



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN 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**

SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN PARA PASTO BERMUDA (*Cynodon dactylon*)

AUTORA: Tania Maribel Palacios Bumbila

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano. Mg.

El Carmen, enero, 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión en 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 **Tania Maribel Palacios Bumbila**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, periodo académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Sistema de riego por microaspersión para pasto bermuda (*Cynodon dactylon*).”**

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 de este, 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, 29 de enero de 2026.

Lo certifico,



Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE

MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado **“Sistema de riego por microaspersión para pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*)”**, cuya autora **Tania Maribel Palacios Bumbila**, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mg.

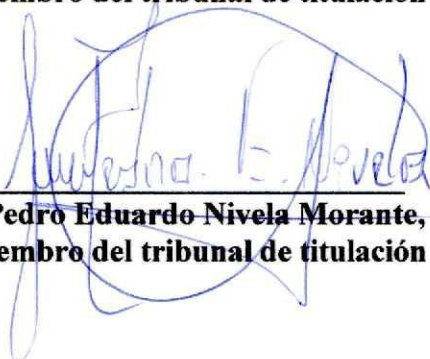
El Carmen, febrero de 2026



Ec. Tito Alexander Cedeño Llor, Mg.
Presidente del tribunal de titulación



Ing. Nexar Vismar Cobeña Llor, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Ing. Pedro Eduardo Nivela Morante, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Uleam



DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **“Sistema de riego por microaspersión para pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*)”** corresponde exclusivamente a **Tania Maribel Palacios Bumbila** con C.I 1351872815 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autora



Tania Maribel Palacios Bumbila
C.I 1351872815



DEDICATORIA

"El esfuerzo de hoy es la recompensa del mañana."

Dedico esta tesis a Dios, fuente de vida, amor y sabiduría, por ser mi guía constante y mi fortaleza en cada etapa de mi formación académica. Gracias a Su infinita bondad y dirección, he encontrado la fuerza para superar los desafíos, aprender de las dificultades y perseverar hasta culminar esta importante etapa de mi vida. Como nos recuerda Filipenses 4:13: *"Todo lo puedo en Cristo que me fortalece"*, confiando siempre en Su divina guía y cuidado.

También dedico este trabajo a mis padres, quienes, con su amor incondicional, paciencia y ejemplo constante de integridad y dedicación me han enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y la disciplina. Su apoyo, consejos cada día y sus motivaciones han sido fundamentales para enfrentar los retos, las dificultades tanto en la vida diaria como en lo académico que surgieron a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos, les agradezco por estar siempre presentes en cada paso de este camino, ofreciendo palabras de aliento, compañía y apoyo en los momentos más importantes. Su confianza y estímulo han sido una fuente constante de inspiración y fortaleza.

De manera especial, también dedico esta tesis a mi hermana Jennifer Palacios, por su ejemplo de constancia, responsabilidad y amor fraternal. Su acompañamiento y palabras de ánimo fueron un pilar importante que me impulsó a dar lo mejor de mí en cada momento de mi formación.

Finalmente, dedico este logro a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional, recordando que cada enseñanza, consejo y gesto de apoyo se convierte en una semilla de éxito y aprendizaje que perdura a lo largo de la vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme la vida, la salud, la fuerza y la sabiduría que han sido claves para finalizar esta tesis y lograr una de las metas más significativas de mi desarrollo profesional. Su constante presencia ha sido mi faro en cada fase de este viaje, dándome la calma necesaria para afrontar las dificultades y la seguridad para seguir adelante en momentos complicados. Como dice el Salmo 37:5: *"Confía en Jehová y encomienda tu camino a Él; y Él realizará tus deseos"*, estas palabras han servido como un apoyo espiritual a lo largo de mi carrera académica. Estoy profundamente agradecida con Dios por cada una de las oportunidades y enseñanzas que me han permitido alcanzar este logro que hoy presento con gratitud y modestia.

De forma especial, quiero manifestar mi más sincero agradecimiento a mi madre, Sonia Bumbila, quien ha sido el soporte clave en mi vida personal y académica. Su amor incondicional, su paciencia, sus sacrificios y su apoyo continuo han sido fundamentales en mi desarrollo como persona y futura profesional. Cada uno de sus consejos, palabras de ánimo y ejemplos de determinación me han motivado a no rendirme ante las adversidades y a mantener el enfoque en mis metas. Este triunfo también le pertenece a ella por haber creído en mí, incluso en los momentos en que yo misma tenía dudas.

Del mismo modo, me siento muy agradecida con mi padre, Ítalo Palacios, por su apoyo constante, por ser un ejemplo de responsabilidad y dedicación, y por todos los consejos que me ofreció durante mi trayectoria académica. Su respaldo, comprensión y estímulo fueron esenciales para que pudiera avanzar con firmeza y dedicación en cada etapa de mi formación. Gracias por estar a mi lado, por guiarme con su sabiduría y por tener fe en mis habilidades.

Mis hermanos Andrés Palacios, Cristhian Palacios y Miriam Palacios, y en particular Jennifer Palacios, reciben mi más genuino agradecimiento por su apoyo incondicional, por su comprensión en los momentos de mayores exigencias académicas y por sus consejos en los momentos adecuados. Cada uno de ustedes ha jugado un papel crucial en este proceso, acompañándome con palabras alentadoras, confianza y su

presencia constante. Su apoyo ha sido un impulso esencial para seguir adelante y superarme cada día.

También quiero agradecer sinceramente a mis amistades, quienes han estado a mi lado durante todo este trayecto académico. Aprecio su apoyo diario, por compartir conmigo horas de estudio, momentos de agotamiento, desafíos y por celebrar mis éxitos.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de forma directa o indirecta, participaron en la creación de esta tesis: maestros, compañeros y aquellos que, con una palabra de aliento, una orientación o un gesto de apoyo aportaron a este importante logro. A todos ustedes, mi agradecimiento más sincero ya que este trabajo no es solo un requisito académico, sino también un reflejo del esfuerzo, la perseverancia y el apoyo recibido durante mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
1.5 METODOLOGÍA	4
1.5.1 Ubicación del ensayo.....	5
1.5.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	5
1.5.3 Materiales y equipos	6
1.5.4 Equipos y accesorios	7
1.5.7 Manejo del ensayo.....	8
1.5.8 Técnicas.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Definiciones	10
2.1.1 Origen.....	10
2.1.2 Características principales	10
2.1.3 Fortalezas y debilidades del pasto Bermuda.....	11
2.1.4 Descripción botánica	13
2.1.5 Usos	16

2.2 Riego	16
2.2.1 Tipos de riegos para pastos.....	17
2.3 Humus de lombriz	18
2.3.1 Beneficios del humus de lombriz	19
2.3.2 Elaboración de humus de lombriz	20
2.3.3 Condiciones del área para establecer la producción de humus de lombriz.....	22
2.3.4 Factores que inciden en el proceso biológico del humus de lombriz	22
2.3.5 Cosecha de humus de lombriz.....	25
2.4 TRABAJOS RELACIONADOS.....	26
CAPÍTULO III.....	30
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	30
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO	30
3.1.1 Antecedentes.....	30
3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR	30
3.2.1 Ubicación de la propuesta.....	30
3.2.2 Metodología de la propuesta.....	30
3.2.3 Diseño agronómico	31
3.2.4 Descripción funcional de los componentes	32
3.2.5 Esquema (Área deportiva).....	37
3.2.6 Costo de establecimiento del sistema de riego	38
3.2.7 Cronograma	41
3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	43
3.3.1 Presupuesto	43
3.4 DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO.....	43
3.4.1 Variable	43
3.4.2 Unidad experimental.....	44
3.4.3 Tratamientos	44
3.4.4 Características de las unidades experimentales	45
3.4.5 Análisis estadístico	45
3.4.6 Datos tomados	45
3.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.5.1 Prueba de funcionamiento 1 (Aplicación de riego).....	46
a) Producción de materia verde 1	46
b) Cobertura 1.....	47

3.5.2 Prueba de funcionamiento 2 (Aplicación de materia orgánica).....	48
a) Producción de materia verde 2	48
b) Cobertura 2.....	50
CAPÍTULO IV	52
4. CONCLUSIONES	52
4.1 Conclusiones	52
4.2 Recomendaciones	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad.....	5
Tabla 2. Detalle de las variables dependientes	7
Tabla 3. Frecuencias de riego que variarán en función de las condiciones del suelo, la cobertura de sombra, la fertilización y otros factores	16
Tabla 4. Tipos de riesgos para pastos	18
Tabla 5. Relación C/N de diferentes sustratos vegetales y animales	22
Tabla 6. Efectos de pH, la temperatura (°C) y la humedad (%)del sustrato en el desarrollo de humus de lombriz.....	25
Tabla 7. Actividades y evidencia fotográfica de la implementación del sistema de riego	31
Tabla 8. Costo de los materiales para la implementación del sistema de riego.	38
Tabla 9. Costo de los equipos para la implementación del sistema de riego.	40
Tabla 10. Servicios empleados para la implementación del sistema de riego.	40
Tabla 11. Cronograma de la primera fase de implementación.....	41
Tabla 12. Cronograma de la segunda fase de implementación.	42
Tabla 13. Presupuesto de la implementación del sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda.....	43
Tabla 14. Tratamientos evaluados para la prueba de funcionamiento 1.	44
Tabla 15. Tratamientos evaluados para la prueba de funcionamiento 2.	44
Tabla 16. Características de la unidad experimental.....	45
Tabla 17. Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable producción de materia verde en la prueba de funcionamiento 1.....	46
Tabla 18. Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable cobertura en la prueba de funcionamiento 1.	47
Tabla 19. Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable producción de materia verde en la prueba de funcionamiento 2.....	48
Tabla 20. Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable cobertura en la prueba de funcionamiento 2.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.....	5
Figura 2. Fortalezas del crecimiento y desarrollo del césped bermuda	11
Figura 3. Debilidades del crecimiento y desarrollo del césped bermuda.....	12
Figura 4. Factores ambientales que afectan al crecimiento y desarrollo del césped bermuda	13
Figura 5. Pasto bermuda sembrado en cancha.....	14
Figura 6. <i>Cynodon dactylon</i>	15
Figura 7. Lombriz roja californiana (<i>Eisenia fetida</i>)	21
Figura 8. Requerimientos para elaborar humus de lombriz.....	20
Figura 9. Relación de la Temperatura y el pH sobre el proceso de elaboración de humus de lombriz	24
Figura 10. Motobomba de gasolina IVMA.....	34
Figura 11. Esquema del sistema de riego implementado.....	37
Figura 12. Vista 2D del sistema de riego implementado.	37
Figura 13. Promedio de producción de materia verde (MV) (kg/m ²) del pasto Bermuda por metro cuadrado en los diferentes tratamientos evaluados	47
Figura 14. Promedio de cobertura del pasto Bermuda por metro cuadrado en los diferentes tratamientos evaluados	48
Figura 15. Promedio de producción de materia verde (MV) (kg/m ²) del pasto Bermuda por metro cuadrado con aplicación de riego más materia orgánica.....	50
Figura 16. Promedio de Cobertura (%) del pasto Bermuda por metro cuadrado con aplicación de riego más humus de lombriz.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras del pasto Bermuda	59
Anexo 2. Pruebas de funcionamiento 1 del pasto Bermuda	60
Anexo 3. Pruebas de funcionamiento 2 del pasto Bermuda	60
Anexo 4. Proforma de compra de materiales y accesorios del sistema de riego.	61
Anexo 5. Entrega del sistema de riego implementado.	61

RESUMEN

Para evaluar la viabilidad de la implementación del sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda, en la granja experimental Río Suma de la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” extensión El Carmen, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador, se realizó dos pruebas de funcionamiento mediante prueba de T de Student. La primera evaluó 2 tratamientos, T1 (sin riego) y T2 (Con riego) y la segunda, en función de la anterior, comparó el T1 (Riego) y T2 (Riego + humus de lombriz), con las variables: rendimiento de materia verde (kg/m^2) y porcentaje de cobertura. Los resultados demostraron que el sistema de riego por microaspersión fue instalado exitosamente en la cancha de fútbol con pasto Bermuda en la granja experimental Río Suma, mismo que consta de componentes principales implementados (bomba de agua, red de distribución, microaspersores, sistema de control, entre otros). Se determinó que el tratamiento con riego por microaspersión mostró una producción significativamente superior al testigo, alcanzando $1,84 \text{ kg/m}^2$ de materia verde, con un incremento de $0,51 \text{ kg/m}^2$ con respecto al tratamiento sin riego. El efecto del riego por microaspersión más humus de lombriz sobre la producción de materia verde del pasto Bermuda fue positivo, ya que reportó en el T2 (Riego + humus de lombriz) una producción significativamente mayor de $2,36 \text{ kg/m}^2$ de materia verde. Los costos de establecimiento de un sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda tuvieron una inversión inicial y costos operativos de 1690,36 dólares.

Palabras clave: microaspersión, materia verde, cobertura, funcionamiento.

ABSTRACT

To evaluate the feasibility of implementing a micro-sprinkler irrigation system for growing Bermuda grass at the Río Suma experimental farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen extension, located in the province of Manabí, Ecuador, two performance tests were conducted using Student's t-test. The first evaluated two treatments, T1 (without irrigation) and T2 (with irrigation), and the second, based on the previous one, compared T1 (irrigation) and T2 (irrigation + worm humus), with the variables: green matter yield (kg/m^2) and percentage of coverage. The results showed that the micro-sprinkler irrigation system was successfully installed on the Bermuda grass soccer field at the Río Suma experimental farm, which consists of main components (water pump, distribution network, micro-sprinklers, control system, among others). It was determined that the micro-sprinkler irrigation treatment showed significantly higher production, reaching $1,84 \text{ kg}/\text{m}^2$ of green matter, with an increase of $0,51 \text{ kg}/\text{m}^2$ compared to the treatment without irrigation. The effect of micro-sprinkler irrigation plus worm humus on the production of green matter in Bermuda grass was positive, as it reported in T2 (Irrigation + worm humus) a significantly higher production of $2,36 \text{ kg}/\text{m}^2$ of green matter. The costs of establishing a micro-sprinkler irrigation system for Bermuda grass cultivation had an initial investment and operating costs of \$1,690.36.

Keywords: micro-sprinkling, green matter, coverage, operation.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) es una forrajera de gran importancia, cultivada extensamente en el sureste de Estados Unidos y diversas regiones del mundo. Entre sus variedades, el cultivar Tifton 85, desarrollado a partir de un híbrido entre *C. dactylon* y *C. nlemfuensis*, se posiciona actualmente como la opción más recomendada tanto para sistemas de pastoreo como para la producción de heno, debido a sus características superiores (Anderson et al., 2016). Precisamente por su alto rendimiento y calidad, este cultivar no solo ha sido ampliamente adoptado en la ganadería, sino que también se está evaluando su potencial como materia prima para la generación de biocombustibles, como el etanol celulósico (Alderman et al., 2011).

En el contexto ganadero, especialmente en la región de la Costa del Golfo de Estados Unidos, las gramíneas del género *Cynodon* constituyen una base alimenticia fundamental. No obstante, a pesar de que el pastoreo continuo es una práctica de manejo común en estos sistemas, existen pocos estudios que hayan evaluado de manera integral el rendimiento animal específicamente en praderas de Bermuda manejadas bajo esta modalidad (Pedreira et al., 2016).

La productividad y calidad del Tifton 85 están directamente influenciadas por su manejo agronómico. En particular, la fertilización nitrogenada es un factor clave que determina tanto la cantidad de forraje acumulado como su valor nutritivo. Sin embargo, la magnitud de esta respuesta no es uniforme, ya que puede verse modulada por el tipo de fuente de nitrógeno utilizada, las dosis aplicadas y las condiciones ambientales específicas de cada sitio (Borges et al., 2017).

1.1 PROBLEMA

La distribución geográfica y la estabilidad productiva del pasto bermuda (*Cynodon spp.*), un recurso forrajero fundamental, se encuentran severamente limitadas por su capacidad para tolerar condiciones climáticas adversas. Un factor crítico, lo señalan Anderson y Wu (2011), que la poca resistencia al invierno, lo cual restringe su expansión y confiabilidad como forraje en zonas con estaciones frías marcadas. Aunque los programas de mejoramiento genético han priorizado este rasgo y se han obtenido avances notables en variedades ornamentales, persiste una carencia significativa de información sobre la tolerancia al frío en los cultivares específicamente desarrollados para uso forrajero, lo que representa un vacío de conocimiento clave para los sistemas ganaderos en climas templados.

En regiones tropicales y subtropicales, donde el género *Cynodon* es la base de muchos sistemas pastoriles, emerge otro problema de selección y manejo. Silva et al. (2015), destacan que, si bien 'Tifton 85' es el cultivar comercial de referencia, la aparición de nuevos genotipos como 'Jiggs' y 'Vaquero' plantea un dilema práctico: existe una evidencia comparativa insuficiente sobre su rendimiento agronómico en estas condiciones ambientales específicas. Esta falta de datos directos y comparativos dificulta la toma de decisiones informadas por parte de productores y técnicos, quienes no pueden evaluar con certeza si estas nuevas alternativas superan o no al estándar establecido.

Además, la comprensión de las bases fisiológicas que explican las diferencias de productividad entre estos cultivares, ya sea ante el clima o las prácticas de manejo, sigue siendo parcial. Como explican Silva et al. (2016), en su análisis del crecimiento, para entender el verdadero potencial productivo de un forraje y optimizar su manejo (como la frecuencia e intensidad de corte), es necesario integrar variables fisiológicas complejas y de manejo agronómico. La limitada aplicación de estudios comparativos de manejo del pasto Bermuda impide descifrar las causas profundas de sus distintos comportamientos, lo que a su vez obstaculiza el desarrollo de recomendaciones de manejo precisas y científicamente fundamentadas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Desde hace varios años se viene realizando investigación en pastos y forrajes; sin embargo, se carece de un análisis evaluativo que permita conocer los resultados, que se consideren en condiciones de ser transferidos a los productores agropecuarios para su utilización (Cotrina, 2019).

Además, frente a las exigentes condiciones ambientales y de uso intensivo que caracterizan a una cancha de fútbol profesional, la elección del césped es una decisión técnica crítica que determina la durabilidad, el desempeño y la estética del campo de juego. Para el contexto específico de la región costera ecuatoriana, caracterizada por un clima tropical con alta luminosidad, temperaturas cálidas durante todo el año y períodos de lluvia intensa alternados con sequía, el cultivo de una variedad robusta de pasto Bermuda (*Cynodon* spp.) se justifica de manera integral (Anderson y Wu, 2011).

La resiliencia y capacidad de recuperación del género *Cynodon* ante el estrés mecánico lo convierte en la opción idónea. A diferencia de otras gramíneas, el Bermuda posee un sistema de crecimiento mediante estolones y rizomas que le permite regenerar rápidamente la superficie del terreno tras el desgaste generado por el tráfico constante de jugadores, el rodamiento del balón y las prácticas de mantenimiento. Esta característica intrínseca asegura una cobertura densa y uniforme, minimizando la aparición de áreas despobladas (“calvas”) que no solo afectan el rodamiento del balón, sino que aumentan el riesgo de lesiones para los deportistas (Silva et al., 2016).

Además, Alderman et al. (2011), exponen su excepcional adaptación fisiológica al clima tropical y que las variedades modernas de Bermuda, producto de programas de mejoramiento genético, han sido seleccionadas precisamente para maximizar su fotosíntesis y crecimiento bajo altas temperaturas y radiación solar intensa, condiciones típicas de la costa ecuatoriana. Mientras otras especies entran en estrés o latencia con el calor, el Bermuda mantiene su actividad metabólica y color verde, garantizando un campo estéticamente impecable y funcional durante toda la temporada. Esta adaptación también se manifiesta en una tolerancia moderada a la sequía, permitiendo una menor dependencia del riego en períodos secos, y una rápida recuperación tras inundaciones, gracias a su eficiente sistema de drenaje y enraizamiento, un factor clave ante las lluvias torrenciales.

Finalmente, la selección del pasto Bermuda es una decisión técnica fundamentada en su compatibilidad biológica con el clima de la costa ecuatoriana y su capacidad probada para soportar el uso intensivo de un deporte de alto rendimiento, a lo cual se suma la aplicación de un sistema de riego de microaspersión, lo que le permitirá tener al cultivo un equilibrio óptimo entre resistencia agronómica, calidad de juego y viabilidad en el mantenimiento, constituyéndose como la base más confiable para construir y preservar campos de fútbol.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el sistema de riego por microaspersión para pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*).

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer el sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda establecido en la cancha de fútbol ubicada en la granja experimental Río Suma.
- Determinar el efecto del riego por microaspersión sobre la producción de materia verde del pasto Bermuda.
- Definir el efecto del riego por microaspersión más humus de lombriz sobre la producción de materia verde del pasto Bermuda.
- Analizar los costos de establecimiento de un sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda.

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa: El sistema de riego por microaspersión mejorará en el crecimiento y desarrollo vegetativo del pasto Bermuda.

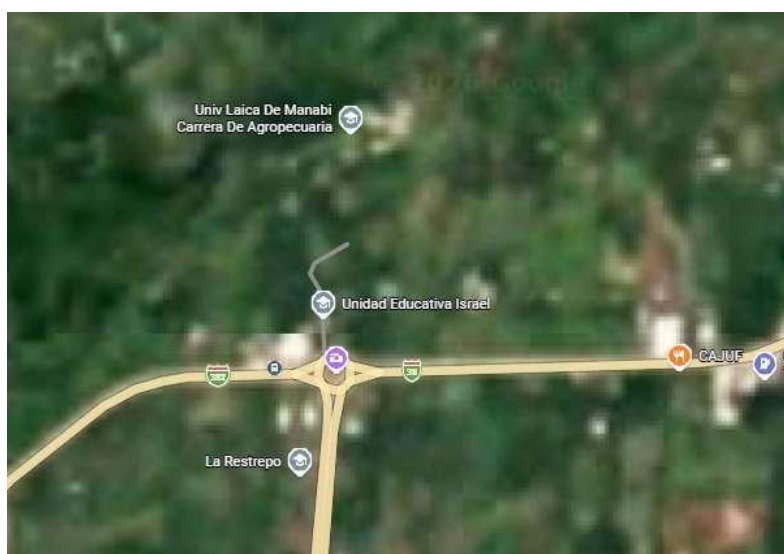
1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la granja experimental “Río Suma” perteneciente a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en el km 35, cantón El Carmen, provincia de Manabí (Figura 1).

Figura 1

Localización geográfica del área de estudio.



Tomado de: Google Maps (2026).

1.5.2 Caracterización agroecológica de la zona

En la Tabla 1 se aprecia las características agroecológicas de la zona donde se desarrolló la implementación.

Tabla 1

Características agroecológicas de la localidad.

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	20,4 – 29, 2
Humedad Relativa (%)	87,45
Precipitación media anual (mm)	233,83
Altitud (msnm)	260
Topografía	Irregular
Tipo de suelo	Franco arenoso

Pluviosidad (%)
Heliofania (N/h/s)

60
1283,80

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

1.5.3 Materiales y equipos

- Llave paso 1 pulg. PVC blanca
- Tee Rosca 1 polimex
- Codo 1 rosc polimex
- Bushing 1 a 3/4 pulg polimex
- Neplo perdido 3/4 polomex
- Adapt. Flex -H 3/4 (P/Manguera)
- Abrazadera 1 Titan (30-16)
- Manometro / Clicerina
- Teflon grande
- Neplo perdido polimex
- Union flex 3/4 Manguera
- Teflon
- Varilla
- Abrazadera industrial
- Ter. 2 Rob/ Polimex
- Adaptador 2 Macho
- Bushim 2 x 1
- Neplo
- Llave de paso 1 PVC
- Reducción Bushing
- Codo 1F Roscable P
- Llave de paso 2
- Malla antis.
- Manguera 1 pulg.
- Manguera 2 pulg.
- Teflon 3/4 x 15
- T enroscable 1(25) polimex

- Neplos po rosc. Polimex
- Codo po rosc.
- Valv. Plastica
- Reducción flusing
- Codo 1 pulg. rosc.
- Collarin (63 ml x 1)
- Neplo de 1 pulg. Perdida
- Universal 1 pulg polimex
- Llave de paso
- Varilla (Trampa de agua)
- Malla antimosquito
- Cheque + acoples

1.5.4 Equipos y accesorios

- Pop-up Hunter 3/4 H PGP BOQ 9.0MM
- Pop llave P/POP-UP
- Bomba de agua

1.5.5 Material vegetal

- Semillas de pasto Bermuda
- Humus de lombriz

1.5.6 Variables

a) Variables independientes

- Riego por microaspersión
- Humus de lombriz

b) Variables dependientes

A continuación, en la tabla 2 se detalla las variables dependientes evaluadas en las pruebas de funcionamiento 1 y 2.

Tabla 2
Detalle de las variables dependientes.

Variable	Descripción	Unidad de medida
Producción de materia verde	Peso de materia verde por metro	kg MV / m ²
(MV)	cuadrado.	
Cobertura	Observación visual de la cobertura del pasto por metro	%
	cuadro.	

1.5.7 Manejo del ensayo

- **Ubicación del sistema de riego:** El lugar escogido para instalar el sistema se encuentra en los terrenos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, específicamente en su sede de El Carmen, en el sector donde está la cancha de fútbol y donde ya existe el cultivo establecido.
- **Revisión del terreno:** Se hizo un recorrido por los alrededores de la cancha para determinar cómo colocar las mangueras y los componentes necesarios para conectar los microaspersores.
- **Planificación del diseño:** Después de revisar el terreno, se elaboró un plano agronómico que detalla cómo funcionaría el sistema de microaspersión que se iba a instalar.
- **Montaje del sistema:** Una vez listo el diseño, se procedió a instalar el sistema de microaspersión alrededor de la cancha. La ubicación de cada componente se pensó cuidadosamente para lograr que el agua llegue de manera uniforme a todo el cultivo.
- **Verificación del funcionamiento:** Hicimos dos pruebas iniciales para comprobar que el sistema operara correctamente antes de comenzar con el trabajo de campo y la recolección de información. Los microaspersores seleccionados resultaron ser la opción adecuada, ya que permiten mantener la humedad de forma estable y regulada, algo fundamental en un espacio al aire libre.
- **Recopilación de información:** La investigación se llevó a cabo utilizando pasto tipo Bermuda. En la primera prueba, evaluamos cómo estaba el cultivo antes y después de aplicar el riego, midiendo el peso del material vegetal fresco y observando qué tan

cubierta estaba el área mediante un marco de madera de 0,50 x 0,40 cm. Para la

segunda prueba, añadimos humus de lombriz al suelo y nuevamente tomamos mediciones antes y después de su aplicación, recolectando muestras de la misma forma que en la prueba inicial.

1.5.8 Técnicas

- **Observación:** cuyo objetivo principal es determinar tanto su disponibilidad como su calidad, facilitando así una gestión más eficiente de los recursos forrajeros. Este enfoque integra diversas metodologías: por un lado, métodos de estimación visual, como el empleo de marcos de referencia y escalas preestablecidas; y por otro, procedimientos más precisos que incluyen mediciones físicas directas (por ejemplo, el corte de muestras y su posterior pesaje en laboratorio para calcular la materia seca), además del uso de instrumentación electrónica especializada (Santana y Díaz, 2000).
- **Investigación documental o bibliográfica:** Por otra parte, la investigación documental o bibliográfica constituye una técnica fundamental dentro del paradigma cualitativo. Su función esencial es la búsqueda, sistematización y análisis crítico de información proveniente de un amplio espectro de fuentes escritas y audiovisuales. Entre estas fuentes se encuentran libros, artículos científicos, publicaciones periódicas, registros sonoros y visuales, así como documentos resultantes de investigaciones previas y actas de congresos académicos (Reyes y Carmona, 2020).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones

2.1.1 Origen

El pasto Bermuda, cuyo nombre científico es *Cynodon dactylon*, tiene una historia biogeográfica amplia y fascinante. De acuerdo con Gonzalez (2020), aunque esta gramínea es originaria del sur de Europa y el norte de África, su capacidad de adaptación le ha permitido establecerse en prácticamente todos los países de clima tropical y subtropical, e incluso en algunas regiones templadas a nivel global. Su nombre común en inglés, "Bermuda Grass", tiene un origen particular, ya que proviene de su proliferación espontánea en las islas Bermudas, donde se le consideraba una maleza abundante. Su notoriedad es tal que, en ciertas culturas como la de Kerala (India), sus flores son veneradas, llegando a ser consideradas entre las diez sagradas.

Esta vasta distribución mundial es confirmada por Yaxin y Wang (2006), quienes identifican al género *Cynodon* como un grupo de gramíneas perennes pertenecientes a la familia Poaceae. Los investigadores sugieren que su centro de origen más probable se ubica en África Oriental, desde donde se habría dispersado hasta colonizar hábitats templados y subtropicales en todos los continentes. La planta posee una notable plasticidad ecológica, mostrando tolerancia a un amplio espectro de precipitaciones y tipos de suelo, lo que le permite formar densas colonias. Por ejemplo, en Nueva Inglaterra (EE.UU.), se ha naturalizado en estados como Connecticut y Massachusetts, donde prospera en campos, bordes de caminos y áreas perturbadas (Native Plant Trust, 2025).

2.1.2 Características principales

Desde el punto de vista agronómico y ornamental, el pasto Bermuda reúne un conjunto de atributos que lo hacen sumamente valioso. Spitaler (2024) destaca que *Cynodon dactylon* es una especie herbácea perenne, ampliamente reconocida por su

robustez y alta calidad, posicionándola como una de las elecciones más eficaces para conseguir un césped saludable y de larga duración.

Su utilidad trasciende lo ornamental. Como señalan Huang et al. (2019), esta especie es un componente común en parques, jardines, campos deportivos y de golf, además de ser cultivada intensivamente como forraje para la alimentación animal en numerosos países. Esta doble función estética y productiva le confiere una gran relevancia ecológica, ambiental y económica. Su éxito se basa en una amplia adaptabilidad ambiental. Perdomo (2004) precisa que puede desarrollarse desde el nivel del mar hasta los 2,100 metros de altitud, siempre que las temperaturas superen los 17.5 °C y se registren precipitaciones anuales comprendidas entre los 600 y los 2,800 milímetros.

2.1.3 Fortalezas y debilidades del pasto Bermuda

a) Fortalezas

Según Spitaler (2024), la grama Bermuda, también conocida como *Cynodon dactylon*, es una planta herbácea perenne que representa una excelente opción para quienes desean un césped resistente y de alta calidad. Gracias a sus notables características, la grama Bermuda destaca como una de las mejores opciones para la creación de un césped saludable y duradero (Figura 2).

Figura 2

Fortalezas del crecimiento y desarrollo del césped bermuda.



Nota: en la figura se fortaleza del cultivo de pasto Bermuda. Tomado de: Spitaler (2024).

b) Debilidades

La implementación de cultivares híbridos modernos de bermuda ha demostrado, según estudios recientes, ventajas considerables en términos de productividad y calidad nutricional cuando se contrastan con las variedades comunes (Baxter et al., 2024). No obstante, la adopción sostenible de estos materiales de alto rendimiento a menudo se enfrenta a una restricción práctica sustancial: la disponibilidad limitada de esquejes viables (Figura 3) y, de manera crítica, la insuficiencia de mano de obra especializada en las técnicas de propagación vegetativa que estos céspedes híbridos requieren, lo cual puede constituir un cuello de botella para su establecimiento y renovación continua.

Figura 3

Debilidades del crecimiento y desarrollo del césped bermuda.



Nota: en la figura se detallan algunas debilidades del cultivo de pasto Bermuda. Tomado de: Spitaler (2024).

Huang et al. (2019), menciona que al igual que muchos otros cultivos alimentarios, la producción de césped bermuda también se enfrenta a retos derivados de diversas tensiones abióticas y bióticas (Figura 4). Entre las tensiones abióticas, se sabe que la sequía, la salinidad y el frío son las más perjudiciales y pueden afectar directamente a la producción de césped en todo el mundo. En cambio, Purnell (2024), sostiene que como césped de estación cálida, el césped bermuda se volverá marrón y entrará en letargo cuando llegue el frío invierno y que, en temperaturas más cálidas, el césped bermuda se volverá verde y reanudará su crecimiento activo.

Figura 4

Factores ambientales que afectan al crecimiento y desarrollo del césped bermuda.



Nota: en la imagen se aprecia diferentes factores que afectan al pasto Bermuda. Tomado de Fan et al. (2024), traducido por la autora.

2.1.4 Descripción botánica

Desde el punto de vista morfológico, el pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) presenta una estructura bien definida. Según las observaciones de Gonzalez (2020), desarrolla un follaje denso cuya altura habitual oscila entre 10 y 40 centímetros, aunque en casos excepcionales puede alcanzar los 90 centímetros. Sus láminas foliares, de entre 3 y 15 cm de largo por 2 a 4 mm de ancho, son típicamente glabras o con poca pubescencia, a menudo con un tono glauco y márgenes sutilmente ásperos. Una característica distintiva es su lígula membranosa, la cual está bordeada por una hilera densa de pelos cortos (aproximadamente 0.2 mm) y presenta un mechón de pelos más largos en cada extremo. Su inflorescencia se organiza en una panícula digitada compuesta por 4 a 5 racimos de 1,5 a 8 cm de largo.

Por su adaptación y manejo, Trenholm et al. (2021) clasifican al género *Cynodon* entre las gramíneas macrotermas (de clima cálido) de mayor uso. Explican que los híbridos derivados de *C. dactylon* (común) y *C. transvaalensis* (africana) constituyen cultivares mejorados capaces de formar un césped de buena calidad en condiciones de pleno sol. Aunque estos cultivares suelen presentar hojas de textura más gruesa y un acabado visual ligeramente inferior al de variedades de hoja fina, ofrecen la ventaja de requerir un mantenimiento menos exigente. Esta

publicación se orienta específicamente a propietarios y gestores de céspedes en paisajes como el de Florida.

Una de sus cualidades más valoradas es su rápida capacidad de cobertura y propagación vegetativa. Durante su período de crecimiento activo, a finales de primavera y en verano, los estolones (tallos rastreros) pueden elongarse a un ritmo sorprendente, de hasta un centímetro diario. En cada nudo, estos estolones emiten raíces, generando nuevas plantas que colonizan rápidamente el suelo y reparan áreas descubiertas. Este mecanismo de crecimiento mediante estolones y rizomas (tallos subterráneos) es una característica clave que lo diferencia de otras gramíneas como el ryegrass o la festuca, las cuales dependen principalmente del macollaje (producción de nuevos tallos desde la base) y no pueden cubrir espacios vacíos con la misma eficacia (TodoAgro, 2025).

Para su identificación práctica, The Turfgrass Group, Inc. (2023) señala que el césped Bermuda posee un aspecto distintivo. Se caracteriza por formar un tapete denso y de crecimiento bajo, con hojas de textura fina, color verde oscuro, forma estrecha y a menudo con las puntas ligeramente afiladas. Su patrón de crecimiento, mediante la extensión de estolones aéreos y rizomas subterráneos, es el sello que permite reconocerlo con facilidad en el campo una vez que se conocen estos rasgos (Figura 5).

Figura 5

Pasto bermuda sembrado en cancha.



Nota: en la imagen se observa el pasto Bermuda sembrado en cancha. Tomado de The Turfgrass Group, Inc., (2023).

El pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) se clasifica como una gramínea perenne de clima cálido, con un hábito de crecimiento que forma densas alfombras vegetales. Como describe Carey (1995), su sistema de propagación es doble: se extiende de manera agresiva tanto mediante rizomas subterráneos como a través de estolones superficiales. Los tallos principales (culmos) pueden alcanzar una altura entre 0,1 y 0,4 metros. Su estructura reproductiva se caracteriza por una panícula que presenta entre dos y siete ramas dispuestas en forma digitada. Los rizomas son notablemente duros y cubiertos de escamas, con un diámetro de aproximadamente 1,5 a 3,3 milímetros (Figura 6).

Las cualidades que hacen del Bermuda una especie tan valiosa para fines forrajeros y paisajísticos son múltiples. Fan et al. (2024), destacan que su combinación de estolones y rizomas vigorosos, su palatabilidad y su notable resiliencia frente a diversos factores de estrés ambiental, lo consolidan como un recurso forrajero de gran valor y un césped de alta calidad.

Figura 6

Cynodon dactylon.



Nota: en la figura 5A se aprecia el pasto Bermuda con inflorescencia y en la 5B se aprecia la estructura de los tallos del mismo. Tomado de Bryson (2025) (A) y Dewey (2025) (B).

Desde una perspectiva descriptiva más aplicada, ANASAC Ltda. (2025) detalla que sus tallos erguidos crecen entre 10 y 40 centímetros, presentándose ligeramente aplanados y, en ocasiones, con tonalidades púrpuras. Su propagación, a través de rizomas y estolones, es de tipo rastrero, lo que le confiere un crecimiento rápido y altamente

invasivo. Las hojas son cortas (alrededor de 4 cm), de un color verde grisáceo, con bordes membranosos y una textura suave y fina al tacto. La inflorescencia está compuesta por un verticilo de 4 a 6 espigas radiadas, de 1,5 a 6,0 cm de largo, que albergan espiguillas violáceas de 2 a 3 mm.

2.1.5 Usos

La versatilidad del pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) es una de sus mayores fortalezas. Según destaca Gonzalez (2020), esta especie ofrece múltiples opciones de aprovechamiento dentro de los sistemas agropecuarios. Puede destinarse eficientemente al pastoreo rotacional o ser manejada bajo el sistema de corte y acarreo (henificación). Para la conservación de forraje, es apta tanto para la elaboración de heno como de ensilaje. Más allá de su uso directo, cumple funciones ecológicas importantes: puede mantenerse en pie como un recurso forrajero diferido, una práctica valiosa para la protección del suelo, y también se emplea exitosamente como césped en áreas verdes y como un eficaz cultivo de cobertura en huertos, donde ayuda a suprimir malezas y reducir la erosión.

2.2 Riego

El manejo del agua es fundamental para el éxito del cultivo, especialmente durante su fase crítica de implantación. Trenholm et al. (2017), proporcionan un protocolo específico para esta etapa. Inmediatamente después de la siembra o plantación, durante los primeros 7 a 10 días, se recomiendan riegos frecuentes y ligeros para mantener la superficie constantemente húmeda y evitar que las plántulas o esquejes jóvenes sufran estrés hídrico ejemplificando con el caso del pasto San Agustín (Tabla 3). En la siguiente semana o diez días, la frecuencia puede reducirse a una aplicación diaria que suministre entre 6 y 13 milímetros de agua ($\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada). Transcurridas aproximadamente de tres a cuatro semanas, se debe aplicar agua de 2 a 3 veces por semana.

Tabla 3
Número de días que el césped San Agustín con raíces de 15 cm puede pasar entre riegos*

Estación del año	Ciudades en el estado de Florida		
	Pensacola	Gainesville	Miami
Invierno	8-28	7-23	3-10

Primavera	3-11	3-9	2-7
Verano	1-5	1-5	1-4
Otoño	2-9	2-8	2-6

*Frecuencias de riego que variarán en función de las condiciones del suelo, la cobertura de sombra, la fertilización y otros factores.

Fuente: Meyers y Horn, Florida Turf Grower (1969), como se citó en Trenholm et al. (2017).

El pasto Bermuda responde de manera característica a la falta de agua; es así que, Trenholm et al. (2021), explican que, si bien puede sobrevivir a sequías prolongadas entrando en un estado de latencia o "hibernación", esto conlleva la pérdida de su color verde, volviéndose marrón y deteniendo su crecimiento. Sin embargo, esta dormancia es reversible; la planta se recupera y reanuda su crecimiento una vez que se restablece el riego adecuado. Para evitar que entre en este estado y mantener su calidad estética y funcional, es clave regar ante los primeros signos de estrés hídrico como el plegado de las hojas, la adopción de un tono azul-grisáceo en el follaje y la persistencia de huellas, entre otras.

La demanda de agua en un césped de Bermuda no es un valor fijo, sino que está directamente condicionada por varios factores de manejo y ambiente. Como explica Pastotek S.A. (2025), los requerimientos de riego aumentan proporcionalmente al nivel de mantenimiento y exigencia al que se someta el pasto. Un claro ejemplo es la gradiente de uso: un green de campo de golf, con un corte extremadamente bajo y un tráfico intensivo, necesita más agua que una cancha deportiva; esta, a su vez, requiere más que un jardín residencial, y este más que un área de ornato en un costado de carretera. En general, un corte más bajo implica una mayor necesidad de riego para mantener la salud y densidad del césped.

2.2.1 Tipos de riegos para pastos

Para el manejo eficiente del agua en extensiones amplias de terreno, como campos deportivos o paisajes extensivos, es fundamental implementar un sistema de riego que garantice cobertura uniforme y control preciso. Riegos Ecuador (2025) señala que la solución más adecuada para estas áreas es la instalación de un sistema de aspersión con emisores tipo cañón de largo alcance. Este sistema se diseña con posiciones estratégicas de los aspersores para lograr una cobertura completa y solapada, evitando zonas secas. Su principal ventaja es que permite un control exacto de la lámina de agua aplicada,

maximizando la eficiencia en el uso del recurso hídrico. Este método es ideal para cultivos o céspedes, como el Bermuda, que no son susceptibles a daños por el impacto directo de gotas de agua de gran tamaño y alta velocidad, características de este tipo de aspersores.

Tabla 4

Tipos de riesgos para pastos.

Tipo	Detalle	Imagen
Aspersión de largo alcance - Fija	Se colocan elevadores en tubería PVC a una altura predefinida, mismo que van fundidos en bloques de cemento. se tiene un cubrimiento total del área a regar y el accionamiento del riego se realiza únicamente mediante válvulas.	
Aspersión de largo alcance - Móvil	Se colocan aspersores tipo cañón en trípodes con tramos de manguera móvil, habitualmente se utilizan acoples tipo bombero para facilitar la maniobra. Se transportan los trípodes de un sitio a otro de acuerdo a posiciones de riego calculadas.	

Tomado de: Riegos Ecuador (2025).

2.3 Humus de lombriz

Fertilab S.A (2015), explica que el humus de lombriz es básicamente un fertilizante natural que se produce gracias al trabajo digestivo de las lombrices. Tiene un aspecto de color café oscuro, con una consistencia granulada y pareja, y lo mejor es que no huele mal. En los últimos años se ha vuelto bastante popular porque ayuda a mejorar tanto la textura como la química del suelo, y además es un abono orgánico muy puro. Lo interesante es que sirve muy bien para alimentar los cultivos, siendo reconocido como uno de los abonos orgánicos más completos que existen hoy en día. Otra ventaja es que es fácil de usar y de conseguir.

Agrotecsa Cia. Ltda. (2025), lo describe como un abono completamente natural que se logra cuando la Lombriz Roja de California transforma restos orgánicos que ya han sido compostados. Este abono ayuda a que el suelo tenga mejor porosidad y retenga más agua, también aumenta las bacterias buenas en la tierra. Un punto importante es que si te pasas con la cantidad no hay problema, no causa daños. Por sus características y lo

que contiene, realmente es un abono de primera calidad.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México (2019), menciona que el humus de lombriz está entre los mejores abonos orgánicos que hay, y se produce usando una técnica ecológica llamada vermicompostaje con ciertos tipos de lombrices. Lo que hacen estas lombrices al digerir la materia orgánica genera la vermicomposta, que después de pasar por un proceso de humificación se estabiliza y se convierte en humus de lombriz. Este material está tan bien descompuesto que prácticamente ya no cambia más con el tiempo.

2.3.1 Beneficios del humus de lombriz

Sanchez (2021), describe brevemente algunos beneficios del humus de lombriz en la agricultura, mismos que se detallan a continuación:

- 1) Permite solubilizar, fijar y retener los nutrientes y los elementos fertilizantes.
- 2) Mejora la estructura física del suelo, formando agregados y reduciendo a erosión.
- 3) Favorece la absorción de los rayos solares debido a su color oscuro.
- 4) Regula los intercambios de aire, agua y calor entre la tierra, el aire y la planta.
- 5) Mantiene el contenido adecuado de agua gracias a los agregados favoreciendo la aireación.
- 6) Mejora y aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas evitando la lixiviación de nutrientes.
- 7) Regula el pH.
- 8) En un suelo rico en humus existe gran cantidad de vida microbiana que degradan los residuos procedentes de plaguicidas impidiendo su paso al cultivo.
- 9) Facilita la absorción de potasio, magnesio, fósforo, calcio y demás.
- 10) Facilita el enraizamiento y evita la deshidratación.
- 11) Favorece el desarrollo del crecimiento de la planta, dando lugar a planta con mayor vigor y resistencia.
- 12) Protege de patógenos.
- 13) Es apto para la agricultura ecológica, compuesto 100% por componentes naturales.
- 14) Se puede utilizar en semillero como sustrato.
- 14) No produce toxicidad.
- 15) Reduce el aporte de productos químicos.

2.3.2 Elaboración de humus de lombriz

García y Herrán (2014), señalan que la calidad que tendrá el abono orgánico al final va a depender de varias cosas: de dónde viene el material, cómo se recoge, cómo se guarda y qué tan húmedo está el estiércol. Lo ideal es que el estiércol sea lo más fresco que se pueda porque así tiene más actividad de microbios (Figura 7). También es clave que los animales de donde sale el estiércol estén en buen estado de salud, y lo mejor es que se críen por bastante tiempo en la misma finca orgánica. Otro aspecto fundamental es el momento en que se pone el abono, para lograr los mejores resultados hay que aplicarlo bien temprano en la mañana o en horas de la tarde.

Navarro (2023), explica que para producir lombricompost hay que tomar en cuenta varios factores: qué tan grande es el espacio donde se va a trabajar, cuánto alimento hay disponible para las lombrices y si ese alimento se consigue de forma constante. A continuación, se presentan las 3 etapas principales que hay que considerar:

Figura 7

Requerimientos para elaborar humus de lombriz.



Nota: En la figura se describe brevemente los requerimientos para elaborar humus de lombriz. Tomado de Navarro (2023).

Farfin et al. (2016), describen el procedimiento para la elaboración de humus de lombriz, descrito a continuación:

- 1) Escoger un lugar seguro, fresco y con sombra, bajo árboles o techo rustico, los cuales deben dar al menos un 50% de sombra. Asegurar la disponibilidad de agua, fuente cercana

de residuos orgánicos.

2) Construir las camas de 1 metro de ancho por 40 centímetros de alto. El largo dependerá de la disponibilidad de espacio y materia prima. Las camas deben tener sombra y drenes para evacuar el agua durante las lluvias o riegos excesivos.

3) Llenar las camas con guano previamente descompuesto, humedecer la mezcla para facilitar el trabajo de las lombrices, mantener una humedad adecuada dentro de la cama de lombrices, es decir no debe faltar agua y tampoco debe estar muy mojado.

4) Colocar las lombrices en la cama que contiene el alimento maduro (estiércol descompuesto o compost), mojar bien y taparlo con rastrojo o paja, para evitar que estén expuestos al ataque de las gallinas, cerdos, o pájaros.

5) La cosecha se puede realizar a partir de los tres meses o cuando las lombrices empiezan a escaparse de las camas por falta de alimento. El humus a cosechar debe tener un color marrón oscuro, textura esponjosa y sin olor.

6) Finalmente se incorpora el humus a cualquier tipo de suelo, donde se va a instalar el cultivo.

El Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA (2008), indica que para criar lombrices y producir humus se necesita hacer unas camas que midan un metro de ancho por 30 cm de altura, el largo puede variar. También se necesita tener las lombrices y los materiales para prepararles el alimento. Lo más práctico es poner las camas cerca de donde están los corrales de los animales o donde se juntan los desechos orgánicos. Además, hay que tener dos espacios diferentes: uno donde se prepara el alimento (el compost) y otro donde van las camas con las lombrices (Figura 8).

Figura 8

Lombriz roja californiana (Eisenia fétida).



Nota: En la figura anterior se aprecia humus de lombriz en proceso de elaboración. Tomado de: Agrotecsa Cia. Ltda. (2025).

3.3.3 Condiciones del área para establecer la producción de humus de lombriz

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México (2019), menciona que es necesario tener agua sin cloro todo el tiempo. También hay que asegurarse de tener bastante materia prima para alimentar a las lombrices durante todo el año. Es importante que el lugar donde se trabaja no se cruce con arroyos cuando llueva ni que se inunde. Hay que evitar que los animales de la casa entren al criadero de lombrices. Y si es posible, buscar un terreno que no tenga topos, hormigas ni ratones.

Navarro (2023), explica que el sustrato es básicamente la materia orgánica donde van a vivir las lombrices y de donde sacarán su comida todos los días. Para conseguir buen abono, lo que se busca es que las lombrices se reproduzcan bien, mientras más haya mejor, y que puedan estar comiendo y haciendo sus desechos constantemente. Aunque las lombrices comen muy bien la materia orgánica, es súper importante hacerles más fácil el trabajo si primero se hace un compost con los diferentes materiales que hay en la finca cafetalera. Si no se hace el compostaje antes, sobre todo con la pulpa, puede pasar que las lombrices no aguanten lo ácido que se pone ni el calor que genera el sustrato mientras se va transformando.

2.3.4 Factores que inciden en el proceso biológico del humus de lombriz

Relación carbono / nitrógeno: Un estudio evaluó cómo diferentes mezclas (estiércol, lodos, restos vegetales) reducen su relación C/N a medida que las lombrices (*Eisenia fetida*) procesan la materia. El nitrógeno aumenta debido a las excretas nitrogenadas generadas por las lombrices de tierra, y la pérdida de carbono como CO₂ a través de la actividad microbial reduce la relación C/N de los productos finales (Nayak et al., 2013).

Tabla 5

Relación C/N de diferentes sustratos vegetales y animales.

Vegetal	C/N	Animal	C/N
Papel	(150-200)	Bovino	(30-40)
Tazol de maíz	150	Panza de bovino	(20-30)
Pajas (trigo, cebada, avena, centeno)	(100-60)	Equino	30
Cascarilla de arroz	95	Ovino	(20-30)
Viruta de madera	(80-90)	Porcino	16

Vegetal	C/N	Animal	C/N
Aserrín	150	Humanos	(5-20)
Hojas, tallos, ramas	(70-80)	Biosólidos	12
Hojas frescas	(40-80)	Aviaries	(10-20)
Residuos de frutos	40	Restos animales	
Residuos de cultivos champiñones	(30-40)	Harina de huesos	20
Follaje abundante	10	Vísceras de mataderos	15
Follaje en plena floración	20	Harina (pescado, carne)	15
Follaje maduro	50	Harina de sangre, sangre	(3-6)
Abono verde, prado	(10-20)	Desechos de drenaje	
Mosto	16	Residuos sólidos urbanos	(11-30)
Rastrojo de leguminosas	(10-15)		
Cáscaras de café	8		
Hojas alfalfa	10		
Pacas de alfalfa	13		
Heno	21		

Fuente: García y Herrán (2014).

Oxígeno: Para que el compost o sustrato tenga buen oxígeno hay que voltearlo seguido, esto ayuda a que se oxide mejor y beneficia a los microbios que viven en el sustrato (López, 2009 como se citó en Navarro, 2023).

Potencial de hidrógeno (pH): Es un parámetro fundamental en el humus de lombriz, ya que determina la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica del abono. Un humus de alta calidad debe presentar un pH cercano a la neutralidad para evitar el estrés en las raíces de las plantas (Grupo Interempresas, 2020). Mientras se va descomponiendo se vuelve más alcalino y puede subir hasta 8,5 hasta que se estabiliza. Lo ideal es que esté entre 6.5 y 7.5 para dárselo a las lombrices. Los niveles de pH por encima de 8.5 o por debajo de 5.0 pueden ser letales para la población de lombrices y reducir la calidad del humus (Revista CONtexto Ganadero, 2023).

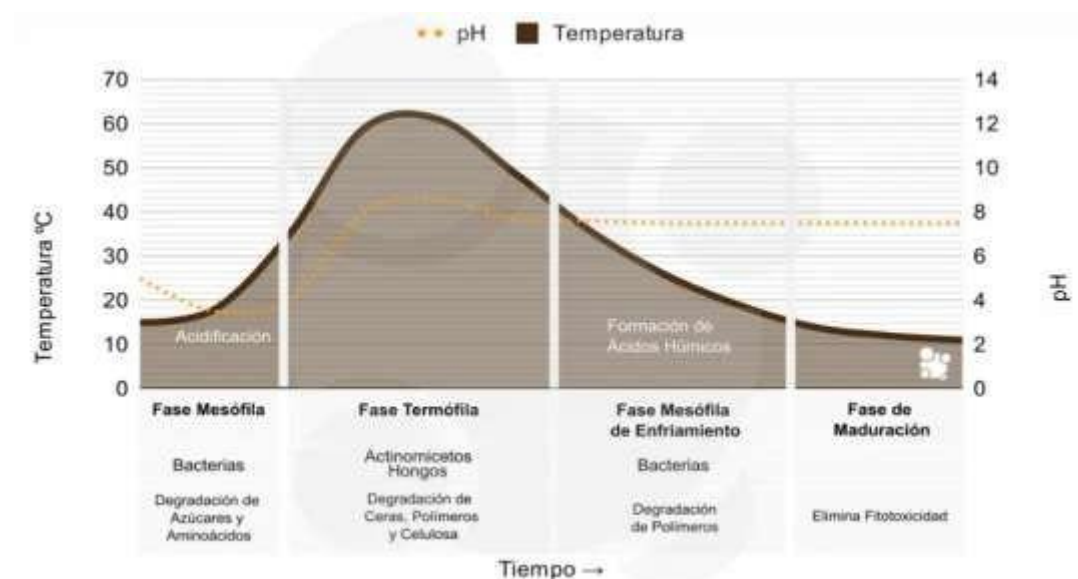
Los Laboratorios CSR (2025), señalan que al inicio del compostaje se producen bastantes ácidos orgánicos que hacen que el pH baje hasta más o menos 5,5. Este ambiente ácido mata algunos patógenos (como virus, bacterias y hongos) que pueden hacerles daño a las plantas. También ayuda a que crezcan ciertos hongos y actinomicetos que descomponen los materiales más duros como la lignina y la celulosa. Conforme va avanzando el compostaje, el pH sube, a veces pasa de 8, pero normalmente vuelve a bajar solo. Cuando el compost está terminado, el pH generalmente queda entre 7 y 8.

Temperatura: García y Herrán (2014), indican que cuando las lombrices están en un sustrato donde el pH, la temperatura y la humedad son buenos, se reproducen cada dos meses, aunque esto depende de las condiciones. Lo que más les afecta es la temperatura. En lugares calientes y secos se reproducen menos y sacan menos lombrices por huevo o capullo. En cambio, en lugares fríos las lombrices se reproducen más seguido (cada 20 días) y tienen más crías, entre cinco y siete lombrices por huevo. Por eso es importante que la cama esté bajo sombra o tapada con ramas y hojas para que no les dé el sol directamente. Navarro (2023), menciona que cuando el compost llega a 75°C, los gérmenes dañinos se mueren, pero las bacterias y hongos buenos pueden aguantar.

Los Laboratorios CSR (2025), explican que la mayoría de las bacterias que causan enfermedades se matan a temperaturas desde los 55°C. Por otro lado, las semillas de malezas se destruyen a partir de los 63°C. Por eso es importante que el proceso de compostaje pueda alcanzar temperaturas alrededor de los 63 – 65°C (Figura 9).

Figura 9

Relación de la Temperatura y el pH sobre el proceso de elaboración de humus de lombriz.



Nota: En la figura se aprecia la relación entre la temperatura y el pH en la elaboración de humus. Tomado de Laboratorios CSR (2025).

Existen tres parámetros fundamentales que influyen decisivamente en el desarrollo de la lombriz: pH, la temperatura y la humedad del sustrato (Tabla 6).

Tabla 6

Efectos de pH, la temperatura (°C) y la humedad (%) del sustrato en el desarrollo de humus de lombriz.

Parámetros	Muerte	Letargo	Producción humus	Valores óptimos	Producción humus	Letargo	Muerte
pH	< 6	6.0-6.4	6.5-6.8	6.9-7.9	8.0-8.4	8.5-9.0	> 9
Temperatura	< 0	0-6	7-14	15-27	28-33	34-42	> 42
Humedad	< 70	70-74	75-79	80-85	86-88	88-90	> 90

Fuente: García y Herrán (2014).

Humedad: Gunadi y Clive (2003), explican que la humedad del sustrato es un factor decisivo para el éxito de la crianza. Las lombrices, al no tener dientes, solo pueden ingerir alimento succionándolo, por lo que un sustrato seco les resulta imposible de consumir. Según la experiencia práctica, el rango de humedad óptimo para estas lombrices está entre el 55% y el 70%. Una forma práctica de comprobarlo es apretando un puñado de sustrato con la mano; lo correcto es que escurran aproximadamente dos gotas de agua. Además, el lecho debe mantenerse suelto y aireado, ya que un exceso de agua dificulta la oxigenación, que es vital para la supervivencia de las lombrices.

2.3.5 Cosecha de humus de lombriz

La Fundación para la Innovación Agrícola (2010), menciona que la cosecha del vermicompost o humus de lombriz se puede empezar entre los 3 y 4 meses, aunque esto varía según cómo se haya manejado. Para cosechar, se separan las lombrices poniendo comida solo en una esquina de la cama y se deja así por 4 a 7 días. Las lombrices se van a ir solas hacia donde está la comida y así el humus queda listo para sacarlo con pocas lombrices adentro. También hay otra manera de hacerlo: se pone una malla raschell encima de donde están las lombrices, se les echa la comida sobre la malla y después de una semana se saca la malla con las lombrices, dejando el humus listo. Si lo que se quiere es sacar lombrices, se usan "trampas" o mallas especiales para atraparlas. Para esto se llenan las mallas con comida y se dejan en la cama por unos días.

Otro aspecto a considerar, lo manifestaron Somarriba y Guzmán (2004), quienes explican que cuando ya se sacaron las lombrices, queda solo el humus con más o menos un 3% de lombrices todavía. Ese humus se saca en carretilla y se lleva a un lugar que el

productor haya elegido, donde se deja secar hasta que tenga un 50% de humedad. Es importante que ese secado se haga en un sitio con sombra. Cuando ya tiene la humedad adecuada, se pasa por un zarandeo usando una malla que puede ser de diferentes tamaños dependiendo para qué se va a usar el humus. Con el zarandeo se separan las cosas que no sirven (como palitos, piedras, paja, restos de comida que no se procesaron, etc.). Después de eso viene el pesado y el ensacado para guardarlo y venderlo.

En este sentido, García y Herrán (2014), señalan que el proceso de lombricomposteo se demora unos siete meses para que la materia orgánica se convierta en humus y se pueda usar como abono. Hay que sacar la mayor cantidad de lombrices posible, y esto se puede hacer de varias formas. Una es usando trampas, como sacos o canastas de las que se usan para frutas, rellenándolas con estiércol fresco u otros materiales orgánicos que ya se hayan precompostado, y se ponen arriba de la pila de lombricompost. Esto hace que las lombrices suban a la superficie y así se pueden pasar a otra cama que ya tenga materia orgánica preparada.

En general, Sales (2021), indica que la cosecha empieza a los 3 meses y medio de haber puesto las lombrices. El humus que se cosecha hay que secarlo hasta que tenga un 40% de humedad, este secado se hace a temperatura normal del ambiente. Después se pasa por un tamizado para darle mejor presentación, agarrar las últimas lombrices que quedan y sacar los pedazos que no se convirtieron en humus. El tamiz que se usa es una malla metálica de 5 mm.

2.4 TRABAJOS RELACIONADOS

Salih et al. (1983), analizaron el estado mineral del ganado Brahman que pastaba en praderas mixtas de Bermuda y Bahía. El estudio reveló que, si bien las concentraciones de calcio, potasio, sodio, magnesio, manganeso y cobalto en el suelo, el forraje y los tejidos animales eran generalmente adecuadas, existían deficiencias críticas de ciertos micronutrientes. Se encontró que un 69% de las muestras de forraje y un 40% de las de suero sanguíneo presentaban niveles insuficientes de fósforo. Los autores concluyeron que, en sistemas de pastoreo sobre suelos arenosos y bien drenados en climas cálidos, como el del centro de Florida, los suplementos minerales para el ganado deben priorizar el fósforo, el cobre, el selenio y el zinc.

La práctica de sobresiembra con forrajes de invierno es común, pero su manejo puede afectar la productividad del Bermuda base. Reis et al. (2009), evaluaron cómo diferentes manejos en otoño del pasto Bermuda y el pastoreo de los forrajes invernales en invierno/primavera influían en el rebrote posterior del Tifton 85. Sus hallazgos indicaron que la altura del rastrojo dejado después del pastoreo invernal no tuvo un efecto significativo en la producción del Bermuda en la primavera y principios del verano siguientes. Sin embargo, observaron que el crecimiento inicial del Tifton 85 podía verse reducido, ya sea por la competencia de la resiembra invernal o por dejar un remanente de Bermuda demasiado corto en el otoño.

La dinámica de rebrote del Tifton 85 en respuesta al nitrógeno fue estudiada por Alderman et al. (2011), en Florida. Aplicaron dosis de 0, 45, 90 y 135 kg de N por hectárea por ciclo de crecimiento y monitorearon la biomasa. La masa foliar mostró un patrón de crecimiento logístico, alcanzando un máximo que varió entre 50 y 225 g por m², dependiendo de la dosis de N y de la estación (verano u otoño). La proporción de hojas respecto a tallos aumentó hasta alcanzar un equilibrio alrededor de los 14 a 21 días, para luego disminuir. Un hallazgo clave fue que la masa de rizomas y raíces no se vio afectada por la fertilización nitrogenada. El aumento en la dosis de N influyó principalmente en la parte aérea de la planta, sin promover un mayor rebrote con dosis superiores a 90 kg de N por hectárea por ciclo.

La tolerancia a las heladas es un factor limitante para la distribución del Bermuda forrajero. Anderson y Wu (2011), evaluaron este rasgo en cultivares nuevos y estándar, midiendo la capacidad de rebrote tras exposición a bajas temperaturas. Encontraron que cultivares como Tifton 44 y Coastal tenían una tolerancia similar a la del estándar Midland. Por el contrario, Coastcross, Tifton 85 y Tifton 68 mostraron mayor susceptibilidad al daño por frío. Cultivares como Hardie, Goodwell, Midland 99 y Ozark demostraron ser más tolerantes. Los investigadores correlacionaron esta variabilidad con el origen del germoplasma: los materiales con ascendencia de Kenia tendieron a tener baja tolerancia al frío, mientras que aquellos con progenitores de Yugoslavia y Afganistán mostraron mayor resistencia.

Silva et al. (2015), compararon la acumulación estacional de forraje y el valor nutritivo de Tifton 85, Jiggs y Vaquero, regados y sometidos a cortes cada 14, 28 y 42

días. En la estación cálida, Jiggs tuvo una productividad similar a Tifton 85, y ambos superaron a Vaquero. En el intervalo de corte de 42 días durante la estación fría, Jiggs fue el más productivo. Tifton 85 presentó una mayor proporción de hojas y una mayor digestibilidad (IVDOM) que los otros pastos en verano. Los investigadores recomendaron un intervalo de corte de aproximadamente 28 días para Tifton 85 y Jiggs en la estación cálida, y de 42 días para Vaquero, concluyendo que no existe una única estrategia de manejo adecuada para todos los pastos *Cynodon*.

En un estudio comparativo, Pequeño et al. (2015), evaluaron la productividad y calidad de Convert HD 364, Marandu y Tifton 85 bajo riego y seco, con cortes cada 28 y 42 días, durante varias estaciones. Convert HD 364 mostró una acumulación de forraje similar o superior a la de Marandu y Tifton 85, llegando a superar a Tifton 85 en un 12% bajo riego y corte cada 28 días. Sin embargo, en cuanto a calidad, Tifton 85 presentó la mayor concentración de proteína bruta (140 g/kg) cuando fue regado y cortado cada 28 días.

Anderson et al. (2016), investigaron durante cuatro años la respuesta del Tifton 85 a seis dosis de N y tres niveles de reposición de fósforo y potasio en dos tipos de suelo. Aunque los rendimientos máximos comenzaron a estabilizarse con 560 kg de N por hectárea, determinaron que la combinación económicamente óptima para lograr el máximo rendimiento económico se encontraba en el rango de 224 a 448 kg de N por hectárea, junto con un reemplazo del 100% del P y K extraído. Además, la proteína bruta y la digestibilidad del forraje continuaron mejorando con dosis de N superiores a las económicamente óptimas.

Pedreira et al. (2016), compararon el rendimiento forrajero y animal en pasturas de Tifton 85 y Florakirk bajo pastoreo continuo con carga variable. El Tifton 85 demostró una mayor acumulación de forraje (13,6 vs. 7,5 Mg/ha/año) y, lo que es más importante, una persistencia notablemente superior. Mientras que la cobertura de Florakirk disminuyó del 89% al 35% en tres años, la cobertura del Tifton 85 se mantuvo estable, pasando del 93% al 90% en el mismo período.

Para entender las bases de las diferencias de crecimiento, Silva et al. (2016), realizaron un análisis fisiológico detallado de Tifton 85 y Jiggs bajo distintas frecuencias

de corte. Aunque la tasa de crecimiento del cultivo fue similar en la estación cálida, Jiggs mostró una mayor tasa de asimilación neta en ambas estaciones. Tifton 85, por su parte, asignó más biomasa a las hojas. Los cortes muy frecuentes (cada 14 días) redujeron las tasas de crecimiento en ambas gramíneas. Los autores sugirieron que un intervalo de corte de aproximadamente 28 días durante la estación cálida es lo más adecuado, ya que periodos más largos reducen la eficiencia en la asignación de biomasa a las hojas.

Borges et al. (2017), evaluaron la eficiencia de dos fuentes de nitrógeno (nitrato de amonio y urea) en Tifton 85 en Brasil. Encontraron que ambas fuentes produjeron una acumulación de forraje similar. Sin embargo, la recuperación del nitrógeno aplicado fue significativamente mayor con la urea (52%) que con el nitrato de amonio (41%). Un hallazgo importante fue que, a medida que aumentaba la dosis de N, disminuía la eficiencia de su recuperación por la planta, subrayando la necesidad de ajustar las dosis para optimizar la productividad, la calidad y la eficiencia del uso del fertilizante.

White et al. (2018), estudiaron el efecto de sembrar leguminosas y gramíneas anuales de invierno, en monocultivo o mezcla, sobre el Tifton 85 dormante. Compararon sistemas de un solo corte en el pico de producción con sistemas de cosechas múltiples. Los resultados fueron influenciados fuertemente por la distribución de las lluvias. En años con precipitaciones bien distribuidas, el sistema de cosecha múltiple rindió menos que el de cosecha única. En cambio, en años con una estación fría seca seguida de una primavera lluviosa, el sistema de cosechas múltiples de las especies invernales resultó en un mayor rebrote de Tifton 85 en el primer corte de primavera, sugiriendo un posible beneficio de la sobresiembra en condiciones específicas.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

3.1.1 Antecedentes

Para Orloff (2018), la disponibilidad de agua para los pastizales de riego se reduzca en el futuro a consecuencia de las sequías recurrentes, el incremento de la demanda de agua para la producción de los cultivos de mayor valor como árboles, parras y verduras y el consumo humano y del medio ambiente.

Otro aspecto, lo consideran Santana y Díaz (2000), quienes mencionan que la evaluación de una pradera dedicada a pastoreo debe ofrecer información acerca de la disponibilidad de forraje y la composición botánica en términos de porcentaje de participación de cada una de las especies presentes en el momento de la evaluación para definir el sistema de pastoreo, el manejo de malezas si son limitantes de la producción y lo más importante tener un indicador constante de la sostenibilidad del sistema.

3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR

3.2.1 Ubicación de la propuesta

La implementación se llevó a cabo cancha de fútbol ubicada en la granja experimental Río Suma perteneciente a la carrera de Ing. Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, misma que cuenta con la siguiente ubicación GPS: Latitud: 0°15' S y Longitud: 79°26' O.

3.2.2 Metodología de la propuesta

El presente ensayo experimental se estructura en diferentes fases basándonos en

investigaciones científicas, abarcando la planificación e instalación del sistema de riego por microaspersión hasta la evaluación de su desempeño (Pruebas de funcionalidad), así como también se realizará un análisis argumentativo y crítico para valorar su viabilidad y sostenibilidad.

3.2.3 Diseño agronómico

A continuación, se evidencia fotográficamente el diseño agronómico seguido, mismo que conllevo una serie de actividades de construcción agrícola que se desarrollan a continuación:

Tabla 7

Actividades y evidencia fotográfica de la implementación del sistema de riego.

Actividad	Evidencia fotográfica
Remoción de tierra sobre las líneas donde van las mangueras y microaspersores del sistema de riego.	 
Líneas donde van las mangueras y microaspersores del sistema de riego, libre de tierra.	 

Actividad	Evidencia fotográfica
Revisión de microaspersores y realización de adaptaciones del sistema de riego.	 
Colocación de manguera, microaspersores sobre la cancha de fútbol.	 
Funcionamiento el sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda sobre cancha de fútbol.	 

3.2.4 Descripción funcional de los componentes

a. Cabezal de riego y control: Esta sección constituye el punto de partida del sistema, donde se genera la presión necesaria para el funcionamiento del riego. Incluye la bomba que impulsa el agua, dispositivos de medición de presión, válvulas de control para regular el flujo, elementos de seguridad como el cheque (válvula antiretorno) y filtros de malla para evitar el ingreso de partículas y mosquitos al sistema.

Componentes:

- Bomba de agua
- Cheque + acoples
- Manómetro / Glicerina

- Llave de paso 1 pulg. PVC blanca
- Llave de paso 2
- Llave de paso 1 PVC
- Válvula plástica
- Malla antimosquito
- Malla antisísmica

Conexiones y accesorios roscables: Conjunto de piezas que permiten cambiar la dirección del flujo de agua, dividir las líneas de conducción y realizar conexiones entre diferentes tramos de tubería. Las tees permiten ramificaciones, los codos facilitan giros de 90°, y los adaptadores posibilitan la conexión entre elementos de diferentes tipos o materiales.

Componentes:

- Tee Rosca 1 polimex
- Ter. 2 Rob/ Polimex
- T enroscable 1(25) polimex
- Codo 1 rosc polimex
- Codo rosc.
- Codo 1F Roscable P
- Codo 1 pulg. rosc.
- Adaptador 2 Macho
- Adapt. Flex -H 3/4 (P/Manguera)
- Union flex 3/4 Manguera

En este apartado se detalla la motobomba de gasolina IVMA de 7,5 HP y 212cc es un equipo potente, usualmente de 4 tiempos, para riego y drenaje, con alto caudal (litros por minuto) y capacidad de elevación (metros), ideal para agricultura y construcción, con características como autocebado, arranque manual y componentes robustos como hierro fundido (Figura 10).

Características comunes:

Potencia: 7.5 HP (caballos de fuerza).

Cilindrada: 212cc (centímetros cúbicos).

Tipo de Motor: Generalmente 4 tiempos, a gasolina.

Flujo (Caudal): Varía, pero puede ser alto (ej. 300 L/min o más).

Altura Máxima (Elevación): Alta, para llevar agua a diferentes niveles (ej. 75-80 metros).

Diámetro de Succión/Descarga: Comúnmente 2 pulgadas (50 mm) o más, para alto volumen.

Autocebado: Capacidad de cebarse sola, sin necesidad de llenarla manualmente.

Aplicaciones: Riego agrícola, drenaje de sótanos, vaciado de piscinas, construcción.

Figura 10

Motobomba de gasolina IVMA.



Reductores y adaptadores de diámetro: Elementos diseñados para conectar tuberías o accesorios de diferentes diámetros, permitiendo la transición gradual entre secciones de mayor a menor calibre. Son fundamentales para adaptar el sistema a diferentes necesidades de caudal y presión en distintas zonas del área de riego.

Componentes:

- Bushing 1 a 3/4 pulg polimex
- Bushim 2 x 1
- Reducción Bushing
- Reducción flushing

Neples y extensiones: Componentes: Piezas cortas de tubería con rosca en ambos extremos que sirven para extender conexiones, unir dos accesorios roscados o crear espaciamiento entre componentes. Los "Neples perdidos" son aquellos que quedan

integrados permanentemente en la instalación.

Componentes:

- Neples perdido 3/4 polomex
- Neples perdido polimex
- Neples
- Neples rosc. Polimex
- Neples perdida 1 pulg.

Tuberías y mangueras: Conductos flexibles que transportan el agua desde el cabezal de riego hasta los puntos de aplicación. Las mangueras de 2 pulgadas corresponden generalmente a líneas principales o de conducción, mientras que las de 1 pulgada se utilizan para líneas secundarias o laterales de riego.

Componentes:

- Manguera 1 pulg.
- Manguera 2 pulg.

Elementos de sujeción: Dispositivos mecánicos que aseguran las conexiones entre mangueras y accesorios, evitando fugas y desconexiones por la presión del agua. Las abrazaderas ajustables garantizan un sello hermético, mientras que los collarines permiten realizar derivaciones en la tubería principal.

Componentes:

- Abrazadera 1 Titan (30-16)
- Abrazadera industrial
- Collarin (63 ml x 1)

Aspersores y emisores: Componentes finales del sistema que distribuyen el agua sobre el área a regar. Los pop-up son aspersores emergentes que se elevan cuando hay presión de agua y se retraen cuando el sistema está apagado. La boquilla de 9.0mm determina el patrón y alcance de distribución del agua.

Componentes:

- Pop-up Hunter 3/4 H PGP BOQ 9.0MM
- Pop llave P/POP-UP

Accesorios especiales: Elementos complementarios del sistema. Las universales son conexiones giratorias que facilitan el ajuste angular de las tuberías. Las varillas sirven para anclar o sostener componentes, y la trampa de agua permite la acumulación y drenaje de condensación o residuos líquidos en puntos específicos del sistema.

Componentes:

- Universal 1 pulg. polimex
- Varilla
- Varilla (Trampa de agua)

Materiales de sellado e instalación: Materiales indispensables para garantizar conexiones herméticas en todas las uniones roscadas del sistema. El teflón (cinta PTFE) se enrolla en las roscas macho antes del ensamblaje, mientras que la pasta selladora complementa el sellado en conexiones de mayor diámetro o que requieren mayor resistencia.

Componentes:

- Teflón grande
- Teflón 3/4 x 15
- Teflón
- Pasta Polimex grande

Servicios: Costos asociados a la instalación profesional del sistema de riego y al traslado de materiales. La mano de obra incluye el diseño, ensamblaje, pruebas y puesta en marcha del sistema completo, mientras que el transporte cubre el movimiento de equipos y materiales hasta el sitio de instalación.

Componentes:

- Mano de obra
- Transporte aspersores y demás.

3.2.5 Esquema (Área deportiva)

El esquema de un sistema de riego de microaspersión sirve como un plano que muestra todos los componentes del sistema y cómo se conectan, facilitando su comprensión, planificación, instalación y mantenimiento (Figura 11 y 12).

Figura 11

Esquema del sistema de riego implementado.

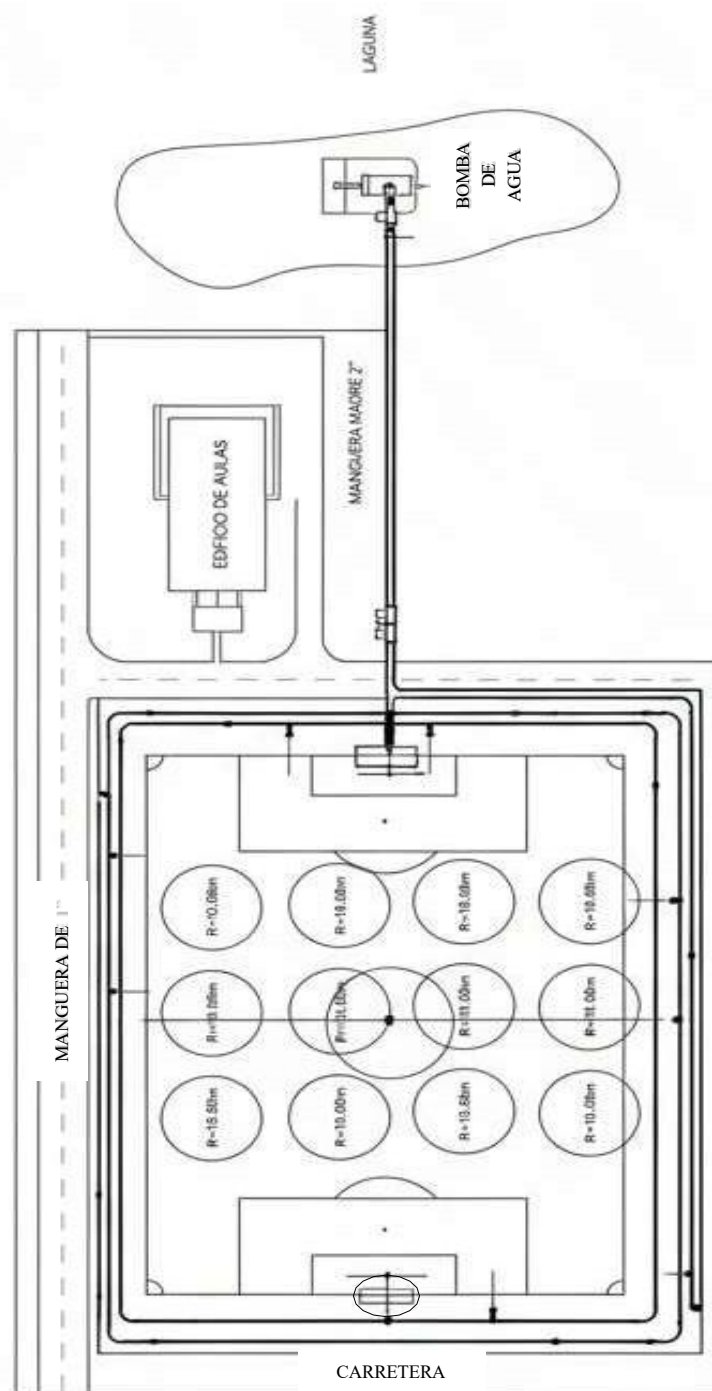
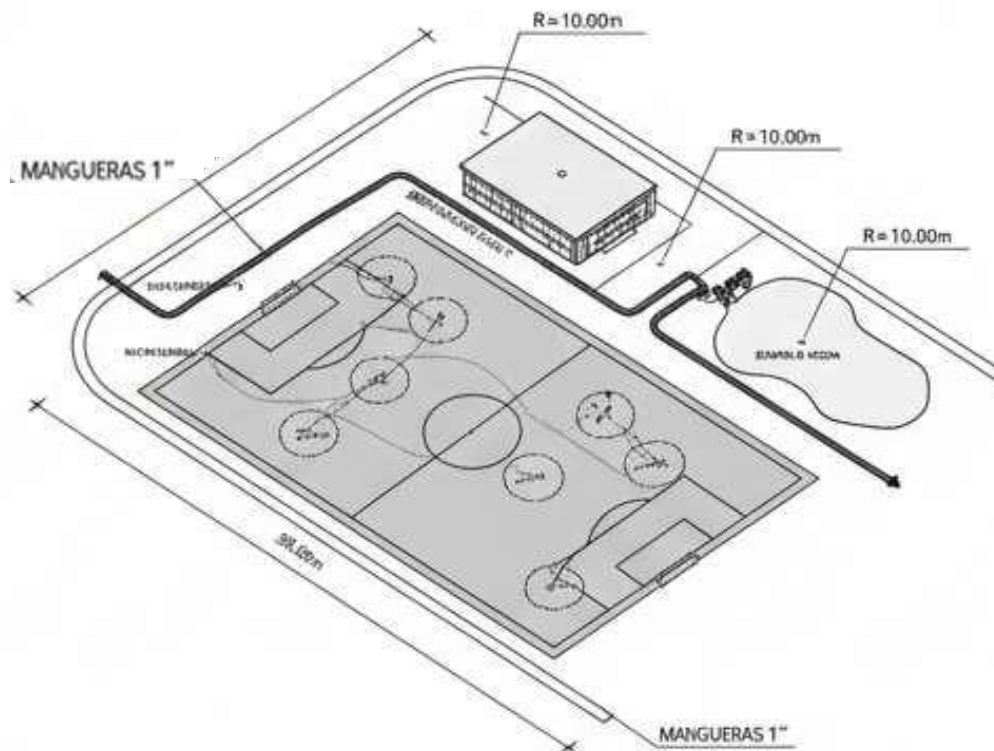


Figura 12

Vista 2D del sistema de riego implementado.



3.2.6 Costo de establecimiento del sistema de riego

El costo total de los materiales necesarios para la implementación del sistema de riego por microaspersión en el pasto Bermuda, se distribuye en diversos componentes de plomería y accesorios (Tabla 8). Entre los elementos principales se encuentra elementos como la llave de paso de 1 pulgada en PVC blanca, de la cual se requieren 5 unidades a un precio unitario de \$2,61, generando un subtotal de \$13,05.

Tabla 8

Costo de los materiales para la implementación del sistema de riego.

Detalle	Cantidad	Precio	Subtotal
Llava paso 1 pulg. PVC blanca	5	2,61	13,05
Tee Rosca 1 polimex	10	2	20,00
Codo 1 rosc polimex	8	1,57	12,56
Bushing 1 a 3/4 pulg polimex	12	1,3	15,60
Neplo perdido 3/4 polomex	12	0,52	6,24
Adapt. Flex -H 3/4 (P/Manguera)	35	0,35	12,25

Detalle	Cantidad	Precio	Subtotal
Abrazadera 1 Titan (30-16)	35	0,70	24,50
Manometro / Clicerina	1	11,3	11,30
Teflon grande	1	1,30	1,30
Neplo perdido polimex	1	10,43	10,43
Pasta Polimex grande	10	0,87	8,70
Union flex 3/4 Manguera	5	0,35	1,75
Teflon	4	0,95	3,80
Varilla	1	5,00	5,00
Abrazadera industrial	1	0,40	0,40
Ter. 2 Rob/ Polimex	1	6,96	6,96
Adaptador 2 Macho	1	1,30	1,30
Bushim 2 x 1	1	2,43	2,43
Neplo	1	0,91	0,91
Llave de paso 1 PVC	1	1,24	1,24
Reducción Bushing	1	0,89	0,89
Codo 1F Roscable P	1	1,39	1,39
Llave de paso 2	1	3,91	3,91
Malla antis.	2	2,61	5,22
Manguera 1 pulg.	5	38,30	191,50
Manguera 2 pulg.	2	145,00	290,00
Teflon 3/4 x 15	4	0,88	3,52
T enroscable 1(25) polimex	4	2,13	8,52
Neplos po rosc. Polimex	8	0,96	7,68
Codo po rosc.	1	1,65	1,65
Valv. Plastica	1	1,46	1,46
Reducción flusing	1	0,89	0,89
Codo 1 pulg. rosc.	1	1,39	1,39
Collarin (63 ml x 1)	2	2,43	4,86
Neplo de 1 pulg. Perdida	3	0,96	2,88
Universal 1 pulg polimex	3	4,78	14,34
Llave de paso	1	3,91	3,91
Varilla (Trampa de agua)	1	5,25	5,25
Malla antimosquito	2	2,61	5,22
Cheque + acoples	1	50	50,00
Sub-total			764,20
IVA (15%)			114,63
Total			878,83

El presupuesto de equipos para la implementación del sistema de riego contempla tres componentes principales (Tabla 9). El elemento más significativo de esta inversión corresponde a los aspersores Pop-up Hunter 3/4 H PGP BOQ 9.0MM, de los cuales se requieren 12 unidades con un precio unitario de \$20.73, generando un subtotal de \$248,76. Este tipo de aspersor es fundamental para garantizar una distribución uniforme

del agua en el área de riego.

Tabla 9

Costo de los equipos para la implementación del sistema de riego.

Detalle	Cantidad	Precio	Subtotal
Pop-up Hunter 3/4 H PGP BOQ 9.0MM	12	20,73	248,76
Pop llave P/POP-UP	1	2,35	2,35
Bomba de agua	1	285	285,00
Sub-total			536,11
IVA (15%)			75,06
Total			611,17

El presupuesto de servicios necesarios para la implementación del sistema de riego, se detalla en la Tabla 10. El componente principal corresponde a la mano de obra, cuyo costo asciende a \$190.00. Este rubro incluye el trabajo especializado requerido para la instalación completa del sistema de riego, abarcando desde la preparación del terreno hasta la instalación de tuberías, aspersores, conexiones y la puesta en marcha del sistema. El segundo concepto contemplado es el transporte de materiales en bulto, del cual se requiere 1 servicio valorado en \$5.00 por unidad.

Tabla 10

Servicios empleados para la implementación del sistema de riego.

Detalle	Cantidad	Precio	Subtotal
Mano de obra			190,00
Transporte bulto	1	5,00	5,00
Sub-total			190,00
IVA (15%)			0,00
Total			195,00

3.2.7 Cronograma

En la tabla 11, se aprecia el cronograma de actividades de la primera fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (1) y que comprende los capítulos I y II.

Tabla 11

Cronograma de la primera fase de implementación.

FASE	PARCIAL	2025 (1)	Primer parcial								Segundo parcial							
		Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FASE I	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN																
		TÍTULO	X	X	X													
		INTRODUCCIÓN				X	X											
		PROBLEMA						X										
		Justificación							X									
		Objetivos							X									
		Objetivo general							X									
		Objetivos específicos							X									
		METODOLOGÍA								X								
		Procedimiento								X								
		Métodos								X								
		Técnicas								X								
FASE I	SEGUNDO PARCIAL	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO									X	X						
		DEFINICIONES											X	X				
		ANTECEDENTES													X	X		
		TRABAJOS RELACIONADOS															X	X

En la tabla 12, se aprecia el cronograma de la segunda fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (2) y que comprende los capítulos III y IV.

Tabla 12

Cronograma de la segunda fase de implementación.

FASE	PARCIAL	2025 (2)	Primer parcial												Segundo parcial					
		Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2
FASE II	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA			X	X														
		Descripción del sistema o proceso			X															
		Diseño y selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar			X	X														
		Plan de implementación (incluye recursos e implementación)					X	X												
FASE II	SEGUNDO PARCIAL	Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo implementado							X	X										
		CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES									X	X								
		CONCLUSIONES											X	X						
		RECOMENDACIONES													X	X				
		BIBLIOGRAFÍA															X	X		
		ANEXOS																		

3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

3.3.1 Presupuesto

La Tabla 13, desglosa los diferentes rubros que componen la inversión inicial y los costos operativos del proyecto de implementación del sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda. Los materiales representan el componente más significativo con un valor de 878,83 dólares, lo cual resulta lógico considerando que incluyen elementos como tuberías, microaspersores, válvulas, filtros y demás componentes del sistema de riego que requieren una inversión considerable de capital.

El segundo rubro en importancia corresponde a los equipos, con un monto de 616,53 dólares. Esta categoría incluye elementos como bombas de agua, sistemas de riego, todos esenciales para el funcionamiento adecuado del sistema de microaspersión. La mano de obra suma 190,00 dólares reflejando los costos asociados a la instalación profesional del sistema, aspecto crucial para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad.

Tabla 13

Presupuesto de la implementación del sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda.

Detalle	Subtotal
Materiales	878,83
Equipos	616,53
Mano de obra	190,00
Mantenimiento anual	30,00
Total	1690,36

3.4 DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO

3.4.1 Variable

Variable independiente:

- Riego por microaspersión
- Humus de lombriz

Variable dependiente:

- Producción de materia verde (MV)
- Cobertura (%)

3.4.2 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por 20 muestras de pasto Bermuda que correspondían a un área de 50 x 40 cm; mismas que fueron 10 muestras antes del riego y las restantes después de 30 días de la aplicación de riego, para la primera prueba de funcionamiento.

3.4.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en la prueba de funcionamiento 1, se detallan en la siguiente Tabla 14, en el cual se observa que corresponden a la implementación de un sistema de riego por microaspersión.

Tabla 14

Tratamientos evaluados para la prueba de funcionamiento 1.

Simbología	Descripción
T1	Antes de la aplicación de riego
T2	Después de la aplicación de riego

En la Tabla 15, se aprecia el detalle de los tratamientos evaluados en la prueba de funcionamiento 2, en el cual se observa que corresponden a la aplicación de humus de lombriz más riego por microaspersión.

Tabla 15

Tratamientos evaluados para la prueba de funcionamiento 2.

Simbología	Descripción
T1	Riego
T2	Riego más humus de lombriz

3.4.4 Características de las unidades experimentales

Se contó con un área de estudio de 2482,74 m², donde se implementó el sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda establecido (Tabla 16).

Tabla 16

Características de la unidad experimental.

Característica	Cantidad
Ancho	43,90 m
Largo	56,60 m
Superficie del ensayo	2484,74 m ²
Pasto evaluado	Bermuda

3.4.5 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba T de Student apareada, con el fin de evaluar el efecto del riego sobre la producción de biomasa y la cobertura del pasto Bermuda mediante la implementación de un sistema de riego por microaspersión; mismas que determinó la existencia de diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento de los datos se realizó con el uso del software Infostat.

3.4.6 Datos tomados

Biomasa y producción primaria: La biomasa es la cantidad de materia vegetal presente en una determinada superficie y en un determinado momento (Gómez, 2008). Se expresó en unidades de peso de materia verde por superficie (kg/m².).

Cobertura: Permite medir la “extensión” de la vegetación en términos de superficie de suelo cubierta por las plantas; en general se expresa en porcentaje del área de estudio. (Gómez, 2008). Se expresó en porcentaje de cobertura por superficie (%).

3.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1 Prueba de funcionamiento 1 (Aplicación de riego)

a) Producción de materia verde 1

El análisis estadístico realizado a la producción de materia verde (kg/m^2), estableció diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos evaluados (Tabla 17); lo que implica que la aplicación de riego sobre el pasto Bermuda sí afecta la cobertura del mismo por metro cuadrado.

Tabla 17

Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable producción de materia verde en la prueba de funcionamiento 1.

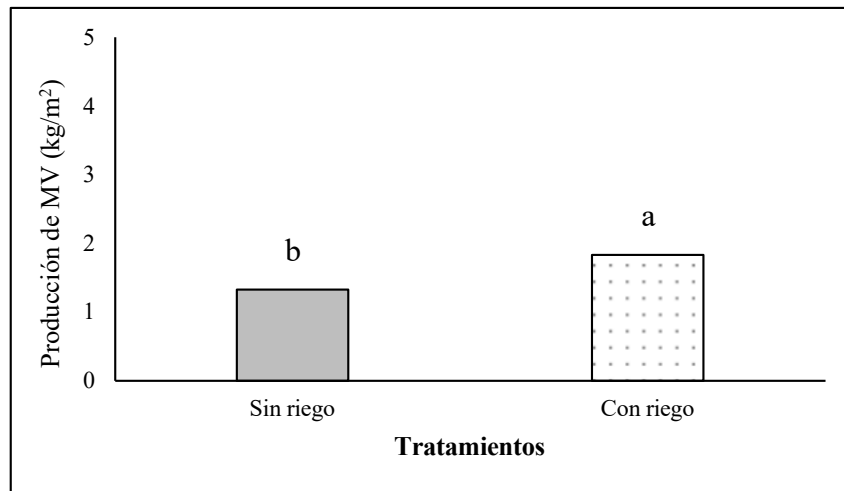
Parámetro estadístico	Valor
Obs(1)	T1
Obs(2)	T2
N	10
Media(dif)	-0,54
DE(dif)	0,13
LI(95%)	-0,63
LS(95%)	-0,44
T	-12,79
P (2 colas)	0,0001

En la Figura 13, se presenta la producción de materia verde del pasto Bermuda expresada en kilogramos por metro cuadrado, comparando dos condiciones de cultivo: con riego y sin riego. Los resultados muestran diferencias notables en la productividad del pasto según la disponibilidad hídrica, es así que el tratamiento sin riego, la producción de materia verde alcanzó un promedio de $1,33 \text{ kg/m}^2$, lo cual representa un nivel de producción moderado considerando las limitaciones de agua. Por su parte, el tratamiento con riego mostró una producción significativamente superior, alcanzando $1,84 \text{ kg/m}^2$ de materia verde, con un incremento de $0,51 \text{ kg/m}^2$ con respecto al tratamiento sin riego.

Este incremento demuestra la respuesta positiva del pasto Bermuda a la disponibilidad de agua y su capacidad para optimizar la producción de materia verde cuando las condiciones hídricas son favorables.

Figura 13

Promedio de producción de materia verde (MV) (kg/m²) del pasto Bermuda en los diferentes tratamientos evaluados.



b) Cobertura 1

En base a los resultados de la variable cobertura se comprobó que existió diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos evaluados (Tabla 18); lo que implica que la aplicación de riego sobre el pasto Bermuda si afecta la cobertura del mismo por metro cuadrado.

Tabla 18

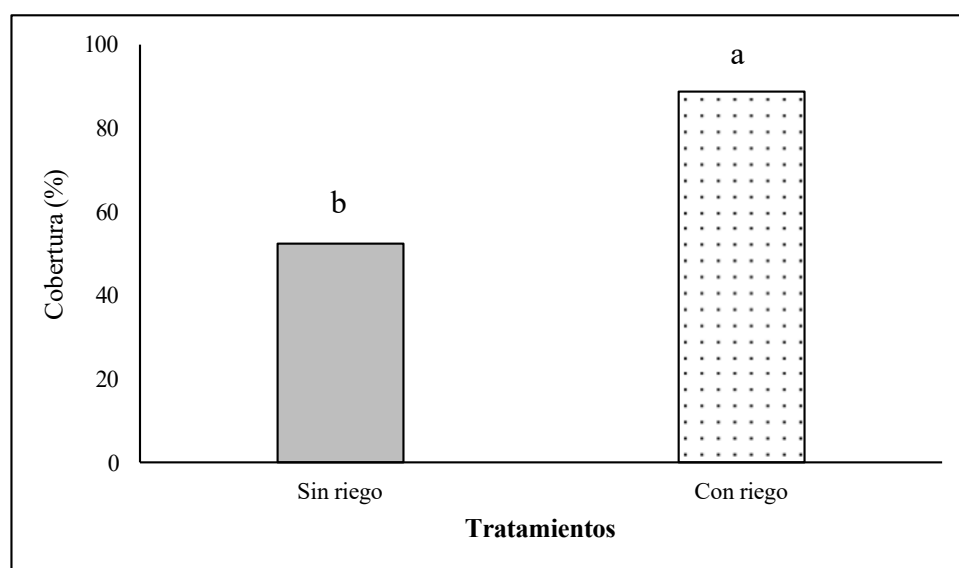
Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable cobertura en la prueba de funcionamiento 1.

Parámetro estadístico	Valor
Obs. (1)	T1
Obs. (2)	T2
N	10
Media (dif)	-36,4
D.E (dif)	10,13
LI(95%)	-43,65
LS(95%)	-29,15
T	-11,36
p(2 colas)	<0,0001

Los datos demuestran claramente que el riego tiene un impacto significativo y positivo en la cobertura del pasto Bermuda (Figura 14). El tratamiento con riego prácticamente duplica la efectividad de cobertura comparado con el tratamiento sin riego, con un incremento del 36,40% en la cobertura con respecto al tratamiento sin riego (52,40%).

Figura 14

Promedio de cobertura del pasto Bermuda por metro cuadrado en los diferentes tratamientos evaluados.



3.5.2 Prueba de funcionamiento 2 (Aplicación de materia orgánica)

a) Producción de materia verde 2

El análisis estadístico realizado a los datos reportados de la producción de materia verde (kg/m^2), estableció diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos evaluados (Tabla 19); lo que implica que la aplicación de riego más humus de lombriz sobre el pasto Bermuda si afecta la producción de materia verde del mismo por metro cuadrado.

Tabla 19

Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable producción de materia verde en la prueba de funcionamiento 2.

Parámetro estadístico	Valor
Obs(1)	T1

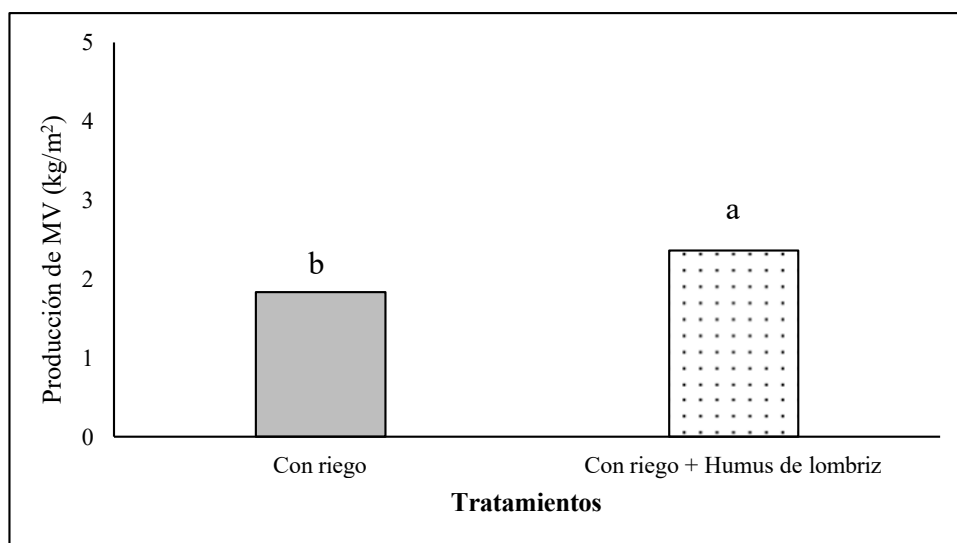
Obs(2)	T2
N	10
Media(dif)	-0,52
DE(dif)	0,13
LI(95%)	-0,62
LS(95%)	-0,43
T	-12,80
p(2 colas)	<0,0001

La Figura 15, presenta un análisis comparativo de la producción de materia verde del pasto Bermuda bajo dos regímenes de manejo diferentes: únicamente con riego y con la combinación de riego más la aplicación de materia orgánica, en la cual se aprecia que el tratamiento que contó con la aplicación de riego generó una producción promedio de 1,84 kg/m² de materia verde.

En contraste, el tratamiento combinado de riego más abono alcanzó una producción significativamente mayor de 2,36 kg/m² de materia verde. Esta cifra representa un incremento de 28,3% en la productividad. Este resultado revela que la disponibilidad de nutrientes es un factor limitante importante en la producción del pasto Bermuda, y que cuando se combinan adecuadamente el agua y los fertilizantes, el cultivo puede expresar un mayor potencial de crecimiento y acumulación de biomasa.

Figura 15

Promedio de producción de materia verde (MV) (kg/m²) del pasto Bermuda con aplicación de riego más humus de lombriz.



b) Cobertura 2

En base a los resultados de la variable cobertura se comprobó que existió diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos evaluados (Tabla 20); lo que implica que la aplicación de riego sobre el pasto Bermuda si afecta la cobertura del mismo por metro cuadrado.

Tabla 20

Resultados de la prueba de T para muestras apareadas para la variable cobertura en la prueba de funcionamiento 2.

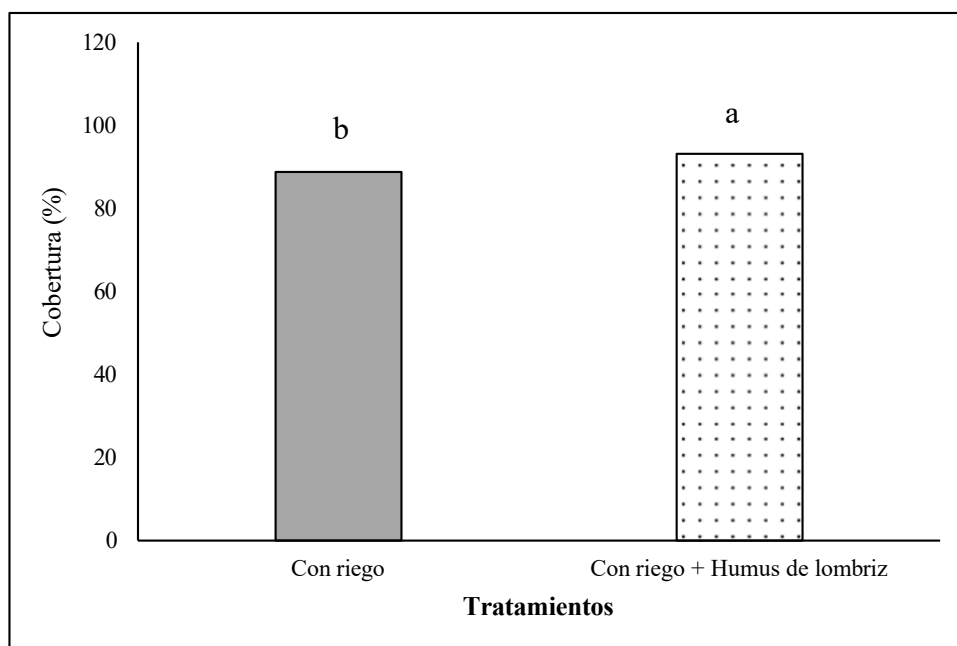
Parámetro estadístico	Valor
Obs(1)	T1
Obs(2)	T2
N	10
Media(dif)	-4,40
DE(dif)	3,37
LI(95%)	-6,81
LS(95%)	-1,99
T	-4,13
p(2 colas)	0,0026

En la figura 16, se aprecia los promedios de los tratamientos evaluados, donde se aprecia que la combinación de riego + humus de lombriz resulta ser el más efectivo para maximizar la cobertura del pasto Bermuda, aunque la diferencia es moderada, un promedio de cobertura del 93,20%, superando al tratamiento testigo en 4,40 puntos porcentuales. Este incremento sugiere que la materia orgánica aportada por el humus de lombriz contribuye positivamente al desarrollo y expansión superficial del pasto Bermuda, favoreciendo una mayor densidad de cobertura vegetal por unidad de área.

Desde una perspectiva agronómica, esta diferencia es relevante dado que una mayor cobertura del suelo implica beneficios directos como la reducción de la erosión hídrica y eólica, menor competencia de malezas, mejor aprovechamiento de la humedad del suelo y una mayor productividad de la pradera, lo que podría incidir positivamente en la sostenibilidad y productividad del sistema forrajero evaluado.

Figura 16

Promedio de Cobertura (%) del pasto Bermuda por metro cuadrado con aplicación de riego más humus de lombriz.



CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- El sistema de riego por microaspersión fue instalado exitosamente en la cancha de fútbol con pasto Bermuda en la granja experimental Río Suma, mismo que consta de componentes principales implementados (bomba de agua, red de distribución, microaspersores, sistema de control, entre otros).
- Se determinó que el tratamiento con riego por microaspersión mostró una producción significativamente superior, alcanzando 1,84 kg/m² de materia verde, con un incremento de 0,51 kg/m² con respecto al tratamiento sin riego.
- El efecto del riego por microaspersión más humus de lombriz sobre la producción de materia verde del pasto Bermuda fue positivo, ya que reportó en el T2 (Riego + humus de lombriz) una producción significativamente mayor de 2,36 kg/m² de materia verde.
- Los costos de establecimiento de un sistema de riego por microaspersión en el cultivo de pasto Bermuda tuvieron una inversión inicial y costos operativos de 1690,36 dólares.

4.2 Recomendaciones

- Elaborar un manual de operación y mantenimiento del sistema que incluya procedimientos de limpieza de filtros, revisión de microaspersores y calibración periódica, para garantizar la sostenibilidad y vida útil del sistema instalado.
- Realizar evaluaciones periódicas (trimestrales o semestrales) de la uniformidad de distribución del agua mediante pruebas de campo con pluviómetros, para detectar posibles deterioros o descalibraciones del sistema y mantener la eficiencia del riego.
- Implementar un sistema de monitoreo de la humedad del suelo mediante tensiómetros o sensores para ajustar los tiempos y frecuencias de riego según las condiciones climáticas reales, optimizando el consumo de agua.
- Desarrollar un programa de capacitación para el personal encargado del mantenimiento de la cancha, enfocado en el manejo eficiente del sistema de riego y en la identificación temprana de problemas operativos.
- Utilizar la instalación como parcela demostrativa para realizar días de campo o talleres prácticos dirigidos a estudiantes, productores locales y técnicos agrícolas interesados en sistemas de riego tecnificado para áreas deportivas o cultivos de alto valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotecsa Cia. Ltda. (2025). *Humus de lombriz - Lombricultura en Ecuador*. Obtenido de <https://www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html>
- Alderman, P., Boote, K., & Sollenberger, L. (2011). *Regrowth Dynamics of 'Tifton 85' Bermudagrass as Affected by Nitrogen Fertilization*. Obtenido de Crip Science: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2010.09.0515>
- ANASAC Ltda. (2025). *Ficha técnica Bermuda grass*. Obtenido de <https://share.google/OKUexPdc8q87JFA0W>
- Anderson, J., & Wu, Y. (2011). *Freeze tolerance of forage bermudagrasses*. Obtenido de Department of Horticulture and Landscape Architecture. University, Stillwater: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2494.2011.00802.x>
- Anderson, W., Parker, M., Knoll, J., & Lacy, C. (2016). *Fertilization Ratios of N–P2O5–K2O for Tifton 85 Bermudagrass on Two Coastal Plain Soils*. Obtenido de Agronomy Journal. : <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2015.0585>
- Baxter, L., Anderson, W., Gates, R., Rios, E., & Burt, J. (2024). *Challenges in bermudagrass production in the southeastern USA*. Obtenido de Grassland Research IGC. Virtual Special Issue. Vol. 3, Issue2: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/glr2.12092>
- Borges, B., Silveira, M., Cardoso, S., Moline, E., Coutinho, A., Lucas, F., . . . Coutinho, E. (2017). *Growth, Herbage Accumulation, and Nutritive Value of 'Tifton 85' Bermudagrass as Affected by Nitrogen Fertilization Strategies*. Obtenido de Journal Crop Science. Vol. 57. Issue 6: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2016.10.0890>
- Bryson, C. (2025). *Cynodon dactylon — Bermuda grass*. Obtenido de Native Plant Trust: <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/cynodon/dactylon/>
- Carey, J. (1995). *Index of Species Information: Cynodon dactylon*. Obtenido de Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.: <https://www.fs.usda.gov/database/feis/plants/graminoid/cyndac/all.html>
- Cotrina, Y. (2019). *Análisis de la investigación de pasto en la región de Cajamarca*. Obtenido de Tesis Ing. Agro. : <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3083/AN%C3%81>

LISIS%20DE%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20PASTOS%20Y%20FORRAJES%20EN%20LA%20REGI%C3%93N%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Dewey, S. (2025). *Stems and sheaths: Cynodon dactylon*. Obtenido de <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/cynodon/dactylon/>
- Fan, J., Xiang, Y., Zhang, B., Noor, M., Zhang, J., & Yan, X. (2024). *Progress and prospects of bermudagrass research in the last decade*. Obtenido de Journal Grass Research. Vol4: e017: <https://maxapress.com/data/article/grares/preview/pdf/grares-0024-0015.pdf>
- Farfin, D., De La Riva, N., y Goyzueta, W. (2016). *Preparación Abonos Organicos - Humus de lombriz*. Obtenido de Hojas volantes para agricultores. INIA-Estación Experimental Ilpa Puno: <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/727c8f7d-22a9-4664-bef8-aab7c0c4ddd7/content>
- Fertilab S.A. (2015). *El Humus de Lombriz*. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>
- Fundación para la Innovación Agrícola. (2010). *Humus de lombriz o vermicompost*. Obtenido de Instituto de Investigación Agropecuaria INIA de Chile: <https://bibliotecadigital.fia.cl/server/api/core/bitstreams/c7e269a5-db27-4aec-b6d4-ff0c9ed72d10/content>
- García, C., y Herrán, J. (2014). *Manual para la elaboración de abonos orgánica y biorracionales*. Obtenido de Fundación Produce: https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf
- Gómez, D. (2008). *Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización, ecología y valoración*. Obtenido de Libro. Capítulo 8.: https://jolube.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/06/gomez_2008_metodos_pastos.pdf
- Gonzalez, K. (2020). *Ficha Técnica del Pasto Bermuda (Cynodon dactylon)*. Obtenido de https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/ficha-tecnica-del-pasto-bermuda-cynodon-dactylon/#google_vignette
- Huang, S., Jiang, S., Liang, J., Chen, M., y Shi, Y. (2019). *Current knowledge of bermudagrass responses to abiotic stresses*. Obtenido de Breed Sci. Vol. 28;69(2):215–226. : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6711739/>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA. (2008). *Producción y uso del humus*

- de lombriz. Obtenido de Serie N° 2: Tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos: <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/e1be65a0-f59f-47a3-b39e-68ff5bc288c6/content>
- Laboratorios CSR. (2025). *Factores que afectan al proceso de compostaje*. Obtenido de <https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/fertilizantes-y-abonos/abonos-organicos-y-especiales/factores-que-afectan-al-proceso-de-compostaje/>
- Native Plant Trust. (2025). *Cynodon dactylon — Bermuda grass*. Obtenido de <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/cynodon/dactylon/>
- Navarro, Y. (2023). *Guía para la elaboración de lombrocompost con subproductos de café y lombriz Eisenia foetida*. Obtenido de Centro de Investigaciones en Café - Cedicafé- Anacafé: <https://www.anacafe.org/uploads/file/56fbddb9b6db40c182e9886b85f5583c/Guia-produccion-lombricompost.pdf>
- Orloff, S. (2018). *El manejo de los pastizales durante la sequía*. Obtenido de Universidad de California. Catálogo N° 8537: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8537s.pdf>
- Pastotek S.A. (2025). *Mantenimiento de Pastos Bermuda*. Obtenido de <https://pastotekmx.com/tips-y-cuidados/mantenimiento-pastos/mantenimiento-de-pastos-bermuda/>
- Pedreira, C., Silva, V., Newman, Y., y Sollenberger, L. (2016). *Yearling Cattle Performance on Continuously Stocked 'Tifton 85' and 'Florakirk' Bermudagrass Pastures*. Obtenido de Journal Crop Science. Vol 56. Issue 6: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2016.06.0522>
- Pequeno, D., Pedreira, C., Sollenberger, L., de Faria, A., y Silva, L. (2015). *Forage Accumulation and Nutritive Value of Brachiariagrasses and Tifton 85 Bermudagrass as Affected by Harvest Frequency and Irrigation*. Obtenido de Journal Crop Science. Vol. 107 Issue 5.: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj15.0115>
- Perdomo, F. (2004). *Cynodon dactylon (L.) Pers. Zacate bermuda*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-dactylon/fichas/ficha.htm>
- Purnell, J. (2024). *Bermudagrass Guide: Types, Traits, and Care*. Obtenido de <https://www.lawnstarter.com/blog/lawn-care-2/bermudagrass-guide/>
- Reis, R., Newman, Y., Hernández, A., Sollenberger, L., Premazzi, L., y Urbano, D.

- (2009). *Fall and Winter Management Affect Spring Growth and Nutritive Value of Tifton 85 Bermudagrass*. Obtenido de Forage and Grazinglands Research: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1094/FG-2009-0102-01-RS>
- Reyes, L., y Carmona, F. (2020). *La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio*. Obtenido de Tesis. Universidad Simón Bolívar: <https://bonga.unisimon.edu.co/items/cbb661ef-30e3-4263-b7b2-810e88237f5f>
- Riegos Ecuador. (2025). *Riego para pastos*. Obtenido de <https://www.riegoecuador.com/index.php/proyectos/riego-para-pastos#:~:text=Es%20indispensable%20mantener%20grandes%20extensiones,d e%20agua%20de%20largo%20alcance>.
- Sales, F. (2021). *Manual de lombricultura*. Obtenido de <https://corpamag.gov.co/blogs/negociosverdes/wp-content/uploads/2021/02/Manual-de-lombricultura.pdf>
- Salih, Y., McDowell, L., Hentges, J., Mason, R., y Conrad, J. (1983). *Tropical Animal Health and Production*. Obtenido de Volume 15, pages 245–251: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02242070>
- Sanchez, S. (2021). *Humus de lombriz, beneficios para el suelo*. Obtenido de Tecnicrop S.A : <https://tecnicrop.com/blog/humus-de-lombriz-beneficios-para-el-suelo>
- Santana, M., y Díaz, C. (2000). *Metodología de evaluación de las pasturas*. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/e56bec59-7c64-4b91-9a59-60b635f35cde/content>
- Secretaria de agricultura y desarrollo rural de México. (2019). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737318/14_Humus_de_lombriz.pdf
- Silva, V., Pedreira, C., Sollenberger, L., Carvalho, M., Tonato, F., y Basto, D. (2015). *Seasonal Herbage Accumulation and Nutritive Value of Irrigated ‘Tifton 85’, Jiggs, and Vaquero Bermudagrasses in Response to Harvest Frequency*. Obtenido de Journal Crop Science. Vol. 55. Issue 6: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2015.04.0225>
- Silva, V., Pedreira, C., Sollenberger, L., Carvalho, M., Tonato, F., y Basto, D. (2016). *Growth Analysis of Irrigated ‘Tifton 85’ and Jiggs Bermudagrasses as Affected by Harvest Management*. Obtenido de Journal Cop Science. Vol 56. Issue 2: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2015.07.0430>

- Somarriba, R., y Guzmán, F. (2004). *Guía de lombricultura*. Obtenido de Guía Técnica No. 4. Universidad Nacional Agraria: <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- Spitaler, R. (2024). *Gramma Bermuda: Una opción ideal para tu césped*. Obtenido de <https://lerava.com/es/blogs/prados/gramma-bermuda-una-opcion-ideal-para-tu-césped?srsId=AfmBOoqdAr82xIuF4dZ6haKd3sySMfwxhNVzyswOpvMFZJIQhHbz979m>
- Sports Turf Managers Association . (2017). *Guía del STMA Para el Mantenimiento de Campo de Futbol Internacional* . Obtenido de https://www.stma.org/wp-content/uploads/2017/11/International_Soccer_Bulletin_Spanish_FINAL.pdf
- The Turfgrass Group, Inc. (2023). *What Does Bermuda Grass Look Like? – Lawn Care Tips*. Obtenido de <https://theturfgrassgroup.com/lawn-care-tips/what-does-bermuda-grass-look-like/#:~:text=Contras%20:,contacto%20con%20el%20pasto%20Bermuda.>
- TodoAgro . (2025). *Bermuda*. Obtenido de <https://todo-agro.com/producto/bermuda>
- Trenholm, L., Schiavon, M., & Unruh, B. (2021). *La Gramma Bermuda para Patios de Florida*. Obtenido de Department of Environmental Horticulture: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/LH083>
- Trenholm, L., Unruh, B., y Cisar, J. (2017). *Water Quality, Quantity, and Supply*. Obtenido de Department of Environmental Horticulture, UF/IFAS Extension. Critical Issue: 2. : <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/LH025>
- White, J., Muir, J., y Lambert, B. (2018). *Overseeding Cool-Season Annual Legumes and Grasses into Dormant ‘Tifton 85’ Bermudagrass for Forage and Biomass*. Obtenido de Journal Crop Science. Vol. 58. Issue 2: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2135/cropsci2017.09.0530>
- Yaxin, G., y Wang, Z. (2006). *Bermudagrass (Cynodon spp.)*. Obtenido de Jorunal Agrobacterium Protocols. Vol. 2 : <https://link.springer.com/protocol/10.1385/1-59745-131-2:47>

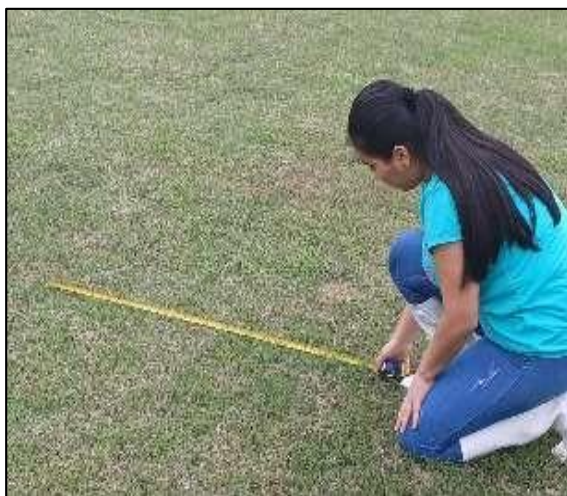
ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestras del pasto Bermuda.



Toma de muestras de pasto Bermuda para obtener materia seca.

Anexo 2. Pruebas de funcionamiento 1 del pasto Bermuda.



Pasto Bermuda antes del riego



Pasto Bermuda después del riego

Anexo 3. Pruebas de funcionamiento 2 del pasto Bermuda.



Aplicación de humus de lombriz
en el Pasto Bermuda



Pasto Bermuda con humus de
lombriz

Anexo 4. Proformas de compra de materiales y accesorios del sistema de riego.



RIEGO ECUADOR

Teléfono:
RUC: 1792630436001
ventas@riegoecuador.com

PROFORMA Numero: PRO - 00076360

Fecha: 2025.08.11

Cedente: CEDAÑO CEDAÑO NIXON DEL JESUS

Dirección: EL CARMEN - OFICINA SERVIENTREGA

Teléfono: 0986145564

Email: nixonjesus.061073@gmail.com

Ced./Ruc: 1307956456001

Código C.I.: (00003838)

Vendedor: OFICINA

Item	Código	Cantidad	Descripción	Iva	Precio	%Des	Des	P.Total
1	00001205	12.00	POP-UP HUNTER 3/4" H PGP BOQ 9.0MM	T00	20.7345	0.00	0.00	248.81
2	00001181	1.00	POP LLAVE P/POP - UP	T00	2.3579	0.00	0.00	2.36
3	00001560	1.00	TRANSPORTE BULTO - EMPRESA CARGA PESADA /	T00	5.0000	0.00	0.00	5.00

Total Items ==> 14.00

Total Descuento ==> 0.00

Aprobado Por:	Preparado Por:	Entregado por:	Recibí Conforme:

Imponible 0%: 256.17

Imponible 15%: 0.00

Subtotal: 256.17

Base Imponible: **256.17**

I.V.A. 15%: **0.00**

Total a Pagar: **256.17**

SON: Doscientos Cincuenta Y Seis Con 17/100 Dolares

NOTA: Cuenta Corriente del Banco Pichincha a Nombre de Riego Ecuador # 2100114099 - ventas@riegoecuador.com

CONTA: 2025.08.11 08:25:38 PM - Pág. 1

**** Producto bajo pedido (Despacho o entrega 24h a 72h de la confirmación)**

Observación:

Validez de la oferta 7 días - Stock sujeto a disponibilidad

Cambios y/o devoluciones máximo 15 días de emitida la factura

No aplica para productos bajo pedido o que no constan en la pagina web

Toda manguera o tubo cortado no se acepta cambios o devoluciones

Anexo 5. Entrega del sistema de riego implementado.





Tesis - Palacios Tania antiplagio

4%
Textos
sospechosos

- 5% Similitudes (ignorado)
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- 4% Idiomas no reconocidos
- 32% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis - Palacios Tania antiplagio.docx
ID del documento: 016b8f8d7f6b422c279d04fb6bbc54111babad28
Tamaño del documento original: 11,11 MB

Depositante: Jose Cedeño Zambrano
Fecha de depósito: 3/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 3/2/2026

Número de palabras: 11.904
Número de caracteres: 75.877

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.inia.gob.pe https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/727c8f7d-22a9-4664-bef8-aab7c0c4ddd7/download 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (211 palabras)
2	Implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cá... #3a2c7d Viene de de mi grupo	1%		Palabras idénticas: 1% (142 palabras)
3	www.riegoecuador.com Riego Ecuador https://www.riegoecuador.com/index.php/proyectos/riego-para-pastos 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (81 palabras)
4	lerava.com Grama Bermuda: Una opción ideal para tu césped https://lerava.com/es/blogs/prados/grama-bermuda-una-opcion-ideal-para-tu-cesped	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (51 palabras)
5	repository.unad.edu.co https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33745/cwmunozmrae.pdf?sequence=2 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unapiquitos.edu.pe https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6721/Josue_Tesis_Titu...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
2	www.gob.mx https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/737318/14_Humus_de_lombriz.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
3	resolutorio.com Tipos de grama: Conoce las mejores opciones para tu jardín https://resolutorio.com/agro/tipos-de-grama/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	dx.doi.org El Riego de los patios de Florida http://dx.doi.org/10.32473/edis-ep635-2023	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

Fuente ignorada Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis - Risco Angie antiplagio.docx Tesis - Risco Angie antiplagio #463267 Viene de de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)

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

- <https://news.s3.amazonaws.com/taxon-images-1000s1000/Poaceae/cynodon-dactylon-ss-sdewey.jpg>
- https://www.riegoecuador.com/uploads/proyectos_imagen/10/1666448640.jpg

[Handwritten signature]