



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCION ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

Aplicación de herbicida preemergente y tres métodos de
siembra en el establecimiento de pasto Urochloa cultivar
Marandú y los híbridos Mulato II (36087) y Camello
Blend (3025+3207)

Autores:

Br. Venus Sofía Sandoval Díaz

Br. Bécquer Carlos Antonio Palacios Úbeda

Asesores:

Ing. Wendell Antonio Mejía Tinoco, MSc.

Ing. Russell Virgilio Iglesias Espinoza

Managua, Nicaragua
Octubre, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DIRECCION ESPECÍFICA DE CIENCIA
ANIMAL

Trabajo de Tesis

Aplicación de herbicida preemergente y tres métodos de siembra en el establecimiento de pasto Urochloa cultivar Marandú y los híbridos Mulato II (36087) y Camello Blend (3025+3207)

Autores:

Br. Venus Sofía Sandoval Díaz
Br. Bécquer Carlos Antonio Palacios Úbeda

Asesores:

Ing. Wendell Antonio Mejía Tinoco, MSc.
Ing. Russell Virgilio Iglesias Espinoza

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

Managua, Nicaragua
Octubre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Dirección Específica de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Jorge Luis Aguilar

Presidente

MSc. Guadalupe Centeno

Secretario

Ing. José Ariel Treminio Rayo

Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 01/10/2025

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios** por haberme acompañado durante todo este proceso. Gracias por darme salud, paciencia y claridad en los momentos que más necesite. Reconozco que, sin tu guía y tu presencia constante, no habría logrado culminar este esfuerzo académico.

A mis padres, **Luis Avelino Sandoval Mendoza** y **Sandra del Carmen Díaz García**, porque todo lo que soy y lo que he logrado se los debo a ustedes. Gracias por su amor infinito, por su sacrificio silencioso y por enseñarme con su ejemplo, a no rendirme. Han sido mi fuerza en los momentos difíciles y mi alegría en los logros. Este trabajo lleva impreso todo lo que me han dado: Valores, fe y un corazón agradecido.

A mi hermana, **Elizabeth Alejandra Sandoval Díaz**, gracias por tus consejos y tus palabras de aliento. Tu apoyo ha sido un refugio en los momentos difíciles y tu confianza en mí me dio fuerzas para seguir adelante.

A mi gata, **Dakota**, mi silenciosa compañera en tantas madrugadas de estudio. Gracias por tus ronroneos que calmaron el estrés, por tus suaves maullidos que me recordaron hacer pausas y por acurrucarte junto a mi cuando el cansancio se hacía sentir. Tu ternura hizo más llevadero cada momento de este proceso, y por eso este trabajo también lleva tu huella.

Br. Venus Sofía Sandoval Díaz.

DEDICATORIA

A **Dios**, por ser mi fuente de sabiduría, fortaleza y perseverancia. Gracias por guiarme en cada paso de este camino académico, por darme luz en momentos de duda y la paz en medio de los desafíos. A ti encomiendo este esfuerzo con gratitud por las capacidades que me has dado y por acompañarme siempre.

De manera muy especial a mi madre **Fátima Dolores Úbeda Gutiérrez** por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y constancia. Gracias por tu apoyo incondicional, tus palabras de ánimo y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también es tuyo porque detrás de cada paso que he dado, haz estado tú acompañándome con tu cariño y fuerzas.

A mi hermana, **Cristian Gabriela Palacios Úbeda** por estar siempre a mi lado con su apoyo, cariño y palabras de aliento. Gracias por motivarme a seguir adelante, por escucharme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro. Tu presencia ha sido una parte muy importante en este camino, y este trabajo también es para ti.

Br. Bécquer Carlos Antonio Palacios Úbeda.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, quien me dio la sabiduría para enfrentar cada obstáculo y lograr con éxito mi carrera profesional.

A mis padres, **Luis Avelino Sandoval Mendoza** y **Sandra del Carmen Díaz García** por su amor incondicional y apoyo moral. Su confianza en mí ha sido el pilar de este logro. A mi hermana, quien brindo su tiempo para escucharme y apoyarme. Sin ustedes, esto no habría sido posible. Su luz y sacrificio ha sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

A mis mejores amigos, **Daniela Saborío** y **Gabriel Rivas**, por ser mi refugio en los momentos más difíciles. Gracias por su apoyo incondicional, por escucharme sin juzgar y por recordarme siempre lo valiosa y capaz que soy para lograr todas las metas que me proponga.

A mis amigos y compañeros de clase que estuvieron en los momentos de estrés y alegría durante este largo camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable. Cada uno de ustedes ha contribuido a mi fortaleza y ánimo de una manera u otra.

A mis asesores, Ing. **Russell Virgilio Iglesias Espinoza** e Ing. **Wendell Antonio Mejía Tinoco** por brindarme su tiempo, paciencia, confianza y apoyo para concluir con éxito este trabajo de investigación.

Br. Venus Sofía Sandoval Díaz.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, quien me ha dado la sabiduría, salud y constancia para culminar mi carrera profesional.

A mi madre **Fátima Dolores Úbeda Gutiérrez**, mi hermana **Cristian Gabriela Palacios Úbeda**, mi cuñado **Taynor Javier González Duarte** por ser los pilares que me acompañaron cada día, por sus consejos, apoyo incondicional y confianza.

Al Ing. **Russell Virgilio Iglesias Espinoza** y su esposa la Ing. **Claudia Marcela Peralta López** por instruirme y guiarme en mi formación profesional y personal, su apoyo ha sido de suma importancia para alcanzar mis objetivos.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en cada etapa, por convivir dentro y fuera del salón de clase, compartiendo momentos de alegría y tristeza.

Al Ing. **José Esteban Picado Blandón** por apoyarme y facilitarme los equipos y herramientas para realizar esta investigación.

A mis asesores, el Ing. **Wendell Antonio Mejía Tinoco** y el Ing. **Russell Virgilio Iglesias Espinoza** por compartir sus conocimientos, tiempo, dedicación y confianza en el transcurso de este trabajo para culminar con éxito mi carrera profesional.

A todo el equipo de **Técnica Pecuaria S.A.** por contribuir en cada proceso de aprendizaje y desarrollo profesional, fueron fundamentales en el desarrollo de la investigación.

Br. Bécquer Carlos Antonio Palacios Úbeda.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. Situación actual de los pastos en Nicaragua	3
3.2. Pastos predominantes por zonas	3
3.3. Descripción de pastos híbridos	4
3.1.1. Pasto Camello	4
3.1.2. Mulato II (Urochloa Híbrido CIAT 36087)	5
3.1.3. Pasto Marandú	5
3.3 Métodos de siembra	5

3.1.4.	Labranza mínima	5
3.1.5.	Siembra al espeque	5
3.1.6.	Siembra en hileras	5
3.4	Semilla desnuda y semilla incrustada	6
3.5	Manejo de la semilla incrustada	6
3.6	Manejo de pasturas	7
3.1.7.	Preparación del terreno	7
3.1.8.	Manejo después de la siembra	7
3.1.9.	Sistema de pastoreo	7
3.7	Herbicidas selectivos	7
3.1.10.	Triazinas: Atrazina	8
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1.	Ubicación del estudio	10
4.2.	Diseño metodológico	10
4.3.	Manejo del ensayo	12
4.4.	Variables evaluadas	14
4.5.	Análisis de datos	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	18
5.1.	Variables de rendimiento productivo	18
5.1.1.	Índice de velocidad de emergencia	18
5.1.2.	Porcentaje de emergencia	19
5.1.3.	Diámetro del tallo	20
5.1.4.	Número de hojas	21
5.1.5.	Altura de la planta	23
5.1.6.	Biomasa fresca	24

5.1.7. Fitotoxicidad	25
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII. LITERATURA CITADA	29
IX. ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Pastos predominantes en las zonas del Pacífico, Centro y Atlántico	4
2	Matriz de operacionalización de variables	14
3	Análisis de varianza para velocidad de emergencia de los Híbridos y cultivar Marandú	18
4	Análisis de Varianza para % de emergencia de los Híbridos y cultivar Marandú	19
5	Análisis de Varianza para diámetro del tallo de los Híbridos y cultivar Marandú	21
6	Análisis de Varianza para número de hojas de los Híbridos y cultivar Marandú	22
7	Análisis de Varianza para altura de la planta de los Híbridos y cultivar Marandú	23
8	Análisis de varianza para Biomasa de los Híbridos y cultivar Marandú	24
9	Escala de evaluación de Fitotoxicidad	25

ÍNDICE DE FIGURAS

SECCIÓN		PÁGINA
1	Vista Satelital de Finca Santa Rosa	10
2	Índice de velocidad de emergencia de los pastos evaluados	18
3	Porcentaje de emergencia de los pastos evaluados	19
4	Diámetro del tallo de los pastos evaluados	20
5	Número de hojas de los pastos evaluados	22
6	Altura de la planta de los pastos evaluados	23
7	Biomasa Fresca de los pastos evaluados	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PAGINA
1	Plano de campo	33
2	Día de la siembra	33
3	Aplicación del herbicida	34
4	Parcelas 20 días después de la siembra	34
5	Parcela sin aplicación de herbicida	35
6	Parcela con aplicación de herbicida	35
7	Conteo de plantas	36
8	Altura de la planta	36
9	Medición diámetro del tallo	37
10	Biomasa	37
11	Desarrollo de la planta a los 21 días después de la siembra	38
12	Tabla de costos según método utilizado	38

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria (UNA), durante los meses de noviembre y diciembre del 2024, con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica de los cultivares de *Urochloa* Marandú y los híbridos Mulato II (36087) y Camello Blend (3025+3207) ante la aplicación del herbicida atrazina como tratamiento preemergente, bajo tres métodos de siembra: al espeque, al voleo y en hileras. Se estableció un diseño trifactorial con 18 tratamientos y 2 repeticiones, evaluando las variables de índice de velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, diámetro del tallo, número de hojas, altura de planta, biomasa fresca y grado de Fitotoxicidad. Los resultados indicaron que la aplicación de atrazina favoreció la emergencia y el desarrollo inicial de las plántulas al reducir la competencia con malezas. El cultivar Marandú presentó un mejor comportamiento agronómico en comparación con los híbridos Mulato II y Camello Blend. Asimismo, los métodos de siembra en hilera y al espeque mostraron mayor eficiencia en el establecimiento de las pasturas. La Fitotoxicidad observada fue leve y transitoria. Se concluye que la atrazina, en dosis adecuadas, es una herramienta útil para mejorar el establecimiento de pasturas tropicales sin causar efectos negativos significativos en las plantas.

Palabras clave: *Urochloa, atrazina, pastos tropicales, preemergente, métodos de siembra, malezas, Fitotoxicidad.*

ABSTRACT

This research was conducted at the Santa Rosa Farm of the National Agrarian University (UNA) during the months of November and December 2024. The objective was to evaluate the agronomic response of the *Urochloa* Marandú cultivar and the hybrids Malate II (36087) and Camelot Blend (3025+3207) to the application of the herbicide atrazine as a pre-emergent treatment, under three sowing methods: stick planting, broadcasting, and row planting. A three-factor factorial design was established with 18 treatments and 2 repetitions, evaluating variables such as emergence speed index, emergence percentage, stem diameter, number of leaves, plant height, fresh biomass, and degree of phytotoxicity. Results indicated that the application of atrazine favored seedling emergence and early development by reducing competition from weeds. The Marandú cultivar showed better agronomic performance compared to the Mulato II and Camello Blend hybrids. Likewise, the row and stick planting methods proved more efficient for pasture establishment. The observed phytotoxicity was mild and temporary. It is concluded that atrazine, when applied at appropriate doses, is a useful tool for improving the establishment of tropical pastures without causing significant negative effects on the plants.

Key words: *Urochloa*, atrazine, tropical pastures, pre-emergent, sowing methods, weeds, phytotoxicity.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el uso de herbicidas se direcciona a productos de contacto que usualmente son ingredientes más tóxicos y residuales que afectan la calidad del suelo y afectan las siguientes generaciones de cultivos que se desee sembrar, estos son utilizados en momentos donde las malezas se encuentran en un nivel de establecimiento completo.

Al utilizar herbicidas preemergentes en combinación con limpiezas de terreno con herramientas o maquinarias podremos asegurar un manejo más orientado a la producción de forrajes. Con dosis controladas y aplicaciones precisas podemos reducir el impacto ambiental y a la vez garantizar el éxito en el establecimiento de forrajes.

Las malezas representan un problema recurrente en la mayoría de los espacios cultivables y al igual que los cultivos son resultado de una selección involuntaria del hombre, pues hoy en día se tienen especies que predominan sobre los cultivos y causan pérdidas económicas totales. A nivel mundial existen alrededor de ocho mil especies de malezas y de los daños causados por plagas en la agricultura las malezas ocasionan el 13 %. (Intagri, 2017)

Específicamente, trabajos recientes realizados bajo condiciones controladas indican que la atrazina no afecta negativamente la emergencia ni el crecimiento temprano de gramíneas tropicales perennes, sugiriendo que puede emplearse de forma segura al momento de sembrar semilleros de *Urochloa* (Boschman et al., 2025). Sin embargo, aun escasean estudios de campo que validen su efectividad bajo condiciones edafoclimáticas tropicales como las presentes en Nicaragua.

El objetivo de esta investigación es evaluar la respuesta agronómica de 3 cultivares de *Urochloa* (Marandú, Mulato II (36087) y Camello Blend (3025+3207) frente a la aplicación del herbicida atrazina, bajo distintos métodos de siembra. Se busca generar recomendaciones técnicas que optimicen la eficiencia del establecimiento de pasturas reduciendo la presión de malezas y mejorando la sostenibilidad de los sistemas ganaderos tropicales.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la atrazina en el periodo de preemergencia en pastos durante su establecimiento y su incidencia en el control de malezas tomando en cuenta el método de siembra utilizado.

2.2. Objetivos específicos

- 1- Medir el diámetro del tallo, altura, número de hojas y biomasa fresca por planta en cada cultivar.
- 2- Determinar el método de siembra más adecuado en el establecimiento de pasturas tropicales.
- 3- Registrar el daño fisiológico de la planta causado por el herbicida mediante la escala de evaluación de la Asociación Latinoamericana de Maleza.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Situación actual de los pastos en Nicaragua

Nicaragua se encuentra localizada en el hemisferio occidental. Está comprendida entre los 8° y 11° de Latitud Norte, y entre los 82° y 86° de Longitud Oeste. Esta situación ecológica hace posible que en el país se hayan establecido y desarrollado dos grandes familias de plantas muy importantes, a saber: las Gramíneas, con 1200 especies y las leguminosas, con 400 especies. (Carballo et al., 2005)

CATIE (como se citó en Cruz y Mendoza, 2009) afirma que durante los últimos 50 años se han introducido en Centroamérica varias especies de gramíneas con mejor producción conocidas como “pastos mejorados”. Algunas se han mostrado muy exitosas y sus rendimientos han superado a otras especies incluso en suelos ácidos y de baja fertilidad, sin la necesidad de aplicar fertilizantes.

De acuerdo con los datos obtenidos del estudio anual de hato bovino 2023, se reportó un total de 5.7 millones de Mz de pastos, superando en 0.1% los datos del año 2022, de las cuales el 29% tienen un manejo tecnificado. Actualmente a nivel nacional se utilizan 38 tipos de pastos, siendo un aporte para la mejora en la condición alimenticia de los animales (el 19 digital, 2023).

3.2. Pastos predominantes por zonas

De acuerdo con la zona del país que nos encontremos podemos hallar diferentes tipos de pastos como podemos observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Pastos predominantes en las zonas del Pacífico, Centro y Atlántico.

Tipos de pastos	Zona Pacífico	Zona centro	Zona Atlántico
Pastos Naturales	Aceitillo (Aristida jorulensis), Zacate rosado (Heteropogon contortus), Zacate (Rinchelidium roseum), Bouteloua, Paspalum y Panicum.	Gramma colorada (Axonopus compresus), Gramma Amarga (Paspalum sp.), Cola de burro (Andropogon bicornis), Zacatón - (Paspalum virgatum), Zacate de agua (Hymenachne amplexicaulis), Aceitillo (Aristida jorulensis), Bouteloua, Panicum	Gramma Colorada (Axonopus compresus), Gramma Amarga (Paspalum conjugatum), Zacatón (Paspalum virgatum) y, Panicum.
Pastos Mejorados	Estrella (Cynodon nlemfuensis), Pangola (Digitaria decumbens), Elefante, Taiwán (Pennisetum purpureum), Buffel (Cenchrus ciliaris), Gamba (Andropogon gayanus), Angleton (Dichanthium aristatum), Urochloa (Urochloa brizantha), Colonial (Panicum maximum).	Kikuyo (Pennisetum clandestinum), Gordura (Melinis minutiflora), alemán (Echinochloa polystachia), Pará (Urochloa mutica), Elefante (Pennisetum purpureum), Caña Japonesa (Saccharum sinensis), Gamba (Andropogon gayanus), Urochloa (Urochloa brizantha), Guinea (Panicum maximum cv. Común), Colonial (Panicum maximum cv. Colonial), Angleton (Dichanthium aristatum).	Elefante, alemán, Gamba, Urochloa brizantha, B. dictyoneura, B. humidicola.

Nota. Datos obtenidos de Carballo et al. (2005)

3.3.Descripción de pastos híbridos

3.1.1. Pasto Camello

El pasto CAMELLO BLEND®, es una combinación de pastos Urochloa (Urochloa) la cual su principal característica es la tolerancia a la sequía, el cual tiene como origen sus padres *GP 3025* + *GP 3207* los cuales son apomicticos (asexuales) y tetraploides (cuatro copias de cada cromosoma) que son estudiados y obtenidos por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Este pasto posee un crecimiento semipostrado el cual es carente de vello y con una alta capacidad de enraizamiento. El rebrote en este pasto es una de sus mejores cualidades, ya que reacciona con tolerancia a la sobrecarga animal, igualmente es recomendable evitar el sobrepastoreo (Grupo Papalotla, 2024).

3.1.2. Mulato II (Urochloa Híbrido CIAT 36087)

Es de los híbridos más utilizados, el cual es ideal para sistemas semiintensivos de explotación lechera y cárnica, que a su vez es resistente a suelos de tipo ácido y con fertilidad media y resistencia a la plaga Salivazo (*Mahanarva andigena*). El tipo de crecimiento de esta gramínea es semierecto con raíces sumamente profundas y con macollas que alcanzan hasta medio metro de altura lo cual tienen una eficiente cobertura en los potreros. (Grupo Papalotla, 2024).

3.1.3. Pasto Marandú

El Pasto Marandú es una especie forrajera perenne de buena persistencia, originaria de África tropical y fue liberado como cultivar en Brasil. Posee un crecimiento semierecto y forma macollas de hojas largas, erectas, con una buena relación hoja-tallo, puede alcanzar hasta 1.5 metros de alto. Se adapta a suelos bien drenados de mediana a alta fertilidad, Ph de 4.0 a 7.0, texturas arenosas a pesadas. Utilizado principalmente para pastoreo. (González, 2021).

3.3 Métodos de siembra

3.1.4. Labranza mínima

De acuerdo con Contexto Ganadero (2019) la labranza mínima o también conocida como el mínimo movimiento de suelo es una práctica en la que el terreno se interviene lo menos posible con el objetivo de no interferir en los procesos que suceden dentro del suelo naturalmente.

3.1.5. Siembra al esquepe

Según Pastos Tropicales (2022), la siembra al esquepe o con chuzo se realiza con un palo con punta que puede ser artesanal, fabricado o improvisado, y se estima que posea de 150 a 180 cm de largo, el método más favorable para realizar de esta manera es realizar pequeños huecos con un aproximado de 4 a 8 semillas entre cada golpe del esquepe, donde se busca depositarlas a una profundidad de 1 a 2 cm y finalmente con un distanciado entre plantas aproximado a 40cm.

3.1.6. Siembra en hileras

Safe At Work California (2020), explica que “el método de siembra en hileras nos ayuda a obtener una producción con menos afectaciones.”

Los cultivos en hileras necesitaran maquinaria dependiendo del tipo de cultivo que sembramos. Según como se describe en Miller a Huber Company (2024), se menciona cualquier tipo de cultivo que se pueda plantar en hileras con una anchura suficiente para darle espacio a las maquinas cosechadoras, algunos de los cultivos en los que se puede incluir esta práctica agrícola encontramos cereales como el maíz, trigo, soja, arroz y otros como el heno y el algodón.

3.4 Semilla desnuda y semilla incrustada

Las diferencias entre las semillas incrustadas y desnudas no es más que el recubrimiento exterior que estas poseen, el componente del incrustado varía dependiendo del método y componentes del fabricante; no hay diferencia fisiológica/biológica entre estas.

Pasturas tropicales (2022) explica que las distinciones de estas semillas constan en el exterior de la incrustada, que puede adicionar fungicida, insecticida, entre otros materiales. Con esto obtenemos una menor cantidad de semillas por kg, sin embargo, nos agrega ventajas notorias como se mencionó: la protección a hongos o ataques de plagas como la hormiga, gusanos o aves, la identificación de la semilla en el campo y la facilidad del manejo.

3.5 Manejo de la semilla incrustada

Grupo Papalotla. (2024) afirma que la incrustación Evolution® es un proceso de envolver las semillas en diferentes capas, esto con el fin de facilitar el manejo y la respuesta de la semilla en condiciones adversas. Grupo Papalotla previamente a la incrustación, somete la semilla a un escarificado, donde utilizan su producto patentado SpeedyGerm®, donde se brinda una pureza muy alta y un gran potencial de germinación.

Dentro de las principales ventajas del incrustado de semillas Papalotla encontramos que:

- Garantizan semillas puras y de alta calidad.
- Su capa protectora constituida por Regent Ultra® con fipronil, tiofanato de metilo y piraclostrobina, que funcionan como los tratamientos de fungicida e insecticida.
- Micronutrientes que ayudan e impulsan el establecimiento de las plántulas.
- Con coloración para cada semilla y facilitar la identificación.
- Una terminación lisa que facilita el uso de sembradoras.

3.6 Manejo de pasturas

3.1.7. Preparación del terreno

International Center for Tropical Agriculture CIAT (2018) menciona que para la debida preparación del terreno se deben extraer los obstáculos presentes en el área que hagan más difícil la preparación de este, algunos materiales invasores como piedras, arboles, residuos, etc. Estas actividades de trabajo pueden ser realizadas de manera manual, mecánica o química. En esta fase se debe estar coordinado y planificado el tiempo para la próxima etapa para controlar las malezas y obstrucciones a nuestra siembra.

3.1.8. Manejo después de la siembra

La etapa posterior a la siembra también es crucial para el éxito de nuestra producción, para este control se deben tomar prácticas de manejo de manera continua. Se realiza un análisis para considerar si es necesaria la resiembra en el potrero, a su vez, hay que realizar el control de malezas ya que la lucha por sol, agua y nutrientes es constante entre nuestro cultivo y las especies no deseadas; podemos realizar control de malezas de manera manual (con machete, palas y cultivadoras) o química (productos especializados), teniendo en cuenta que sería lo ideal para el manejo. Y de ser necesario considerar la fertilización a nuestra siembra. International Center for Tropical Agriculture CIAT (2018).

3.1.9. Sistema de pastoreo

La meta principal que buscamos en aplicar un buen sistema de pastoreo es la optimización, incremento y adecuado tiempo de uso de los potreros para que se recuperen. Para obtener un sistema de pastoreo efectivo debemos considerar la fisiología de nuestros cultivos y las condiciones del suelo, así lograremos la ganancia animal y la producción de forraje. Tres de los sistemas más utilizados son continuos, rotacionales y combinados, se selecciona el sistema más viable de forma flexible y económicamente posible (Ibarra, 1990).

3.7 Herbicidas selectivos

Los herbicidas selectivos son una categoría especial de herbicidas que se utilizan para el control de malezas en tu cultivo, clasificadas como de «hoja ancha» o «hoja estrecha». La elección del herbicida dependerá del tipo de malas hierbas que afecta a tus cultivos y de la época del año en que comiencen a crecer. (Nevian fertilizantes, 2023, párr. 2)

3.1.10. Triazinas: Atrazina

Tras el descubrimiento de la actividad biológica de las primeras triazinas en los años 50, actualmente son reconocidos como herbicidas eficientes en el control de distintos tipos de malezas. En la actualidad, son utilizados en más de 50 cultivos y en más de 100 países alrededor del mundo. Debido a su gran importancia en el ámbito agroquímico han sido utilizados como prototipos para el desarrollo de tecnologías en torno a la aplicación pre-emergente de herbicidas, el uso de aditivos como surfactantes o aceites en las formulaciones comerciales, así como el desarrollo de granulados dispersos en agua (Antonio Isidro et al., 2021).

Klingman y Ashton (como se citó en Aguirre Rosales, 2000) describen a la atrazina como un sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en agua de 33 ppm, se puede encontrar en la fórmula de polvo humectante, suspensión líquida y en forma granular. La atrazina pertenece a la familia de las triazinas, estas son derivados heterocíclicos del nitrógeno, como heterocíclico se entiende un anillo estructural compuesto por diferentes clases de átomos de nitrógeno y carbono.

United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2023) define a la atrazina como un herbicida sistémico de triazina clorada que se utiliza para controlar selectivamente pastos anuales y malezas de hoja ancha antes de que emerjan. Los productos pesticidas que contienen atrazina están registrados para su uso en varios cultivos agrícolas, siendo el mayor uso en maíz extensivo, maíz dulce, sorgo y caña de azúcar.

De acuerdo con Hansen et al., (2013) la atrazina es un herbicida selectivo, este es absorbido por medio de las raíces y hojas de las hierbas, puede aplicarse antes o después que germine la maleza. Controla la aparición de malezas en cultivos como maíz, sorgo, caña de azúcar y varios tipos de pastos.

Modo de acción

Ashton & Crafts (1981) definen el modo de acción como la suma total de las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que componen la acción fitotóxica total de una sustancia química, así como el destino físico (locación) y molecular (degradación) de la sustancia química en la planta. La atrazina interfiere con la fotosíntesis en algunas plantas y pastos de hoja ancha, este es absorbido por las raíces y las hojas y asciende en la planta hacia áreas de nuevo

crecimiento, la planta se seca y muere, las hojas más viejas de las plantas pueden verse más afectadas que las hojas nuevas. El crecimiento de las raíces no se ve afectado por la atrazina (National Pesticide Information Center [npic], 2020).

Aunque numerosos trabajos de investigación indican que las triazinas influyen en el metabolismo de las hormonas vegetales y consecuentemente en el crecimiento son necesarios estudios adicionales para explicar el modo de acción de las triazinas sobre el control hormonal del crecimiento de las plantas. (Ashton y Crafts, 1981, Pág.330)

Mashtakov y Prohorcik (como se citó en Ashton y Crafts, 1981) indican que la clorosis foliar seguida de necrosis es el síntoma fitotóxico habitual de las triazinas; también se ha informado de un aumento del contenido de clorofila en las hojas de ciertas especies.

Los efectos de la atrazina sobre la estructura fina del cloroplasto en frijol fueron estudiados por Ashton et al. (1963) se determinó que la estructura fina del cloroplasto se alteró enormemente mediante el tratamiento con atrazina cuando las plantas se mantuvieron en la luz, pero la atrazina no tuvo ningún efecto en la oscuridad.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El presente trabajo se realizó en la Finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada a 4 km al sur de la Zona Franca Las Mercedes tomando el desvío hacia Sabana Grande 200 m al norte y 100 m al oeste; con las coordenadas geográficas 18° 08'15'' latitud norte y 86° 09'36'' longitud oeste (Urroz y Ramírez, 2006).

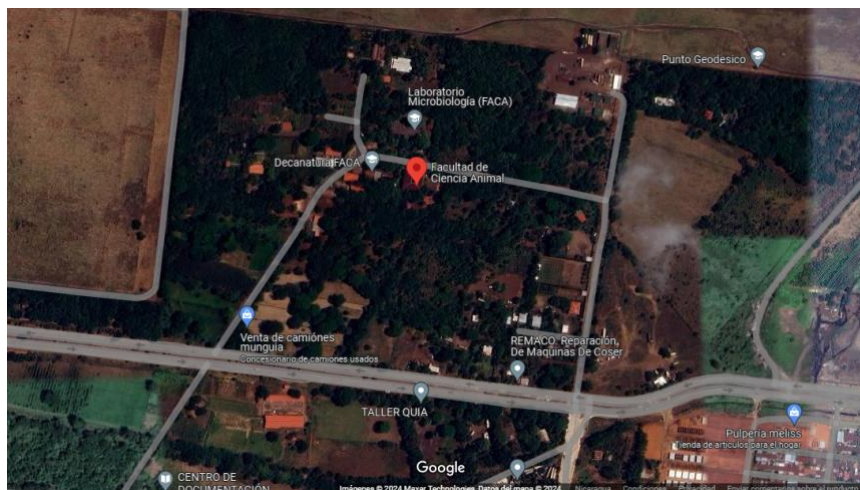


Figura 1. Vista Satelital de Finca Santa Rosa

Fuente: (Google maps, 2024)

Las precipitaciones anuales varían entre los 800 mm, se caracteriza por presentar una estación seca en los meses de noviembre a abril y otra lluviosa en los meses de mayo a octubre. Presenta una temperatura promedio de 35°C variando de acuerdo la época que se encuentre (Weather Spark, 2023).

Los suelos poseen una textura franca con 22.5% de arcilla, 32.4% de limo y 45% arena, presentan un buen drenaje. Según el sistema de clasificación estadounidense son suelos inceptisoles (clase 3), apropiados para la agricultura y sus principales limitaciones son la erosión eólica y la baja fertilidad.

4.2. Diseño metodológico

Se estableció un diseño trifactorial propiamente dicho, con 18 tratamientos y 2 repeticiones para un total de 36 repeticiones, fueron calculados con la fórmula de grados de libertad mínimos para

el error a tomar en cuenta en un ensayo experimental tomando en cuenta la cantidad de tratamientos usando la siguiente fórmula:

$$GL = (t - 1) (r-1)$$

Tomando en cuenta que son 18 tratamientos y 2 repeticiones, entonces tendremos 36 repeticiones en total.

El modelo lineal general es: $Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + C_k + (A_iB_j) + (A_iC_k) + (B_jC_k) + E_{ijk}$

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento

A_i = Efecto del i-esimo factor A (híbridos), a estimar a partir de los datos del experimento

β_j = Efecto debido al j-ésimo factor B (herbicidas), a estimar a partir de los datos del experimento

C_k = Efecto debido al k-ésimo factor C (Métodos de siembra), a estimar a partir de los datos del experimento

A_iB_j = Efecto de la interacción i-esimo factor A y el j-esimo factor B a estimar a partir de los datos del experimento

A_iC_k = Efecto de la interacción i-esimo factor A y el k-esimo factor C a estimar a partir de los datos del experimento

B_jC_k = Efecto de la interacción j-esimo factor B y el k-esimo factor C a estimar a partir de los datos del experimento

ϵ_{ijk} = Efecto del error aleatorio de variación

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

T1: Cultivar Marandú + con aplicación de herbicida + siembra al esquepe

T2: Cultivar Marandú + con aplicación de herbicida + siembra al voleo

T3: Cultivar Marandú + con aplicación de herbicida + siembra en hilera

T4: Cultivar Marandú + sin aplicación de herbicida + siembra al esquepe

T5: Cultivar Marandú + sin aplicación de herbicida + siembra al voleo

T6: Cultivar Marandú + sin aplicación de herbicida + siembra en hilera

T7: Híbrido Mulato + con aplicación de herbicida + siembra al esquepe

T8: Híbrido Mulato + con aplicación de herbicida + siembra al voleo
T9: Híbrido Mulato + con aplicación de herbicida + siembra en hilera
T10: Híbrido Mulato + sin aplicación de herbicida + siembra al esquepe
T11: Híbrido Mulato + sin aplicación de herbicida + siembra al voleo
T12: Híbrido Mulato + sin aplicación de herbicida + siembra en hilera
T13: Híbrido Camello + con aplicación de herbicida + siembra al esquepe
T14: Híbrido Camello + con aplicación de herbicida + siembra al voleo
T15: Híbrido Camello + con aplicación de herbicida + siembra en hilera
T16: Híbrido Camello + sin aplicación de herbicida + siembra al esquepe
T17: Híbrido Camello + sin aplicación de herbicida + siembra al voleo
T18: Híbrido Camello + sin aplicación de herbicida + siembra en hilera

4.3. Manejo del ensayo

Previo al establecimiento del ensayo, se realizaron pruebas de germinación para cada uno de los cultivares, obteniéndose los siguientes resultados: *Urochloa brizantha* cv. Marandú con 79%, *Urochloa* híbrido Mulato II (CIAT 36087) con 66% y *Urochloa* híbrido Camello Blend (GP 3025+3207) con 69%. Estos valores permitieron determinar el vigor y la calidad de las semillas utilizadas en el estudio.

Posteriormente, se efectuó la preparación del terreno mediante la aplicación de 100 cc de Picloram + 2,4-D, con el fin de garantizar un adecuado control de malezas antes de la siembra.

El diseño experimental contempló parcelas de 3 m², con un área efectiva de 1 m², borde de 1 m y separación de 2 m entre parcelas. Los tratamientos se distribuyeron al azar, considerando la combinación de tres factores: tipo de cultivar, método de siembra y aplicación de herbicida preemergente.

Para realizar la aplicación del herbicida se tomó en cuenta la recomendación del fabricante, utilizando la dosis de 1.5 Kg/ha obtenido como resultado un total de 96 gr de acuerdo con la dimensión de nuestro estudio con un aproximado de 6 gr de productos por parcela.

La siembra se realizó empleando los cultivares *Urochloa brizantha* cv. Marandú, *Urochloa* híbrido Mulato II (CIAT 36087) y *Urochloa* híbrido Camello Blend (GP 3025+3207). Las semillas fueron tratadas previamente con el curador Bunker® para evitar pérdidas por insectos. Se establecieron bajo 3 métodos de siembra: Espeque, voleo e hilera, utilizando una distancia de 50 cm entre surcos y 50 cm entre plantas.

4.4. Variables evaluadas

Cuadro 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Fórmula / cálculo	Unidad de medida	Instrumento	Momento de medición	Nivel de medición
Índice de velocidad de emergencia (IVE)	Velocidad con la que emergen las plántulas tras la siembra.	Conteo diario de plántulas emergidas; cálculo con la expresión de Maguire (1962).	$IVE = \Sigma (NPED / NDDS)$	Índice (sin unidad)	Registro diario de emergencia	Durante el periodo de emergencia, hasta finalización del conteo	Cuantitativa continua
Porcentaje de emergencia	Proporción de semillas sembradas que generan plántulas emergidas.	Conteo total de plántulas emergidas hasta el último día ÷ número de semillas sembradas $\times 100$.	$\% \text{ emergencia} = (\text{Plántulas emergidas} / \text{Semillas sembradas}) \times 100$	%	Registro de emergencia y siembra	Último día de evaluación de emergencia	Cuantitativa continua
Diámetro del tallo	Grosor del tallo de la planta en el punto de medición.	Medición a los 30 días en plantas seleccionadas con vernier.	—	mm	Vernier / pie de rey	Día 30	Cuantitativa continua
Altura de la planta	Longitud desde el nivel del suelo hasta el ápice vegetativo.	Medición con cinta métrica desde el suelo hasta el punto medio de la hoja más alta (último ápice del	—	cm	Cinta métrica	Día 30	Cuantitativa continua

Cuadro 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Fórmula / cálculo	Unidad de medida	Instrumento	Momento de medición	Nivel de medición
		meristemo) a los 30 días.					
Número de hojas / planta	Total de hojas presentes en cada planta muestreada.	Conteo directo de hojas en 10 plantas por parcela a los 30 días.	—	Número	Conteo visual	Día 30	Cuantitativa discreta
Biomasa fresca	Rendimiento de materia verde por unidad de área.	Cosecha de las plantas dentro del área efectiva (1 m ²) por tratamiento y repetición, corte a ras del suelo; registrar peso fresco y convertir a kg ha ⁻¹ .	Biomasa (kg ha ⁻¹) = Peso (kg) × 10,000	kg ha ⁻¹	Báscula de campo	Día de cosecha	Cuantitativa continua
Fitotoxicidad	Grado de daño o síntomas causados por el herbicida en el cultivo.	Evaluación visual según la escala de la Asociación Latinoamericana de Maleza (ALAM, 1974, adaptada).	—	Escala ordinal (valores ALAM)	Escala ALAM, registro de campo	Días posteriores a la aplicación (ej. 7, 14, 30 días)	Cualitativa ordinal

Cuadro 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Fórmula / cálculo	Unidad de medida	Instrumento	Momento de medición	Nivel de medición
Nota. NPED = número de plántulas emergidas por día; NDDS = número de días después de la siembra. La escala de fitotoxicidad se utilizó para determinar el efecto del herbicida sobre los cultivares de pasto evaluados. Todas las mediciones se realizaron bajo condiciones uniformes por parcela, siguiendo los procedimientos establecidos en el diseño experimental.							

4.5. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados y analizados utilizando el paquete estadístico Minitab Statistical Software versión 17.1.0 (Minitab®, 2013). Para las variables cuantitativas de respuesta se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) considerando los efectos de los factores experimentales. Las variables incluidas en el ANOVA fueron: índice de velocidad de emergencia (IVE), porcentaje de emergencia, diámetro del tallo a los 30 días, número de hojas a los 30 días, altura de la planta a los 30 días y producción de biomasa fresca a los 30 días.

Se empleó la prueba de Tukey para comparación de medias con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ ($p \leq 0,05$), con el fin de establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

Para la variable cualitativa fitotoxicidad, se realizó un análisis descriptivo basado en la recopilación diaria de los síntomas observados en cada tratamiento.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Variables de rendimiento productivo

5.1.1. Índice de velocidad de emergencia

Este parámetro permite evaluar la emergencia de las semillas, conocer la frecuencia de emergencia de las plantas en diferentes periodos después de la siembra; además, permite determinar si los tratamientos aplicados a las semillas rompen la dormancia inicial.

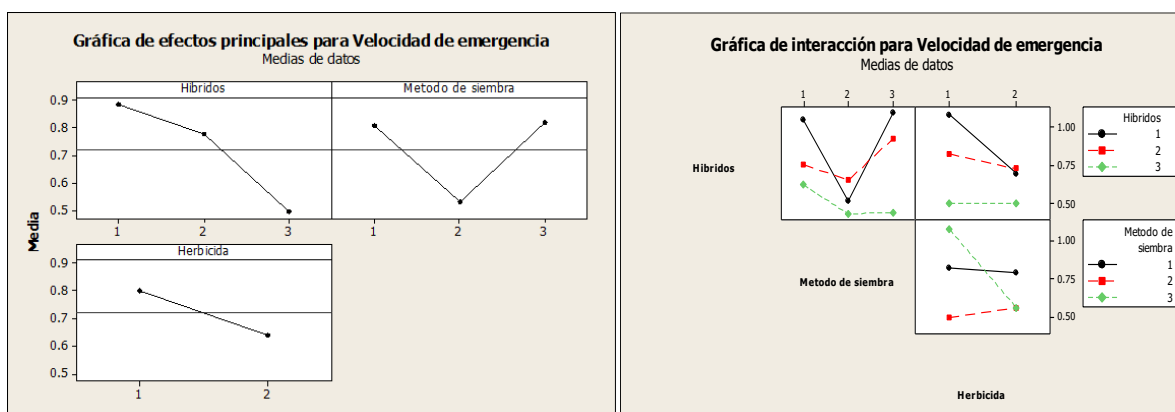


Figura 2. Índice de velocidad de emergencia de los pastos evaluados

Cuadro 3. Análisis de varianza para índice de velocidad de emergencia de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para índice de velocidad de emergencia, utilizando la SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	0.9703	0.9703	0.4852	1.50	0.249
Método de siembra	2	0.6433	0.6433	0.3217	1.00	0.388
Herbicida	1	0.2382	0.2382	0.2382	0.74	0.401
Híbridos*Método de siembra	4	0.4488	0.4488	0.1122	0.35	0.842
Híbridos*Herbicida	2	0.2437	0.2437	0.1218	0.38	0.691
Método de siembra*Herbicida	2	0.5815	0.5815	0.2908	0.90	0.423
Híbridos*Método de siembra*Herbicida	4	0.1680	0.1680	0.0420	0.13	0.969
Error	18	5.8044	5.8044	0.3225		
Total	35	9.0982				

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas para ($p > 0.05$) entre los tratamientos. No obstante, las tendencias observadas en los gráficos muestran que el herbicida 1(Cultivar Marandú) y el método de siembra 3(Hilera) presentaron mejores promedios.

En un estudio realizado por Doll et al. (1970) encontraron que la absorción de atrazina mediante las raíces depende del tamaño y energía de las semillas, lo que puede amortiguar los efectos negativos sobre la emergencia en semillas de buena calidad. Al comparar con nuestro estudio también confirma que la capacidad fisiológica de la semilla desempeña un papel determinante en la absorción del herbicida.

5.1.2. Porcentaje de emergencia

La emergencia es un proceso importante en el éxito de la implantación de especies herbáceas en los ecosistemas de pastizal; este proceso se encuentra regulado por varios factores ambientales como la luz, temperatura, pH del suelo y humedad (Vázquez., et al, 2013). En otras palabras, esto es el total de plantas emergidas después de la siembra.

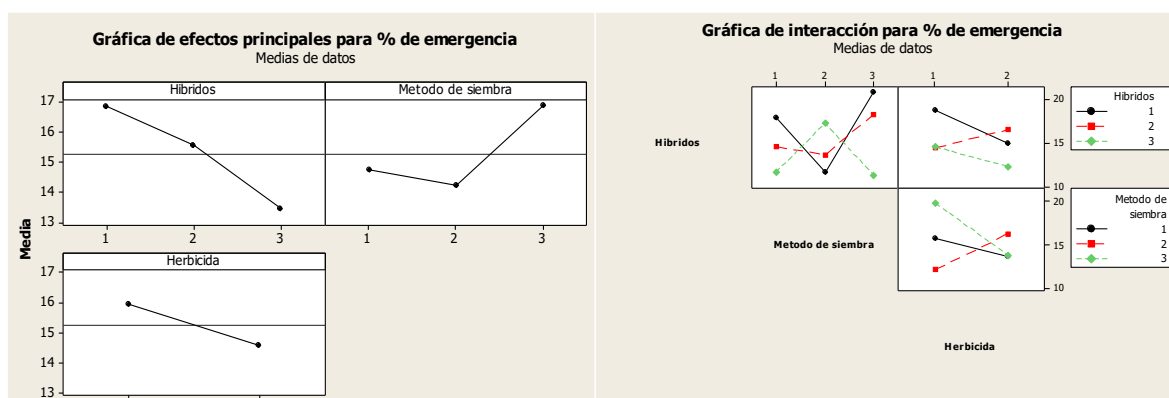


Figura 3. Porcentaje de emergencia de los pastos evaluados

Cuadro 4. Análisis de Varianza para % de emergencia de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para % de emergencia, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	132.17	62.26	31.13	0.79	0.471
Método de siembra	2	71.02	24.73	12.36	0.31	0.736
Herbicida	1	6.64	0.09	0.09	0.00	0.962
Híbridos*Método de siembra	4	263.05	169.22	42.31	1.07	0.401
Híbridos*Herbicida	2	217.85	189.63	94.82	2.39	0.120
Método de siembra*Herbicida	2	221.44	178.48	89.24	2.25	0.134
Híbridos*Método de siembra*Herbicida	4	75.09	75.09	18.77	0.47	0.755
Error	18	713.50	713.50	39.64		
Total	35	1700.76				

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas para ($p > 0.05$) entre los tratamientos, aunque el herbicida 1 (Cultivar Marandú) y el método de siembra 3 (hileras) mostraron mayores porcentajes de emergencia en los gráficos. En cuanto al factor herbicida, los

resultados indican que el nivel 1 (aplicación de herbicida) presentó un porcentaje de emergencia mayor en comparación con el nivel 2 (sin aplicación de herbicida).

Estos resultados indican que la aplicación de herbicida preemergente favorece la emergencia de las plántulas al reducir la competencia inicial con las malezas, facilitando así un establecimiento más eficiente y coincide con estudios previos, tales como Kering et al. (2013) demostraron que la supresión temprana de arvenses mejora el microambiente alrededor de la semilla y permite una mayor disponibilidad de luz y nutrientes en las primeras etapas del desarrollo. En un estudio previo realizado por Boschman et al. (2025) demostraron que la atrazina no afectó la emergencia ni el crecimiento temprano de ninguna de las gramíneas evaluadas y podría ser una opción para el control de malezas preemergentes al establecer pasturas de gramíneas perennes tropicales.

5.1.3. Diámetro del tallo

“El diámetro del tallo es una variable que se encuentra influenciada por las condiciones ambientales (humedad, temperatura, cantidad y calidad de la luz) y los nutrientes, siendo el nitrógeno uno de los elementos más importantes” (Cuadra, 1988, Pág. 15).

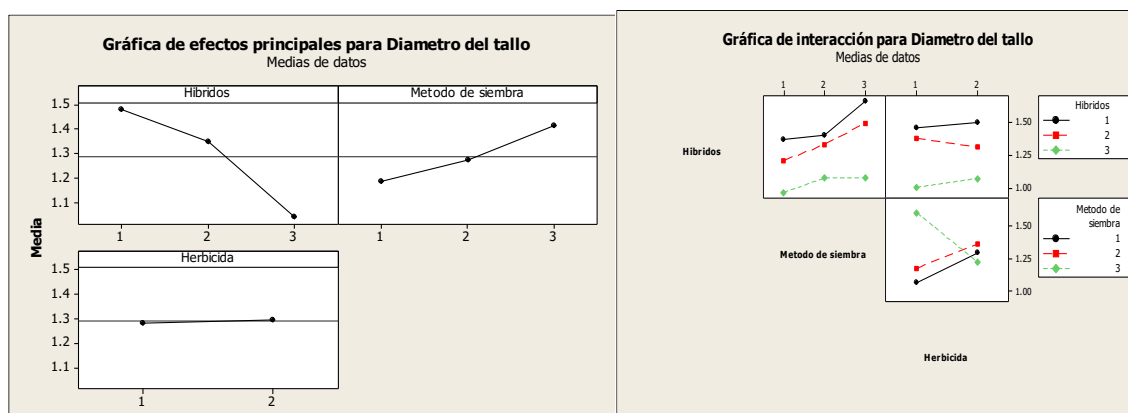


Figura 4. Diámetro del tallo de los pastos evaluados

Cuadro 5. Análisis de Varianza para diámetro del tallo de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para Diámetro del tallo, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	1.09366	0.87127	0.43564	4.75	0.022*
Método de siembra	2	0.99164	0.47997	0.23999	2.62	0.100
Herbicida	1	0.00067	0.00032	0.00032	0.00	0.954
Híbridos*Método de siembra	4	0.15977	0.12344	0.03086	0.34	0.850
Híbridos*Herbicida	2	0.03630	0.02387	0.01193	0.13	0.879
Método de siembra*Herbicida	2	0.53586	0.35729	0.17864	1.95	0.171
Híbridos*Método de siembra*						
Herbicida	4	0.55817	0.55817	0.13954	1.52	0.238
Error	18	1.64970	1.64970	0.09165		
Total	35	5.02577				

Estadísticamente se encontró diferencia significativa para ($p > 0.05$) entre los pastos, mientras que método de siembra y herbicida no presentaron diferencias significativas. Gráficamente, las combinaciones con híbrido 1 (Cultivar Marandú) y método de siembra 3 (Hileras) mostraron un mayor grosor de tallo. Además, podemos asociar que hubo un mayor diámetro del tallo cuando se aplicó herbicida, especialmente en combinación con Pasto Marandú y método de siembra en hileras. Esto se debe a que el cultivar Marandú no posee recubierta, por lo tanto, su proceso de germinación y emergencia es más precoz que el de híbrido 2 (3025+3207) e híbrido 3 (36087).

Según Cuadra (1988), el diámetro del tallo es un rasgo genético que refleja el vigor estructural de la planta. Además, Kering et al. (2013) documentaron que el uso prudente de Atrazina no afecta negativamente esta variable en especies forrajeras bien adaptadas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

5.1.4. Número de hojas

Según describen Busqué y Herrero (2002) la hoja, es la unidad morfogenética más simple de la planta. Es una unidad interactiva con capacidad para dar lugar a una nueva planta. Desde el punto de vista de la productividad de la pastura, la lámina foliar tiene un papel fundamental ya que es el principal órgano fotosintetizador de la planta.

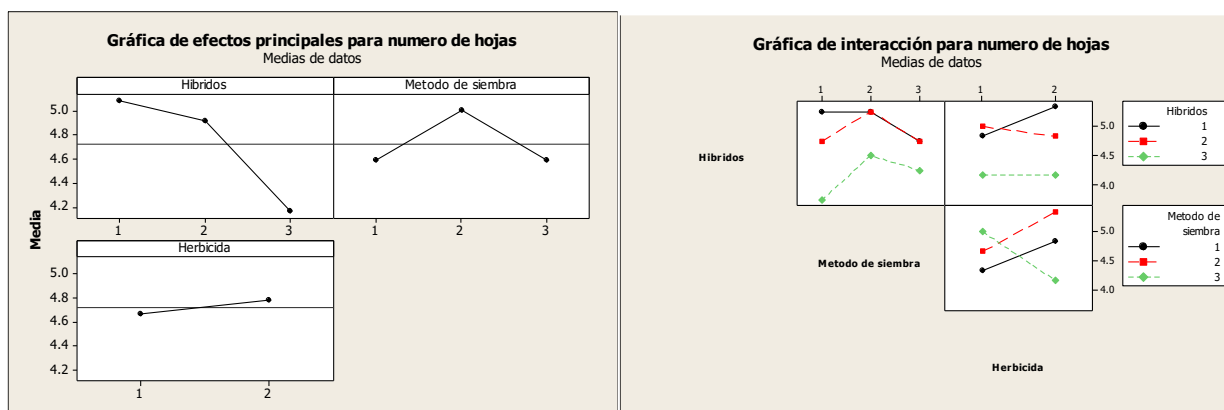


Figura 5. Número de hojas de los pastos evaluados

Cuadro 6. Análisis de Varianza para número de hojas de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para altura de la planta, utilizando SC ajustada para pruebas						
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	3.6274	2.7809	1.3904	4.48	0.026*
Método de siembra	2	0.5291	0.4866	0.2433	0.78	0.471
Herbicida	1	0.5200	0.7479	0.7479	2.41	0.138
Híbridos*Método de siembra	4	1.5013	1.8147	0.4537	1.46	0.255
Híbridos*Herbicida	2	0.1500	0.1707	0.0854	0.28	0.762
Método de siembra*Herbicida	2	3.1426	2.2102	1.1051	3.56	0.050*
Híbridos*Método de siembra*Herbicida	4	0.8391	0.8391	0.2098	0.68	0.617
Error	18	5.5815	5.5815	0.3101		
Total	35	15.8911				

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas para ($p > 0.05$) entre Híbridos (Pastos), así como también una diferencia significativa entre la interacción Método de siembra*Herbicida. En los gráficos, podemos observar que el Cultivar 1 (Pasto Marandú) combinado con el método de siembra 2 (Voleo) y el herbicida 2 (sin aplicación de herbicida) resultó en un mayor desarrollo foliar.

Los resultados obtenidos son consistentes con lo señalado por Cuadra (1988), quien afirmó que el número de hojas se encuentra estrechamente ligado al patrón morfogenético de cada variedad

forrajera. Según el estudio realizado por Hernández y Herrera (2001) el desarrollo de las plantas no se vio afectado, ni mostraron signos de fitotoxicidad durante el tiempo del estudio.

5.1.5. Altura de la planta

“La altura de la planta se encuentra fuertemente influenciada por las condiciones ambientales durante la elongación del tallo. Entre ellas tenemos: humedad, nutrición, temperatura, cantidad y calidad de la luz” (Cuadra, 1988, pág. 8).

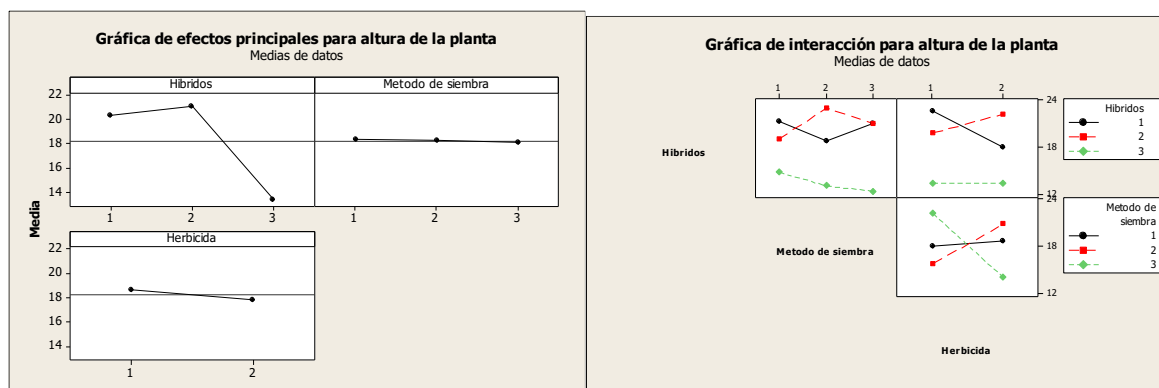


Figura 6. Altura de la planta de los pastos evaluados

Cuadro 7. Análisis de Varianza para altura de la planta de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para altura de la planta, utilizando SC ajustada para pruebas						
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	541.30	476.44	238.22	16.57	0.000*
Método de siembra	2	18.95	2.35	1.17	0.08	0.922
Herbicida	1	0.03	3.33	3.33	0.23	0.636
Híbridos*Método de siembra	4	82.65	47.	11.96	0.83	0.522
Híbridos*Herbicida	2	171.49	179.04	89.52	6.23	0.009*
Método de siembra*Herbicida	2	195.75	144.46	72.23	5.03	0.018*
Híbridos*Método de siembra*						
Herbicida	4	138.38	138.38	34.59	2.41	0.087
Error	18	258.72	258.72	14.37		
Total	35	1407.27				

Se encontraron diferencias altamente significativas para ($p > 0.05$) entre Híbridos (pastos), así como también entre las interacciones entre Híbridos*Herbicida y Método de siembra*Herbicida. Gráficamente, el Híbrido 2(Mulato II), Método de siembra 1 (Espeque) y el Herbicida 1 (aplicación de herbicida) mostraron los valores más altos en cuanto a la altura.

Hansen et al. (2013) encontraron que el efecto de la atrazina sobre el crecimiento depende en gran medida del cultivar. Sus resultados en maíz evidenciaron respuestas diferenciales entre genotipos, lo cual coincide con las interacciones observadas en el estudio. Por otra parte, Lin et al (2008) demostraron que ciertas gramíneas forrajeras tienen la capacidad de degradar atrazina en el suelo, reduciendo su toxicidad y permitiendo un mayor desarrollo vertical de la planta.

5.1.6. Biomasa fresca

La biomasa es un atributo de la vegetación y se refiere al peso del material vegetal en un área determinada. Otros términos generales, como rendimiento o producción, a veces se utilizan indistintamente con el término biomasa. Las unidades para expresar la biomasa deben seleccionarse de forma que el peso real de la planta sea fácil de visualizar (Puerta de entrada a los pastizales, 2025).

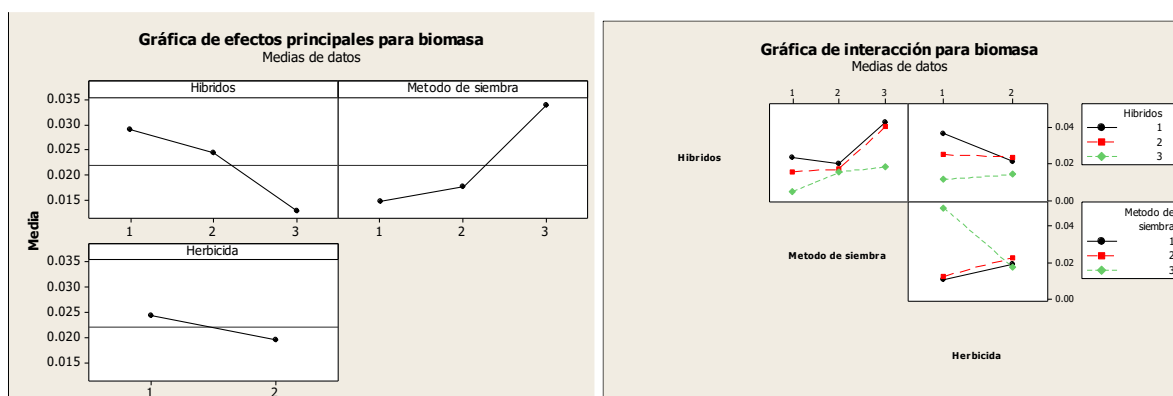


Figura 7. Biomasa fresca de los pastos evaluados

Cuadro 8. Análisis de varianza para Biomasa de los Híbridos y cultivar Marandú

Análisis de varianza para biomasa, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Híbridos	2	0.0018661	0.0008489	0.0004245	1.48	0.254
Método de siembra	2	0.0058570	0.0030741	0.0015371	5.36	0.015*
Herbicida	1	0.0003215	0.0000571	0.0000571	0.20	0.661
Híbridos*Método de siembra	4	0.0003123	0.0002128	0.0000532	0.19	0.943
Híbridos*Herbicida	2	0.0017124	0.0015158	0.0007579	2.64	0.099
Método de siembra*Herbicida	2	0.0046056	0.0033881	0.0016940	5.91	0.011*
Híbridos*Método de siembra*Herbicida	4	0.0009999	0.0009999	0.0002500	0.87	0.500
Error	18	0.0051636	0.0051636	0.0002869		
Total	35	0.0208383				

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas para ($p > 0.05$) Método de siembra, así como también en la interacción Método de siembra*Herbicida. En las gráficas observamos que el tratamiento compuesto por Cultivar 1 (Pasto Marandú), Método de siembra 3 (Hileras) y Herbicida 1 (aplicación de herbicida) produjo una mayor biomasa fresca.

Fuentes y Buena (2004) comprobaron que métodos de siembra que promueven una cobertura uniforme del suelo permiten un aprovechamiento más eficiente de los recursos, lo cual se traduce en un mayor rendimiento de forraje. Por otra parte, Lin et al. (2003) demostraron que las especies forrajeras pueden absorber y transformar la atrazina en compuestos menos tóxicos reduciendo la competencia con malezas y aumentando la productividad total.

5.1.7. Fitotoxicidad

Esta variable fue evaluada de manera cualitativa utilizando la escala de evaluación de la Asociación Latinoamericana de Malezas (adaptada ALAM 1974).

Cuadro 9. Escala de evaluación de Fitotoxicidad

Grado de Fitotoxicidad	Grado de Calificación	Síntomas en el cultivo
0	Nada	Ninguna
1	Pobre	Sin efectos aparentes de ningún daño a muy poco daño o igual al testigo limpio
2	Ligero Daño moderado	Atrofia y/o clorosis leve Atrofia leve, clorosis media y necrosis leve Atrofia media, clorosis severa y necrosis leve Atrofia media, clorosis severa, necrosis leve y
3	Daño severo Daño muy severo	algunas plantas muertas Atrofia severa y/o incremento en el número de plantas muertas
4	Daño Grave Daño muy grave	Entre 61 y 70% de las plantas muertas Entre 71 y 80% de las plantas muertas
5	Daño muy grave	Entre 81 y 90% de las plantas muertas Entre 91 y 100% de las plantas muertas

Nota. Obtenido de la Asociación Latinoamericana de Maleza (1974)

Primera lectura visual (7 días después de la siembra)

En esta primera evaluación, no se observaron efectos aparentes causados por el herbicida. Sin embargo, pudimos observar una disminución en la densidad poblacional de malezas de hoja ancha presentes en el terreno.

Segunda lectura visual (14 días después de la siembra)

Durante esta segunda evaluación, pudimos observar una mayor disminución de arvenses de hoja ancha. En el caso de signos de Fitotoxicidad en los pastos se observaron daños mínimos de clorosis. En general, las plantas siguieron con su crecimiento y desarrollo sin mostrar daños aparentes graves.

Tercera lectura visual (21 días después de la siembra)

En esta última evaluación, no se observaron daños aparentes causados por el herbicida, las plantas continuaron con su crecimiento y desarrollo con normalidad. En cuanto a las malezas estas fueron eliminadas casi en su totalidad.

Nuestros resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Hernández y Herrera (2001) durante el período de evaluación no se detectó ningún síntoma de fitotoxicidad por atrazina en el pasto.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación de atrazina como tratamiento preemergente favoreció significativamente el desarrollo inicial de los cultivares evaluados, al reducir la competencia de malezas y minimizar el daño fisiológico, el cual fue leve y transitorio.

Se evidenciaron diferencias agronómicas importantes entre cultivares en cuanto al diámetro del tallo, altura, número de hojas y biomasa fresca, destacándose Marandú por su mejor desempeño en la mayoría de las variables. Asimismo, los métodos de siembra en hilera y al espeque mostraron ventajas claras sobre la siembra al voleo, al promover una emergencia más uniforme, mejor distribución de plántulas y mayor control físico de malezas, lo que los posiciona como las opciones más adecuadas para el establecimiento de pasturas tropicales.

VII. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda el uso de atrazina como herbicida preemergente en dosis adecuadas para el establecimiento de pasturas tropicales, ya que ofrece un control efectivo de malezas con un impacto fitotóxico mínimo y transitorio sobre las plántulas. Se sugiere priorizar el método de siembra en hilera o al espeque, dado que ambos favorecen una emergencia uniforme y un mejor desarrollo inicial del cultivo en comparación con la siembra al voleo. Además, se recomienda considerar el cultivar Marandú en futuros programas de establecimiento de pasturas, debido a su mayor adaptación y mejor desempeño agronómico frente a la competencia de malezas y condiciones del manejo evaluado.

Finalmente, se propone realizar estudios complementarios que evalúen diferentes dosis de atrazina, con el fin de optimizar su uso y minimizar aún más posibles efectos adversos sobre el cultivo, ajustándolo a las condiciones específicas de cada sistema de producción.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguirre Rosales, D. (2000). Evaluación técnica y económica del control de malezas con atrazina en maíz dulce y su residualidad en el suelo [Tesis de pregrado, El Zamorano]. Archivo digital. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7981ed4d-e236-45fa-b11b-f81f3c4c9881/content>
- Antonio Isidro, G., Amador Hernández, J., De la Garza Rodríguez, I. M., Enríquez Rosado, R., & Velázquez Manzanares, M. (2021). Triazinas, los herbicidas más usados alrededor del mundo: aspectos químicos y biológicos. *CienciAcierta*, 69. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/CC66/triazinas.pdf>
- Ashton, F. M., Gifford, E. M., & Bisalputra, T. (1963). Structural Changes in *Phaseolus vulgaris* Induced by Atrazine II. *Botanical Gazette*, 124(5), 336–343. <http://www.jstor.org/stable/2472959>
- Ashton, F. M., & Crafts, S. A. (1981). *Mode of Action of Herbicides* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Boschma, S. P., McDouall, H. W., & McLachlan, J. W. (2025). Potential Use of Herbicide Seed Safener and Pre-Emergent Residual Herbicides When Establishing Tropical Perennial Grasses—A Preliminary Study. *Seeds*, 4(2), 18. <https://doi.org/10.3390/seeds4020018>
- Busqué, J. y Herrero, M. (2002). Atributos funcionales de las plantas forrajeras y su implicación en el manejo de pasturas. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08d28e5274a27b2001681/R66061.pdf>
- Carballo, D. J., Matus, M., Betancourt, M., & Ruíz, C. (2005). Manejo de pasto I. <https://repositorio.una.edu.ni/2425/7/Manejo%20de%20pasto%20I.pdf>
- CIAT International Center for Tropical Agriculture. (2018). Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas. https://www.biopasos.com/biblioteca/100v%20Cartilla_Manejo_Pasturas_CRPLivestock_Final-2.pdf
- Contexto Ganadero. (2019). Beneficios de la labranza mínima y 3 formas de realizarla. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/beneficios-de-la-labranza-minima-y-3-formas-de-realizarla>
- Cruz Zeledón, A. E., & Mendoza Tòrrez, M. I. (2009). Costos de producción de pasto mejorado... [Tesis de pregrado, UNAN]. <https://repositorio.unan.edu.ni/6830/1/6489.pdf>
- Cuadra, M. (1988). Influencia de factores genéticos y edafoclimáticos en el desarrollo de gramíneas forrajeras tropicales. *Revista Agropecuaria Nicaragüense*, 12(3), 45–52.

- Cuadra Romano, M. (1988). Efecto de diferentes niveles de nitrógeno... [Tesis de grado, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias]. <https://repositorio.una.edu.ni/2492/1/tnf04c961e.pdf>
- Doll, J. D., Penner, D., & Meggitt, W. F. (1970). Herbicide and phosphorus influence on root absorption of amiben and atrazine. *Weed Science*, 18(4), 357–362.
- El 19 Digital. (2023, agosto 4). Nicaragua: Conozca el Estudio Anual al Hato del Ganado Bovino 2023. <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:143201-nicaragua-conozca-el-estudio-anual-al-hato-del-ganado-bovino-2023>
- Fink, R. J., & Fletchall, O. H. (1967). The influence of atrazine or simazine on forage yield and nitrogen components of corn. *Weed Science*, 15(3), 272–274. <https://doi.org/10.2307/4041222>
- Fuentes, H., & Buena, L. (2004). Producción de biomasa de *Cratylia Argentea*... [Tesis de pregrado, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1311/1/tnf01b928.pdf>
- Fuentes, M., & Buena, E. (2004). Efecto del método de establecimiento sobre el rendimiento de biomasa en pasto Mulato. *Revista Colombiana de Pastos y Forrajes*, 21(1), 25–33.
- González, K. (2021). Ficha Técnica Pasto Marandú (*Urochloa brizantha* cv. Marandú). <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-Marandú-Urochloa-brizantha-cv-Marandú/>
- Grupo Papalotla. (2024). EVOLUTION®: Ventajas de la semilla incrustada. <https://grupopapalotla.com/index.html>
- Grupo Papalotla. (2024). Pasto CAMELLO BLEND. <https://grupopapalotla.com/producto-camello-blend.html>
- Grupo Papalotla. (2024). Pasto Mulato II. <https://grupopapalotla.com/producto-mulato-2.html>
- Hansen, J. D., Ma, B. L., & Morrison, M. J. (2013). Differential responses of maize cultivars to atrazine... *Weed Science*, 61(4), 489–496. <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00105.1>
- Hansen, M. A., Treviño Quintanilla, L. G., Márquez Pacheco, H., Villada Canela, M., Guillen Garcés, R. A., & Hernández Antonio, A. (2013). Atrazina: un herbicida polémico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/41420>
- Hernández, M., y Herrera, F. (2001). Métodos de siembra y uso de atrazina en el establecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. diamantes 1, en el trópico húmedo de costa rica. *Alcances Tecnológicos*, 3(1), 4 - 13. <https://doi.org/10.35486/at.v3i1.121>
- Hernández, M. y Herrera, F. 2004. Selectividad de herbicidas en presiembra y postemergencia temprana en los pastos *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria*

- decumbens. *Revista de Agricultura Tropical* 34: 93 - 103.
<https://biblat.unam.mx/ca/revista/revista-de-agricultura-tropical>
- Ibarra, F. (1990). Importancia de los sistemas de pastoreo. PATROCIPES.
<https://www.patrocipes.org.mx/>
- Intagri. (2017). Los riesgos de una mala aplicación de herbicida. <https://www.intagri.com>
- Kering, M. K., Guretzky, J. A., Funderburg, E. R., & Biermacher, J. T. (2013). Effect of various herbicides on warm-season grass weeds... *Crop Science*, 53(4), 1618–1625.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2012.04.0252>
- Lin, C. H., Lerch, R. N., Garrett, H. E., & George, M. F. (2003). Bioremediation of atrazine-contaminated soil... *Journal of Environmental Quality*, 32(6), 1992–2000.
<https://doi.org/10.2134/jeq2003.1992>
- Lin, C. H., Lerch, R. N., Garrett, H. E., & George, M. F. (2008). Bioremediation of atrazine-contaminated soil... *Journal of Environmental Quality*, 37(1), 196–206.
<https://doi.org/10.2134/jeq2006.0503>
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination—Aid in selection and evaluation... *Crop Science*, 2(2), 176–177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Miller a Huber Company. (2024). Cultivos en hileras. <https://www.millerchemical.com/es>
- National Pesticide Information Center [NPIC]. (s.f.). Atrazine Fact Sheet.
<http://npic.orst.edu/factsheets/atrazine.html>
- Nevian fertilizantes. (2023, octubre 31). Qué son los herbicidas selectivos.
<https://neviafertilizantes.com/blog/que-son-los-herbicidas-selectivos/>
- Pasturas Tropicales. (2022). ¿Cómo sembrar pastos? <https://pasturastropicales.com/como-sembrar-sembrar-pastos/>
- Pasturas Tropicales. (2022). Semilla de pasto. <https://pasturastropicales.com/>
- Puerta de entrada a los pastizales. (2025). *Biomasa*. Recuperado el 14 de septiembre de 2025, de <https://rangelandsgateway.org/inventorymonitoring/biomass>
- Safe At Work California. (2020). Cosechas de cultivos en hilera.
<https://www.safeworkca.com/es/articulos-de-seguridad/cosechas-de-cultivos-en-hilera/>
- United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2023). Ingredients Used in Pesticide Products. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/atrazine>

- Urroz, R., & Ramírez, E. (2006). Composición e identificación de especies forrajeras... [Tesis de pregrado, UNA]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01u81.pdf>
- Vázquez de Aldana, B., García Ciudad, A., Álvarez Pascua, A., & García Criado, B. (2011). Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia de especies pratenses (1.a ed.). Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/44854/1/2011%20germinacion%20y%20profundidad%20Pastos2011.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de Campo

		Metodos de siembra							
		Espeque				Hilera			
Herbicidas	Con								
	Sin								
Marandu	Con								
	Sin								
Mulato	Con								
	Sin								
Camello	Con								
	Sin								

Anexo 2. Dia de la siembra



Anexo 3. Aplicación del herbicida



Anexo 4. Parcelas 20 días después de la siembra



Anexo 5. Parcela sin aplicación de herbicida



Anexo 6. Parcela con aplicación de herbicida



Anexo 7. Conteo de plantas



Anexo 8. Altura de planta



Anexo 9. Medición diámetro del tallo



Anexo 10. Biomasa



Anexo 11. Desarrollo de la planta a los 21 días después de la siembra



Anexo 12. Tabla de costos según método utilizado

Método de siembra	Semilla utilizada (C\$/Mz)		Mano de obra (C\$300 Hombre*día)			Herbicida (C\$800/Kg)	Total
			N°	Días	Total		
Espeque	Marandú	2700	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$6200
	Mulato II	6000	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$9500
	Camello	7326	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$10826
Voleo	Marandú	3600	3	1	C\$900	C\$800/Kg	C\$5300
	Mulato II	8000	3	1	C\$900	C\$800/Kg	C\$9700
	Camello	9768	3	1	C\$900	C\$800/Kg	C\$11468
Hileras	Marandú	2700	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$6200
	Mulato II	6000	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$9500
	Camello	7326	3	3	C\$2700	C\$800/Kg	C\$10826