativamente alta. Esta combinación es uno de los objetivos más complejos y deseables dentro del mejoramiento de maíz para forraje, dado que permite maximizar simultáneamente la cantidad y la calidad del material cosechado

Tabla 2. Rendimiento de materia verde (t mv ha⁻¹), porcentaje de materia seca (% MS) y rendimiento de materia seca (t ms ha⁻¹) en diez materiales de maíz forrajero (Zea mays L.)

Materiales	t mv ha⁻¹	% MS	t ms ha⁻¹
Sabana grande	49.99 a	31.9	15.95 a
Tuleño	49.34 a	33.21	16.39 a
NB-6	35.80 ab	29.43	10.54 b
Gladiador	37.77 ab	34.96	13.21 ab
NB-9043 (Catacama)	36.66 ab	35.16	12.89 ab
INTA Sequia amarillo	33.06 b	37.06	12.25 ab
H-991	33.97 b	29.86	10.14 b
DK-7088	35.37 ab	27.88	9.87 b
HR Oro-101	32.36 b	31.24	10.11 b
HD-40 Blanco	39.72 ab	30.5	12.12 ab
<i>p</i> < 0.05	0.0017		0.0002

La evaluación de los materiales de maíz mostró diferencias significativas en la producción de biomasa fresca, así como en la acumulación de materia seca, evidenciando una importante variabilidad genética para caracteres de interés en programas de mejoramiento de maíz forrajero. Esta variabilidad constituye la base para la selección y el desarrollo de cultivares con mayor potencial productivo y adaptación a sistemas ganaderos tropicales.

La superioridad de Sabana Grande y Tuleño no solamente se manifestó en biomasa fresca, sino también en rendimiento de materia seca. Ambos materiales alcanzaron 15.95 y 16.39 t MS ha⁻¹, respectivamente, valores significativamente superiores a los obtenidos por NB-6, H-991, DK-7088 y HR Oro-101. Este comportamiento sugiere la presencia de características fisiológicas favorables relacionadas con una mayor eficiencia fotosintética, mejor intercepción de radiación solar y mayor capacidad de acumulación de foto asimilados en tejidos vegetativos.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, el rendimiento de materia seca constituye uno de los principales criterios de selección debido a que representa la fracción realmente aprovechable por los animales. En este estudio, la ventaja de Tuleño y Sabana Grande radica en que combinaron simultáneamente altos rendimientos de materia verde y altos rendimientos de materia seca, lo que indica una mayor eficiencia en la conversión de

crecimiento vegetativo en biomasa útil para alimentación animal.

Por otra parte, el porcentaje de materia seca presentó diferencias numéricas importantes. El INTA Sequía Amarillo alcanzó el valor más alto (37.06%), seguido por NB-9043 (35.16%) y Gladiador (34.96%). Aunque estos materiales no fueron los más productivos en biomasa total, su elevado contenido de materia seca representa una característica valiosa para la producción de ensilaje, ya que contribuye a una fermentación más eficiente y a menores pérdidas durante el almacenamiento.

Los resultados sugieren la existencia de distintos patrones de acumulación de biomasa entre los materiales evaluados. Mientras algunos genotipos, como Tuleño y Sabana Grande, destacan por su elevado potencial productivo, otros como INTA Sequía Amarillo presentan ventajas asociadas a la calidad del material cosechado. Esta diferenciación es particularmente importante en programas de mejoramiento, donde el objetivo no siempre es maximizar una sola característica, sino combinar productividad, calidad nutricional y adaptación ambiental.

Tabla 3. Coeficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica y la producción de forraje verde total (PFVT), y entre la producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero (Zea mays L.)

Características	Correlación con Producción de forraje verde total (PFVT)
Altura de planta	0.6 <0.0001
DM de tallo (mm)	0.54 0.0004
Número de hojas	0.62 <0.0001
Longitud de hojas (cm)	0.6 <0.0001
Ancho de hojas (cm)	0.17 0.2926
PFM	0.86* <0.0001**
PFT	0.88* <0.0001**
PFH	0.79 <0.0001
PFPE	0.98* <0.0001**
$p < 0.05$	<0.0001**

*Coeficiente de correlación "r"

**El valor de probabilidad "p"

PFM: Peso fresco de mazorca

PFT: Peso fresco de tallo

PFH: Peso fresco de hoja

PFPE: Peso fresco de planta entera.

El análisis de correlación evidenció que la Producción de Forraje Verde Total (PFVT) estuvo asociada positivamente con la mayoría de las variables morfológicas y productivas evaluadas, aunque con diferente magnitud. Los coeficientes de correlación oscilaron entre 0.17 y 0.98, lo que indica desde asociaciones débiles hasta relaciones prácticamente perfectas.

Entre las características morfológicas, el número de hojas presentó la mayor asociación con la PFVT ($r = 0.62$; $p < 0.0001$), seguido de la altura de planta y la longitud de hoja ($r = 0.60$;

$p < 0.0001$, en ambos casos). Estos resultados sugieren que la capacidad de producción de biomasa verde está estrechamente relacionada con el desarrollo vegetativo de la planta. Un mayor número de hojas implica una mayor superficie fotosintéticamente activa, favoreciendo la interceptación de radiación solar y la síntesis de foto asimilados que posteriormente son acumulados en los diferentes órganos de la planta. De manera similar, plantas más altas y con hojas de mayor longitud suelen reflejar un crecimiento más vigoroso y una mayor capacidad de captación de recursos, características directamente relacionadas con una mayor acumulación de biomasa fresca.

El diámetro de tallo mostró una correlación positiva moderada ($r = 0.54$; $p = 0.0004$), indicando que el incremento en el grosor del tallo contribuye significativamente al aumento de la producción forrajera. Este comportamiento es consistente con la función estructural y de almacenamiento que cumple el tallo en gramíneas forrajeras y cereales de uso forrajero, donde gran parte de la biomasa total se concentra precisamente en este órgano. Sin embargo, la magnitud de la correlación indica que existen otros factores con una contribución más importante sobre el rendimiento final.

Por el contrario, el ancho de hoja presentó una correlación baja y estadísticamente no significativa ($r = 0.17$; $p = 0.2926$), lo que evidencia que esta característica no constituye un criterio confiable para explicar la variación observada en la PFVT. Este resultado sugiere que, dentro de los materiales o tratamientos evaluados, las diferencias en el ancho foliar no fueron suficientemente amplias o relevantes para influir sobre la acumulación de biomasa verde total. En consecuencia, esta variable tendría escaso valor como criterio de selección para programas de mejoramiento enfocados en productividad forrajera.

Las asociaciones más fuertes se observaron entre la PFVT y las variables relacionadas con los componentes directos del rendimiento. El peso fresco de hoja (PFH) presentó una correlación fuerte ($r = 0.79$; $p < 0.0001$), indicando que el aporte foliar constituye una

fracción importante de la producción total de forraje. No obstante, la magnitud de esta relación fue inferior a la registrada para otras estructuras de la planta.

El peso fresco de mazorca (PFM) mostró una correlación muy fuerte ($r = 0.86$; $p < 0.0001$), lo que evidencia que los genotipos con mayor desarrollo reproductivo también tendieron a expresar mayores rendimientos de biomasa verde. Este resultado es particularmente relevante en cultivos utilizados para ensilaje, donde la contribución de la mazorca incrementa no solo el rendimiento sino también la calidad energética del forraje.

De igual manera, el peso fresco de tallo (PFT) presentó una de las correlaciones más elevadas con la PFVT ($r = 0.88$; $p < 0.0001$), confirmando que el tallo constituye uno de los principales determinantes del rendimiento forrajero total. Este resultado indica que gran parte de la variabilidad observada en la producción de forraje puede atribuirse a diferencias en la acumulación de biomasa en este órgano, lo cual es congruente con la elevada proporción que representa el tallo dentro del peso total de la planta.

La correlación más alta se registró para el peso fresco de planta entera (PFPE) ($r = 0.98$; $p < 0.0001$), mostrando una relación prácticamente perfecta con la PFVT. Desde una perspectiva biológica, este resultado era esperado debido a que ambas variables representan medidas estrechamente vinculadas de la biomasa total de la planta. El valor obtenido indica que casi toda la variación observada en la producción de forraje verde se explica por las diferencias en el peso fresco de la planta entera, convirtiendo a esta variable en el mejor predictor individual de la productividad forrajera.

Tabla 4. Coeficientes de correlación fenotípica entre Producción de materia seca con materia verde.

Correlación de producción de materia seca con Materia verde

t de MS 0.9*

0.0004**

*Coeficiente de correlación "r"

**El valor de probabilidad "p"

La magnitud del
coeficiente de
correlación sugiere

que los materiales con mayor capacidad para producir biomasa fresca también presentan una elevada capacidad para acumular materia seca, lo que constituye un aspecto agronómicamente relevante debido a que la materia seca representa la fracción real de nutrientes aprovechables por los animales. En términos productivos, este comportamiento indica que el incremento del rendimiento en forraje verde no se debió únicamente a un mayor contenido de agua en los tejidos, sino que estuvo asociado a una acumulación efectiva de biomasa estructural y reservas orgánicas.

Desde el punto de vista fisiológico, la fuerte asociación observada puede atribuirse a que la materia seca es el resultado directo de la fotosíntesis y de la acumulación de compuestos orgánicos en los diferentes órganos de la planta. Por tanto, los genotipos o tratamientos que promovieron una mayor producción de forraje verde también favorecieron una mayor fijación de carbono y síntesis de biomasa vegetal. Asimismo, el elevado valor de correlación obtenido ($r = 0.90$) indica que la producción de materia verde puede utilizarse como un indicador confiable del rendimiento de materia seca en las condiciones del presente estudio. Sin embargo, aunque ambas variables están altamente asociadas, la materia seca continúa siendo el parámetro más apropiado para evaluar el potencial productivo real de los materiales

forrajeros, debido a que elimina el efecto de las variaciones en el contenido de humedad de las plantas.

VI. CONCLUSIONES

Las características agronómicas que están asociadas a la producción de forraje son: peso fresco de mazorca, peso fresco de tallo, peso fresco de hoja y peso fresco de planta entera, lo anterior indica que un plan de selección de variedades de maíz para producción de forraje se debe de poner énfasis en las variables anteriormente mencionadas.

Los materiales criollos “Sabana Grande” y “Tuleño” mostraron superioridad significativa ($p < 0.05$) en altura, diámetro de tallo y número de hojas, alcanzando los mayores rendimientos de forraje verde (≈ 49 t/ha) y materia seca (≈ 16 t/ha), lo que evidencia su alto potencial genético y adaptación local.

La relación altamente significativa ($r = 0.9$; $p = 0.0004$) entre el rendimiento de materia verde (t/ha) y el rendimiento de materia seca (t/ha) demuestra que, bajo las condiciones de este estudio, los genotipos con mayor producción de biomasa fresca también acumulan la mayor cantidad de materia seca total.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio sobre la calidad nutricional de forraje de los genotipos de maíz evaluados en el presente estudio. Además, llevar a cabo estudios de ensilajes de las variedades criollas que presentaron mayor potencial forrajero.



I. LITERATURA CITADA

Acosta, R. (2009). Cultivos Tropicales. *El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba, Volumen 30*(No.2), 113–120.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>

Arroliga y Rocha (2025). Evaluación de tres genotipos de maíz (*Zea mays L.*) y dos densidades de siembra en la producción y calidad nutritiva del forraje verde hidropónico [Tesis, Universidad Nacional Agraria] <https://repositorio.una.edu.ni/4988/1/tnl02a778e.pdf>

Barbosa, A (2025) contexto ganadero una literatura rural de la realidad colombiana.
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-maiz-en-la-ganaderia-una-fuente-de-alimentacion-para-el-bovino>

Barrios, M., & Somarriba, C. (2,000). Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays l.*) y frijol 1 (*Phaseolus vulgaris l.*), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. [Tesis, Universidad Nacional Agraria- Managua]. <https://repositorio.una.edu.ni/1779/1/tnf01b276e.pdf>

Canales, M (2025) cultivo de maíz forrajero y utilidad [PDF] https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2025_04_09_21_08_15_canalesportugalmaribelgmail.com_CLTIVO_DE_MAIZ.pdf

Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo CIMMYT (2023). Digestibilidad de forrajes. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/digestibilidad-de-forrajes/>

Centro interactivo de aprendizaje multimedia (CIAM). (2022). *Media vs mediana vs moda ¿Cuál media de tendencia central es más adecuada?*
<http://ciam.ucol.mx/portal/portafolios/ramonmagallanes/apuntes/probvie.pdf>

Espinoza, A., Mayorga, W. (2016). Evaluación de la ganancia de peso en terneros de un año de edad, alimentados con *Pennisetum sp* y *Sorghum vulgare* en la hacienda “EL BOSQUE”, municipio de León, en el período Enero-mayo 2016 [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5374/1/231803.pdf>

Fuentes, J., Cruz, A., Castro, L., Gloria, G., Rodríguez, S., Ortiz de la Rosa, B. (2001). Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays*) para ensilado. *Agronomía mesoamericana*. Volumen 12 (No. 2), 193-197.
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43712210.pdf>

University Of Warwick. (2016). Red de mejora genética de hortalizas del centro de cultivos de Warwick.
<https://warwick.ac.uk/fac/sci/lifesci/research/vegin/geneticimprovement/phenotype/>

Flores, H., & Limo, J. (2015). Eficiencia de dos tipos de fertilizantes sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) [Tesis, Universidad Nacional Agraria-Managua]. <https://repositorio.una.edu.ni/3209/1/tnf04f634t.pdf>

Gaytan-Bautista, R., Martinez-Gomez, M., Mayek-Perez, N. Rendimiento de grano y forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F2. *Agric. Téc. Méx.* (2009). Volumen 35, (No.3). 295-304.
<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-251720090003000006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0568-2517.

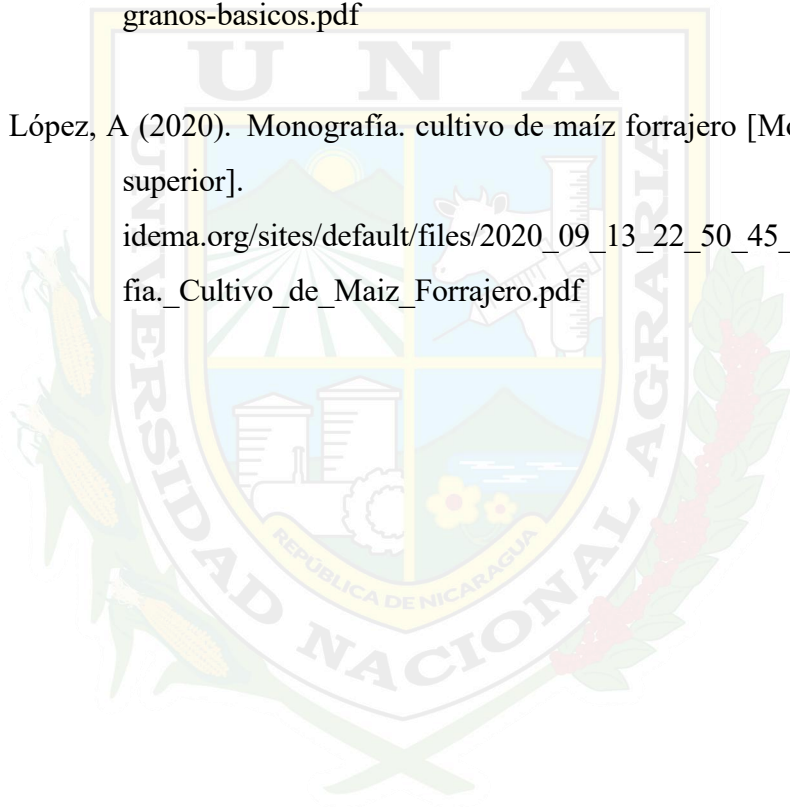
Gutiérrez, J. (2015). *Diseño de bloques al azar*.
<http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/34302/1/secme-17390.pdf>.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (INTA). (2015). Catálogo de variedades criollas y acriolladas de frijol y maíz. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Catalogo-de-variedades-criollas-maiz-y-frijol-Centro-Norte.pdf>

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2018). Catálogo de variedades criollas y acriolladas de frijol y maíz. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Catalogo-Semillas-criollas-y-acriolladas-de-frijol-y-maiz.pdf>

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2018). Catálogo de semillas de granos básicos. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Catalogo-de-semillas-de-granos-basicos.pdf>

López, A (2020). Monografía. cultivo de maíz forrajero [Monografía, Instituto de Educación superior]. https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2020_09_13_22_50_45_banandressgmail.com_Monografia._Cultivo_de_Maiz_Forrajero.pdf



Kwadwo et al., (2023). *Rendimiento del maíz (Zea mays L.) y relación de equivalencia de la tierra bajo el sistema de cultivo intercalado de maíz y maní (Arachis hypogea L.), volumen 14 (No. 9)*. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=127759>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). Maíz alimento para todos los gustos. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/seguridad-alimentaria-y-nutricion/fichaspdf/Ficha_43_MaizAlimentoGustos.pdf

Mendoza, M. (2023). Cultivo de maíz forrajero y utilidad [Monografía, Instituto de Mercadeo Agropecuario] [https://books.institutoidema.org/sites/default/files/2023_07_27_23_06_59_maribanda.m.21gmail.com_CULTIVO_DE_MAIZ_FORRAJERO_Y_UTILIDAD .pdf](https://books.institutoidema.org/sites/default/files/2023_07_27_23_06_59_maribanda.m.21gmail.com_CULTIVO_DE_MAIZ_FORRAJERO_Y_UTILIDAD.pdf)

Mendoza, P., & Gaitán, M. (2013). Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (Zea mays L.) [Tesis, Universidad Nacional Agraria- Masaya]. <https://repositorio.una.edu.ni/2187/1/tnf30m539c.pdf>

Mendoza, A (2017). Utilización de abonos verdes Canavalia, como alternativa de manejo ecológico del suelo para el establecimiento de un banco de semilla de maíz criollo (Zea mays L.) en la comunidad del Caño Central municipio de El Cuá, Jinotega. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3680/1/tnf04m539u.pdf>

Núñez, F., Sempere, J. (2016). *Estudio del mercado de producción, procesamiento, distribución y comercialización de la cadena de maíz-harina/nixtamal-tortilla en México. El Colegio de México*. <https://www.economia.gob.mx/files/sipot/318/XLI/2016%20Maiz%20Tortilla.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1997). Introducción de variables mejoradas.

<https://www.fao.org/4/y3841s/y3841s08.htm#:~:text=las%20variedades%20mejoradas%20tienen%20una,agricultores%20a%20trav%C3%A9s%20de%20milenios>

Ortigoza Guerreño, J., López Talavera, C. A., y González Villalba, J. D. (2019). Guía técnica cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay.

https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf

Pascual, J., González, A., Pérez, D., González, M. (2001). Caracterización fenotípica de híbridos y variedades de maíz forrajero en valles altos del estado de México, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas. Volumen 6* (No. 8), 1915-1927. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000801915

Ponce, J (2017). Caracterización de la alimentación de verano en los sistemas ganaderos de la comunidad de Jucuapa Centro, municipio de Matagalpa en el primer semestre 2017. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/8196/1/6737.pdf>

Pumachoque, A (2022). Cultivo de maíz forrajero y utilidad [PDF]. https://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2022_12_31_14_13_01_hectorpumachoque.bgmail.com_TRABAJO_INDIVIDUAL_CULTIVO_DE_MAIZ_FORRAJERO_Y_UTILIDAD.pdf

Rodríguez, J. (2017). *La selección del híbrido de maíz*. INTAGRI. 18 de enero de 2026 <https://www.intagri.com/articulos/cereales/la-seleccion-del-hibrido-de-maiz#:~:text=Un%20h%C3%ADbrido%20de%20ma%C3%ADz%20es,dos%201%C3%ADneas%20con%20caracter%C3%ADsticas%20deseables>.

Sánchez, W (2019). Potencial Forrajero de maíz para la alimentación de ganado. Instituto nacional de innovación y transferencia en tecnología agropecuaria. (inta)

https://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/PITTA-Frijol/XV-Encuentro-Nacional/Potencial-forrajero-maiz-alimentacion-ganado.pdf

Torres, R (2010). Producción de materia seca de maíz forrajero AN423 [Tesis de ingeniería, universidad autónoma agraria "Antonio Narro Unidad Laguna]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/7704/RICARDO%20TORRES%20VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Pública de Navarra (2024). Flora pratense y forrajera cultivada de la península ibérica. <https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/inicio.htm>

University Of Warwick. (2016). Red de mejora genética de hortalizas del centro de cultivos de Warwick. <https://warwick.ac.uk/fac/sci/lifesci/research/vegin/geneticimprovement/phenotype/>

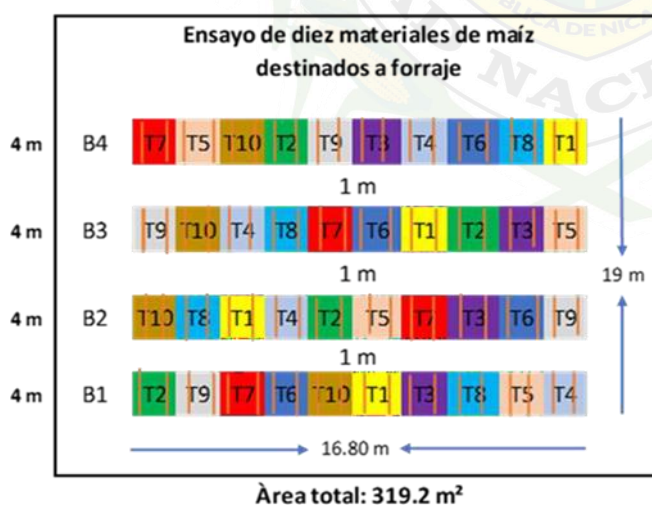
Vinuzueca, B. (2020). Composición química de residuos agroindustriales del maíz (*Zea mays*) (cáscara, pelusa, tusa y panca) utilizados en la alimentación de rumiantes. [Tesis, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1417ed44-a075-485b-8cf2-58db7722eb77/content>

Zaragoza-Esparza, J., Tadeo-Robledo, M., Espinoza-Calderón, A., Lopez-Lopez, C., García-Espinoza, J., Zamudio-González, B., Turrent-Fernández, A., Rosado-Núñez, F. (2019). Revista mexicana de ciencias agrícolas. *Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de México, Volumen 10*(No.1), 101–111. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000100101&lang=pt

IX. ANEXOS

Tratamientos	Materiales evaluados
T1	NB-9043 (Catacama)
T2	NB-6
T3	INTA Sequia amarillo
T4	Gadiador
T5	Tuleño (Var. Griolla)
T6	DEKALB-7088
T7	HD-40 BLANCO
T8	HR αo-101
T9	H991
T10	Sabana grande (Var. Griolla)

Anexo 1. Materiales a evaluar



Anexo 2. Plano de campo



Anexo 3. Establecimiento del ensayo



Anexo 4. Medición del ensayo



Anexo 5. Momento de toma de datos



Anexo 6. Aplicación de abono



Anexo 7. Muestras de peso



Anexo 8. Secado en horno

Anexo 9. Evaluación de características agronómicas en materiales de maíz evaluados para producción forrajera.

Materiales	Altura de planta (cm)	Dm de tallo (mm)	Número de hojas	Longitud de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	% Relación planta/mazorca	% Relación grano/mazorca
Sabana grande	257.80 a	15.76 a	15 a	95.23 a	9.68 abc	36.34 a	48
Tuleño	236.33 ab	15.71 ab	14.10 ab	93.94 a	9.92 ab	39.18 a	48
NB-6	224.88 bc	14.31 ab	13.95 abc	89.21 ab	9.55 abc	39.32 a	42
Gladiador	221.78 bc	13.05 b	13.63 bc	91.51 ab	9.41 bc	40.97 a	45
NB-9043	212.63 bcd	13.43 ab	13.53 bcd	88.23 abc	10.35 a	39.77 a	43
INTA Sequia amarillo	211.95 bcd	14.08 ab	12.53 d	88.19 abc	9.93 ab	37.33 a	40
H-991	206.85 cd	14.1 ab	12.88 cd	88.85 bc	8.87 c	41.10 a	44
DK-7088	203.15 cd	13.18 ab	13.55 bcd	80.55 c	9.61 abc	40.46 a	50
HR Oro-101	194.30 d	13.13 ab	13.08 bcd	84.51 bc	10.09 ab	45.57 a	43
HD-40 Blanco	188.85 d	13.6 ab	13.38 bcd	85.21 bc	9.70 abc	39.48 a	42
<i>p < 0.05</i>	0.0001	0.0073	0.0001	0.0001	0.0011	0.7794	

Anexo 10. Rendimiento de materia verde (t mv ha⁻¹), porcentaje de materia seca (% MS) y rendimiento de materia seca (t ms ha⁻¹) en diez materiales de maíz forrajero (*Zea mays*)

Materiales	t mv ha⁻¹	% MS	t ms ha⁻¹
Sabana grande	49.99 a	31.9	15.95 a
Tuleño	49.34 a	33.21	16.39 a
NB-6	35.80 ab	29.43	10.54 b
Gladiador	37.77 ab	34.96	13.21 ab
NB-9043 (Catacama)	36.66 ab	35.16	12.89 ab
INTA Sequia amarillo	33.06 b	37.06	12.25 ab
H-991	33.97 b	29.86	10.14 b
DK-7088	35.37 ab	27.88	9.87 b
HR Oro-101	32.36 b	31.24	10.11 b
HD-40 Blanco	39.72 ab	30.5	12.12 ab
<i>p</i> < 0.05	0.0017		0.0002

L.)

Anexo 11 Coeficientes de correlación fenotípica entre variables morfoagronómica y la producción de forraje verde total (PFVT), y entre la producción de materia verde (PMV) y la materia seca (MS) en diez materiales de maíz forrajero (*Zea mays* L.)

Características	Correlación con Producción de forraje verde total (PFVT)
Altura de planta	0.6 <0.0001
DM de tallo (mm)	0.54 0.0004
Número de hojas	0.62 <0.0001
Longitud de hojas (cm)	0.6 <0.0001
Ancho de hojas (cm)	0.17 0.2926
PFM	0.86* <0.0001**
PFT	0.88* <0.0001**
PFH	0.79 <0.0001
PFPE	0.98*
$p < 0.05$	<0.0001**

*Coeficiente de correlación "r"

**El valor de probabilidad "p"

Anexo 12. Coeficientes de correlación fenotípica entre Producción de materia seca con materia verde

Correlación de Producción de materia seca con Materia verde

t de MS	0.9*
	0.0004**

*Coeficiente de correlación "r"

**El valor de probabilidad "p"

