



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

**Respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte a
retenedores de humedad del suelo**

AUTORA: Solorzano Cevallos Evelyn Ibeth

TUTOR: Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño, Mg

El Carmen, agosto del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página II de 2

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Evelyn Ibeth Solórzano Cevallos**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte a retenedores de humedad del suelo”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 08 de agosto del 2025

Lo certifico,


 Ing. Jorge Sifredo Vivas Cedeño, Mg
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte a retenedores de
humedad del suelo”**

AUTORA: Solorzano Cevallos Evelyn Ibeth

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño Sifrido, Mg

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg

MIEMBRO: Dr. López Mejía Francel Xavier, PhD

MIEMBRO: Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg

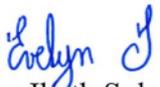


DEDICATORIA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Evelyn Ibeth Solorzano Cevallos con cedula de ciudadanía 235104434-8, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada "**Respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto del corte a retenedores de humedad del suelo**", esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total e su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Evelyn Ibeth Solorzano Cevallos

El Carmen, 08 de agosto del 2025

DEDICATORIA

"Quiero que mis hijos crezcan pensando que un agricultor es un superhéroe" -Christian F.

Al culminar este trabajo de tesis quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible esta etapa tan importante de mi vida académica.

Agradezco a mis padres, por su amor incondicional, por creer en mí incluso en los momentos de duda y por brindarme siempre su apoyo emocional.

Quiero dedicar un agradecimiento especial a mi esposo, por ceder su tiempo y ayudarme cuando más necesitaba de él, por adaptarse a mis horarios y siempre acompañarme.

También me doy un espacio para agradecerme a mí, por no rendirme, por seguir adelante a pesar del cansancio, las dudas y los momentos de frustración.

Este logro es también fruto de amor propio, de la constancia y del coraje de seguir adelante.

Evelyn

AGRADECIMIENTO

"Nunca sabremos el valor del agua hasta que el pozo esté seco" - Thomas Fuller

Agradezco profundamente a Dios, por haberme brindado la fuerza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi familia, pilar fundamental en este camino, por su amor incondicional, sus palabras de aliento y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. En especial, a mis padres, quienes con su ejemplo y esfuerzo me han enseñado el valor del trabajo, la perseverancia y la humildad.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra forma, aportaron a la realización de este proyecto, mi más sincero agradecimiento.

Evelyn

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXO	II
RESUMEN	II
ABSTRACT.....	II
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
i. PROBLEMA.....	3
ii. OBJETIVO GENERAL	4
iii. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
iv. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Origen del pasto Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>)	5
1.2. Morfología y características agronómicas del pasto Cuba 22	5
1.3. Composición bromatológica del pasto Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>) y su valor nutricional en sistemas forrajeros.....	8
1.4. Siembra del pasto Cuba 22	9
1.5. Tipo de suelo para el pasto Cuba 22.....	10
1.6. Importancia de la fertilización y exigencias nutricionales del pasto Cuba 22.....	10
1.7. Importancia de los retenedores de humedad en los cultivos.....	11
1.7.1. Tipos de Polímeros.....	12
1.8. Hidrogel.....	13
1.9. Ventajas del Hidrogel.....	14

CAPITULO II	15
INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO III	17
3 MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Localización de la unidad experimental	17
3.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	17
3.3 Variables	18
3.3.1. Variables independientes	18
3.3.2. Variables Dependientes	18
3.4 Métodos	18
3.3.3. Método empírico	18
3.3.4. Método experimental.....	18
3.5 Unidad Experimental.....	18
3.3.5. Tratamientos	19
3.6 Características de las Unidades Experimentale	19
3.7 Análisis estadístico	19
3.8 Instrumentos de medición.....	20
Materiales y equipos de campo	20
Materiales de oficina y muestreo	20
3.9 Manejo del ensayo.....	20
CAPÍTULO IV	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Forraje verde (kg/m ²).....	23
4.2 Forraje seco (kg/m ²)	24
4.3 Altura de la planta (m).....	25
4.4 Retención de humedad (%).....	26

CAPITULO V	XXXV
5. CONCLUSIONES	XXXV
CAPITULO VI.....	XXXVI
6. RECOMENDACIONES.....	XXXVI
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXVII
ANEXOS	XLI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica del pasto Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>)	5
Tabla 2. Características morfológicas y agronómicas del pasto Cuba 22	7
Tabla 3. Composición química del pasto Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>) a diferentes edades de corte.....	8
Tabla 4. Niveles de fertilización para óptimos rendimientos del pasto Cuba 22	11
Tabla 5. Ventajas agronómicas del uso de retenedores de humedad en cultivos	12
Tabla 6. Características agroecológicas de la localidad	17
Tabla 7. Descripción de los tratamientos establecidas en la investigación	19
Tabla 8. Características de las unidades experimentales	19
Tabla 9. Esquema de ADEVA	20
Tabla 10. Rendimiento de forraje verde (kg/m ²) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra.....	23
Tabla 11. Rendimiento de forraje seco (kg/m ²) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra.....	24
Tabla 12. Altura de la planta (m) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra	25
Tabla 13. Retención de humedad del suelo (%) a los 60 días después de la siembra (medición con hidrómetro).....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración botánica del pasto Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum</i>): morfología de hoja, tallo y estructura general	6
Figura 2. Semilla del pasto Cuba 22 a los 15 días post siembra	6
Figura 3. Cuba, el pasto ideal para ganado de leche y doble propósito	7
Figura 4. El Hidrogel se hidrata con el agua de riego y la proporciona lentamente conforme la planta la necesite	15
Figura 8. Ubicación del experimento	17

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Grafico del análisis de varianza	XLI
Anexo 2. Establecimiento del pasto	XLI
Anexo 2. Peso del pasto cuba 22.....	XLII

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la actividad fotosintética y la producción de biomasa del pasto de corte Cuba 22 bajo la aplicación de retenedores de humedad del suelo. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 128 plantas distribuidas en parcelas de 16 m². A los 60 días después de la siembra, se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las variables evaluadas. El tratamiento T1 (hidrogel) obtuvo el mayor rendimiento de biomasa fresca (8,25 kg/m²), materia seca (1,16 kg/m²) y altura de planta (1,62 m), superando significativamente al tratamiento testigo (T7), sin aplicación de retenedores. Asimismo, la mayor retención de humedad del suelo (32 %) se observó en T1, seguido por T2 (hidrogel + biochar) y T3 (hidrogel + zeolita), con 30,5 % y 29,8 %, respectivamente. En contraste, el control presentó la humedad más baja (24,0 %). Estos resultados evidencian que el uso de hidrogeles, solos o combinados con enmiendas como biochar y zeolita, mejora significativamente la disponibilidad hídrica, la respuesta fisiológica y el rendimiento forrajero del pasto Cuba 22, especialmente en condiciones de secano. Se concluye que los retenedores de humedad constituyen una alternativa agroecológica eficaz para optimizar la producción y resiliencia de los sistemas forrajeros tropicales.

Palabras claves: pastos, hidrogel, escases hídrica, retenedor, humedad

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the photosynthetic activity and biomass production of Cuba 22 forage grass under the application of soil moisture retainers. A Completely Randomised Block Design (CRBD) was employed with seven treatments and three replications. The experimental unit consisted of 128 plants distributed in 16 m² plots. At 60 days after sowing, statistically significant differences ($p < 0.05$) were observed in the evaluated variables. Treatment T1 (hydrogel) recorded the highest yield of fresh biomass (8.25 kg/m²), dry matter (1.16 kg/m²), and plant height (1.62 m), significantly outperforming the control treatment (T7), which did not include moisture retainers. Likewise, the highest soil moisture retention (32%) was observed in T1, followed by T2 (hydrogel + biochar) and T3 (hydrogel + zeolite), with 30.5% and 29.8%, respectively. In contrast, the control treatment presented the lowest soil moisture content (24.0%). These results demonstrate that the use of hydrogels, either alone or combined with amendments such as biochar and zeolite, significantly improves water availability, physiological response, and forage yield of Cuba 22 grass, particularly under rainfed conditions. It is concluded that soil moisture retainers represent an effective agroecological alternative to enhance the productivity and resilience of tropical forage systems.

Key words: forage grass, hydrogel, water scarcity, moisture retainer, soil humidity

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la agricultura tropical, cc Estas cualidades lo hacen ideal para sistemas de corte y acarreo en zonas de alta demanda forrajera (Rojas & Suárez, 2023).

La productividad del pasto Cuba 22 está estrechamente relacionada con su morfología foliar. Presenta hojas anchas, glabras y tallos robustos que favorecen la producción de biomasa durante todo el año, incluso en meses de baja temperatura (Muñoz-Muñoz, 2025). Esta característica le permite integrarse eficazmente en bancos forrajeros en condiciones de estrés hídrico moderado (Rojas & Suárez, 2023).

Uno de los principales retos en la producción de forraje en zonas tropicales es la marcada estacionalidad, la cual afecta directamente el suministro de alimentos durante la época seca (Muñoz-Muñoz, 2025). La implementación de estrategias como la conservación de biomasa y el uso de aditivos o retenedores de humedad contribuye a mitigar los efectos de esta variabilidad climática (Moreira-Macías et al., 2025; Zambrano-Macías, 2022).

Los retenedores de humedad del suelo, como polímeros orgánicos o enmiendas naturales, desempeñan un papel crucial en la mejora de la retención hídrica del perfil edáfico. Su incorporación permite mantener una humedad más estable en la rizosfera, lo cual repercute positivamente en las respuestas fisiológicas del pasto Cuba 22, favoreciendo su desarrollo vegetativo (Guajala, 2022).

La eficiencia en la producción de biomasa está influenciada por el balance hídrico del cultivo. En el caso del Cuba 22, la aplicación de retenedores de humedad permite sostener procesos fisiológicos clave como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, incluso bajo condiciones de déficit hídrico (Cerdas-Ramírez et al., 2021). Esto mejora la calidad forrajera y prolonga la vida útil del cultivo (Guajala, 2022).

Desde una perspectiva agronómica, el Cuba 22 destaca por su capacidad de adaptación a suelos de mediana fertilidad, aunque responde positivamente al manejo con fertilizantes orgánicos y sistemas de riego complementarios (Jachero, 2024). Estos factores, combinados con la aplicación de retenedores de humedad, potencian el rendimiento y la persistencia del pastizal (Guajala, 2022).

El uso combinado de pasto Cuba 22 y leguminosas como el Botón de Oro (*Tithonia*

diversifolia) ofrece beneficios sinérgicos. Esta asociación mejora la calidad nutricional del forraje, promueve una mayor degradabilidad ruminal y mejora la salud digestiva del animal (Ochoa & Alfredo, 2024). Además, el botón de oro enriquece el suelo gracias a su acción como abono verde (Sanz et al., 2021).

El enfoque en la resiliencia forrajera cobra relevancia ante los desafíos del cambio climático. La capacidad del pasto Cuba 22 para mantener su productividad bajo condiciones adversas lo convierte en un recurso estratégico para la seguridad alimentaria animal (Maldonado-Peralta et al., 2024). Su versatilidad en diferentes tipos de suelo refuerza su valor en sistemas ganaderos sostenibles (Sanz et al., 2021).

La incorporación de aditivos o enmiendas que retienen humedad mejora la eficiencia del uso del agua y contribuye al cierre de ciclos productivos más sostenibles (Guajala, 2022). Esta práctica, unida al aprovechamiento del Cuba 22, promueve una mayor disponibilidad de forraje durante todo el año y una menor dependencia de insumos externos (Sanz et al., 2021).

En definitiva, el manejo estratégico del pasto Cuba 22 mediante la aplicación de retenedores de humedad representa una alternativa viable para mejorar la eficiencia forrajera en regiones tropicales. Esta práctica permite enfrentar las limitaciones edafoclimáticas sin comprometer el rendimiento ni la calidad de la biomasa, aportando soluciones prácticas para la sostenibilidad agropecuaria.

JUSTIFICACIÓN

Este estudio busca resolver el problema de la baja disponibilidad de agua en suelos agrícolas destinados al cultivo de pasto de corte, un recurso esencial para la alimentación de ganado en sistemas ganaderos intensivos (Sanz et al., 2021). La escasez de agua, exacerbada por el cambio climático y la degradación del suelo, limita el crecimiento del pasto de corte, afectando la producción de forraje y, en consecuencia, la productividad ganadera. Los retenedores de humedad del suelo se presentan como una solución para mejorar la retención hídrica, asegurando un suministro más constante de agua para el cultivo (Mejía-Loor, 2022).

El problema fue seleccionado debido a su relevancia en la producción agropecuaria, especialmente en regiones donde el acceso al agua es limitado o costoso. El pasto de corte es un componente fundamental en la alimentación del ganado, y su rendimiento directamente influye en la viabilidad económica de las explotaciones ganaderas. Además, con el creciente

impacto del cambio climático, es urgente desarrollar y aplicar tecnologías que mitiguen los efectos adversos en la producción agrícola. El uso de retenedores de humedad ofrece una solución innovadora y sostenible para enfrentar este desafío (Villanueva-Avalos et al., 2022).

Este problema es importante porque afecta directamente la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas. La capacidad de producir forraje suficiente y de alta calidad es crucial para mantener la producción de carne y leche, productos esenciales en la dieta humana (Marcavillaca-Alvarez, 2025). Además, mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura es una prioridad global, dado el aumento de la demanda de alimentos y los recursos hídricos limitados (Morocho et al., 2023). Al investigar las respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte a los retenedores de humedad, este estudio podría ofrecer estrategias prácticas para mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas ante las condiciones de estrés hídrico (Ruiz et al., 2023).

El estudio busca adquirir información nueva sobre cómo los retenedores de humedad influyen en las respuestas fisiológicas del pasto de corte, como la tasa de fotosíntesis, la transpiración y la absorción de nutrientes (Cerdas-Ramírez et al., 2021). También se investigarán los efectos agronómicos, como el crecimiento de la biomasa, la eficiencia en el uso del agua, y la productividad general del pasto bajo diferentes condiciones de humedad del suelo. Esta información será valiosa para los agricultores y ganaderos que buscan optimizar la producción de forraje en condiciones de limitación hídrica, y contribuirá al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y adaptadas al cambio climático (Marcavillaca-Alvarez, 2025).

i. PROBLEMA

La limitada disponibilidad de agua en los suelos agrícolas representa una restricción importante para el crecimiento del pasto de corte en zonas tropicales. Este problema se agrava durante la estación seca, afectando la producción de forraje y comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Cerdas-Ramírez et al., 2021). A pesar del potencial del pasto Cuba 22, su rendimiento disminuye notablemente bajo condiciones de déficit hídrico, reduciendo la eficiencia alimentaria del hato (Cerdas-Ramírez et al., 2021).

Aunque los retenedores de humedad podrían mejorar la capacidad del suelo para conservar agua, su efecto específico sobre parámetros fisiológicos y agronómicos del pasto Cuba 22 no ha sido suficientemente evaluado. Esta brecha limita la aplicación de tecnologías

hídricas sostenibles en la producción forrajera. Es necesario generar evidencia que permita validar el uso de estos insumos bajo condiciones climáticas adversas.

¿Cuáles son las respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte Cuba 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) ante la aplicación de retenedores de humedad del suelo en condiciones de estrés hídrico?

ii. OBJETIVO GENERAL

Determinar la actividad fotosintética y producción de biomasa en pasto de corte con retenedores de humedad

iii. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la mejor respuesta del pasto Cuba 22 con la incorporación de polímeros.
- Evaluar el crecimiento inicial del pasto Cuba 22 con la incorporación de polímeros, analizando sus parámetros morfológicos.
- Análisis del costo de la instalación de la variedad y de los polímeros.

iv. HIPÓTESIS

H^a: La implementación de retenedores de humedad en el suelo tiene un efecto significativo en la actividad fotosintética y en la producción de biomasa en el pasto de corte.

H₀: La implementación de retenedores de humedad en el suelo no mejora significativamente la actividad fotosintética y ni en la producción de biomasa en el pasto de corte.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Origen del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*)

El pasto Cuba 22, junto con otros híbridos como Cuba CT-115 y CT-169, forma parte del género *Pennisetum* y se ha desarrollado con el objetivo de optimizar el rendimiento forrajero (Cerdas-Ramírez et al., 2021). Este híbrido destaca por su rápida tasa de crecimiento, buena digestibilidad y elevado contenido de proteína, lo que lo convierte en una opción eficiente para sistemas ganaderos intensivos (Román-Bermeo, 2024). Su arquitectura foliar caracterizada por hojas anchas y tallos densos, junto con su resistencia a condiciones climáticas variables, lo posiciona como un material forrajero de gran valor en zonas tropicales y subtropicales (Macay-Anchundia et al., 2025).

El desarrollo del híbrido Cuba 22 fue posible mediante el cruce entre *Pennisetum purpureum* Cuba CT-169 como progenitor masculino y *Pennisetum glaucum* Tifton Late como progenitor femenino, aprovechando las cualidades agronómicas de ambas especies (Cerdas-Ramírez et al., 2021). El proceso de hibridación fue realizado mediante técnicas de cultivo de tejidos y polinización cruzada manual, logrando una planta con 21 cromosomas que combina alto vigor, adaptación y producción sostenida de biomasa (Domínguez et al., 2021).

Tabla 1. Clasificación botánica del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*)

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>
Nombre científico	<i>Pennisetum purpureum</i> × <i>Pennisetum glaucum</i>

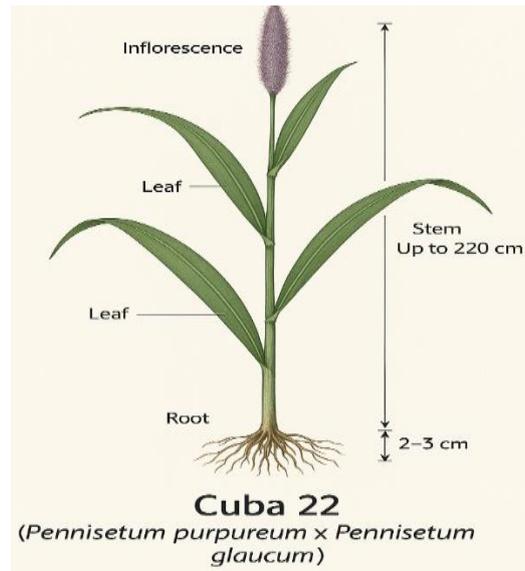
Fuente. tomado de Cerdas-Ramírez et al., (2021).

1.2. Morfología y características agronómicas del pasto Cuba 22

El híbrido Cuba 22 se distingue dentro del género *Pennisetum* por su notable proporción de masa foliar, presentando un elevado porcentaje de hojas anchas y lisas, lo cual favorece su

digestibilidad. Este material forrajero muestra su mayor calidad nutricional cuando se cosecha a los 42 días del rebrote, y alcanza su pico de rendimiento en biomasa alrededor de los 70 días, recomendándose su uso en sistemas donde se requiera alta disponibilidad de nutrientes (Morocho et al., 2023).

Figura 1. Ilustración botánica del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*): morfología de hoja, tallo y estructura general



Fuente: tomado de Cerdas-Ramírez et al., (2021).

Desde el punto de vista morfológico, el Cuba 22 presenta hojas largas (de 120 a 140 cm) y anchas (entre 5 y 8 cm), de superficie ligeramente corrugada, sin vellosidad densa, lo que facilita el corte manual y mejora su palatabilidad (Zambrano-Macías, 2022). Su crecimiento vigoroso, erecto y temprano le permite alcanzar alturas de entre 1,5 y 2 metros, desarrollando entre 8 y 10 hijos por planta al mes y produciendo tallos robustos de buena digestibilidad (Villanueva-Avalos et al., 2022).

Figura 2. Semilla del pasto Cuba 22 a los 15 días post siembra



Fuente. tomado de Cerdas-Ramírez et al., (2021)

Esta variedad mejorada es altamente tolerante a la sequía, genera abundante biomasa desde la base y destaca por la producción de un follaje uniforme. Con una altura promedio de 1,7 a 2 metros y una densidad de yemas que puede oscilar entre 10,40 y 16,73 por planta, forma macollas densas, lo cual incrementa su potencial forrajero en condiciones tropicales (Sanz et al., 2021).

Figura 3. Cuba, el pasto ideal para ganado de leche y doble propósito



Fuente: tomado de Sanz et al. (2021).

A nivel fenotípico, el Cuba 22 presenta un color verde intenso, aunque en algunos individuos pueden aparecer ligeras tonalidades moradas debido a la expresión de genes recesivos. No posee espinas ni estructuras que causen irritación, lo que favorece su manejo tanto en producción manual como mecanizada (Ruiz et al., 2023). Esta especie es apreciada por su capacidad de adaptación, su rusticidad, y su notable proporción de tallos y hojas, cualidades que la consolidan como una excelente opción para bancos forrajeros (Sanz et al., 2021).

Tabla 2. Características morfológicas y agronómicas del pasto Cuba 22

Característica	Descripción
Tipo de planta	Híbrido forrajero perenne de crecimiento vigoroso y rápido
Sistema radicular	Fasciculado, profundo y bien desarrollado; se adapta a suelos sueltos
Tallo	Erecto, robusto, entrenudos gruesos, alto contenido de fibra
Altura promedio	1.7 a 2.0 metros en condiciones óptimas
Hoja	Largas (120–140 cm), anchas (5–8 cm), lisas, sin pubescencia marcada
Color del follaje	Verde intenso, ocasionalmente con tonalidades moradas
Inflorescencia	Panícula terminal; su formación no es prioritaria en manejo forrajero

Característica	Descripción
Flor	Poco relevante agronómicamente; reproducción vegetativa preferente
Número de yemas por planta	10.4 a 16.7 yemas, con alto número de hijos por macollo
Edad de corte recomendada	42 días para calidad nutricional; 70 días para máxima biomasa
Contenido proteico (%)	15–20 %, dependiendo del manejo y edad de corte
Digestibilidad	Alta, especialmente en cortes tempranos
Tolerancia al estrés hídrico	Alta; resistente a sequía moderada
Densidad de siembra	3 plantas por metro lineal o 1.5 × 0.5 m en surcos
Usos principales	Corte y acarreo, bancos forrajeros, ensilaje

Fuente: tomado de Sanz et al. (2021).

1.3. Composición bromatológica del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) y su valor nutricional en sistemas forrajeros

El pasto Cuba 22 presenta un contenido de proteína bruta que supera el 14 %, lo que le confiere un alto valor nutricional. Su textura suave, sabor agradable y riqueza en fibra, aminoácidos y vitaminas, lo convierten en un alimento completo para rumiantes (Jachero, 2024). Cuando se cultiva en asociación con leucaena, que aporta hasta un 24 % de proteína, se potencia la calidad del ensilaje y se optimiza la nutrición animal (Lopera-Marín et al., 2023).

En términos de contenido de fibra cruda, se observa que los cortes tempranos a los 45 días ofrecen mayor proporción de proteína cruda (20,31 %), disminuyendo ligeramente a los 60 días (18,99 %). Sin embargo, la mayor acumulación de fibra estructural se alcanza a los 90 días, con valores de hasta 37,92 %, en contraste con los 34,77 % y 32,19 % registrados a los 60 y 45 días, respectivamente (Guanuquiza et al., 2023).

El contenido de cenizas, indicador de minerales totales, aumenta con la madurez del forraje. Las gramíneas como el Cuba 22 pueden alcanzar cerca del 8 % de cenizas a los 60 días, lo que evidencia su aporte a la mineralización de la dieta animal y su valor como fuente de micronutrientes esenciales (Guajala, 2022).

En cuanto a extracto etéreo, el Cuba 22 contiene en promedio 1,3 % de grasa, un componente energético esencial que, además de aportar calorías, actúa como una barrera protectora del tejido vegetal ante la disolución hídrica. Este contenido lipídico también influye en la palatabilidad y valor energético del forraje para los animales (Musoline-Acho, 2024).

Tabla 3. Composición química del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum*

glaucum) a diferentes edades de corte

Parámetro	40 días	50 días	60 días	70 días	90 días
% MS (Materia seca)	12,67	13,33	17,76	19,93	12,55
% PC (Proteína cruda)	10,07	11,17	9,76	8,67	7,70
% FDA	3,03	33,10	38,67	40,23	48,45
% FND	5,09	59,53	67,80	72,16	73,80
% Lignina	1,97	2,20	2,53	2,83	4,00
% Cenizas	12,17	10,60	11,50	10,93	12,60
% EE (Extracto etéreo)	2,34	2,90	2,47	2,10	1,60
TMV/ha	139,33	17,733	22,667	25,00	225,00

Fuente: adaptado de Musoline-Acho, (2024).

1.4. Siembra del pasto Cuba 22

El establecimiento del pasto Cuba 22 se realiza mediante reproducción vegetativa, utilizando tallos maduros con al menos 5 o 6 entrenudos (Barén & Centeno, 2017). Estos fragmentos deben plantarse en suelos con pendiente leve o nivelados, preferentemente con fertilización orgánica (Rojas & Suárez, 2023). Las secciones basales del tallo muestran mayor capacidad de brotación, facilitando una implantación rápida del cultivo. La siembra puede efectuarse en cualquier época del año, priorizando temporadas de humedad limitada para asegurar una buena respuesta fisiológica (Lopera-Marín et al., 2023).

Respecto al distanciamiento, se recomienda utilizar esquejes de 25 cm de longitud con 2 a 3 yemas, distribuidos en surcos de 10 cm de profundidad, con una separación entre hileras de 1 metro (Rojas & Suárez, 2023). Esta disposición favorece la aireación del cultivo y mejora la captación de luz solar cuando la orientación es este-oeste (Sandoval & Rivas, 2014). En cuanto a altitud, el Cuba 22 presenta una alta adaptabilidad a zonas entre 0 y 1800 m s.n.m., aunque puede sobrevivir por encima de este umbral con algunas limitaciones productivas (Lopera-Marín et al., 2023).

Este pasto muestra preferencia por suelos bien drenados y de fertilidad media a alta, donde manifiesta un desarrollo óptimo (Sandoval & Rivas, 2014). A pesar de su rusticidad, no tolera condiciones de anegamiento, aunque es altamente eficiente en ambientes con baja disponibilidad hídrica. Su eficiencia radica en su capacidad para producir altos volúmenes de biomasa, energía y proteína en suelos tropicales marginales (Muñoz-Muñoz, 2025).

1.5. Tipo de suelo para el pasto Cuba 22

El *Pennisetum* Cuba 22 se adapta a suelos con un pH que oscila entre 5.5 y 7.5, sin requerimientos extremos. En cuanto al riego, debe mantenerse un nivel de humedad constante, evitando la saturación (Zambrano-Macías, 2022). La fertilización, idealmente orgánica y con elementos minerales complementarios, es clave para alcanzar rendimientos entre 30 y 50 toneladas de materia seca por hectárea al año, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas (Barén & Centeno, 2017).

1.6. Importancia de la fertilización y exigencias nutricionales del pasto Cuba 22

El pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) es un híbrido forrajero de alto rendimiento que se caracteriza por su rápida tasa de crecimiento, alto contenido proteico y excelente capacidad de rebrote. Estas cualidades, si bien lo posicionan como una gramínea ideal para sistemas ganaderos intensivos, también implican una elevada demanda de nutrientes para sostener su productividad. En este contexto, la fertilización racional se convierte en un componente esencial para mantener la calidad y la persistencia del cultivo en el tiempo (Martínez & González, 2017).

Numerosos estudios han demostrado que este híbrido responde positivamente a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, siendo el nitrógeno el elemento más determinante en la acumulación de biomasa y síntesis proteica (Barén & Centeno, 2017). La deficiencia de estos nutrientes, especialmente en suelos pobres o erosionados, reduce significativamente la producción de materia seca, disminuye la calidad nutricional del forraje y compromete el rebrote después del corte (Cerdas et al., 2020).

Además, el Cuba 22 presenta una exigencia fisiológica media-alta, ya que requiere condiciones edafoclimáticas favorables para alcanzar su máximo potencial. Aunque puede desarrollarse en suelos de pH entre 5.5 y 7.5, su rendimiento óptimo se logra en suelos profundos, bien drenados y con niveles adecuados de materia orgánica (Padilla & Ayala, 2006). La adición de fertilizantes orgánicos como compost o estiércol combinados con fertilizantes minerales, ha demostrado mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, incrementando la sostenibilidad del sistema productivo (Restrepo & Hensel, 2009).

La formulación de un plan de fertilización adaptado a los análisis de suelo, al tipo de explotación ganadera y al régimen hídrico local permite maximizar la productividad del cultivo. Bajo condiciones de fertilización adecuada, se han registrado rendimientos que superan las 30

toneladas de materia seca por hectárea al año (Arnonis, 2022), lo que evidencia la importancia de sostener el balance nutricional del sistema.

Tabla 4. Niveles de fertilización para óptimos rendimientos del pasto Cuba 22

Nutriente aplicado	Dosis recomendada (kg/ha/año)	Fuente del nutriente	Número de aplicaciones	Rendimiento esperado (t MS/ha/año)	Referencia
Nitrógeno (N)	150 – 300	Urea (46% N)	3 – 4 fraccionadas	18 – 25	Barén & Centeno (2017)
Fósforo (P ₂ O ₅)	60 – 80	Superfosfato triple	1 aplicación al inicio	Mejora en desarrollo radicular	Arnonis (2022)
Potasio (K ₂ O)	100 – 150	Cloruro de potasio	2 aplicaciones	Mayor biomasa aérea	Sandoval & Rivas (2014)
Materia orgánica	10 – 15 t/ha	Compost o estiércol	1 aplicación anual	Mejora retención hídrica	Barén et al. (2017)
Micronutrientes	Según análisis de suelo	Mezclas foliares	Según necesidad	Complemento nutricional	Martínez & González (2017)

1.7. Importancia de los retenedores de humedad en los cultivos

El manejo eficiente del agua en los sistemas agrícolas representa uno de los mayores desafíos frente al cambio climático y a la creciente escasez hídrica en zonas tropicales y subtropicales (Hamidi et al., 2008). En este contexto, los retenedores de humedad también conocidos como hidrogeles o polímeros hidrorretentores han emergido como una herramienta agronómica innovadora, capaz de aumentar la eficiencia del uso del agua en los cultivos y mejorar la resiliencia de los sistemas productivos (Ortega-Torres et al., 2020; Idrobo et al., 2010).

Estos compuestos, generalmente a base de polímeros superabsorbentes, tienen la capacidad de retener grandes volúmenes de agua en la zona radicular, liberándola gradualmente según las necesidades fisiológicas de la planta (Olmo, 2016). Esta propiedad permite reducir la frecuencia de riego, minimizar pérdidas por percolación y evaporación, y mantener una humedad más constante en el suelo, lo cual es especialmente beneficioso en etapas críticas como germinación, establecimiento y floración (Nindiyasari et al., 2014; Hamidi et al., 2008).

Además de su efecto sobre la disponibilidad hídrica, los retenedores de humedad contribuyen a mejorar la estructura física del suelo, su porosidad y aireación, lo que favorece la

actividad microbiana beneficiosa y promueve un entorno radicular más sano y activo (Hamidi et al., 2008). Su aplicación resulta particularmente efectiva en cultivos forrajeros como el pasto Cuba 22, donde la demanda hídrica es elevada y la producción de biomasa depende directamente del balance hídrico en el perfil del suelo (Cerdas et al., 2020).

Tabla 5. *Ventajas agronómicas del uso de retenedores de humedad en cultivos*

Ventaja	Descripción
Mayor retención de agua en el suelo	Capturan y almacenan agua en la zona radicular, reduciendo pérdidas por escurrimiento.
Reducción en la frecuencia de riego	Permiten alargar los intervalos de riego, disminuyendo costos operativos.
Mejora de la eficiencia del uso del agua (EUA)	Disminuyen el desperdicio hídrico, optimizando la disponibilidad para la planta.
Estabilidad de la humedad edáfica	Mantienen condiciones estables en el suelo, incluso en épocas secas.
Estimulación del desarrollo radicular	Mejoran la disponibilidad de agua y nutrientes en la rizosfera.
Reducción del estrés hídrico	Atenúan el impacto de periodos secos sobre el rendimiento del cultivo.
Aporte a la estructura del suelo	Favorecen la porosidad, aireación y actividad biológica edáfica.
Mejora en el establecimiento de plántulas	Incrementan la tasa de emergencia y vigor inicial de los cultivos.

Fuente: adaptado de Olmo, (2016)

1.7.1. Tipos de Polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por la repetición de unidades estructurales denominadas monómeros (Aguilera, 2006). Estas estructuras presentan una gran diversidad de propiedades físico-químicas, lo que permite clasificarlas en función de múltiples criterios, siendo una de las más comunes la clasificación por su origen: natural, sintético y semi-sintético (De Gascue et al., 2006).

Polímeros naturales: Son aquellos que se encuentran en la naturaleza y son sintetizados directamente por organismos vivos, ya sea del reino vegetal o animal. Estos materiales cumplen funciones estructurales o de almacenamiento en las células (Aguilera, 2006). Entre los más conocidos se encuentran la celulosa, almidón, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN), seda, algodón, caucho natural (látex) y la lignina. Su principal ventaja es su biodegradabilidad y compatibilidad ambiental, lo que los hace atractivos para la agricultura sostenible (De Gascue et al., 2006).

Polímeros sintéticos: Son fabricados industrialmente a partir de compuestos derivados del petróleo, mediante reacciones químicas controladas como la polimerización por adición o condensación (Aguilera, 2006). Ejemplos representativos incluyen el polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno, teflón, y nylon. Estos materiales poseen una amplia variedad de aplicaciones por su durabilidad, resistencia y bajo costo, aunque presentan el inconveniente de su escasa biodegradabilidad (De Gascue et al., 2006).

Polímeros semi-sintéticos: Se obtienen a partir de la modificación química de polímeros naturales para mejorar sus propiedades. Son el resultado de procesos como la vulcanización del caucho natural o la nitración de la celulosa (como en la fabricación de nitrocelulosa o celuloide) (Aguilera, 2006). Entre sus aplicaciones se encuentran productos como llantas, cauchos tratados y plásticos modificados, que ofrecen un mejor comportamiento mecánico y térmico (De Gascue et al., 2006).

La clasificación anterior es esencial para comprender la naturaleza y aplicación de los hidrogeles, los cuales pueden derivarse de fuentes naturales, ser completamente sintéticos o constituirse como híbridos semi-sintéticos diseñados para aplicaciones específicas, como la agricultura, la medicina o la industria alimentaria.

1.8. Hidrogel

Los hidrogeles son materiales poliméricos con estructura tridimensional flexible, capaces de absorber grandes cantidades de agua, lo que los convierte en compuestos útiles para aplicaciones donde se requiere retención hídrica (Idrobo et al., 2010). Estos materiales presentan propiedades definidas como su afinidad por el agua, consistencia blanda, comportamiento elástico y su insolubilidad, aun cuando están en contacto con medios acuosos (Hamidi et al., 2008).

Al entrar en contacto con el agua, estos polímeros aumentan considerablemente de volumen sin perder su integridad estructural, hasta alcanzar un punto de equilibrio físico-químico (Nindiyasari et al., 2014). La resistencia mecánica de los hidrogeles depende, en gran medida, del proceso y los materiales utilizados en su síntesis (Ortega-Torres et al., 2020). La continua evolución en los métodos de fabricación y la incorporación de nuevas materias primas ha permitido obtener hidrogeles con mayor capacidad de absorción y diversas propiedades físico-químicas, las cuales influyen directamente en su eficiencia funcional (Ortega-Torres et al., 2020a).

En el ámbito agrícola, estos materiales han cobrado relevancia debido a su capacidad para mejorar la retención de humedad en el suelo, lo cual beneficia el desarrollo vegetal, especialmente en zonas afectadas por déficit hídrico (Idrobo et al., 2010). Cuando se incorporan al suelo, los hidrogeles permiten un uso más eficiente del agua proveniente de la lluvia o del riego, al reducir su pérdida por percolación profunda y disminuir la evaporación superficial (Nindiyasari et al., 2014).

Además de conservar el recurso hídrico, estos polímeros contribuyen a mejorar la actividad biológica del suelo y optimizan sus condiciones físicas, favoreciendo la aireación y la estructura del perfil edáfico (Tergas, 1975). En términos comerciales, suelen encontrarse en forma granular, con una concentración de materia seca entre 85 y 90 %, densidad aparente cercana a 0,85 g/mL, un peso específico de 1,10 g/cm³ y un pH levemente alcalino, aproximadamente 8,1 (Cortés et al., 2007).

Entre sus características más destacadas se encuentra la capacidad de absorber agua hasta 150 veces su propio volumen, permitiendo retener alrededor de 980 mL de agua por cada litro de producto aplicado, con una disponibilidad del 95 % del agua retenida y una duración funcional estimada en cinco años (Tergas, 1975). Las dosis de aplicación varían entre 5 y 25 kg/ha, según el tipo de cultivo, textura del suelo y condiciones climáticas locales (Hamidi et al., 2008).

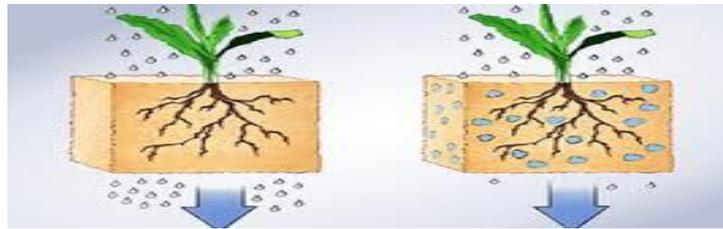
1.9. Ventajas del Hidrogel

(Rubira, 2013) destaca diversas ventajas generales del hidrogel:

- Aumenta la capacidad de retención de agua durante un largo periodo.
- Reduce la necesidad de riego hasta en un 50%.
- Proporciona un suministro constante de humedad a las plantas.
- Favorece un rápido y mejor desarrollo de las raíces.
- Disminuye el lixiviado de nutrientes hacia las aguas subterráneas.
- Captura y libera agua de manera temporal para las plantas.
- Reduce los costos de riego y optimiza la fertilización.
- Minimiza el choque debido al trasplante y el estrés por falta de humedad.
- Mejora la aireación y porosidad del suelo.
- Mantiene la humedad de manera uniforme.
- Contribuye a obtener un mejor drenaje y aireación de las raíces.

- Fomenta sistemas radicales más fuertes y vigorosos.

Figura 4. El Hidrogel se hidrata con el agua de riego y la proporciona lentamente conforme la planta la necesite



Nota. tomado de Olmo (2016).

CAPITULO II

INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La investigación de Zambrano-Macías (2022), se llevó a cabo en la empresa AgroDiMeZa, ubicada a 260 msnm, con el objetivo de evaluar la producción de biomasa del pasto Cuba 22 (*Pennisetum sp*) en tres edades de corte: 50, 60 y 70 días. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y siete repeticiones. Las condiciones climáticas del sitio incluyeron 24,5 °C de temperatura media, 78 % de humedad relativa y 2800 mm de precipitación anual. El análisis estadístico (ANOVA tipo III y prueba de Tukey, $p < 0,05$) mostró diferencias significativas. Los mejores resultados se obtuvieron a los 60 y 70 días, con hasta 102,99 t ha⁻¹ de materia verde y 13,57 t ha⁻¹ de materia seca. El porcentaje de materia seca también fue superior al 13%. Se concluye que la edad de corte influye directamente en el rendimiento forrajero del pasto Cuba 22.

Román-Bermeo, (2024) evaluó la respuesta del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum x glaucum*) y Maralfalfa bajo tres dosis de estiércol caprino (0, 20 y 40 t/ha) durante su fase de establecimiento y producción en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cerros de Amotape. Se utilizó un diseño bifactorial con cuatro repeticiones, midiendo variables como número de macollos, altura de planta, materia verde, materia seca y contenido proteico. Cuba 22 mostró los mejores resultados a los 90 días con 91,48% de prendimiento, 299,09 cm de altura, 13,62 kg/m² de materia verde y 15,08% de materia seca al aplicar 40 t/ha de estiércol. Ambos pastos se adaptaron bien a las condiciones ecológicas del sitio, siendo el estiércol caprino un insumo eficaz para mejorar el rendimiento forrajero.

Bravo Macay et al., (2021), evaluaron el efecto de distintas dosis de hidrogel (0–150 kg/ha) y vermicompost (0–40 t/ha) sobre la productividad del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x glaucum*) durante la época seca en la ESPAM MFL. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con 16 tratamientos y tres repeticiones. Se midieron los rendimientos de biomasa fresca y seca a los 45, 60, 75 y 90 días tras el corte de igualación. El hidrogel presentó efectos significativos ($p \leq 0.05$) en los primeros 60 días, siendo 50 kg/ha la dosis más eficaz. El vermicompost no mostró efectos estadísticamente significativos en ninguna etapa. La interacción de 50 kg/ha de hidrogel con 30 t/ha de compost fue la combinación más productiva en los primeros cortes. En días posteriores, no se evidenciaron diferencias relevantes entre tratamientos.

Veliz-Holguin (2024), evaluó el efecto de distintos polímeros sobre la instalación de tres pastos de corte (Cuba 22, Clon 51 y Camerún) en la zona de El Carmen, Manabí. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial A \times B (21 tratamientos y 3 repeticiones), utilizando hidrogel, biochar, zeolita y pseudotallo de plátano como enmiendas. Las variables evaluadas fueron altura, número y diámetro de tallos, número de hojas, peso de materia verde y seca, y porcentaje de humedad. El análisis estadístico se realizó mediante InfoStat y prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los mejores resultados productivos y económicos para el pasto Cuba 22 se obtuvieron con el tratamiento Biochar + Zeolita, alcanzando un beneficio/costo de 1,22. El mismo tratamiento fue también favorable para Clon 51 y Camerún, evidenciando su efectividad en condiciones edafoclimáticas locales.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

La presente investigación se desarrolló en la Granja Experimental “Río Suma” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, localizada en el cantón El Carmen, específicamente en el sector del redondel de la Virgen, margen derecho de la vía a Santo Domingo, cuyas coordenadas geográficas son $0^{\circ}15'34.0''$ de latitud sur y $79^{\circ}25'38.2''$ de longitud oeste.

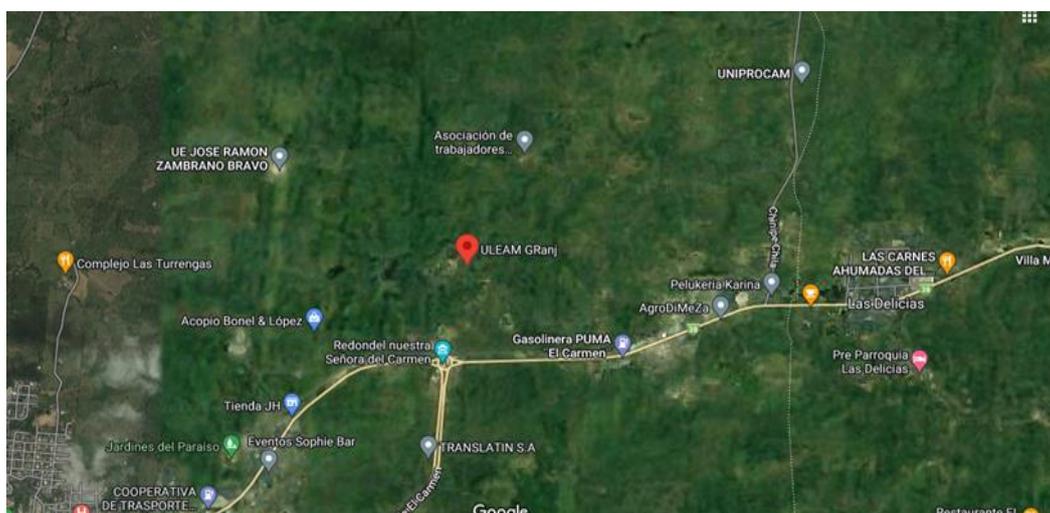


Figura 5. Ubicación del experimento

Fuente. Google Maps (2024)

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

En la siguiente tabla se puede apreciar la información climatológica de la zona.

Tabla 6. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Isotérmico
Temperatura (°C)	24-25
Humedad Relativa (%)	80%
Precipitación media anual (mm)	2400
Altitud (msnm)	245

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2020)

3.3 Variables

3.3.1. Variables independientes

Retenedores de humedad

3.3.2. Variables Dependientes

- Biomasa Fresca
- Biomasa Seca
- Retención de humedad
- Altura de la planta

3.4 Métodos

3.3.3. Método empírico

El método empírico se aplicó para obtener información mediante la observación directa del comportamiento agronómico del pasto Cuba 22 bajo diferentes condiciones de manejo. Esta metodología permitió registrar datos reales sobre las respuestas morfológicas y productivas del cultivo en campo, como altura, número de tallos, número de hojas, peso de materia verde y seca, así como el porcentaje de humedad, proporcionando una comprensión precisa y contextualizada del desempeño del cultivo (Arias & Covinos Gallardo, 2021).

3.3.4. Método experimental

La investigación se fundamentó en el método experimental, permitiendo establecer un diseño estructurado para evaluar el efecto de distintos tratamientos de retenedores de humedad (hidrogel, biochar, zeolita y sus combinaciones) sobre las características agronómicas del pasto Cuba 22. Mediante la manipulación de estas variables independientes, se analizaron sus efectos sobre variables dependientes como el rendimiento de biomasa, contenido de humedad y desarrollo vegetativo (Hernández et al., 2014).

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 7 tratamientos y 3 repeticiones, lo cual permitió comparar de manera objetiva los tratamientos aplicados y validar científicamente los resultados obtenidos.

3.5 Unidad Experimental

Se establecieron dieciocho tratamientos para los cuales se aplicó siete biopolímeros

diferentes. En la tabla 7 se da a conocer la distribución de los tratamientos:

3.3.5. Tratamientos

Tabla 7. Descripción de los tratamientos establecidas en la investigación

Tratamiento	Descripción
T1	Hidrogel
T2	Hidrogel + Biochar
T3	Hidrogel + Zeolita
T4	Hidrogel + Biochar + Zeolita
T5	Biochar + Zeolita
T6	Riego con capacidad de campo (Riego CC)
T7	Control (sin aplicación de retenedores)

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), ya que fue el más idóneo para la investigación. En la siguiente tabla 8 se da a conocer detalladamente las características de las unidades experimentales.

3.6 Características de las Unidades Experimentale

Tabla 8. Características de las unidades experimentales

Características de las unidades experimentales	
Superficie por bloque	787,5 m ²
Distanciamiento entre bloques	2 m
Superficie por parcela	16 m ²
Distanciamiento entre parcelas	1,50 m
Numero de parcelas por bloque	7
Plantas a evaluar por tratamiento	6 plantas
Numero de tratamientos o parcelas	7
Repeticiones o bloques	3
Plantas por evaluar por bloque	42 plantas
Población del ensayo	128 plantas

3.7 Análisis estadístico

Se establecerá un Diseño de Bloques Completamente al Azar con 7 tratamientos, 3 repeticiones y 21 unidades experimentales; se compararán las medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 9. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Genotipos	6
Error	12
Total	20

3.8 Instrumentos de medición

Materiales y equipos de campo

- ❖ Azadón.
- ❖ Balanza (500 g).
- ❖ Tanques de 200 litros.
- ❖ Piola.
- ❖ Estacas.
- ❖ Cinta métrica.
- ❖ Botas.
- ❖ Calibrador.
- ❖ Cuadrante (1 m²).
- ❖ Estufa.
- ❖ Romana (50 kg).
- ❖ Pomas de 20 litros.
- ❖ Machete.

Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Cuaderno.
- ❖ Computadora.
- ❖ Marcadores.
- ❖ Lapiceros.
- ❖ Sobre de manila.
- ❖ Celular.

3.9 Manejo del ensayo

El experimento se estableció con pasto de corte Cuba 22 (*Pennisetum purpureum x P. glaucum*) en parcelas de 16 m², distribuidas en un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, sumando un total de 21 unidades experimentales. La siembra se realizó mediante estacas vigorosas, dispuestas uniformemente en cada parcela, asegurando un adecuado establecimiento.

Una vez establecido el cultivo, se aplicaron los tratamientos de retenedores de humedad de la siguiente manera: el tratamiento T1 consistió en la aplicación de hidrogel seco a razón de 15 gramos por planta, mezclado directamente con el suelo en el área radicular; el tratamiento

T2 incluyó la combinación de hidrogel (15 g/planta) y biochar (100 g/planta), aplicados de forma homogénea en la base de la planta; el tratamiento T3 combinó hidrogel (15 g/planta) con zeolita micronizada (50 g/planta), incorporándolos al fondo del surco; el tratamiento T4 integró los tres componentes (15 g de hidrogel, 100 g de biochar y 50 g de zeolita por planta), aplicados de manera uniforme en el hoyo de siembra para maximizar la retención de humedad; en el tratamiento T5 se utilizó exclusivamente biochar (100 g/planta) y zeolita (50 g/planta), sin hidrogel, mezclados e incorporados en el área radicular; el tratamiento T6 correspondió a riego a capacidad de campo sin aplicación de biopolímeros, asegurando un nivel constante de humedad en el suelo; y finalmente, el tratamiento T7 actuó como control absoluto, sin la aplicación de ningún retenedor de humedad ni riego suplementario.

La aplicación de los tratamientos se efectuó una sola vez, al momento de la siembra, de forma manual y cuidadosa para garantizar el contacto con la zona de enraizamiento. Durante el periodo de crecimiento del pasto, se realizaron labores culturales básicas, como el control manual de malezas, y se evitó el uso de fertilizantes o agroquímicos que pudieran interferir con la evaluación de los efectos de los tratamientos.

La toma de datos se efectuó al momento del primer corte, evaluando las variables morfológicas y fisiológicas en seis plantas por parcela, totalizando 42 plantas por bloque y una población de ensayo de 126 plantas, lo que permitió realizar el análisis estadístico con precisión y confiabilidad.

- **Humedad del suelo**

La humedad del suelo se determinó utilizando un sensor de humedad digital de tipo capacitivo, calibrado previamente según el tipo de suelo del área experimental. Las lecturas se realizaron en cada unidad experimental, a una profundidad de 0–20 cm, correspondiente a la zona radicular del pasto, en tres puntos al azar por parcela. Se registraron los valores porcentuales de humedad del suelo en condiciones de campo a las 07:00 h, antes de la evaporación superficial, y los datos se promediaron por tratamiento.

Las mediciones se efectuaron en tres momentos: antes de la aplicación de los tratamientos, a los 30 días y al momento del primer corte, para evaluar la dinámica de retención de humedad.

- **Biomasa fresca**

Para determinar la biomasa fresca, se seleccionaron seis plantas por parcela, correspondientes al área útil de cada unidad experimental. Las plantas fueron cortadas a una altura de 10 cm del nivel del suelo, recolectadas inmediatamente después del corte y pesadas con una balanza electrónica portátil con precisión de $\pm 0,01$ g. El peso se expresó en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2), considerando la superficie cosechada de la parcela. Este procedimiento se repitió en cada bloque para obtener la media por tratamiento.

- **Biomasa seca**

Posteriormente, las muestras pesadas como biomasa fresca fueron llevadas al laboratorio, donde se tomaron submuestras representativas de aproximadamente 300 gramos por parcela. Estas submuestras se secaron en una estufa de convección forzada a $65\text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar peso constante (aproximadamente 72 horas). Luego del secado, se pesaron en balanza analítica de precisión, y el resultado se extrapolaron al total de la biomasa fresca por parcela. Los datos se expresaron como biomasa seca en kg/m^2 , y el contenido de humedad se estimó por diferencia entre el peso fresco y el peso seco.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados obtenidos del presente estudio titulado “*Respuestas fisiológicas y agronómicas del pasto de corte a retenedores de humedad del suelo*”, en el cual se evaluó el comportamiento del pasto Cuba 22 (*Pennisetum purpureum x P. glaucum*) a los 60 días después de la siembra, bajo la aplicación de diferentes tratamientos con biopolímeros y enmiendas minerales.

4.1 Forraje verde (kg/m²)

A los 60 días después de la siembra, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento de biomasa fresca entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos que incluyeron hidrogel en su formulación presentaron los mayores valores de producción forrajera. En particular, el tratamiento T1 (hidrogel) alcanzó el rendimiento más alto con 8,25 kg/m², seguido de cerca por T2 (hidrogel + biochar) también con 8,10 kg/m², y T3 (hidrogel + zeolita) con 8,0 kg/m²; todos agrupados dentro del grupo estadístico “a”. Estos resultados reflejan la eficacia del hidrogel como retenedor de humedad en condiciones de secano.

Tabla 10. Rendimiento de forraje verde (kg/m²) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra

Tratamientos	Descripción	Biomasa fresca 60 días (kg/m ²)	
T1	Hidrogel	8,25	a
T2	Hidrogel + Biochar	8,10	a
T3	Hidrogel + Zeolita	8,0	a
T4	Hidrogel + Biochar + Zeolita	7,00	ab
T5	Biochar + Zeolita	7,10	ab
T6	Riego con capacidad de campo (Riego CC)	6,70	ab
T7	Control (sin aplicación de retenedores)	5,75	b
p-valor		0,0001	
CV(%)		23,90	

Media. Con diferente letra en la misma columna indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

En contraste, el tratamiento T7 (control, sin aplicación de retenedores) presentó el menor rendimiento con 5,75 kg/m², estadísticamente inferior (grupo “b”). Los tratamientos T4

(hidrogel + biochar + zeolita), T5 (biochar + zeolita) y T6 (riego a capacidad de campo) mostraron valores intermedios, oscilando entre 7,10 y 6,70 kg/m², agrupados en el grupo “ab”. Estos datos confirman que la aplicación de hidrogel, solo o en combinación, incrementa significativamente la biomasa fresca del pasto Cuba 22, siendo más eficiente que el riego convencional o el uso exclusivo de enmiendas minerales (Tabla 10).

En investigaciones realizadas por Zinivand et al. (2020), en un sistema de producción de *Pennisetum purpureum x P. glaucum* (Cuba 22), se observó que la aplicación de hidrogel a razón de 10 g por planta logró incrementar la retención de agua en el perfil del suelo en un 30 %, lo que se tradujo en un aumento de la biomasa fresca superior al 20 % respecto al tratamiento control.

Tauma, (2024) reportó que el pasto Cuba 22 alcanzó mayores rendimientos de biomasa fresca a los 60 días después del corte, con un promedio general de 8,7 kg/m², en comparación con los 6,31 kg/m² obtenidos a los 45 días con fertilización, dichos valores son similares a los encontrados en el presente estudio.

4.2 Forraje seco (kg/m²)

Tabla 11. Rendimiento de forraje seco (kg/m²) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra

Tratamientos	Descripción	Materia seca (kg/m ²)	
T1	hidrogel	1,16	a
T2	hidrogel + biochar	1,03	ab
T3	hidrogel + zeolita	1,01	ab
T4	hidrogel + biochar + zeolita	0,97	b
T5	biochar + zeolita	0,72	b
T6	riego con capacidad de campo (riego cc)	0,56	c
T7	control (sin aplicación de retenedores)	0,52	c
p-valor		0,0001	
CV (%)		20,65	

Media. Con diferente letra en la misma columna indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0001$) entre tratamientos para el rendimiento de materia seca del pasto Cuba 22. El tratamiento con hidrogel (T1) obtuvo el mayor valor con 1,16 kg/m², seguido por T2 (hidrogel + biochar) y T3 (hidrogel + zeolita) con 1.03 y 1.01 kg/m² respectivamente, los cuales conformaron el grupo estadístico “ab”, mientras que T4 y T5 presentaron rendimientos intermedios (0,97 y 0,72 kg/m²), y T6

(riego CC) y T7 (control) mostraron los valores más bajos (0,56 y 0,52 kg/m²), ambos agrupados en el grupo “c” (Tabla 11).

Este comportamiento evidencia que el uso de hidrogel, tanto solo como en combinación con enmiendas minerales, mejora significativamente la acumulación de biomasa seca (Mejía-Loor, 2022). El tratamiento T1 fue particularmente efectivo, superando incluso al riego a capacidad de campo (T6), lo cual confirma la capacidad del hidrogel para conservar agua y favorecer la síntesis de tejido estructural bajo condiciones de sequo.

Este resultado se encuentra alineado con estudios previos como el de Cerdas-Ramírez et al. (2021), donde el uso de polímeros absorbentes incrementó el rendimiento de materia seca en gramíneas tropicales en más del 20 % respecto al control.

4.3 Altura de la planta (m)

El análisis estadístico reflejó diferencias significativas ($p = 0.0020$) entre los tratamientos evaluados. El mayor valor de altura se registró en el tratamiento T1 (hidrogel) con 1,62 m, agrupado estadísticamente en el grupo “a”, lo que indica que este tratamiento favoreció el crecimiento en longitud del forraje. En contraste, los tratamientos T2 (hidrogel + biochar), T3 (hidrogel + zeolita) y T7 (control) obtuvieron alturas menores (entre 1,35 y 1,39 m), clasificándose en el grupo “b”. El resto de los tratamientos (T4, T5 y T6) presentaron valores intermedios, agrupados en el grupo “ab”, lo que indica respuestas fisiológicas variables ante las combinaciones de enmiendas y riego.

Tabla 12. *Altura de la planta (m) del pasto Cuba 22 a los 60 días después de la siembra*

Tratamientos	Descripción	Altura de planta (m)	
T1	Hidrogel	1,62	a
T2	Hidrogel + Biochar	1,38	b
T3	Hidrogel + Zeolita	1,35	b
T4	Hidrogel + Biochar + Zeolita	1,40	ab
T5	Biochar + Zeolita	1,45	ab
T6	Riego con capacidad de campo (Riego CC)	1,50	ab
T7	Control (sin aplicación de retenedores)	1,39	b
p-valor		0,0020	
CV(%)		33,19	

Media. Con diferente letra en la misma columna indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

Este comportamiento sugiere que el uso exclusivo de hidrogel como retenedor de

humedad promueve un mayor desarrollo vegetativo en comparación con el control o con el riego tradicional (T6) (Tabla 12).

Estudios recientes sobre gramíneas tropicales como *Pennisetum purpureum* x *P. glaucum* (Cuba 22) han reportado alturas de planta entre 1,20 y 1,80 m en cortes a los 60 días, dependiendo de la disponibilidad hídrica y el manejo agronómico (Guajala, 2022; Mejía-Loor, 2022).

La aplicación de hidrogeles ha sido ampliamente reportada como una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia en el uso del agua, especialmente en zonas con lluvias irregulares. De Gascue et al. (2006) encontraron que el uso de hidrogel incrementó la altura de plantas forrajeras en un 15–20 % respecto al testigo incrementando significativamente la altura de la planta.

4.4 Retención de humedad (%)

Los resultados obtenidos a los 60 días después de la siembra indican diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0001$) en la retención de humedad del suelo entre los tratamientos aplicados. El tratamiento con hidrogel (T1) mostró el mayor porcentaje de humedad del suelo con 32.0 %, seguido por las combinaciones T2 (hidrogel + biochar) con 30.5 % y T3 (hidrogel + zeolita) con 29.8 %, que se ubicaron en el mismo grupo estadístico (ab). En contraste, el tratamiento testigo (T7), sin aplicación de retenedores, presentó el menor valor de humedad con 24.0 %, lo que evidencia la rápida pérdida de agua en ausencia de enmiendas hídricas.

Tabla 13. Retención de humedad del suelo (%) a los 60 días después de la siembra (medición con hidrómetro)

Tratamiento	Descripción	Humedad del suelo (%)	
T1	Hidrogel	32,0	a
T2	Hidrogel + Biochar	30,5	ab
T3	Hidrogel + Zeolita	29,8	ab
T4	Hidrogel + Biochar + Zeolita	28,5	ab
T5	Biochar + Zeolita	26,8	ab
T6	Riego con capacidad de campo (Riego CC)	27,5	ab
T7	Control (sin aplic. de retenedores)	24,0	b
p-valor		0,0001	
CV(%)		13,19	

Media. Con diferente letra en la misma columna indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) según la

prueba de Tukey.

La aplicación de retenedores de humedad como el hidrogel, solos o en combinación con enmiendas orgánicas y minerales, promovió una mayor retención de agua en el perfil del suelo, favoreciendo una disponibilidad hídrica constante durante el desarrollo del pasto Cuba 22. Este resultado coincide con los hallazgos de Bravo Macay et al. (2021), quienes demostraron que el uso de hidrogeles puede aumentar la humedad del suelo entre un 20 % y 35 % en suelos de textura media, prolongando el intervalo entre riegos y mejorando la eficiencia del uso del agua.

El incremento de la humedad en los tratamientos con hidrogel se traduce en un entorno más favorable para el desarrollo radicular del pasto, reduciendo el estrés hídrico y mejorando la absorción de nutrientes. Según Ortega-Torres et al. (2020), el uso de polímeros superabsorbentes permite mantener un contenido hídrico estable incluso en épocas de déficit de lluvia, lo que respalda su recomendación para zonas agrícolas con limitaciones hídricas como alternativa tecnológica sostenible.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Se concluye que el tratamiento con hidrogel (T1) fue el que mostró la mejor respuesta agronómica, destacando en biomasa fresca (8,25 kg/m²), materia seca (1,16 kg/m²), altura de planta (1,62 m) y mayor retención de humedad en el suelo (32 %), superando significativamente al resto de los tratamientos y al control.

El uso de polímeros mejoró notablemente el crecimiento inicial del cultivo, evidenciado en el aumento de la altura de planta y la biomasa acumulada. Los tratamientos con hidrogel, tanto solo como combinado con biochar o zeolita, favorecieron un desarrollo morfológico más vigoroso en comparación con el testigo.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Implementar el uso de hidrogel como tratamiento base en sistemas forrajeros de secano, ya que demostró mejorar significativamente la retención de humedad del suelo, el crecimiento vegetal y la producción de biomasa en el pasto Cuba 22.

Promover la combinación de hidrogel con enmiendas como biochar o zeolita en suelos de baja fertilidad o textura arenosa, para potenciar la eficiencia hídrica y prolongar la disponibilidad de agua en el perfil radicular del cultivo.

Incorporar los retenedores de humedad en planes de manejo agroecológico, especialmente en zonas con estacionalidad marcada de lluvias, como una alternativa sostenible frente a la escasez hídrica y a la dependencia del riego convencional.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, R. (2006). *Los hidrogeles como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación*.
- Arias, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL, 1*(1), 66-78.
- Barén, J., & Centeno, L. (2017). *Valores Nutritivos Del Pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), Sometido A Cuatro Intervalos De Corte En El Valle Del Río Carrizal*. [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/111899116/TA70-libre.pdf?1709076442=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DValores_nutritivos_del_pasto_cuba_om_22.pdf
- Bravo Macay, L. M., Loor Zambrano, J. J., & Cedeño García, G. (2021). *Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x P. Glaucum) en época seca*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124692/records/669e7a4c00eb85b7d72b8a67>
- Cerdas-Ramírez, R., Vidal-Vega, E., & Vargas-Rojas, J. C. (2021). Productividad del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes, 22*(45), 136-161.
- Cortés, A. B., Ramírez, I. X. B., Eslava, L. F. B., & Niño, G. R. (2007). Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Ingeniería e Investigación, 27*(3), 35-44.
- de Gascue, B. R., Ramírez, M., Aguilera, R., Prin, J. L., & Torres, C. (2006). Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. *Revista Iberoamericana de Polímeros, 7*(3), 199-210.
- Domínguez, D. H., Rojas, B. G., Batista, D. R., & Frías, J. (2021). Efecto de la sustitución del ensilaje de maíz por pasto de corte *Pennisetum purpureum* CT-22, para la producción de leche en fincas doble propósito durante la época seca. *Visión Antataura, 5*(1), 15-29.
- Google Maps. (2024). *Ubicación geográfica del ensayo* [Ubicación geográfica del ensayo]. <https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Guajala, O. A. (2022). *Composición química del pasto cuba 22 (pennisetum sp.) a cinco niveles de lixiviado de humus de lombriz*. [Thesis, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5172>

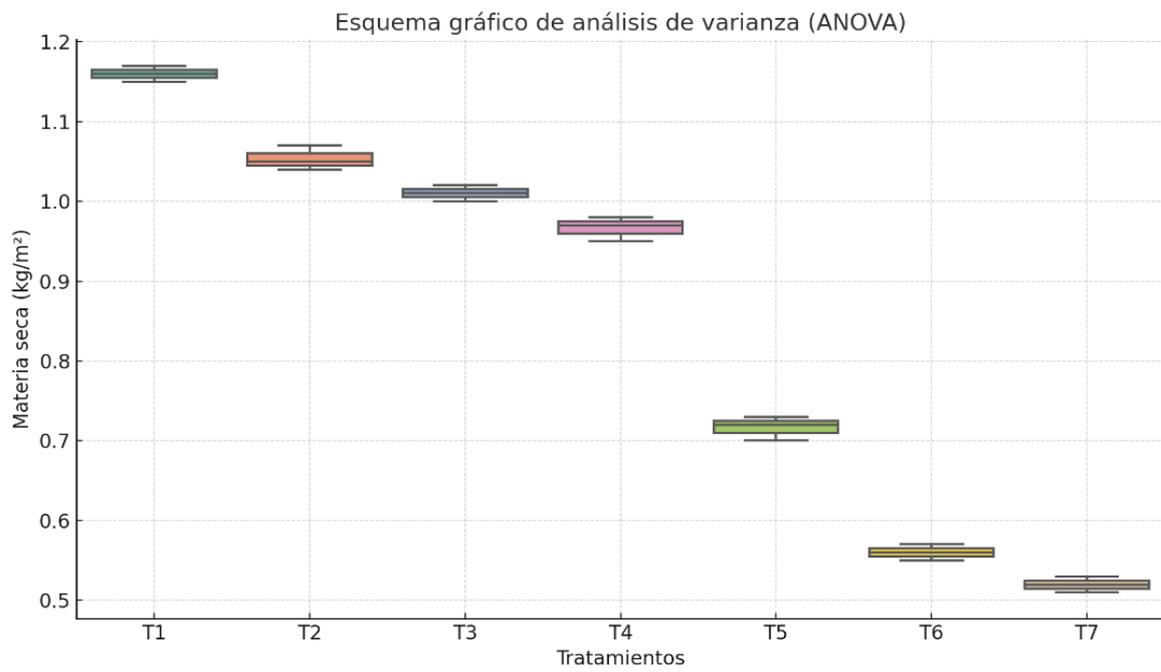
- Guanuquiza, G. M., Jimenez-Yanez, S., NOVILLO, S. A., Arias, P. E., & Reyes-Silva, F. (2023). NUTRITIONAL COMPOSITION OF CUBA OM-22 HYBRID GRASS (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) AT THREE CUTTING AGES. *Journal of Namibian Studies*, 34.
- Hamidi, M., Azadi, A., & Rafiei, P. (2008). Hydrogel nanoparticles in drug delivery. *Advanced drug delivery reviews*, 60(15), 1638-1649.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (España, Vol. 6). México: McGraw-Hill México.
- Idrobo, H. J., Rodríguez, A. M., & Ortíz, J. E. D. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 9, 33-37.
- Jachero, D. R. (2024). *Evaluación de zeolitas naturales en un cultivo de pasto Cuba OM-22 (Pennisetum sp.)* [bachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28076>
- Lopera-Marín, J. J., Angulo-Arizala, J., Restrepo, E. M., & Mahecha-Ledesma, L. (2023). Uso potencial de dos forrajeras herbáceas (*Axonopus catarinensis* y *Smallanthus sonchifolius*) en los sistemas silvopastoriles del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3).
- Macay-Anchundia, M. A., Pinargote-Guerra, I. A., Vélez, J. A., & Zambrano-Mendoza, M. E. (2025). Fertilización Orgánica en King Grass Verde (*Pennisetum sp.*) como Alternativa en Producción Forrajera. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 5477-5488.
- Maldonado-Peralta, M. de los Á., Aniano-Aguirre, H., Rojas-García, A. R., García-Montalvo, I. A., Ortega-Acosta, S. Á., & Martínez-Vázquez, J. (2024). Rendimiento y valor nutritivo de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 11(SPE4).
- Marcavillaca Alvarez, R. (2025). *Comportamiento productivo y bromatológico de las plantas forrajeras cuba om-22 (Pennisetum violaceum o Pennisetum sp.) en el distrito de Tambopata* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Amazonica Madre de Dios]. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/1333>
- Mejía-Loor, B. F. (2022). *Determinación del componente fibroso del pasto Cuba 22 (Pennisetum sp) a tres edades de corte*. [Thesis, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5185>
- Moreira-Macías, N. M., Castillo-García, A. A., Romero-Salguero, E. J., & Plua-Montiel, J. A. (2025). Efecto de dos aditivos en la calidad bromatológica de biomasa de pasto Cuba

- 22 y botón de oro en distintas proporciones. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 5(2), e829-e829.
- Morocho, G., Toalombo, P., Guevara, H., & Jiménez, S. (2023). Assessing the potential and nutritional composition of the hybrid grass Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumacher x Pennisetum glaucum* L.) at three cutting ages. *Archivos de Zootecnia*, 27(278), 128-142.
- Muñoz-Muñoz, M. M. (2025). *Evaluación del comportamiento morfológico y agronómico del pasto Cuba 22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), en la «Hacienda la Conquista» del cantón San Vicente en el año 2024*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7324>
- Musoline-Acho, J. (2024). *Dosis de pollinaza en el rendimiento de forraje Pennisetum sp. "Cuba 22" en Loreto. 2023* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional De La Amazonía Peruana.
- Nindiyasari, F., Fernandez-Diaz, L., Griesshaber, E., Astilleros, J. M., Sanchez-Pastor, N., & Schmahl, W. W. (2014). Influence of gelatin hydrogel porosity on the crystallization of CaCO₃. *Crystal growth & design*, 14(4), 1531-1542.
- Ochoa, V., & Alfredo, L. (2024). *Evaluación de ganancias de peso en terneros lactantes de raza normando, en la granja Tibidabo del Instituto Técnico Agrícola del Municipio de Charta Santander, a partir de una suplementación nutricional a base de ramio (Bohmeria nivea) y pasto cuba 22 (Pennisetum sp. Cuba om-22)*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/60453>
- Olmo, M. (2016). *Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal* [Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13381/2016000001398.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega-Torres, A. E., Flores Tejeida, L. B., Guevara-González, R. G., Rico-García, E., & Soto-Zarazúa, G. M. (2020a). Hidrogel acrilato de potasio como sustrato en cultivo de pepino y jitomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1447-1455.
- Ortega-Torres, A. E., Flores Tejeida, L. B., Guevara-González, R. G., Rico-García, E., & Soto-Zarazúa, G. M. (2020b). Hidrogel acrilato de potasio como sustrato en cultivo de pepino y jitomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1447-1455.
- Rojas, J. C. V., & Suárez, I. C. (2023). Productividad del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de cosecha. *InterSedes*, 24(49), 216-237.
- Román-Bermeo, H. L. (2024). *Establecimiento de dos especies Pennisetum, abonados con*

- estiércol de caprino en zona de amortiguamiento—Parque Nacional Cerros de Amotape* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Tumbes].
<https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65127>
- Rubira, G. (2013). *El Hidrogel en Cultivos Agrícolas, Cítricos y Frutícolas. Actualidad del Campo Agropecuario. Congreso internacional CEA. 53 y 54 p.*
- Ruiz, T. E., Febles, G. J., Alonso, J., Torres, V., Valenciaga, N., Galindo, J., Mejías, R., & Medina, Y. (2023). Comportamiento agronómico en pastoreo de materiales destacados de *Tithonia diversifolia* en Cuba. *Avances en investigación Agropecuaria*, 27.
- Sanz, M. R. Q., Rodríguez, Y. T. G., & Morales, T. J. C. (2021). Incremento de la biomasa forrajera del pasto 'Cuba OM-22', nueva variedad adaptada a las condiciones climáticas de la ganadería en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 45(2), 24-33.
- Tauma, K. (2024). *Evaluación de biomasa y calidad nutricional del pasto cuba-22 con abonamiento de porquinaza, Amazonas, 2023*. [UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/4589>
- Tergas, L. E. (1975). Establecimiento y manejo de praderas compuestas de asociaciones de gramíneas y leguminosas. *Seminario Regional Sobre Leguminosas Farrajeras Tropicales*, 66.
- Veliz-Holguin, V. J. (2024). *Polímero combinado con enmiendas orgánicas como técnica de retención de humedad en la instalación de pasto de corte en la época seca*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí].
<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6404>
- Villanueva-Avalos, J. F., Vázquez-González, A., & Quero-Carrillo, A. R. (2022). Atributos agronómicos y producción de forraje en ecotipos de *Cenchrus purpureus* en condiciones de trópico subhúmedo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27), 1-9.
- Zambrano-Macías, L. Z. (2022). *Producción de biomasa del pasto cuba 22 (Pennisetum sp) a tres edades de corte*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí].
<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5237>
- Zinivand, N., Khodadadi-Dehkordi, D., Kashkuli, H. A., Asareh, A., & Egdernezhad, A. (2020). Evaluación del efecto del polímero súper absorbente en la eficiencia del uso del agua de la planta en condiciones de déficit de agua. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(1), 315-345.

ANEXOS

Anexo 1. Gráfico del análisis de varianza



Anexo 2. Establecimiento del pasto



Anexo 3. Peso del pasto cuba 22





Tesisbde pasto Solorzano Cevallos Evelyn Ibeth 2025

9%
Textos sospechosos

- 9% Similitudes
- 7% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 22% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesisbde pasto Solorzano Cevallos Evelyn Ibeth 2025.docx
ID del documento: a8f2ae23cf9014b02fcd5730330f712cebf9ebad
Tamaño del documento original: 2,58 MB

Depositante: JORGE VIVAS CEDEÑO
Fecha de depósito: 11/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 11/8/2025

Número de palabras: 10.803
Número de caracteres: 72.843

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis_Victor_Veliz[1].docx Tesis_Victor_Veliz[1] #480293 Viene de de mi grupo 23 Fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (449 palabras)
2	Tesis_Jandri_Mendoza_HMA.docx Tesis_Jandri_Mendoza_HMA #480293 Viene de de mi biblioteca 16 Fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (367 palabras)
3	"Implementación de cámara térmica para evaluar la interacción de ... #480293 Viene de de mi biblioteca 12 Fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (290 palabras)
4	TESIS PASTO CUBA OM-22- SANTANA NAYELI.docx TESIS PASTO CUBA... #480293 Viene de de mi grupo 18 Fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (300 palabras)
5	Willian Moreno compilatio Tesis.docx Willian Moreno compilatio Tesis #501215 Viene de de mi grupo 8 Fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (267 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/62087/1/ULEAM-AGRO-0270.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	COMPILATO MAZAMBA KERLY.docx COMPILATO MAZAMBA KERLY #345012 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
3	repositorio.espam.edu.ec http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1962/1/TIC_A23D.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
4	dx.doi.org Acrilato de potasio para reducir el uso de agua en tomate de inverna... http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v1i4.3876	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
5	scielo.senescyt.gob.ec VOLUMEN DE HUMEDECIMIENTO POR LA APLICACIÓN D... http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1259-85962021000100097	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.google.com/maps/@-0.2643624>
- <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28076>
- <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13981/2016000001398.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65127>

