

**APROVECHAMIENTO DEL ESTIERCOL DE BOVINO EN LA PRODUCCIÓN DE
BIOFERMENTOS PARA SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE MAIZ (*Zea
mays*) EN EL PREDIO EL PARAISO DE VILLANUEVA GUAJIRA**



AUTORES:

LUCELIETH JIMENEZ DAZA

RAFAEL DAVID RODRIGUEZ BUELVAS

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR

2025

**APROVECHAMIENTO DEL ESTIERCOL DE BOVINO EN LA PRODUCCION DE
BIOFERMENTOS PARA SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE MAIZ (*Zea mays*)
EN EL PREDIO EL PARAISO DE VILLANUEVA GUAJIRA**

AUTORES:

LUCELIETH JIMENEZ DAZA

RAFAEL DAVID RODRIGUEZ BUELVAS

DIRECTOR

ORLANDO ENRIQUE RUBIANO LARA
MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

ASESOR(A)/CODIRECTOR(A):

EMELY VANESSA RUIZ DUARTE
MAESTRANTE EN CIENCIAS AMBIENTAL

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR**

2025

DEDICATORIA

Lucelieth Jimenez

A Dios, fuente infinita de amor, sabiduría y fortaleza, quien me ha guiado y acompañado en cada paso de este proceso, dándome la fuerza para no rendirme y la claridad para seguir adelante.

A mi mamá Domerys Daza y mi papá Bernardo Jimenez, por ser el soporte más fuerte. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio que hicieron sin dudar, por sus palabras de aliento y por formarme, con su ejemplo, que los sueños se crean con esfuerzo, dedicación y fe. Todo lo que soy y lo que he logrado, se los debo a ustedes.

A mi hermano Miguel David, quien ha sido más que un hermano, un compañero de vida, mi apoyo inquebrantable y mi motivación constante. Gracias por estar ahí siempre, por cada gesto de cariño, por tus palabras de ánimo y por recordarme que rendirse nunca es una opción.

Esto es el reflejo de años de esfuerzo, aprendizajes y sueños compartidos con ustedes. Es la prueba de que, cuando la familia te apoya, no hay meta imposible. Con todo mi cariño y agradecimiento, este logro es nuestro.

Rafael David Rodriguez.

Le dedico primeramente este logro a Dios por estar siempre en cada momento ayudándome, apoyándome y cuidado de mí en cada paso que he dado. A mis familiares que han sido un pilar fundamental en mi vida, los cuales han estado en todo momento alentando y brindado su ayuda, mis padres Julio Rodriguez y Angelica Buelvas, hermanos Julio Alfonso Rodriguez y Alfonso Andres Rodriguez, mis abuelos Julio Rodriguez Diaz, Clara Saurith, Jorge Buelvas y Edith Ariza, a y mi novia Valeria Hernandez la cual ha estado junto a mi apoyándome, motivándome y brindándome su cariño.

Este no es un logro individual, es prueba de que si estamos con Dios todo es posible.

AGRADECIMIENTO

Lucelieth Jimenez

Le doy mi mayor agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza, la salud y el conocimiento necesario para acabar con éxito este proceso, que representa un importante logro en mi formación profesional.

A mi familia, por su apoyo absoluto, comprensión y motivación constante, factores clave para avanzar con dedicación y compromiso en cada etapa de este camino.

Manifiesto mi especial gratitud al ingeniero Orlando Rubiano, quien, con su valiosa orientación, conocimiento y constante disposición, fue una guía fundamental para la construcción y desarrollo de esta tesis de grado. Su acompañamiento académico y profesional ha dejado una huella significativa en mi proceso formativo.

De igual manera, reconozco y agradezco a mi compañero Rafael Rodríguez, por su compromiso, colaboración y aporte durante el desarrollo de esta investigación, reflejo de un trabajo conjunto basado en el respeto, la responsabilidad y el espíritu de equipo.

Finalmente, extiendo mi agradecimiento a todas aquellas personas, que, de forma directa o indirecta, aportaron al progreso y consolidación de esta tesis.

Rafael David Rodríguez

Dios a darte las gracias a ti por todo, sin ti nada de esto sería realidad toda la gloria es para ti. Quiero agradecer a mis tutores Orlando Rubiano, Emelys Ruiz, los cuales me brindaron su apoyo, tiempo y motivación cuando lo necesitaba, darle gracias a mi compañera de trabajo Lucelieth Jiménez por su sentido de pertenecía en todo este proceso, de compañerismo.

También quiero dar gracias a todo el grupo de docente de la universidad los cuales me acompañaron en todo mi aprendizaje y ayudaron a mi formación profesional.

RESUMEN

La presente tesis se plantea el uso del estiércol de bovino como materia prima para la elaboración de biofermentos y su aplicación en el sembrado de maíz (*Zea mays*) como alternativa ecológica y asequible a comparación con los fertilizantes sintéticos. En esta investigación se logra determinar los efectos del biofermento elaborado a partir de estiércol bovino en relación al crecimiento del maíz (*Zea mays*), teniendo en cuenta parámetros como altura del maíz (*Zea mays*), grosor de las mazorcas, grosor del tallo, largo de la mazorca.

Se implementó un diseño experimental con bloques al azar, donde se aplicaron determinadas concentraciones del biofermento y se compararon con el testigo el cual está sin tratamiento. La preparación del biofermento se basó en la fermentación de estiércol y otros componentes naturales como melaza, las cenizas de leña, microorganismos de montaña, aplicando un proceso de fermentación anaerobia. Mediante el experimento, se tomaron registros para evaluar la respuesta del rendimiento del cultivo respecto a los tratamientos aplicados.

Los resultados demostraron que a las matas de maíz (*Zea mays*) donde se aplicó el biofermento presentaron un crecimiento más favorable en comparación con las matas de maíz (*Zea mays*) del testigo, dando una mayor altura, grosor de las mazorcas, grosor del tallo, largo de las mazorcas. observando estos resultados se puede decir que el biofermento a base de estiércol de bovino aporta significativamente al crecimiento del cultivo de maíz, la cual se puede decir que es una alternativa eficiente, rentable en su economía, sostenible para pequeños y medianos productores y minimiza la utilización de fertilizantes químicos.

ABSTRACT

This thesis addresses the use of bovine manure as a raw material for the production of bioferments and its application in corn (*Zea mays*) crops as an environmentally friendly and affordable alternative to synthetic fertilizers. This research determines the effects of the bioferment produced from bovine manure on corn (*Zea mays*) growth, taking into account parameters such as corn (*Zea mays*) height, cob thickness, stalk thickness, and cob length.

A randomized block experimental design was used, where specific concentrations of the bioferment were applied and compared with an untreated control. The bioferment was prepared by fermenting manure and other natural components such as molasses, wood ash, and mountain microorganisms, using an anaerobic fermentation process. Throughout the experiment, records were taken to evaluate the crop yield response to the treatments applied. The results showed that the corn (*Zea mays*) plants where the bioferment was applied showed more favorable growth compared to the control corn (*Zea mays*) plants, giving greater height, thickness of the ears, thickness of the stem, length of the ears. Observing these results, it can be said that the bioferment based on bovine manure contributes significantly to the growth of the corn crop, which can be said to be an efficient, profitable alternative in its economy, sustainable for small and medium producers and minimizes the use of chemical fertilizers.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	21
1. OBJETIVOS	23
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	23
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2. MARCO REFERENCIAL.....	24
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.2. MARCO TEÓRICO.....	27
2.3. MARCO CONCEPTUAL	32
2.4. MARCO CONTEXTUAL	34
2.5. MARCO LEGAL.....	37
3. MARCO METODOLÓGICO.....	40
3.1. LÍNEA, SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	40
3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	40
3.5. MUESTRA POBLACIONAL	41
3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.7. DESARROLLO METODOLÓGICO	42
ETAPA 1: Caracterizar los suelos de manera físico-química en cada una de las parcelas donde se sembrará el maíz (Zea mays)	42
ETAPA 2: Analizar la composición resultante de los biofermentos elaborados con estiércol de bovino y microorganismo	43

ETAPA 3: Evaluar la efectividad del biofermento en los cultivos de maíz (<i>Zea mays</i>)	45
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	46
4.1. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA PARCELA 0 (CERO)	46
4.1.1. Resultados y análisis del pH	46
4.1.2. Resultados y análisis de C.E (Conductividad eléctrica)	48
4.1.3. Resultados y análisis de M.O (Materia orgánica)	51
4.1.4. Resultado y análisis de Co (carbono orgánico)	53
4.1.5. Resultado y análisis de P (Fosforo)	54
4.1.6. Resultado y análisis de C.I.C (Capacidad de intercambio catiónico)	56
4.1.7. Resultado y análisis de Aluminio intercambiable (AI)	58
BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K)	58
4.1.8. Resultado y análisis de Calcio (Ca)	58
4.1.9. Resultado y análisis de Mg (Magnesio)	60
4.1.10. Resultado y análisis de K (Potasio)	62
4.1.11. Resultado y análisis de Na (sodio)	63
4.1.12. Resultado y análisis de N (Nitrógeno)	65
4.1.13. Resultado y análisis de Relación C/N	67
4.2. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA PARCELA UNO (1)	69
4.2.1. Resultado y análisis del pH	69
4.2.2. Resultado y análisis de C.E (Conductividad eléctrica)	71
4.2.3. Resultado y análisis de M.O (Materia orgánica)	74
4.2.4. Resultado y análisis de C.O (Carbono orgánico)	75
4.2.5. Resultado y análisis de P (Fosforo)	77
4.2.6. Resultado y análisis de C.I.C (Capacidad de intercambio catiónico)	79
4.2.7. Resultado y análisis de Aluminio intercambiable (AI)	81

BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).....	81
4.2.8. Resultado y análisis de Ca (Calcio)	81
4.2.9. Resultado y análisis de Mg (Magnesio).....	83
4.2.10. Resultado y análisis de K (Potasio).....	84
4.2.11. Resultado y análisis de Na (Sodio)	85
4.2.12. Resultado y análisis de N (Nitrógeno)	87
4.2.13. Resultado y análisis de Relación C/N	89
4.3. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA PARCELA 2 (DOS).....	91
4.3.1. Resultados y análisis de pH	91
4.3.2. Resultados y análisis de C.E (Conductividad eléctrica)	93
4.3.3. Resultados y análisis de M.O (Materia orgánica).....	95
4.3.4. Resultados y análisis de C.O (Carbono orgánico)	96
4.3.5. Resultados y análisis de P (Fosforo)	98
4.3.6. Resultados y análisis de C.I.C (Capacidad de intercambio catiónico)	100
4.3.7. Resultado y análisis de Aluminio intercambiable (Al).....	102
BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).....	103
4.3.8. Resultados y análisis de Ca (Calcio).....	103
4.3.9. Resultados y análisis de Mg (Magnesio)	104
4.3.10. Resultados y análisis de K (Potasio)	105
4.3.11. Resultados y análisis de Na (Sodio).....	107
4.3.12. Resultados y análisis de N (Nitrógeno).....	109
4.3.13. Resultados y análisis de Relación C/N.....	111
4.4. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA PARCELA TRES (3).....	113
4.4.1. Resultados y análisis de pH	113

4.4.2.	Resultados y análisis de C.E (Conductividad eléctrica)	115
4.4.3.	Resultados y análisis de M.O (Materia orgánica)	118
4.4.4.	Resultados y análisis de C.O (Carbono orgánico)	119
4.4.5.	Resultados y análisis de P (Fosforo)	121
4.4.6.	Resultados y análisis de C.I.C (Capacidad de intercambio catiónico)	123
4.4.7.	Resultado y análisis de Aluminio intercambiable (AI).....	125
BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).		125
4.4.8.	Resultados y análisis de Ca (Calcio).....	125
4.4.9.	Resultados y análisis de Mg (Magnesio)	127
4.4.10.	Resultados y análisis de K (Potasio)	128
4.4.11.	Resultados y análisis de Na (Sodio).....	129
4.4.12.	Resultados y análisis de N (Nitrógeno).....	131
4.4.13.	Resultados y análisis de Relación C/N.....	133
5.	Datos de crecimiento del maíz (Zea mays)	135
6.	Resultados del diseño experimental al evaluar los datos tomados	137
7.	CONCLUSIONES	144
8.	RECOMENDACIONES.....	148
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
10.	ANEXOS	157
Anexo 1. Evidencias fotográficas		157
Anexo 2. Resultados de análisis de suelo		168
Parcela 0.....		168
Parcela 1.....		171
Parcela 2.....		174
Parcela 3.....		176

Anexo 3. Cálculos del nitrógeno total.....	178
Anexo 4. Calculo de la relación C/N	179
Anexo 5. Cálculos de la textura	181



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 VISTA DE VILLANUEVA	34
FIGURA 2 VISTA PREDIO EL PARAÍSO.....	35
FIGURA 3.DISTRIBUCIÓN DE APLICACIÓN Y TOMA DE DATOS, EN CADA UNO DE LAS PARCELAS.....	42
FIGURA 4. ANÁLISIS DE PH PARCELA CERO	47
FIGURA 5.....	47
FIGURA 6 ANÁLISIS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA PARCELA CERO.....	49
FIGURA 7.....	50
FIGURA 8 ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA PARCELA CERO (0).....	51
FIGURA 9.....	52
FIGURA 10 ANÁLISIS CARBONO ORGÁNICO PARCELA CERO (0)	53
FIGURA 11.....	54
FIGURA 12 ANÁLISIS DE FOSFORO PARCELA CERO	55
FIGURA 13.....	55
FIGURA 14 ANÁLISIS CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO PARCELA CERO.....	57
FIGURA 15.....	57
FIGURA 16. ANÁLISIS DE CALCIO PARCELA CERO	59
FIGURA 17.....	60
FIGURA 18. ANÁLISIS DE MAGNESIO PARCELA CERO	61
FIGURA 19.....	61
FIGURA 20. ANÁLISIS DE POTASIO PARCELA CERO	62
FIGURA 21.....	63
FIGURA 22. ANÁLISIS DE SODIO PARCELA CERO.....	64
FIGURA 23.....	64
FIGURA 24. ANÁLISIS DE NITRÓGENO PARCELA CERO.....	66
FIGURA 25.....	66
FIGURA 26. ANÁLISIS DE RELACIÓN C/N PARCELA CERO	68
FIGURA 27.....	68
FIGURA 28 GRAFICA DE RESULTADOS DE LA PARCELA 0.....	145
FIGURA 29 GRAFICA DE RESULTADOS DE LA PARCELA 1.....	146

FIGURA 30 GRAFICA DE RESULTADOS DE LA PARCELA 2 146

FIGURA 31 GRAFICA DE RESULTADOS DE LA PARCELA 3 147

LISTA TABLAS

Tabla 1 NORMATIVA37

Tabla 2. TABULACIÓN PH PARCELA CERO (0)46

Tabla 3. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE pH48

Tabla 4 TABULACIÓN CONDUCTIVIDAD ELECTRICIDAD PARCELA CERO (0)
.....49

Tabla 5. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE).....50

Tabla 6. TABULACIÓN MATERIA ORGANICA PARCELA CERO (0)51

Tabla 7. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR % DE MATERIA ORGÁNICA.....52

Tabla 8. TABULACIÓN CARBOBO ORGANICO PARCELA CERO (0)53

Tabla 9. TABULACIÓN FOSFORO PARCELA CERO (0)54

Tabla 10. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR LOS NIVELES DE FOSFORO (P)
.....56

Tabla 11. TABULACIÓN CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO CERO (0)
.....56

Tabla 12. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR LOS NIVELES DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C)58

Tabla 13. TABULACIÓN CALCIO PARCELA CERO (0)59

Tabla 14. TABULACIÓN MAGNESIO PARCELA CERO (0)60

Tabla 15. TABULACIÓN POTASIO PARCELA CERO (0)62

Tabla 16. TABULACIÓN SODIO PARCELA CERO (0)63

Tabla 17. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR LOS NIVELES DE BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).....64

Tabla 18. TABULACIÓN NITROGENO PARCELA CERO (0)65

Tabla 19. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR LOS NIVELES DE EL % DE NITROGENO TOTAL.....66

Tabla 20. TABULACION RELACION C/N PARCELA CERO (0)67

Tabla 21. PARÁMETRO RELACIÓN C/N68

Tabla 22. TABULACION Ph PARCELA UNO (1)	69
Tabla 23. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE pH	71
Tabla 24. TABULACION CONDUCTIVIDAD ELECTRICA PARCELA UNO (1)	72
Tabla 25. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	73
Tabla 26. TABULACION MATERIA ORGANICA PARCELA UNO (1)	74
Tabla 27. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR % DE MATERIA ORGÁNICA ...75	
Tabla 28. CARBONO ORGANICO ELECTRICA PARCELA UNO (1)	76
Tabla 29. TABULACION FOSFORO PARCELA UNO (1)	77
Tabla 30. PARAMETROS QUE INDICAN LOS NIVELES DE FOSFORO (P)	79
Tabla 31. TABULACION CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO PARCELA UNO (1)	79
Tabla 32. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C)	81
Tabla 33. TABULACION CALCIO PARCELA UNO (1)	82
Tabla 34. TABULACION MAGNESIO PARCELA UNO (1)	83
Tabla 35. TABULACION POTASIO PARCELA UNO (1)	84
Tabla 36. TABULACION SODIO PARCELA UNO (1)	86
Tabla 37. BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).	87
Tabla 38. TABULACION NITROGENO PARCELA UNO (1)	88
Tabla 39. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR EL % DE N TOTAL	89
Tabla 40. TABULACION RELACION C/N PARCELA UNO (1)	90
Tabla 41. PARÁMETRO RELACIÓN C/N	91
Tabla 42. TABULACION PH PARCELA DOS (2)	91
Tabla 43. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE pH	93
Tabla 44. TABULACION CONDUCTIVIDAD ELECTRICA PARCELA DOS (2)	93
Tabla 45. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	94
Tabla 46. TABULACION MATERIA ORGANICA PARCELA DOS (2)	95
Tabla 47. TABULACION CARBONO ORGANICO PARCELA DOS (2)	97
Tabla 48. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR % DE MATERIA ORGÁNICA ...98	
Tabla 49. TABULACION FOSFORO PARCELA DOS (2)	99

Tabla 50. PARAMETROS QUE INDICAN LOS NIVELES DE FOSFORO (P)	100
Tabla 51. TABULACION CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO PARCELA DOS (2).....	101
Tabla 52. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C).....	102
Tabla 53. TABULACION CALCIO PARCELA DOS (2)	103
Tabla 54. TABULACION MAGNESIO PARCELA DOS (2).....	104
Tabla 55. TABULACION POTASIO PARCELA DOS (2)	106
Tabla 56. TABULACION SODIO PARCELA DOS (2)	107
Tabla 57. BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).	108
Tabla 58. TABULACION NITROGENO PARCELA DOS (2)	109
Tabla 59. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR EL % DE N TOTAL	110
Tabla 60. TABULACION RELACION C/N PARCELA DOS (2).....	111
Tabla 61. PARÁMETRO RELACIÓN C/N.....	112
Tabla 62. TABULACION pH PARCELA TRES (3).....	113
Tabla 63. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE pH	115
Tabla 64. TABULACION CONDUCTIVIDAD ELECTRICA PARCELA TRES (3) .	116
Tabla 65. PARÁMETROS PARA INTERPRETACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE).....	117
Tabla 66. TABULACION MATERIA ORGANICA PARCELA TRES (3)	118
Tabla 67. TABULACION CARBONO ORGANICO PARCELA TRES (3).....	119
Tabla 68. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR % DE MATERIA ORGÁNICA.	120
Tabla 69. TABULACION FOSFORO PARCELA TRES (3).....	121
Tabla 70. PARAMETROS QUE INDICAN LOS NIVELES DE FOSFORO (P)	122
Tabla 71. TABULACION CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO PARCELA TRES (3)	123
Tabla 72. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C).....	125
Tabla 73. TABULACION CALCIO PARCELA TRES (3).....	125
Tabla 74. TABULACION MAGNESIO PARCELA TRES (3).....	127
Tabla 75. TABULACION POTASIO PARCELA TRES (3).....	128
Tabla 76. TABULACION SODIO PARCELA TRES (3)	130

Tabla 77. BASES INTERCAMBIABLES DE CALCIO (Ca), MAGNESIO (Mg), SODIO (Na), Y POTASIO (K).	131
Tabla 78. TABULACION NITROGENO PARCELA TRES (3)	132
Tabla 79. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR EL % DE N TOTAL	133
Tabla 80. TABULACION RELACION C/N PARCELA TRES (3).	134
Tabla 81. PARÁMETRO RELACIÓN C/N	135
Tabla 82. Alturas significativas de las plantas de maiz (Zea mays)	136
Tabla 83. Grososres significativos de las mazorcas de maiz (Zea mays)	136
Tabla 84. Grososres significativos de los tallos de la planta de maiz (zea mays)	136
Tabla 85. Largos significativos de las mazorcas de maíz (Zea mays)	136
Tabla 86. Números significativos de granos de maíz (Zea mays)	136
Tabla 87. Análisis de varianza Altura del maíz (Zea mays)	137
Tabla 88. Valor crítico de la prueba de tukey	137
Tabla 89. Comparación de grupos	138
Tabla 90. Análisis de varianza grosor de las mazorcas	138
Tabla 91. Valor crítico de la prueba de tukey	139
Tabla 92. Comparación de grupos	139
Tabla 93. Análisis de varianza de grosor del tallo	139
Tabla 94. Valor crítico de la prueba de tukey	140
Tabla 95. Comparación de grupos	140
Tabla 96. Análisis de varianza Largo de la mazorca	141
Tabla 97. Valor crítico de la prueba de tukey	141
Tabla 98. comparación de grupos	142
Tabla 99. Análisis de varianza número de granos	142
Tabla 100. Valor crítico de la prueba de tukey	143
Tabla 101. comparación de grupos	143
Tabla 102. PARÁMETROS PARA INTERPRETAR EL % DE N TOTAL	178
Tabla 103. TABULACION DE RESULTADOS DE EL % DE N TOTAL	179
Tabla 104. PARÁMETRO RELACIÓN C/N	180
Tabla 105. TABULACION DE RESULTADOS DE RELACION C/N	180
Tabla 106. DATOS Y CÁLCULOS DE TEXTURA DEL SUELO (método de Bouyoucos)	181

Hubo diferencia significativa en la parcela P3

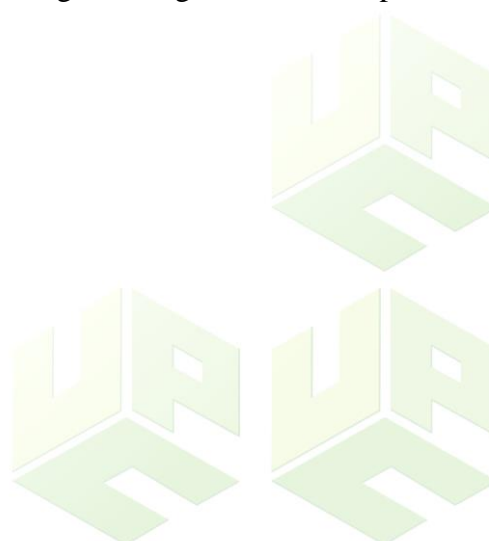
7. CONCLUSIONES

La investigación demostró que el uso de biofermentos elaborados a partir de estiércol de bovino produce efectos considerablemente positivos en el crecimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*), como se demostró en los resultados experimentales. Las parcelas tratadas con el biofermento mostraron un número considerable de granos, altura de planta, y un buen desempeño en el grosor de las mazorcas. Estos resultados verifican la productividad del biofermento como material agrícola, destacando su capacidad para potenciar el crecimiento del cultivo sin verse en la necesidad de recurrir a fertilizantes químicos del mercado.

En el análisis comparativo se evidencio que los biofermentos aportan un mejor estado del suelo y mayor eficiencia en el uso de nutrientes, mejorando el rendimiento del cultivo con menores gastos económicos y menor consecuencia ambiental. Estos resultados confirman la importancia del estiércol de bovino como recurso clave en actividades de agricultura sostenible.

Por lo tanto, se llega a la conclusión que el aprovechamiento del estiércol de bovino en la producción de biofermentos no solo aporta ventajas agrícolas concretas, sino que también representa un criterio agroecológico posible y de gran potencial para el enriquecimiento de la economía circular.

En definitiva, los tratamientos tuvieron compartimentos similares en el aporte de nutrientes en el suelo. Esto se puede evidenciar en la siguientes graficas de los perfiles de nutrientes en cada una de las parcelas.



8. RECOMENDACIONES

Además de los ingredientes que se utilizaron en la preparación del biofermento, como lo fueron el estiércol de vaca, los microorganismos de montaña, la melaza, lacto suero, agua, se podría adicionar, forraje para aumentar aún más los nutrientes.

Al momento de llenar el bidón con todos los materiales dejar una cámara de aire para permitir que los gases puedan salir libremente del recipiente, dado que por la fermentación que se lleva a cabo por los microorganismos, tiende a generar espuma y aumentar el volumen del contenido tapando así la salida de los gases.

La ubicación del bidón es importante dado que si se coloca bajo sol la fermentación se resulta bien, es necesario un lugar fresco bajo sombra, dado que en la costa caribe colombiana manejamos temperatura bastante cálida se recomendaría utilizar un curto fresco y ventilado.

Podemos observar que para tener una mejor precisión se puede implementar más análisis de suelo intermedio entre la iniciación del cultivo y la culminación. Lo que garantizara una mejora observación del comportamiento del biofermento.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dhime. (2025). Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos.
<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

López Rodríguez, F. (2023). Revisión bibliográfica del beneficio, composición y clasificación de los biofertilizantes, en comparación con el impacto negativo de los fertilizantes químicos usados en procesos agrícolas colombianos. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/6883>

Sierra, Laura., Villamil Sebastián. (mayo 17 de 2024). Comportamiento del sector agropecuario 2022 – 2024. Universidad la Salle.
[20240517 Comportamiento+del+sector+agropecuario+2022+-+2024_SG.pdf](https://repositorio.lasalle.edu.co/handle/document/20240517_Comportamiento+del+sector+agropecuario+2022+-+2024_SG.pdf)
(lasalle.edu.co)

Franco Polo, Rita. (2022). Biofertilizantes” una revisión sistemática de la literatura científica en los últimos 10 años. High Tech- Engineering Journal. 2 (1)
<https://revista.uct.edu.pe/index.php/hightech/issue/view/25>

Fernández Valverde, J. (2022, enero 25). Municipio de Villanueva, entidad territorial. Diario del Norte. <https://diariodelnorte.net/opinion/municipio-de-villanueva-entidad-territorial/>

Izquierdo Bautista Jaime, Arévalo Hernández John Jairo. (2021). Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. Revista Ingeniería y Región. 26. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8159796.pdf>

Kenneth Romero, Jayson Ruíz. (2021). Evaluación de la fertilización orgánico y sintético en el cultivo de maíz (*Zea mays* L), (Variedad Nutrinta Amarillo) Centro Experimental Las Mercedes, Managua, 2020. [Requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria Facultad De Agronomía]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/442>

Bruno, Oleszuk. (2020). Evaluación De Un Biofermento Basado En Estiércol Bovino En La Producción Forrajera Invernal De Una Pastura Perenne Y En La Abundancia De Los Principales Grupos Microbianos Edáficos. [Trabajo de tesis para ser presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Mar de Plata]. https://www.researchgate.net/profile/Florencia-Jaimes/publication/350070072_Presentacion_Trabajo_Final_de_Graduacion_Orlando_Oleszuk/links/607d9c21881fa114b414a69f/Presentacion-Trabajo-Final-de-Graduacion-Orlando-Oleszuk.pdf

Tucto Espinoza, Homer. (2020). Efectos de los biofermentos foliares en el rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* l.) variedad chuska, en condiciones edafoclimáticas de cayhuayna alta 2019. [Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5792>

Sánchez-Páez, H., Rodríguez, G., Baptiste, M. P., Díaz-Pulido, A., Fernández, F., Gutiérrez, F. P., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2020). *Colombia diversidad biótica VIII: media y baja montaña de la Serranía de Perijá*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81942>

Vera Espinoza, Victor Alejandro. (2020). Efecto del estiércol bovino en el rendimiento y composición nutricional de *Megathyrus Maximus* y *Cynodon Nlemfluensis* en la ESPAM MFL. [Previo a la obtención del título de magíster en zootecnia mención producción animal]. Repositorio Digital ESPAM. <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1350>

Cotrina-Cabello, Victor Raúl, Alejos-Patiño, Italo Wile, Cotrina-Cabello, Gomer Guillermo, Córdova-Mendoza, Pedro, & Córdova-Barrios, Isis Cristel. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40. Epub 01 de abril de 2020. Recuperado en 16 de agosto de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200031&lng=es&tlng=es.

Ochoa Sánchez Jenni Marcela. (2020). El concepto de simbiosis desde la relación entre hongos formadores de micorrizas y raíces de las plantas: estrategia teórico práctica para grado quinto. [Tesis para optar a magister]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77967/1030531274.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González Ulibarry Paco. (2019). Asesoría técnica parlamentaria, Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

Rubiano (2019). Manual de suelo

Quino Campos, Betty Mariluz. (2019). Efecto de tres biofermentos en el rendimiento de zanahoria (*daucus carota* L.) var. Royal chantenay en condiciones agroecológicas de Huaracrachuco-Huanuco [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4892>

Vilatuña Catagña Felix Orlando. (2019). Determinación del microbiota del suelo en dependencia de la altitud y especies vegetales cultivadas. [Trabajo de titulación previo a la

obtención del Título de Ingeniero Agrónomo]. Repositorio Digital.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20393>

Estrada Salazar Gloria Inés y Ramírez Galeano Martha Cecilia. (2019). Micología General. Centro Editorial Universidad Católica de Manizales.

<https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/2654>

González Ulibarry Paco 2019. Asesoría técnica parlamentaria, Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes.

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_a_mbianales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

Camacho, Fabricio & Uribe, Lidieth & Newcomer, Quint & Masters, Karen & Kinyua, Maureen. (2018). Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). UNED Research Journal. 10. 330. 10.22458/urj.v10i2.2163. Consulta a traves de:

https://www.researchgate.net/publication/327898054_Bio-optimizacion_del_compost_con_cultivos_de_microorganismos_de_montana_MM_y_lodos_digeridos_de_biodigestor_LDBIO

Beltrán Santoyo, Miguel Ángel, Álvarez Fuentes, Gregorio, Pinos Rodríguez, Juan Manuel, García Lopez, Juan Carlos, & Castro Rivera, Rigoberto. (2017). Abonos obtenidos del compostado de heces de ganado bovino de leche vs. fertilizante en la producción de triticale (X *Triticum secale* Wittmack). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49(1), 95-104. Recuperado en 22 de agosto de 2024, de

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652017000100008&lng=es&tlng=es.

Villalobos Rodríguez, Marilyn, Pacheco Rodríguez, Fabián, Borrero González, Gina. (2017). Evaluación de la calidad bioquímica resultante de biofermentos agrícolas para uso de familias productoras orgánicas. Instituto Nacional de Aprendizaje. <https://www.ina.ac.cr/AcercaINA/Documentos%20compartidos/Documentos%20Didacticos/4dic2.pdf>

Afanador Barajas, L. N. (2017). Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*, 2(1), 65–76. Recuperado a partir de https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353

León Macias, Erwin Manuel. (2015). El Efecto de Biol Mas Microorganismos Eficientes (EM) Sobre el Comportamiento Agronómico del Maíz (*Zea mayz* l.) presentada como requisito previo para obtener el título de Ingeniero Agropecuario [Presentada a la Comisión Académica de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del título de: Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1986>

Arellano, L., Cruz Rosales M. y Huerta C. (2014). El Estiércol, material de desecho, de provecho y algo más. Instituto de Ecología, A.C. México. <https://libros.inecol.mx/index.php/libros/catalog/book/519>

Sánchez, I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). Reduca (Biología). Serie Botánica, 7 (2): 151-171. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/1739/1776>

Martínez Cortijo Francisco Javier. (2014). Introducción al Riego. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67110/TOC_6152_01_01.pdf

Vinces Moreira, E. E. (2014). Incidencia de los microorganismos eficientes en el tiempo de descomposición de abonos de origen animal: Impact of effective microorganisms in

the decomposition time on fertilizers of organic animal origin. *La Técnica. Revista De Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (13), 18–25. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i13.576

Guillermo Ramírez Joaquín, Castañeda Sánchez GilDario Antonio, Morales Osorio Juan Gonzalo. (2014). Dinámica microbial del suelo asociada a diferentes estrategias de manejo de *Phytophthora cinnamomi* Rands en aguacate. *Revista Ceres*. 60 (6). <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600009>

Garzón, L.L. & Perdomo, F.M. (2013). evaluación de la influencia de biofertilizantes orgánicos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en cultivos hortofrutícolas, en el ámbito de la seguridad alimentaria. [Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrícola, Universidad surcolombiana]. Repositorio Universidad Surcolombiana. <https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/2978/1/TH%20IA%200146.pdf>

Cruz (2013). Manual Para El Cultivo Del Maíz En Honduras. <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>

Pérez Luna, Yolanda Del Carmen. (2012). Impacto de la biofertilización y aplicación de abonos orgánicos en la productividad de maíz (*Zea mays* L.) en Chiapas. [Tesis de doctorado], El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. <http://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/1704>

X. Pereyra, Fernando. (2012). Suelos de la Argentina Geografía de suelos, factores y procesos formadores. Servicio Geológico Minero Argentino. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/3619>

H. Eyhérabide, Guillermo. (2012). Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Rivadavia Buenos Aires.
https://ele.chaco.gov.ar/pluginfile.php/694808/mod_folder/content/0/INTA_Manejo%20de%20cultivo%20de%20maiz.pdf?forcedownload=1

Rodríguez Diego, J.G, Olivares, J.L, & Arece, J. (2010). evolución de los protozoos. revista de salud animal, 32(2), 118-120.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2010000200008

Deras Flores Héctor. (2014). Guía técnica, El cultivo del maíz
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>

Villanueva Guajira. (2007). *Economía*. Villanueva, La Guajira.
<https://villanuevaguajira.blogspot.com/2007/11/economia.html>

Elizondo-Salazar, J. A. (2004). El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 17(1), 69–77. <https://doi.org/10.15517/am.v17i1.5068>

Todo Colombia. (s.f.). Hidrografía de La Guajira.
<https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/la-guajira/hidrografia.html>

Holdridge, L., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) & Jiménez Saa, H. (1977). Ecología basada en zonas de vida. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/11324/7936>.

10. ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotográficas

