

-



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**RECUPERACIÓN DE SUELOS COMPACTADOS POR CONSECUENCIA DE LA ACTIVIDAD
GANADERA MEDIANTE LA COMBINACION DEL PASTOS BRACHIARIAS Y EL CULTIVO DE
GUANDU EN LA PARCELA LA CONQUISTA UBICADA EN LA VEREDA EL 5 DE LA SERRANÍA
DEL PERIJÁ**

AUTOR (ES):

ANGIE LORENA CONTRERAS ANGARITA
YURITZA SANTODOMINGO CLAVIJO

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**

**www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia**

**RECUPERACIÓN DE SUELOS COMPACTADOS POR CONSECUENCIA DE LA ACTIVIDAD
GANADERA MEDIANTE LA COMBINACION DEL PASTOS BRACHIARIAS Y EL CULTIVO DE
GUANDU EN LA PARCELA LA CONQUISTA UBICADA EN LA VEREDA EL 5 DE LA SERRANÍA
DEL PERIJÁ**

AUTOR (ES):

ANGIE LORENA CONTRERAS ANGARITA
YURITZA SANTODOMINGO CLAVIJO

DIRECTOR / ASESOR:

ORLANDO RUBIANO LARA
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EDUCACION AMBIENTAL

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo dedicamos principalmente a Dios, por permitirnos llegar a este momento tan especial en nuestras vidas. Por los momentos difíciles que nos han enseñado a valorarlo cada días más y por todos los triunfos recibidos.

A nuestros padres por ser ese apoyo y compañía incondicional durante todo nuestro trayecto de vida, que con sus sabios consejos, amor y esfuerzo han sabido guiarnos para culminar la carrera profesional.

A todas aquellas personas que nos han apoyado, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas de sus casas y nos compartieron sus conocimientos permitiendo así que el trabajo se realizara con éxito.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por la vida, por las bendiciones recibidas y por qué siempre ha estado presente en el caminar de nuestras vidas guiándonos por el camino correcto.

Gracias a nuestros padres: Alveiro Contreras y Luz Marina Angarita; y, Wilman Santodomingo y Nubia Clavijo, que con amor, dedicación y esfuerzo hicieron posible que culmináramos nuestra carrera profesional, por siempre estar a nuestro lado dándonos palabras de ánimo cuando se presentan adversidades e inconveniente, son nuestro ejemplo a seguir.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Popular Del Cesar por compartir sus conocimientos en el proceso de formación como profesionales y en especial al Ingeniero Orlando Rubiano director de nuestro proyecto de grado, que desde inicios de nuestra carrera nos ha brindado su apoyo incondicional.



RESUMEN

La ejecución de este proyecto se llevó a cabo por la necesidad que surge a partir de una problemática en el suelo a consecuencia de la actividad ganadera. En el cual el suelo presentaba inconvenientes por falta de vegetación debido a la falta de nutriente esto ocasionado por la compactación que se presenta debido al sobrepastoreo, provocando muchas problemáticas relacionadas con el suelo. Es de ahí donde surgió la necesidad de realizar una siembra de pastos y leguminosas que generara estrategias de mitigación a los daños ocasionados por esta actividad.

Donde se busca mejorar la calidad del suelo en cuanto a la deficiencia de nutrientes, utilizando El pasto Brachiarias y el cultivo de Guandu ya que se caracterizan por la elevada calidad nutricional de su biomasa y por su capacidad de producción de por unidad de área. De esta forma se llevó a cabo la distribución de 24 árboles de guandu (*Cajanus cajan*) con una distancia de 40 cm entre cada planta y también se sembró semillas de pasto Brachiarias (*Decumbens*) en 4 parcelas con un área de 1,2 dejando una distancia de 30 cm entre cada una de ellas.

Para lograr un adecuado desarrollo de la plantación se aplicó una enmienda orgánica (te de boñiga) a 3 de las parcelas, dejando una como testigo sin aplicación.

Se realiza un análisis de suelo antes y después del tratamiento para evaluar su efectividad.

Palabras claves: Analisis de suelo, Parcelas, Guandu, Brachiarias, Enmienda Organica, tratamiento.

ABSTRACT

The execution of this project was carried out due to the need that arises from a problem in the soil as a result of livestock activity. In which the soil presented problems due to the lack of vegetation due to the lack of nutrients, this was caused by the compaction that occurs due to overgrazing, causing many problems related to the soil. This is where the need arises to plant grasses and legumes that generate mitigation strategies for the damage caused by this activity.

Where it is sought to improve the quality of the soil in terms of nutrient deficiency, using Brachiarias grass and the cultivation of Guandu since they are characterized by the high nutritional quality of their biomass and their production capacity per unit area. In this way, the distribution of 24 pigeon peas (*cajanus cajan*) was carried out with a distance of 40 cm between each plant and Brachiarias grass seeds (*Decumbens*) were also sown in 4 plots with an area of 1.2, leaving a distance of 30 cm. between each of them.

To achieve an adequate development of the plantation, an organic amendment (manure tea) was applied to 3 of the plots, leaving one as a control without application.

A soil analysis is carried out before and after the treatment to evaluate its effectiveness.

Keywords: Soil analysis, Plots, Guandu, Brachiariass, Organic Amendment, treatment.

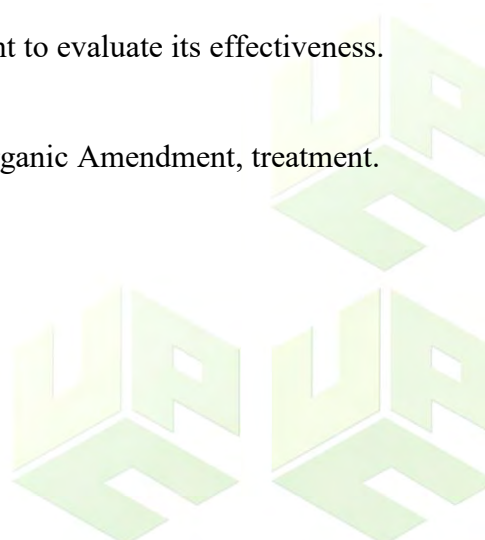


TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	16
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVO GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	18
5. MARCO REFERENCIAL	19
5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
5.2. MARCO TEÓRICO	21
5.3. MARCO CONCEPTUAL	27
5.4. MARCO CONTEXTUAL	30
5.5. MARCO LEGAL	33
6. MARCO METODOLÓGICO	35
6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	35
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	35
6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	35
6.5. MUESTRA POBLACIONAL	36
6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	36
6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO	36
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	39
8. CONCLUSIONES.....	112
9. RECOMENDACIONES	113
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS	116

Lista de Imágenes

Imagen 1 mapa de la serranía del Perijá	30
Imagen 2 ph del suelo tomada de irbin Barrientos andia	42
Imagen 3 Diseño de las parcelas con las medidas	116
Imagen 4 Diseño de las parcelas	117
Imagen 5 grafico Biofermentador	118
Imagen 6 Limpieza del terreno con ayuda de una persona profesional.....	130
Imagen 7 Toma de muestra para el análisis antes del tratamiento	131
Imagen 8 Diseño de cada una de las parcelas.....	132
Imagen 9 Diseño de las parcelas con sus respectivas medidas	133
Imagen 10 Plantas de Guandu lista para ser trasplantadas al terreno	134
Imagen 11 Siembra del cultivo de Guandu en cada una de las parcelas	135
Imagen 12 Plantas de Guandu en cada una de las parcelas sembradas	136
Imagen 13 Riego después del sembrado del Guandu	137
Imagen 14 Semillas de Brachiariass Decumbens	138
Imagen 15 Aplicacion de las semillas de Brachiarias en cada una de las parcelas	139
Imagen 16 Riego después del aplicar las semillas de Brachiarias.....	140
Imagen 17 Cercado para el cuidado ante los animales	141
Imagen 18 Estiércol Fresco	142
Imagen 19 Cenizas para el procedimiento.....	143
Imagen 20 Agua destilada	144
Imagen 21 Aplicación de la melaza.....	145
Imagen 22 Aplicación del suero o leche.....	146
Imagen 23 Mezcla homogénea con cada uno de los materiales	147
Imagen 24 Se Procedió a envasar la mezcla en un recipiente	148
Imagen 25 Se realiza el biofermentador	149
Imagen 26 Enmienda orgánica lista para aplicar.....	150
Imagen 27 Aplicación de la enmienda orgánica trascurrido 8 días en las parcelas 1,2 y 3	151
Imagen 28 Medidas del primer mes	152
Imagen 29 Medidas del segundo mes.....	153
Imagen 30 Medidas del tercer mes	154
Imagen 31 Medidas de los tallos de la Bracharia y el Guandu despues del tratamiento....	155
Imagen 32 Toma de muestra para el análisis de suelo después del tratamiento.....	156
Imagen 33 Tomas listas para ser llevadas al laboratorio	157

Lista de Tablas

Tabla 1 Legislación Ambiental.....	33
Tabla 2 Datos de las medidas del primer mes	108
Tabla 3 Datos de las medidas del segundo mes	109
Tabla 4 Datos de las medidas del tercer mes.....	109
Tabla 5 Datos de la parcela 1.....	110
Tabla 6 Datos de la parcela 2.....	110
Tabla 7 Datos de la parcela 3.....	111
Tabla 8 Datos de la parcela 4.....	111
Tabla 9 Dosificación de la enmienda orgánica (té de boñiga)	119



Lista de Gráficos

Grafico 1 del porcentaje de la Arena, el limo, y la arcilla.....	39
Grafico 2 Porcentaje del ph parcela 1.....	41
Grafico 3 Porcentaje M.O. parcela 1	44
Grafico 4 Porcentaje Carbono de la parcela 1	45
Grafico 5 porcentaje Nitrógeno de la parcela 1	46
Grafico 6 Porcentaje Fosforo de la parcela 1	47
Grafico 7 porcentaje potasio de la parcela 1.....	48
Grafico 8 porcentaje Calcio de la parcela 1.....	49
Grafico 9 Porcentaje Magnesio de la parcela 1	50
Grafico 10 Porcentaje Sodio de la parcela 1.....	51
Grafico 11 porcentaje Hierro de la parcela 1.....	52
Grafico 12 porcentaje Manganeseo de la parcela 1.....	53
Grafico 13 porcentaje Cobre de la parcela 1	54
Grafico 14 porcentaje Zinc de la parcela 1	55
Grafico 15 porcentaje Azufre de la parcela 1	56
Grafico 16 porcentaje Boro de la parcela 1	57
Grafico 17 porcentaje C.I.C Efectiva de la parcela 1	58
Grafico 18 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 1	59
Grafico 19 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 1.....	60
Grafico 20 porcentaje de la Arena, Limo y Arcilla de la parcela 2.....	61
Grafico 21 porcentaje PH de la parcela 2	62
Grafico 22 porcentaje M.O. de la parcela 2.....	63
Grafico 23 porcentaje Carbono de la parcela 2	64
Grafico 24 porcentaje Nitrógeno de la parcela 2.....	66
Grafico 25 porcentaje Fosforo de la parcela 2.....	67
Grafico 26 porcentaje Potasio de la parcela 2	68
Grafico 27 porcentaje Calcio de la parcela 2.....	69
Grafico 28 porcentaje Magnesio de la parcela 2	70
Grafico 29 porcentaje Sodio de la parcela 2	71
Grafico 30 porcentaje Hierro de la parcela 2.....	72
Grafico 31 porcentaje Manganeseo de la parcela 2.....	73
Grafico 32 porcentaje Cobre de la parcela 2	74
Grafico 33 porcentaje Zinc de la parcela 2.....	75
Grafico 34 porcentaje Azufre de la parcela 2	76
Grafico 35 porcentaje Boro de la parcela 2	77
Grafico 36 porcentaje C.I.C Efectiva de la parcela 2	78
Grafico 37 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 2	78
Grafico 38 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 2.....	79

Grafico 39 porcentaje de la Arena, limo y Arcilla de la parcela 3	80
Grafico 40 porcentaje PH de la parcela 3	81
Grafico 41 porcentaje M.O. de la parcela 3	82
Grafico 42 porcentaje Carbono de la parcela 3	83
Grafico 43 porcentaje Nitrógeno de la parcela 3	84
Grafico 44 porcentaje Fosforo de la parcela 3	85
Grafico 45 porcentaje Potasio de la parcela 3	85
Grafico 46 porcentaje Calcio de la parcela 3	86
Grafico 47 porcentaje Magnesio de la parcela 3	87
Grafico 48 porcentaje Sodio de la parcela 3	87
Grafico 49 porcentaje Hierro de la parcela 3	88
Grafico 50 porcentaje Manganeso de la parcela 3	89
Grafico 51 porcentaje Cobre de la parcela 3	89
Grafico 52 porcentaje Zinc de la parcela 3	90
Grafico 53 porcentaje Azufre de la parcela 3	91
Grafico 54 porcentaje Boro de la parcela 3	91
Grafico 55 porcentaje C.I.C. Efectiva de la parcela 3	92
Grafico 56 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 3	93
Grafico 57 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 3	93
Grafico 58 porcentaje de la Arena, limo y la arcilla de la parcela 4	94
Grafico 59 porcentaje ph de la parcela 4	95
Grafico 60 porcentaje M.O. de la parcela 4	96
Grafico 61 porcentaje Carbono de la parcela 4	97
Grafico 62 porcentaje Nitrógeno de la parcela 4	98
Grafico 63 porcentaje Fosforo de la parcela 4	98
Grafico 64 porcentaje Potasio de la parcela 4	99
Grafico 65 porcentaje Calcio de la parcela 4	100
Grafico 66 porcentaje Magnesio de la parcela 4	100
Grafico 67 porcentaje Sodio de la parcela 4	101
Grafico 68 Porcentaje Hierro de la parcela 4	102
Grafico 69 porcentaje Manganeso de la parcela 4	102
Grafico 70 porcentaje Cobre de la parcela 4	103
Grafico 71 porcentaje Zinc de la parcela 4	104
Grafico 72 porcentaje Azufre de la parcela 4	105
Grafico 73 porcentaje Boro de la parcela 4	105
Grafico 74 porcentaje C.I.C. Efectiva de la parcela 4	106
Grafico 75 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 4	107
Grafico 76 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 4	108

Lista de Anexos

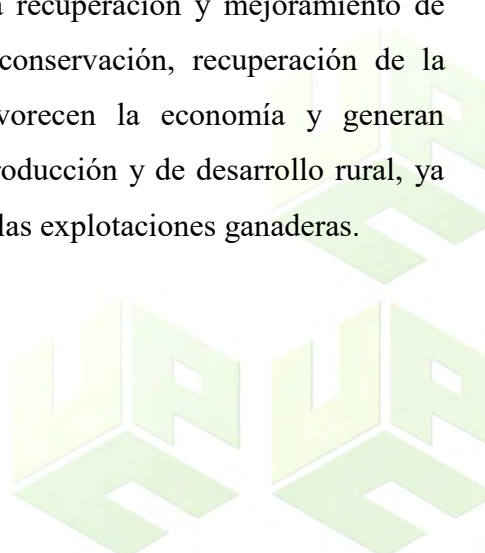
Anexo 1 Diseño de las parcelas con medidas	116
Anexo 2 Diseño de las parcelas	117
Anexo 3 Resultado de análisis de suelo antes del tratamiento	120
Anexo 4 Resultados del análisis de suelo en cada una de las parcelas después del tratamiento	122
Anexo 5 Ejecución del sistema Silvopastoril	130
Anexo 6 Imágenes de la elaboración de la enmienda orgánica (te de boñiga).....	142
Anexo 7 Medidas del primer, segundo y tercer mes	152



INTRODUCCIÓN

El proyecto a realizar tiene como finalidad la recuperación del suelo por medio del impacto de la actividad ganadera ubicada en la vereda el 5 de la serranía del Perijá, lo cual se ha observado un notable problema a consecuencia del sobrepastoreo, lo que ha incrementado una afectación en el suelo compactado que con el pasar del tiempo puede que algunas plantas no se puedan desarrollar debido a que las condiciones no son aptas para su desarrollo a causa de la pérdida de nutrientes. En numerosas ocasiones la degradación del suelo se ve acelerado por la intervención humana empobreciendo gradual o acelerado el suelo por sobreexplotación, lo que trae como consecuencia la baja fertilidad e improductividad de los suelos, el pastoreo excesivo favorece a la erosión; lo que da lugar a la pérdida de la biodiversidad, siendo esta irreparable y provocando un desequilibrio en los ecosistemas y generando la extinción de especies que allí habitan.

La combinación de pastos y leguminosas es una alternativa viable que permite mejorar la calidad del suelo en la vereda el 5 en la cual se ha dado el empobrecimiento del suelo, debido al sobrepastoreo por grandes extensiones de ganado se ha perdido la cobertura vegetal, esta combinación contribuye a la recuperación de las características químicas, físicas y biológicas de los suelos ofreciendo servicios ambientales como la recuperación y mejoramiento de suelos, ciclaje de agua y nutrientes, mantenimiento, conservación, recuperación de la diversidad biológica y captura de CO₂; además favorecen la economía y generan oportunidades para mejorar las relaciones sociales de producción y de desarrollo rural, ya que elevan las respuestas productivas y reproductivas de las explotaciones ganaderas.



**RECUPERACIÓN DE SUELOS COMPACTADOS POR CONSECUENCIA DE LA ACTIVIDAD
GANADERA MEDIANTE LA COMBINACION DE PASTOS BRACHIARIAS Y EL CULTIVO DE
GUANDU EN LA PARCELA LA CONQUISTA UBICADA EN LA VEREDA EL 5 DE LA SERRANÍA
DEL PERIJÁ**

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El panorama de la actividad ganadera, a través de los tiempos, ha generado una serie de efectos ambientales nocivos para el conjunto de los seres de la naturaleza, y por consiguiente ha degradado el suelo, es así que según estudios de Gerber et al (2013) agrega que esta situación, se plantea como uno de los dos o tres sectores con repercusiones más graves en los principales problemas medioambientales a todos los niveles, desde el ámbito local hasta el mundial. También podemos mencionar que debido al constante paso de grandes cantidades de animales resulta una masa compactada que como resultado genera deslizamientos, avalanchas y derrumbes, por estas dos razones nos encontramos con un suelo débil y poco fértil, causando de esta manera que la labor de la ganadería sobrepase los costos normales (Rivera 2001).

Sin embargo, estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi indican que la agricultura y ganadería en el Cesar están sobredimensionadas, un panorama que está afectando considerablemente la sostenibilidad de sus recursos naturales. Según el IGAC, actualmente el 64,7% de este territorio costero alberga desarrollos agropecuarios, cuando solo el 34,7% tiene tierras arables para esta actividad.

Por lo tanto en la Parcela la Conquista ubicada en la vereda el 5 de la serranía del Perijá, se ha venido presentando esta problemática debido a que hace unos años se practicaba la actividad ganadera de una manera excesiva en el lugar, teniendo como resultado el día de hoy un suelo compactado, infértil incapaz de producir cualquier tipo de siembra, ya que algunas personas cuentan con espacios afectados de modo que los abandonan y los terminan tomando como rastrojos, debido a este problema son zonas de pérdidas, donde se ve alterada



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



la cobertura vegetal, la pérdida de nutrientes del suelo y afectando las propiedades fisicoquímicas. Por lo cual se ha propuesto restaurar los ecosistemas degradados. Para la recuperación de los suelos por el mal uso, se selecciona especies que se adapten a las condiciones medioambientales del lugar y realizar la siembra. Es por esto que el presente proyecto tiene una solución a esta problemática y busca el mejorar la calidad de estos suelos y concientizar a los ganaderos a continuar con la ganadería, pero de una manera sostenible.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible que la recuperación de suelos compactados es viable a través de la combinación del pasto Brachiarias y el cultivo de guandu?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué componentes físicos y químicos del suelo se pueden ver afectados por consecuencia de la actividad ganadera?

¿Qué importancia tiene el mejorar suelos compactados a causa del sobrepastoreo?

¿Qué ventajas traerán los resultados para los dueños de la Parcela la Conquista?

¿Cómo se podría medir y calcular el daño y así implementar las soluciones adecuadas?



3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Conociendo toda la problemática que existe en el suelo por la ganadería en la vereda el 5 de la serranía del Perijá especialmente la Parcela la Conquista, se hace necesario abordar algunas técnicas que lleven en relación al mejoramiento y/o equilibrio eco sistémico. A nivel mundial la continua degradación del suelo y el crecimiento demográfico son las principales causas de la futura crisis mundial, estudios realizados por el PNUMA, FAO, CORPOICA, entre otros, indican la urgencia de utilizar estrategias que estén más acordes al equilibrio del consumo y de la naturaleza. (Panadero, 2007)

Para esta problemática se han investigado varios métodos para llevar a cabo posibles soluciones para aplicar en el terreno afectado. Una de estas soluciones será la combinación intencional de plantas forrajeras buscando la estabilidad ambiental, social y económica, en la cual se va a dividir cuatro parcelas de igual tamaño; combinando el pasto de Brachiarias y el cultivo de Guandu en cada parcela y posteriormente a cada división se le adicionará un té de boñiga como tratamiento orgánico a la siembra, con una dosis diaria diferente en cada parcela, donde se evaluará el resultado que presenta cada una de ellas. Este método nos permite llegar a reducir el impacto que el sobrepastoreo ha generado en el suelo, además mejora el bienestar de los animales y genera servicios ambientales, captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación hídrica y prevención de compactación.

Lo que se intenta diseñar y ejecutar mediante la siembra del pasto brachiarias y el cultivo de guandu es que sea empleado como un método que permita mejorar la actividad ganadera y a su vez la conservación de los recursos naturales, es llevar a cabo una investigación con nuevas especies de pastos para verificar su adaptación en el terreno y su eficacia, tomando sus ventajas y desventajas de los resultados.

El pasto Brachiarias y el cultivo de Guandu se caracterizan por la elevada calidad nutricional de su biomasa y por su capacidad de producción de por unidad de área. Lo cual se



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



experimentará y comprobará si las plantas anteriormente mencionadas son viables para llevar a cabo la recuperación suelos compactados en dicho lugar.

La solución del problema que se ha observado en el suelo es de bajo costo y puede ser una fuente de empleo, donde los dueños de las parcelas pueden utilizar este método para resolver problemas relacionados con suelos compactados por la ganadería, dado que con este método se podrían recuperar y posterior a esto el suelo quede apto para cualquier tipo de siembra, ya que estas son zonas de cultivo y no se aprovechan porque el suelo no se encuentra en la capacidad de producir cualquier tipo de siembra.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Recuperación de suelos compactados por consecuencia de la actividad ganadera mediante sistemas la combinación de pastos brachiarias y el cultivo de guandu en la parcela la conquista ubicada en la vereda el 5 de la serranía del Perijá

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1-Determinar cómo se encuentra el suelo de los parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento.
- 2-Evaluar los tratamientos a realizar en la recuperación del suelo.
- 3-Valorar la efectividad de la combinación de pastos brachiarias y el cultivo de guandu





5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Pezzopane, 2015) en base a (Silva y Maia, 2013), en la investigación **ÍNDICES DE CONFORT TÉRMICO ANIMAL EN SISTEMAS SILVOPASTORALES CON DIFERENTES ARREGLOS DE ÁRBOLES**. Refirió que en los sistemas silvopastoriles se pueden implementar utilizando varias combinaciones de especies de árboles, arreglos y densidades de siembra, lo que resulta en una variación en la transmisión de la radiación solar por los árboles en estos sistemas lo que impacta en otras características micro climáticas, sobre el potencial de confort térmico y sobre la variabilidad dentro de los sistemas en una región tropical. La transmisión varió en función de la disposición del sistema a lo largo del período experimental en algunas posiciones de los sistemas silvopastoriles, la atenuación de la radiación solar fue significativa durante la mayor parte del día; sin embargo, en otras posiciones, hubo una alta incidencia de radiación solar. Esta alta incidencia, que se asoció con reducciones en la velocidad del viento, promovió un aumento en la temperatura del aire y la humedad.

Según Rivera et al, en su artículo de productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en américa latina. (2013), dice que los sistemas silvopastoriles cumplen funciones de una elevada fijación de nitrógeno atmosférico, protegen el suelo de la erosión hídrica y eólica, al tiempo que evitan la compactación por el pisoteo del ganado, mejoran el reciclaje de nutrientes, en especial del fósforo, y ofrecen hábitat para organismos controladores biológicos de las plagas de los pastos, ectoparásitos del ganado y también para varios grupos funcionales de la biodiversidad como aves, pequeños mamíferos, lombrices de tierra y otros.

(Calle et al. 2013^a) en base a (Solorio-Sánchez et al. 2011), **PRODUCCIÓN, INGRESOS Y RENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS PASTORILES**. Dice que la intensificación por la vía natural con Sistemas pastoriles es un camino diferente, que emplea los progresos de conocimiento mencionados con los forrajes, la investigación forestal y la agroecología. Este ensamblaje, con un manejo apropiado es rentable en sistemas ganaderos de leche, carne y mejoramiento del terreno, bien porque multiplica por tres o cuatro la producción cuando se establece a partir de tierras en degradación, o porque produce igual a menores costos que los sistemas intensivos con pastos fertilizados, riego y concentrado.

(Vallejo et al. 2012) en base a (Molina et al. 2011, Uribe et al. 2011), **REHABILITACIÓN DE SUELOS EN LOS SISTEMAS SILVOPASTORIL**, habla del diseño espacial de las plantas con sombrío en toda la superficie en los sistema silvopastoriles, resulta en una distribución de estiércol y orina relativamente homogénea sobre el suelo, así como en la reducción de la compactación del suelo, debido a la renovación rápida de las raíces de arbustos y pastos. Los árboles y arbustos en general contribuyen a mejorar las características físicas del suelo al incrementar la porosidad, permeabilidad, tamaño de agregados y estabilidad, y al disminuir la densidad aparente. También ayudan a mejorar los parámetros microclimáticos del suelo pues incrementan la capacidad de retención hidráulica, la aireación por los poros, al tiempo que reducen la temperatura en los primeros centímetros con lo que se beneficia la actividad biológica, especialmente en las áreas de influencia de árboles leguminosos. Por ejemplo, en la Reserva Natural El Hatico, Valle del Cauca, Colombia, donde las investigaciones aplicadas en SSPi cuentan con una cronosecuencia de 4 y 19 años, se encontró que los suelos con SSPi acumulan un mayor porcentaje de materia orgánica y nitrógeno total que los potreros sin árboles.



5.2. MARCO TEÓRICO

Pinzón, A. y Amézquita, E. (1991) midieron los cambios de las propiedades del suelo, como resultado de su compactación por el pisoteo de animales en pasturas del piedemonte de Caquetá (Colombia). Los resultados de esta investigación revelaron que los animales en pastoreo modifican sustancialmente las propiedades físicas de los suelos del piedemonte amazónico. Sin embargo la intensidad de estos cambios depende de la zona y la especie cultivada, siendo más drástico en suelos con guaduilla (*Homolepis aturensis*) que pasturas de *B. decumbens* y más en áreas de lomerío (altura pequeña en el terreno) y de terrazas que en las vegas. La compactación fue mayor en los primeros 15 cm, ocasionando una severa disminución en la porosidad y cambios desfavorables en la relación suelo-agua-aire que afectan el desarrollo de las raíces de las plantas y su productividad. Con relación a la estructura, se encontró una pérdida de esta característica por pisoteo.

Un caso que cabe anotar es el implementado por Corpoica, en la región del caribe, que fue desarrollado por Cipav y Fedegán-FNG, enmarcado en el proyecto Ganadería Colombiana Sostenible en el núcleo del valle del río Cesar, donde se realizaron parcelaciones óptimas al número de semovientes, y siembras de especies herbáceas y leñosas aptas y nativas para el ecosistema, limitando los suelos y evitando la degradación acelerada de estos, mejoras en la productividad por diferentes causas: Por la renovación de suelos degradados, los cuales se han deteriorado por una producción extractiva, en la que el componente arbustivo y arbóreo ha sido eliminado, además, se han llevado prácticas como sobrepastoreo sin la retribución adecuada de nutrientes al suelo, con la pérdida paulatina de su capacidad natural de retener agua y aire, por tanto, de sostener la vida; así mismo, por la siembra de pastos óptimos genéticamente, para una alta producción de biomasa de calidad nutricional y



tolerancia a condiciones de pastoreo durante sequía o anegamiento. (Portilla, D., Hernández, B. 2015)

Para prevenir el sobrepastoreo, es esencial considerar la tasa de crecimiento de las plantas, los procesos naturales de terrenos en pastoreo y el comportamiento animal al pastar. Hay muchos estilos de gestión de praderas donde elegir: rotacional, grupal, holístico o por célula por ejemplo. Depende del administrador de praderas elegir una que funcione mejor para cada situación.

Es importante tener un plan de pastoreo. Los períodos de recuperación, también conocidos como períodos de descanso, deben ser ajustados según los índices de crecimiento de las plantas durante el año. Cuando hay crecimiento lento, los períodos de descanso deben ser largos con periodos cortos de pastoreo y viceversa. Esto permite que los productores aprovechen el comportamiento de pastoreo selectivo del ganado, al mismo tiempo en que mantienen un tiempo de recuperación adecuado para las plantas. **(Gallagher Norte América, s.f.)**

Lal R, (1996), determinó los efectos de la deforestación, la labranza de "post desmonte" y sistemas de cultivos sobre las propiedades del suelo, durante 1978 a 1987 en sur oeste Nigeriano. Los resultados mostraron que la deforestación y los cambios en el uso del suelo causan cambios drásticos en las propiedades físicas e hidrológicas del suelo, los cuales habían sido extremadamente favorables bajo el sistema boscoso antes de la tala. La densidad aparente y la resistencia a la penetración como indicadores de la compactación se incrementaron significativamente y con ello la infiltración se vio reducida debido al pisoteo del ganado (3 cabezas por hectárea). Sánchez, P. et. Al. (1989) evaluaron diferentes niveles de pisoteo (0; 3.3; 6.6 y 8.3 animales/ha/año) sobre las características del suelo. En este experimento ellos utilizaron rotaciones de 3 potreros, para un tiempo total de 42 días (14 días/potrero),

con animales de 2 años de edad, pardo suizo X cebú, cuyo peso inicial era de 180 kg. Los resultados mostraron que la densidad aparente, como indicador de la compactación mostró valores más bajos a medida en que se disminuía el número de animales. El pisoteo redujo la porosidad total, teniendo mayores efectos sobre la macro porosidad. La biomasa de lombrices mostró una correlación negativa con respecto a la densidad aparente.

5.2.1. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia.

Se determinó el efecto del pastoreo en algunas propiedades físicas del suelo en el Centro de Investigaciones ICA-Macagual (piedemonte del Caqueta), ubicado a 1 grado y 37 min norte, y 75 grados 36 min oeste, dentro del ecosistema de la selva tropical. Se hicieron mediciones en las posiciones geomorfológicas de laderas de poca pendiente (suelo arcilloso Typic Hapludult), terrazas bajas (suelo arcilloso Typic Dystropept) y planicies (suelo franco arcilloso Fluvaquentic Dystropept), con pasturas de *Homolepis aturensis* y *Brachiaria decumbens* sometidas a pastoreo durante 10 años. También se hicieron mediciones para el bosque nativo. El pisoteo de los animales modifica las características físicas del suelo. La compactación fue mayor en los suelos arcillosos, registrados en algunos casos perdidos del suelo en los primeros 15 cm. La densidad aparente aumento a mayor profundidad del suelo, independientemente de la posición geomorfológica, disminuyendo el movimiento interno del agua en el suelo. (CIAT). (Pinzón.; Amézquita, E.).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en la evolución de las propiedades del suelo, en áreas deterioradas del departamento del Cesar. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y se aplicó análisis de varianza. Se evaluaron dos tratamientos: testigo, basado en el manejo tradicional del productor, sin aplicación de prácticas de mejoramiento del suelo (sistema predominante en la zona); y experimental, que consistió en la aplicación de enmiendas inorgánicas y



prácticas sostenibles al suelo: labranza apropiada, incorporación de abono verde (*Vigna unguiculata*) y establecimiento de cobertura vegetal con gramíneas y leguminosas asociadas (*Bothriochloa pertusa*, *Leucaena leucocephala* y *Clitoria ternatea*). Se realizó una evaluación comparativa de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, durante tres años. Existió tendencia al mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo, debido al descenso de la densidad aparente (de 1,68 a 1,53 g cm⁻³ en los primeros 30 cm de profundidad), así como al aumento de la porosidad del suelo (de 33,28 a 41,2 %), la infiltración básica (de 0,5 a 1,3 mm h⁻¹), la materia orgánica (de 0,97 a 1,40 %) y el azufre (de 8,57 a 40,35 mg kg⁻¹). Asimismo, no se incrementó la concentración de sodio ni la conductividad eléctrica. Los tratamientos no generaron alteraciones considerables en las poblaciones microbianas (bacterias, actinomicetos y hongos), lo que permite inferir que las prácticas aplicadas no causaron impactos negativos en la microbiota del suelo.

La aplicación de abono verde y compostaje como enmienda es una práctica que favorece la recuperación de las propiedades físicas del suelo. En este sentido, Reddy (1991) observó un descenso en la densidad aparente de 0,02 mg/m³, así como un aumento aproximado de 11,8 KPa en la fuerza del suelo, después de la aplicación de 10 t ha⁻¹ de abono verde. A su vez, se puede incrementar la infiltración en 0,4 cm ha⁻¹ (Hamza y Anderson, 2005).

Otros autores sugieren que la relación C/N es importante para la apropiada descomposición de la materia orgánica por los microorganismos (Marín, 2004). Por tal motivo, la adición de materia orgánica en suelos compactados o salinos desempeña un papel determinante y tiene un efecto positivo en las actividades microbianas y enzimáticas, tales como: ureasa, fosfatasa alcalina y deshidrogenasa (Tejada et al., 2006). Diversos estudios llevados a cabo en Colombia, han encontrado un mayor deterioro de las propiedades físicas (mayor compactación, mayor densidad aparente y menor porosidad total e infiltración) en suelos cubiertos por monocultivos de gramíneas y

sometidos a pastoreo convencional, que en los suelos de bosques aledaños y cultivos agroforestales (Sadeghian et al. 1999, Camargo et al. 2010).

Los arbustos y árboles suman estratos de vegetación capaces de capturar la energía solar para transformarla en biomasa, y forman raíces que penetran hasta las capas más profundas del suelo, desde donde extraen nutrientes y agua (Nair 2011). El mayor número de estratos también genera biomasa más abundante y heterogénea que se deposita sobre el suelo en forma de hojas, ramas, frutos, resinas y exudados con efectos importantes sobre los nutrientes, la materia orgánica y la biota (Vallejo et al. 2012). A esto se suma el efecto de los árboles y arbustos fijadores de nitrógeno y el de otras asociaciones entre árboles y microorganismos que contribuyen a solubilizar o hacer disponibles otros nutrientes vitales para la producción de los pastos (Malchair et al. 2010).

Una alternativa real y válida para los problemas mencionados es la implementación de prácticas de conservación y de manejo ecológico del suelo. Estas prácticas tienen en común un aporte más eficaz de materia orgánica, una menor intensidad de laboreo, un empleo de coberturas vegetales permanentes y una limitación en el uso de agroquímicos. De esta manera, se consigue aumentar la calidad del suelo, mejorando su fertilidad, reteniéndose más agua y disminuyendo la susceptibilidad a la compactación, erosión y pérdida de nutrientes a cuerpos de agua. Dichos sistemas incorporan leñosas perennes (árboles o arbustos multipropósitos), los cuales interactúan con los componentes tradicionales: forrajeras herbáceas y animales, bajo un sistema de manejo integral (Molina et al., 2001; Mahecha, 2003). Como resultado de esta asociación deliberada se generan interacciones ecológicas o económicas entre sus componentes (Nair, 1997; Murgueitio et al., 2011). (Molina et al., 2001; Mahecha, 2003).



Otros estudios señalan mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y mayor disponibilidad del pasto, cuando estos sistemas se encuentran asociados a especies arbóreas, debido a la mejora de la fertilidad del suelo y a las condiciones de sombra que se crean (Hernández y Sánchez 2006). El efecto de los árboles en la fertilidad del suelo no solo se debe esperar en las capas superficiales, sino que puede ocurrir en las más profundas, a medida que aumenta el tiempo de explotación del sistema. Carvalho et al. (2003)

Un suelo con bajo contenido en materia orgánica y por ende con escasa actividad microbiana determina una baja calidad y fertilidad edáfica, lo que finalmente dificulta la instauración de una cubierta vegetal. En estos suelos degradados, el modo más eficaz de emprender su recuperación, previo a la introducción de cualquier especie vegetal, es la mejora de su calidad mediante la incorporación de una enmienda orgánica.

La introducción de un enmendante orgánico en el suelo promueve el desarrollo de reacciones químicas, físico-químicas y procesos microbiológicos. Estas reacciones conducen a modificaciones en las características físicas del suelo, lo que se manifiesta en aumentos de la capacidad de retención de agua, infiltración, porosidad y estabilidad estructural (Roldán et al., 1996).

En este contexto, es necesario destacar que las zonas áridas y semiáridas presentan la dificultad añadida de la escasez de recursos hídricos, por lo que cualquier acción tendiente a mejorar la estructura del suelo redundará en una mayor disponibilidad de agua para el desarrollo de los procesos biológicos.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) constituyen una importante fuente de materia orgánica, por lo cual se deben aprovechar las ventajas que nos ofrece, es decir, ser un material de bajo costo, fácilmente disponible, su producción es permanente y además, sus efectos positivos en el suelo perduran en el tiempo (Figuerola, 2002).

5.3. MARCO CONCEPTUAL

Biodiversidad: de acuerdo al CDB la biodiversidad se define como “La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

Compactación del suelo: corresponde a la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él.

Degradación del Suelo: es la consecuencia directa de la utilización del suelo por el hombre. Bien como resultado de actuaciones directas, como agrícola, forestal, ganadera, agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc.

Erosión: La erosión del suelo es un fenómeno natural causante de la pérdida gradual de terreno. La erosión es el proceso por el cual las partículas del suelo se mueven de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto. Es un proceso natural hasta que el hombre interviene utilizando equipo mecánico y acelerando el mismo con el movimiento de terreno para usos agrícolas, desarrollo urbano y para cualquier otro tipo de construcción.

Fósforo: El fósforo es un elemento no metal, cuyo número atómico es el 15 y dentro de la tabla periódica se encuentra simbolizado con la letra “P”. Este mineral se encuentra distribuido por todo el organismo, en donde una parte se encuentra en los huesos y la otra en el resto de las distintas funciones vitales. Esto demuestra que el fósforo es un elemento vital para los seres vivos.

Humedad: Se denomina humedad del suelo a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno.

Impacto ambiental: cualquier cambio en el ambiente, puede ser adverso o beneficioso como resultado de la producción de ganado y esto conduce a la degradación de la vegetación, la mayor erosión de los suelos, y el deterioro de su fertilidad y estructura.

Nitrógeno: El nitrógeno es un elemento químico de número atómico 7, símbolo N, su masa atómica es de 14,006 u y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye del orden del 78 % del aire atmosférico.

Nutrientes: Un nutriente es el material que necesitan las células de un organismo para producir la energía empleada en las funciones de crecimiento, reparación y reproducción, metabolismo, entre otras.

Ph: es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.

Sobrepastoreo: se refiere a lo que sucede cuando el ganado se alimenta de los pastos hasta el punto en que ya no queda vegetación.

Suelo: es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación. Es una estructura de vital importancia para el desarrollo de la vida.

Temperatura: es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee.

Textura: en el suelo, la textura va a estar determinada por las partículas que lo conforman.

Tierra: el sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema.





5.4. MARCO CONTEXTUAL

La serranía del Perijá, de la Motilonia o serranía de los Montes de Oca, tiene una longitud de 295 km, entre Majeyura al norte y el río de Oro al sur; es una formación montañosa larga y angosta, muy parecida a una columna vertebral, que congrega una serie de formaciones menores como los Montes de Oca, la serranía de los Motilones, la serranía de Tibú y el cerro Mene. En su parte media presenta la porción más ancha con algo menos de 50 km, y la mayor elevación la encontramos sobre el cerro de la Teta —parte central de la serranía—, con una altura de 3.630 msnm. (Occidente, 1999)



Imagen 1 mapa de la serranía del Perijá

El Perijá, como también se le conoce, está ubicado entre las llanuras del Cesar en Colombia y las llanuras costeras del Lago de Maracaibo en Venezuela y se encuentra muy cerca de la Sierra Nevada de Santa Marta, a no menos de 25 km en línea recta.

En las décadas de los cuarenta y cincuenta, época de la Segunda Guerra Mundial y de La Violencia en Colombia, el flujo poblacional de la serranía del Perijá aumentó, agravado por el despido masivo de trabajadores de las compañías petroleras extranjeras. Los desempleados optaron por permanecer en la región, organizaron sus viviendas y trasladaron sus familias para instalarse allí permanentemente (Jaramillo, 2000b)

Suelo: Se ha venido observando en la parcela La Conquista, un deterioro del suelo, por consecuencia de la actividad ganadera, como compactación, pérdida de la biodiversidad, entre otras. Lo cual se busca implementar un sistema silvopastoriles para evaluar qué tan eficaz puede ser la recuperación de estos suelos compactados mediante estos sistemas teniendo en cuenta sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

Ecología: Las tres cordilleras colombianas que configuran los Andes presentan muchos elementos bióticos comunes, aunque con una considerable diferenciación de endemismos a nivel de especies y subespecies, lo cual permite reconocer centros de diferenciación y distritos biogeográficos. La serranía del Perijá o del Catatumbo tiene la singularidad de pertenecer a dos provincias biogeográficas altamente diferenciadas: la Chocó–Magdalena y la Norandina. La provincia Norandina contiene los distritos Perijá, Páramos de Perijá, Perijá Sur, y las Montañas del Catatumbo, los cuales tienen elementos típicamente andinos. En estas unidades están representados la gran mayoría de los pisos térmicos con regímenes de lluvias que varían de unimodales a bimodales.

Flora: A pesar de que sus selvas están prácticamente extintas por las diversas presiones que el hombre ha realizado sobre la serranía, existen manchas y relictos aún homogéneos que



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



permiten caracterizar su composición original. Sobresale la vegetación de las selvas húmedas higrofiticas de los pisos térmicos cálido y templado. La primera evidencia gran complejidad florística donde el dosel alcanza los 40 m de altura; dentro del arbolado las principales especies registradas son el caracolí, el indio desnudo, el sande, el carbonero, la ceiba, el hobo, la fruta de burro, el balso y el laurel o cascarillo.

Economía: Los cinco productos con mayor cobertura del uso del suelo son, en su orden: la palma de aceite, el café, el cacao, el plátano y la caña panelera, que en conjunto conformaron el 92,4% de dicha área. La palma de aceite es el producto con más área sembrada en la serranía del Perijá, al participar con el 41,0% del total de los cultivos permanentes, y el de mayor crecimiento promedio anual (8,2%). Los cinco municipios con mayor área sembrada se encuentran en el Cesar y representan el 73,1% del total sembrado en la subregión.

El café es el segundo cultivo permanente con mayor área sembrada, al representar el 27,9% del total de los cultivos de este tipo en la serranía del Perijá en 2015, y se cultiva en 35 de los 36 municipios de la subregión; no obstante, el 49,9% de los cafetales se encuentra en cinco municipios, tres del Cesar y dos de Norte de Santander



5.5. MARCO LEGAL

Tabla 1 Legislación Ambiental

NORMA	EXPEDIDO POR	CONTENIDO	ARTÍCULOS RELACIONADOS
Constitución Política de Colombia 1991		Establece la protección, conservación, control y mejoramiento de los recursos naturales	49, 67, 79, 80, 81, 82, 88, 95, 277, 313, 317, 330, 331,334
Ley 23 de 1973		“Prevención y control de la contaminación del medio ambiente, mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables. Determina como bienes contaminables: “aire, agua y suelo”.	
FLORA Ley 388 de 1997.	Ordenamiento Territorial	Promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la reservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural	Art 33
SUELO Ley 99 de 1993	Ministerio del Medio Ambiente	Se inicia, los principios sobre los cuales la Política Ambiental Colombiana se fundamenta, posteriormente se desarrollan las funciones del Ministerio, 20 entre los cuales, el siguiente hace referencia exclusiva a la protección y conservación del suelo.	
Ley 1351 de 2009	(Congreso de Colombia, 2009, p. 1).	La cual establece como objetivo el desarrollo del sector agrícola orientado no sólo a la conservación de los recursos naturales, sino también a la reducción de la pobreza: “Que para alcanzar un desarrollo sostenible del sector agropecuario en los países de la región es esencial potenciar el desarrollo tecnológico en áreas estratégicas de interés común que fomenten la productividad y la competitividad del sector a nivel regional y subregional	

SUELO Decreto 843 de 1979		Se dictan disposiciones para el control de la industria y comercio de los bonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo, alimentos para animales, plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas, drogas y productos biológicos de uso veterinario.	
FAUNA Decreto 2811 de 1974.	Código de los Recursos Naturales	Se consideran factores que deterioran el ambiente, entre otros: La degradación, la erosión y el revenimiento de suelos, las alteraciones nocivas de la topografía. El manejo de residuos, basuras, desechos. Principios para el uso y aprovechamiento de suelos.	Artículos 8, 34, 178 al 180, 182 al 186, 324 al 326°
Decreto 1076 de 2015	(Decreto único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible)	Su objetivo compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen el sector Ambiente.	
FLORA Resolución 0684 de 2018 MADS		Lineamientos para la prevención y manejo integral de las especies de retamo, restauración ecológica y recuperación de áreas afectadas.	

FUENTE: TOMADA A PARTIR DE EMILSE SUAREZ CERQUERA 2013





6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto cuenta con una línea de investigación; Sostenibilidad y Gestión Ambiental enfocada en la sub línea de Suelos.

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el estudio que se realizó en la Parcela la Conquista, por el tipo de investigación, el presente estudio reunió las características metodológicas de una investigación correlacionales y descriptivos, pues en primera instancia se buscó realizar un experimento donde se especificaron las propiedades y características del suelo, en el cual se comparó el resultado con diferentes variables donde se agruparon las semejanzas o diferencias.

6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Acorde al tema de estudio de la investigación, se reunió por su nivel las diferentes características de un estudio correlacional y experimental, o porque se dio a conocer las causas o factores que han dado origen a la problemática en estudio y con base a esto se pudo plantear hipótesis predictivas.

6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Para la investigación la población de estudio fue el suelo de la Parcela la Conquista ubicada en la vereda el 5 de la Serranía del Perijá, en el cual se evaluó la densidad poblacional que se necesitaba y los métodos disponibles para caracterizar la abundancia de las poblaciones ya que variaban en función de las características y de los efectos de determinadas intervenciones humanas o condiciones ambientales.



6.5. MUESTRA POBLACIONAL

La muestra con la que se realizó el estudio fueron las divisiones del terreno en las cuales se tomaron 4 parcelas dejando una de ellas un blanco, con diferencia de 2 metros de espacio entre parcelas, donde las diferentes especies fueron Brachiarias y el cultivo de Guandu que se esperó que reaccionara con un buen fertilizante ante este suelo compactado.

6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño de la investigación se basa en tipo experimental, ya que consiste en el manejo de una variable, en condiciones correctamente tratadas, con el fin de describir por qué causa se produce el caso en particular como es la compactación del suelo. El tema de investigación se enfoca más por regresión ya que este emplea un grupo de control para luego comparar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que ambos grupos deben ser iguales, con diferencia que uno recibe tratamiento y el otro no.

6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO

Este trabajo de investigación se realizó por etapas teniendo en cuenta los objetivos específicos

Etapas 1 Se determinó cómo se encontraba el suelo de los parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento.

Actividad 1.1 Se realizó una identificación, un diagnóstico de reconocimiento, una inspección visual.

Descripción: Se observó de qué manera se encuentra el suelo en la Parcela

Actividad 1.2 Se hizo un análisis de las características y propiedades del suelo



Descripción: Se llevó a cabo el reconocimiento de la zona, en donde se realizó el levantamiento de la evaluación de impacto ambiental de acuerdo a los procesos y procedimientos de la ganadería enfocadas a la parcela.

Actividad 1.3 Se realizó un análisis del suelo.

Descripción: Se realizó un análisis completo de suelo.

Etapas 2 Se evaluó los tratamientos realizados en la recuperación del suelo.

Actividad 2.1 Se dividieron las parcelas demostrativas, para la implementación de las especies Brachiarias y el cultivo de Guandu

Descripción: Dividimos 4 parcelas donde una parcela fue un blanco y las otras 3 con diferentes aplicaciones de dosis de enmienda orgánica ver el diseño, (anexo 1 y 2)

Actividad 2.2 Se elaboró una enmienda orgánica

Descripción: Se procedió a hacer un té de boñiga que sirviera de enmienda orgánica con 4 aplicaciones antes de la siembra para preparar el terreno. (Ver anexo 3 de la aplicación)

Actividad 2.3 Se sembró el cultivo de Guandu en bolsas.

Descripción: se realizó el semillero de Guandu en bolsas (aproximadamente 24 bolsas) mientras germinaban.

Actividad 2.4: Se sembró el cultivo de Guandu y Brachiarias en las parcelas.

Descripción: A los 5 días de la aplicación de las enmiendas orgánica se procedió a establecer el cultivo de Guandu una vez germinado se les retiró la bolsa y se



sembraron en las parcelas, y las semillas de las Brachiarias se regaron directamente en las parcelas.

Etapas 3. Se valoró la efectividad de las siembras de los cultivos.

Actividad 3.1 después de cosechado los cultivos se hizo el proceso de tabulación.

Descripción: Al mes de sembrado se realizó la evaluación en cuanto al número de hojas y la altura del cultivo de Guandu y Brachiarias.

Actividad 3.2 Se realizó el sistema de medición de indicadores para el uso del suelo

Descripción: Se llevó un control al primer mes, al segundo y al final de la siembra en cuanto a número de hojas, altura, frutos y grosor de tallos en el cultivo.

Actividad 3.3 Al culminar el proceso se volvió a realizar el análisis de suelo completo para hacer la respectiva caracterización.

Descripción: De acuerdo a los resultados arrojados por el análisis del suelo, y al diagnóstico ambiental obtenido, establecimos las estrategias y determinamos el tipo de plantas que se adaptaron a las condiciones del predio.



7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de los análisis de suelos, nos han demostrado la influencia en la mejoría de los suelos de la región donde según este estudio utilizamos; *Brachiaria* (decumbens), *guandu* (cajanus cajan).

Los resultados de las **propiedades físicas** nos definen a continuación:

Parcela 1. un cambio en los porcentajes de arena disminuyendo el 6% mientras que en el limo aumento 2% y la cantidad de arcilla aumentó el 4% que es lo más importante en la mejoría del suelo, porque las arcillas son los coloides que retiene los nutrientes. En esta parcela fuera de las especies correctoras aplicamos el Té de boñiga como abono suplementario, donde la textura física de la investigación en la parcela 1 no alcanzo para cambiar la estructura original del suelo que es franco arenoso

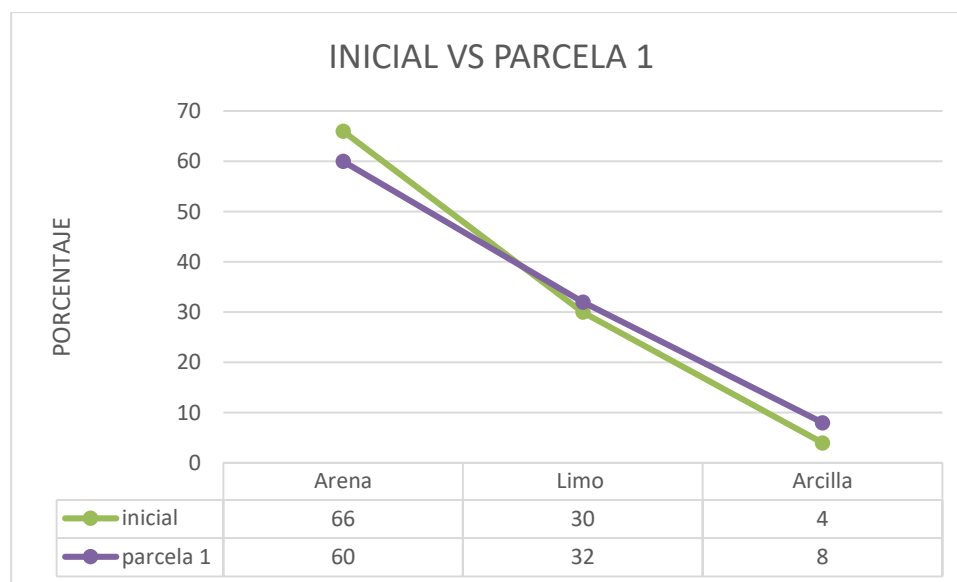


Grafico 1 del porcentaje de la Arena, el limo, y la arcilla

Fuente: Elaboración propia 2022

Esta grafica demuestra los resultados obtenidos de la parcela 1, donde la arena disminuye a un 6%, mientras que el limo aumenta a un 2% y la arcilla a un 4% acondicionando la

investigación por no haber un cambio en la parte física exactamente en la textura, manteniendo el suelo en Franco Arenoso.

La arena es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de tamaño pequeño. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. (htt23)

El limo es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla. Es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,002 mm a 0,06 mm. (Química es, s.f.)

Las arcillas juegan un papel fundamental en la fertilidad física y química del suelo. De acuerdo a la clasificación de las fracciones granulométricas de los minerales del suelo de la USDA, las arcillas son partículas minerales menores a 0.002 mm de diámetro. La arcilla es una fracción heterogénea constituida por minerales propios de la arcilla (aluminosilicatos cristalinos y amorfos), y minerales no arcillosos o acompañantes (silicatos, óxidos, geles y otros. (fertilab, s.f.)

Suelos Franco Arenosos

Los suelos francos arenosos tienen una mayor cantidad de partículas de arena, lo cual significa que este tiene partículas más grandes que aquellos que son menos arenosos. De acuerdo a la Universidad de Georgia, estas tienen un diámetro de 0,05 a 2,0 milímetros, lo cual le da una sensación de camino. Los suelos arenosos francos tienen más de un 60% de contenido de arena. (ehowenespanol, s.f.)

Propiedades químicas

Los resultados de las propiedades químicas del pH o reacción del suelo inicialmente fue de 5,84, lo cual quiere decir que es un suelo moderadamente ácido con baja solubilidad de fósforo, regular disponibilidad de calcio y magnesio. Algunos cultivos como las leguminosas



requieren enclavamiento; con los tratamientos que hicimos para mejorar el suelo nos aumenta el ph a 6,35, quiere decir que este suelo fue acomodado por los tratamientos originando un suelo ligeramente ácido, donde las condiciones adecuadas para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

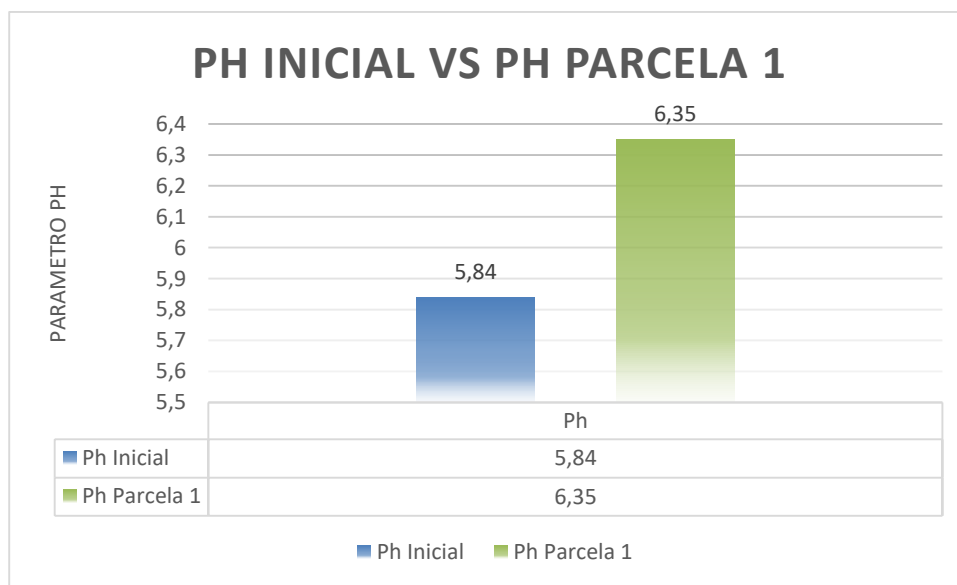


Grafico 2 Porcentaje del ph parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

A continuación podemos observar en la gráfica del parámetro del pH que hubo un aumento de 0,51 convirtiéndose en un suelo ligeramente ácido

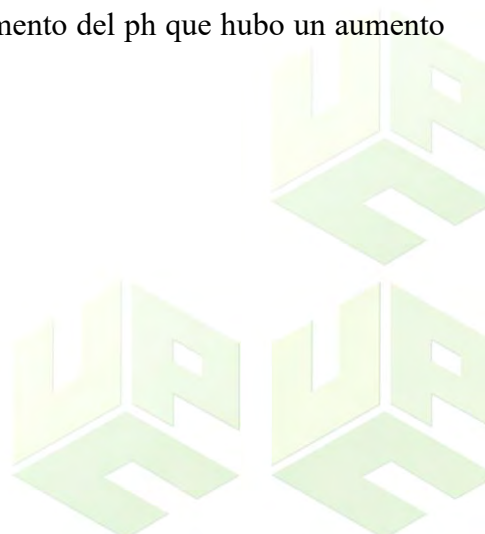




Imagen 2 ph del suelo tomada de irbin Barrientos andia

Fuente: Imagen tomada de internet

Ph. Para evaluar esta medida, hay que tener en cuenta el cultivo que se piensa plantar en el suelo que se estudia, pues cada planta tiene un valor de pH óptimo y un rango de tolerancia para su desarrollo; por ejemplo, Valencia y Carrillo (1983) encontraron que el café puede establecerse en suelos con un rango de pH entre 4.0 y 6.5, pero que el rango óptimo para su desarrollo está entre 5.0 y 5.5.

Guerrero (1991) sostiene que agrónomicamente la mayoría de elementos esenciales y de cultivos se comportan bien a pHs entre 5.5 y 6.7 y que probablemente el pH óptimo está entre 6.2 y 6.5. Herrón (2001) aclara que en Andisoles este rango está entre 5.5 y 6.01. El ICA (1992) reporta algunos rangos de tolerancia de pH para algunas plantas de cultivo así: q Plantas con rango entre 4.8 y 5.5: Piña, yuca, papa y pastos gordura, braquiaria y puntero. q Plantas con rango de pH entre 5.6 y 6.4: Arroz, maíz, tomate, trigo, frijol. q Plantas con rango de pH entre 6.5 y 7.3: Alfalfa, trébol, algodón, coliflor, caña de azúcar.

Manejo de los suelos ácidos minerales

Se tratará únicamente el manejo que corresponde a los suelos minerales debido a que en el Capítulo 18 de este texto se incluye lo correspondiente a los suelos orgánicos; los suelos se tratarán en dos grupos: uno de suelos con pH entre 5.5 y 6.5 y el otro con los suelos de pH < 5.5.

Suelos con pH entre 5.5 y 6.5

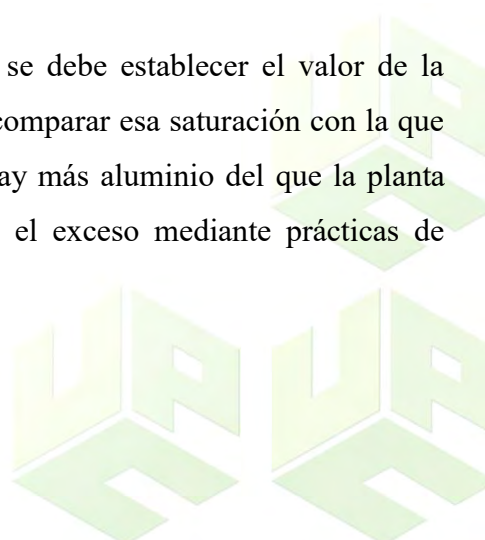
Los suelos con pH entre 6.1 y 6.5 presentan las condiciones casi óptimas para la nutrición de la mayoría de las plantas. En los suelos con pH entre 5.5 y 6.0 los principales limitantes para su uso agropecuario se relacionan con problemas de nutrición ocasionados por desbalances entre nutrientes o por deficiencia de ellos en el suelo.

En el caso del nitrógeno, este elemento puede suplirse aplicando materia orgánica al suelo o por medio de fertilizantes químicos; el fósforo y el potasio, en caso de que sean deficientes, se aplican al suelo en forma de fertilizantes, en las dosis que corresponda de acuerdo con el nivel de deficiencia y con la exigencia del cultivo.

Suelos con pH < 5.5

Como se indicó anteriormente, en estos suelos la posibilidad de que se presenten toxicidades, principalmente por aluminio, es alta. Éste es el primer problema que se debe evaluar y tratar de resolver.

Para estimar la posibilidad de toxicidad con aluminio, se debe establecer el valor de la saturación que se presenta en el suelo con este catión y comparar esa saturación con la que es capaz de tolerar el cultivo que se desea plantar. Si hay más aluminio del que la planta tolera, se debe neutralizar (llevar a formas insolubles) el exceso mediante prácticas de encalamiento. (repositoriounal, s.f.)



Volumétrica

Materia Orgánica.

Los resultados obtenidos en base a la materia orgánica indicó un cambio en sus porcentajes siendo el inicial de 1,88% y el final en la parcela 1 fue de 2,26% siendo esto importante ya que la materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Anónimo, 1988; Graetz, 1997). Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992). La humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra. Los autores denominan indistintamente materia orgánica (Navarro et al., 1995) o humus (Gros y Domínguez, 1992) a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. El humus tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. (Anónimo, 1988; Graetz, 1997).

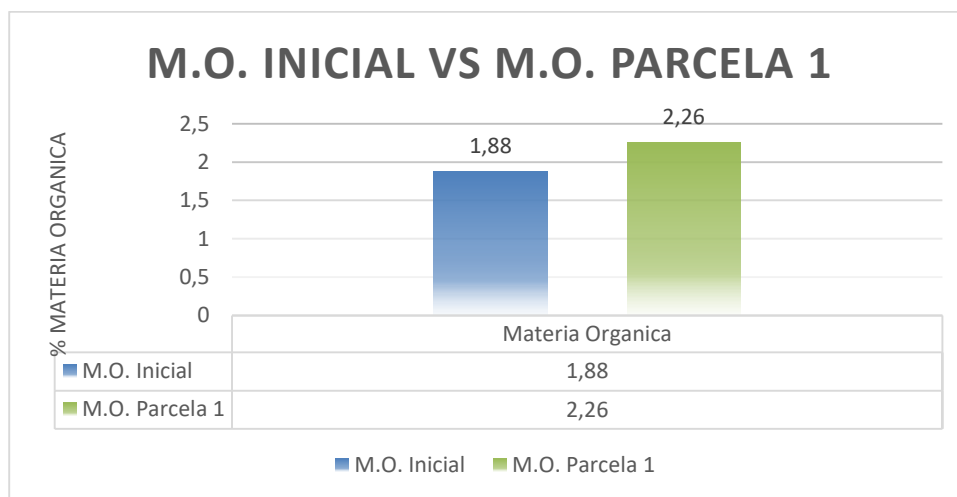


Grafico 3 Porcentaje M.O. parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

En la gráfica demuestra la diferencia que se obtuvo en base a la materia orgánica antes y después de los tratamientos realizados, mostrando así un aumento en sus porcentajes siendo esto favorable para el suelo.

Carbono

Los resultados obtenidos sobre el carbono en los análisis realizados antes y después del tratamiento realizado se logró evidenciar una diferencia en sus porcentajes, ya que el porcentaje inicial del carbono era de un 1,09% y el final en la parcela 1 fue de 1,31% demostrando así un aumento durante el tratamiento realizado.

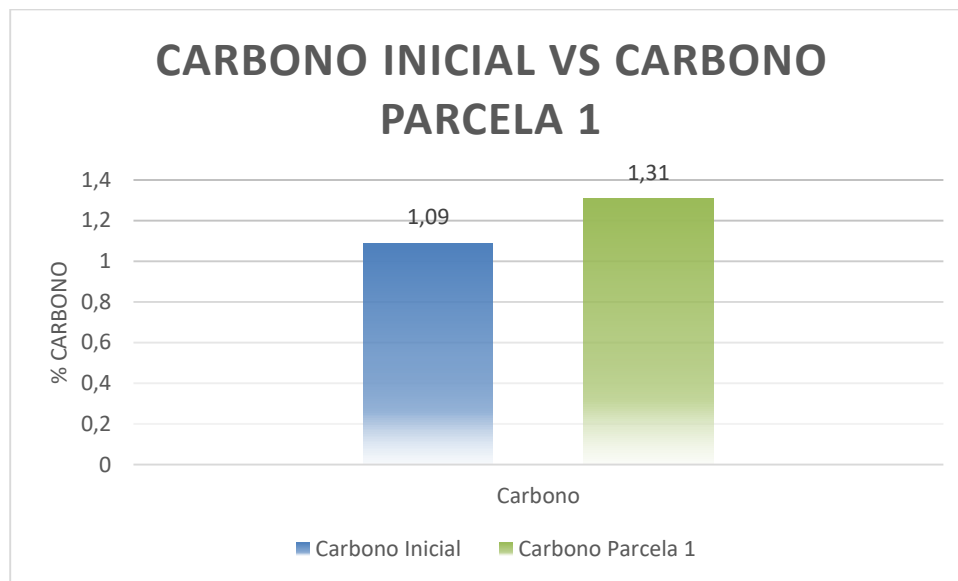


Grafico 4 Porcentaje Carbono de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

El C orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental (Jackson, 1964). En condiciones naturales, el C orgánico del suelo resulta del balance entre la incorporación al suelo del material orgánico

fresco y la salida de C del suelo en forma de CO₂ a la atmósfera (Swift, 2001, y Aguilera, 2000), erosión y lixiviación.

Nitrógeno

Los resultados obtenidos sobre el nitrógeno se pudo observar una diferencia entre el análisis inicial siendo este de un 0,09% y el final de 0,11%

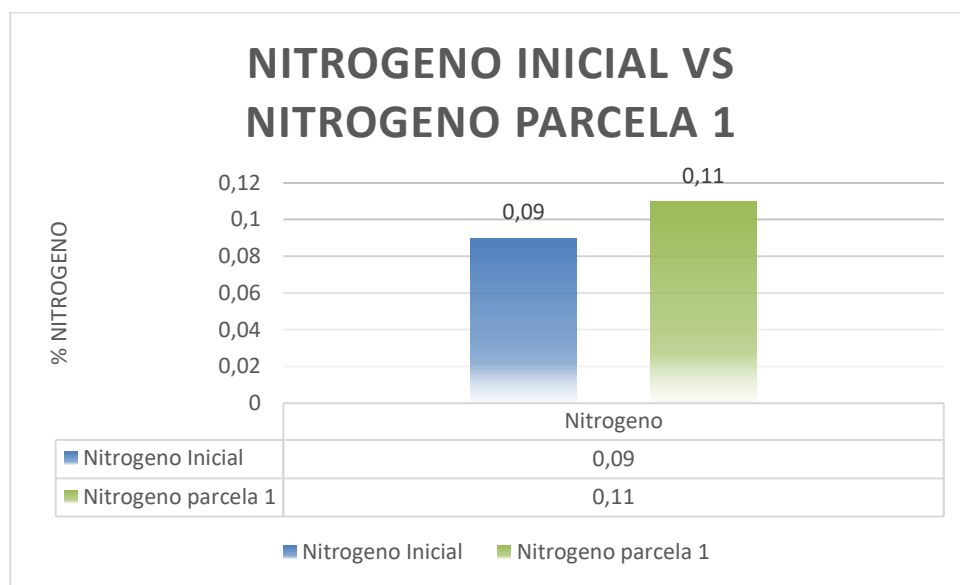


Grafico 5 porcentaje Nitrógeno de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Fosforo.

En los resultados obtenidos sobre el fósforo se demostró un avance durante el proceso del tratamiento aplicado siendo el inicial de 9,63 mg/kg y el final de 17,2 mg/kg y es de suma importancia que se presente en aumento debido a que es un elemento valioso en la nutrición de las plantas y permite que estas no se vuelvan tan susceptibles ante cualquier ataque de plagas.

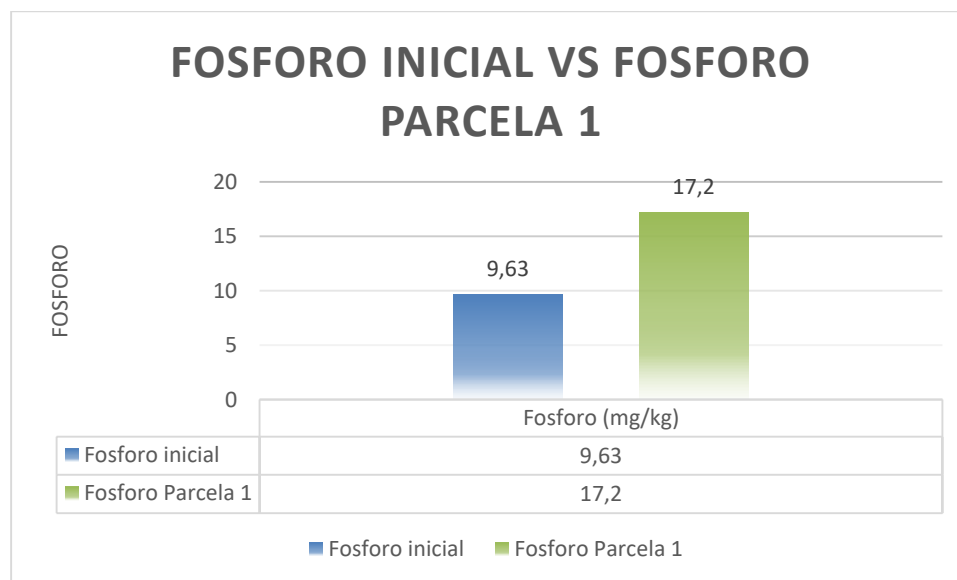
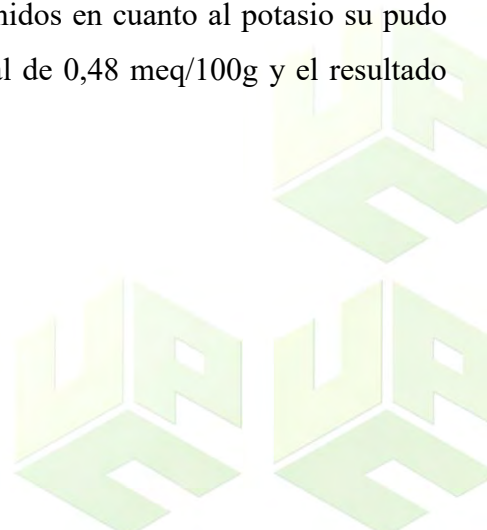


Grafico 6 Porcentaje Fosforo de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Potasio

El potasio es un macro elemento esencial, porque manifiesta su deficiencia en las plantas rápidamente debido a las grandes cantidades con que es requerida por ellas (cuatro tres veces más que el P y casi a la par que el N); también se le considera primario por intervenir en las funciones primarias de la planta. En los resultados obtenidos en cuanto al potasio se pudo observar que disminuyó, teniendo como resultado inicial de 0,48 meq/100g y el resultado final en la parcela 1 de 0,12 meq/100g



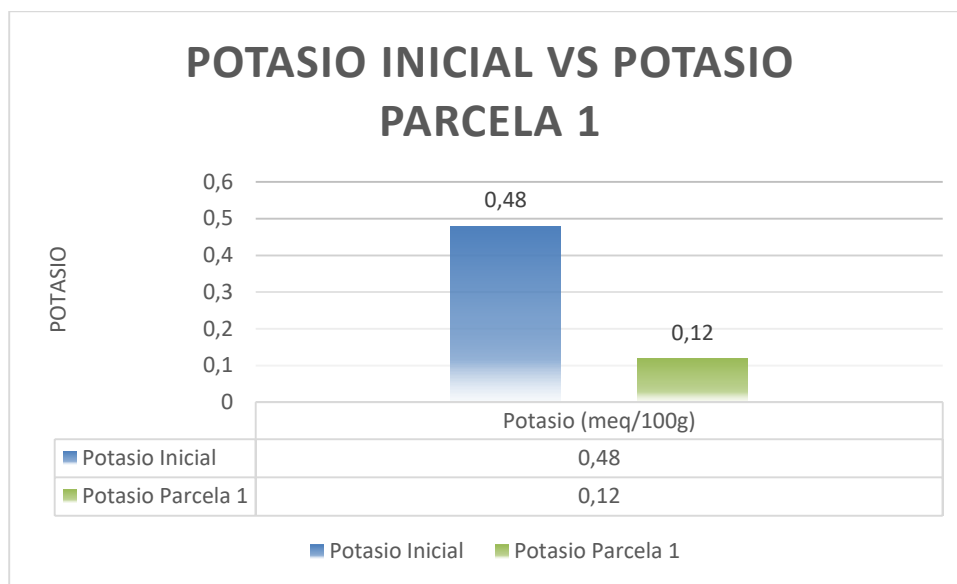


Grafico 7 porcentaje potasio de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Calcio

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar el aumento que se obtuvo en cuanto al calcio teniendo como inicial una cantidad de 3,89 meq/100g y como resultado final 4,78 meq/100g. El contenido medio de calcio en la corteza terrestre es 3,64%, el quinto elemento más abundante. El contenido en calcio de los diferentes tipos de suelo varía ampliamente dependiendo principalmente de los materiales de origen y del grado en que la meteorización y la lixiviación han influenciado el proceso de edafización. La meteorización de los minerales primarios ricos en calcio depende fundamentalmente de la presencia de hidrogeniones y agentes quelantes, que liberan el calcio de la estructura de los minerales, causando la disolución de los mismos. Igualmente los protones son capaces de desplazar al calcio de sus posiciones en los coloides del suelo, favoreciendo su lixiviación bajo condiciones de clima húmedo (Makeyev y Berkgaut, 1989). La presencia de calcio en el suelo es indispensable para lograr que los otros elementos, especialmente los cationes. (HECTOR SANABRIA 6 NOV 2008)

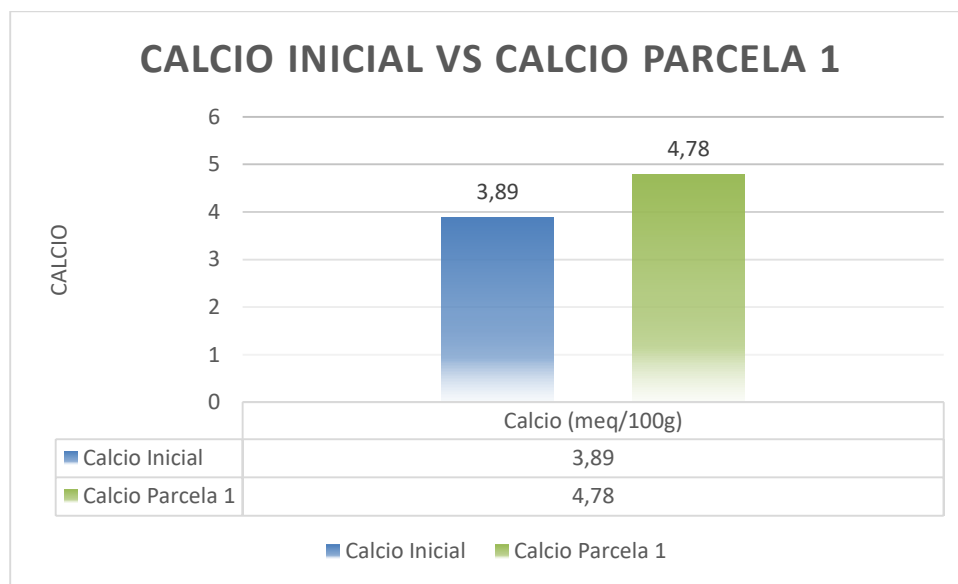


Grafico 8 porcentaje Calcio de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Estos resultados son de gran importancia por que demuestran el avance del tratamiento aplicado ya que el calcio nos brinda diferentes beneficios. Influye en gran medida en la salud de la planta, tanto del sistema radicular como de la parte aérea, permite que la planta tome fácilmente los alimentos del suelo y es determinante en la calidad y cantidad de las cosechas.

Magnesio

En el resultado inicial el magnesio obtuvo un 0,99 meq/100g mientras que en el final de la parcela 1 fue de 0,85 meq/100g presentando una decadencia de 0,14 meq/100g. Teniendo en cuenta que los suelos generalmente contienen menos Mg que Ca debido a que el Mg no es absorbido tan fuertemente como el Ca por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación.

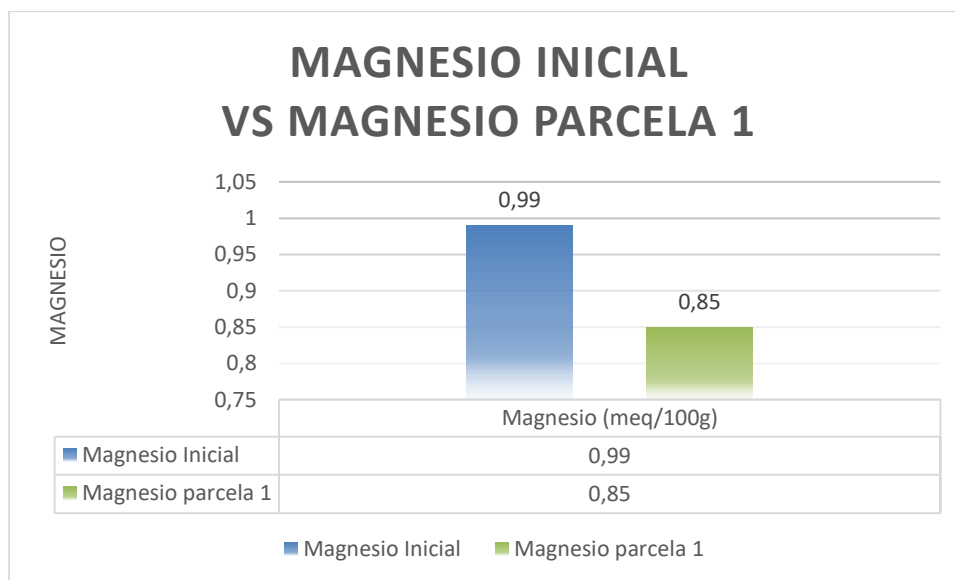


Grafico 9 Porcentaje Magnesio de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

En esquemas de producción intensivos fertilizados exclusivamente con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), el Mg se ha convertido en uno de los factores limitantes, debido al agotamiento en una gran cantidad de suelos. La absorción de Mg está influenciada por la cantidad del elemento disponible en la solución del suelo, el pH del suelo, el porcentaje de saturación de Mg en el total de la capacidad de intercambio catiónico, y tipo de suelo. Las pérdidas de Mg en el suelo se pueden dar por la lixiviación, la absorción de los microorganismos, poca retención de cationes del suelo, y la precipitación por minerales secundarios; este último es muy común en suelos áridos. La mayoría del Mg contenido en el suelo proviene de la descomposición de minerales, los suelos ubicados en climas templados presentan rangos de concentración de 5 a 50 ppm y en suelos de climas áridos oscila entre 120 a 2400 ppm.

0,99 0,85 0,75 0,8 0,85 0,9 0,95 1 1,05 MAGNESIO INICIAL MAGNESIO FINAL PARCELA 1 MAGNESIO (meq/100g) MAGNESIO (meq/100g) 47

Las pérdidas por lixiviación dependen de la concentración del elemento en el suelo. Los valores reportados van desde 5 hasta 68 kg/ha/año de pérdidas, siendo los suelos de textura arenosa los más

afectados. Las fertilizaciones excesivas de potasio pueden disminuir la disponibilidad de Mg, al igual que un exceso de Ca inhibe la absorción del elemento y también se puede perder por efecto de la erosión. (Intagri, s.f.)

Sodio

En los resultados de los análisis se pudo observar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango adecuado siendo este de 0,2 a 0,3. Ya que en análisis inicial tiene un resultados de 0,21 meq/100g y en el final de 0,30 meq/100g. Existiendo una gran importancia debido a que las sales presentes en el suelo o agua de riego afectan el crecimiento de las plantas, órganos como las raíces disminuyen su desarrollo y, por ende, el rendimiento del cultivo, al reducir el volumen de suelo explorado (Almasoum, 2000).

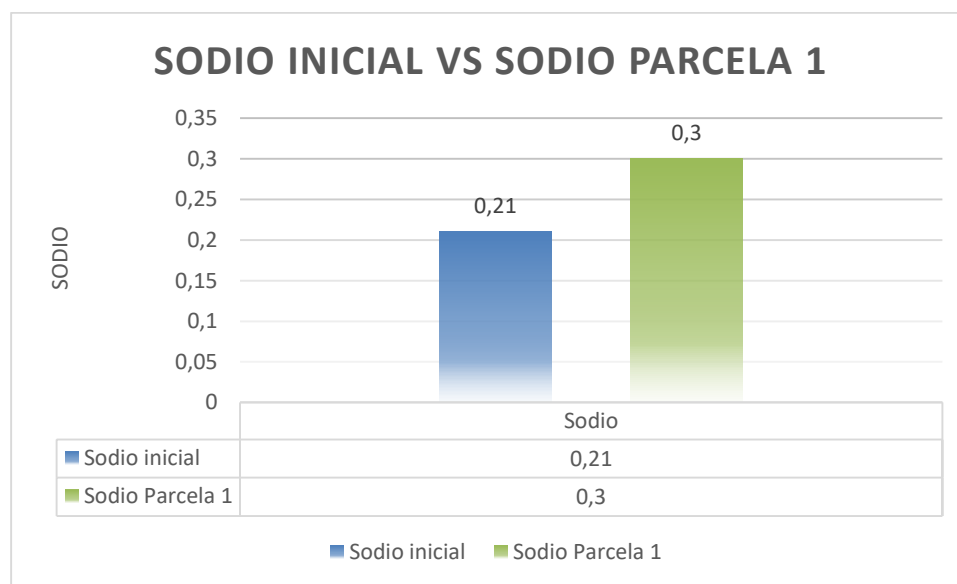


Grafico 10 Porcentaje Sodio de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Las sales del suelo afectan el crecimiento de las plantas debido a que limitan la absorción de agua por las raíces, proceso conocido como ósmosis y que determina en primera instancia la acumulación de materia seca (Shannon y Grieve, 1999). Sin embargo, también pueden

producir desequilibrios iónicos en las plantas por la excesiva absorción de sodio y cloruros, que generan problemas de toxicidad y nutrimentales vinculados a la absorción de iones esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Yokoi et al., 2002).

Hierro

El hierro (Fe) es uno de los nutrientes que más problemas representa en la nutrición de los cultivos, específicamente en el café, un cultivo peregrino, que muestra visiblemente los excesos y deficiencias de este elemento. Según estudios realizados este elemento es el cuarto más abundante en la corteza terrestre, su contenido en el suelo representa un 3.8% (Lindsay 1979). En los resultados obtenidos se pudo evidenciar la diferencia siendo la inicial de 68,2 mg/kg y la final en la parcela 1 de 207 mg/kg.

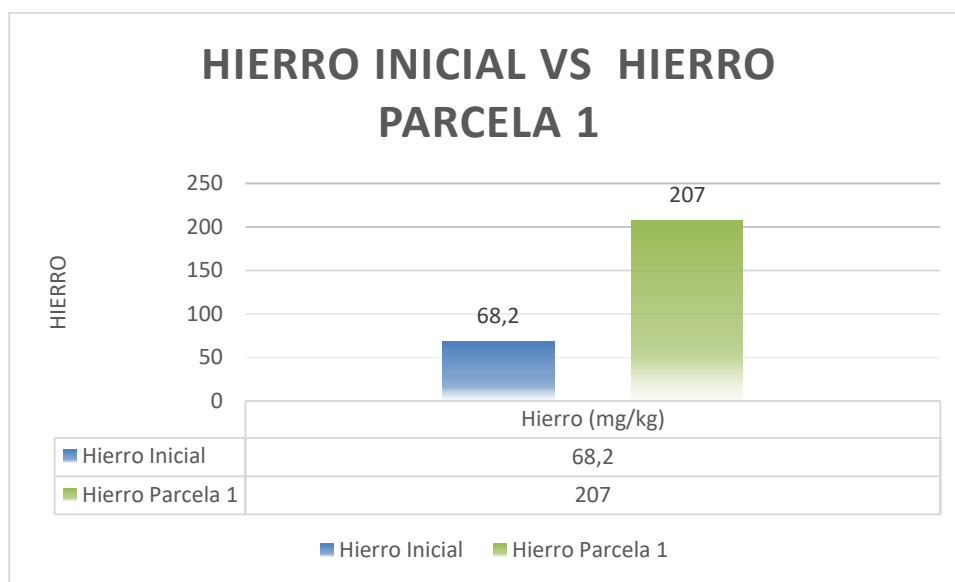


Grafico 11 porcentaje Hierro de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

El hierro es un elemento de muy baja solubilidad, y a pesar de su baja concentración en los suelos, los óxidos de hierro tienen un alto poder pigmentante y contribuye a los colores de los suelos, es una valiosa ayuda en la clasificación de los mismos.

Manganeso

En los resultados obtenidos pudimos observar que el manganeso al principio se encontraba en un 4,36 mg/kg y después del tratamiento aumento a un 9,64 mg/kg. El manganeso en el suelo se encuentra en tres estados de oxidación –Mn (II), Mn (III) y Mn (IV). Las raíces de las plantas lo toman principalmente como Mn (II) y en los suelos ácidos se favorece su presencia, mientras que en los suelos oxidantes y alcalinos predominan los óxidos precipitados de Mn (II) y Mn (IV); la rizosfera del suelo juega un papel importante en la movilización e inmovilización del manganeso en suelos (Millaleo et al., 2010; Herndom & Brantley, 2011).

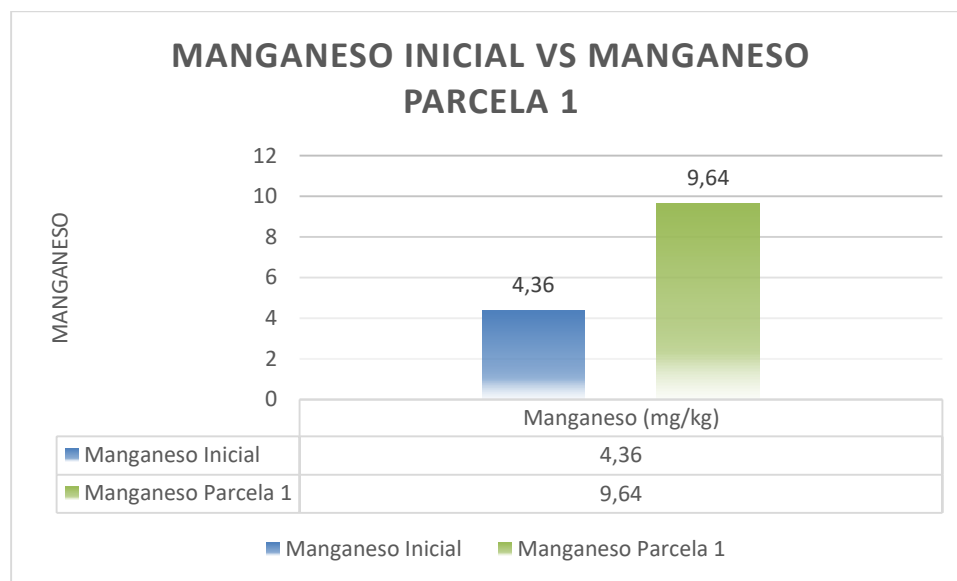


Grafico 12 porcentaje Manganeso de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Cobre

En los resultados obtenidos el cobre estaba en un 0,18 mg/kg y obteniendo como resultado final en la parcela 1 de 0,66 mg/kg. El cobre es un micronutriente que cumple ciertas funciones vitales en la planta pero que se necesita en muy baja cantidad. Está presente en el suelo en un nivel provechoso para los cultivos, aunque siempre es un buen plan monitorear los excesos o defectos del mismo. Cómo interactúa con otros micronutrientes, es vital valorar el estado de todos, trabajando con fertilizaciones acordes.

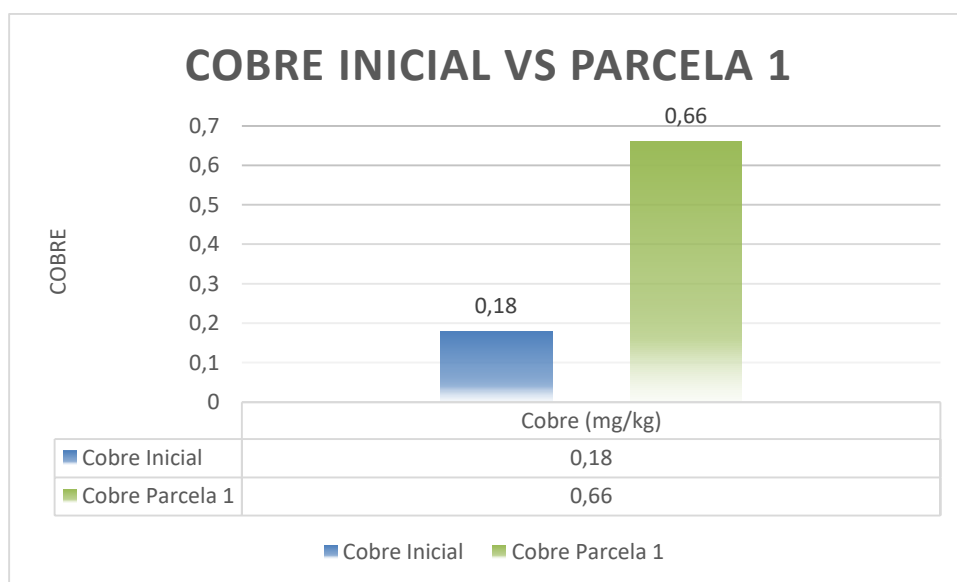


Grafico 13 porcentaje Cobre de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Una de las ventajas de mantener un nivel óptimo de cobre es un suelo rico en cobre ayudará a que las plantas presenten una mejor textura en su estructura, otorgándoles dureza y resistencia. Esto se debe a que el cobre trabaja en función a las enzimas que regulan la lignina, que es la sustancia presente en las células que ejecutan este trabajo.

Zinc

En los resultados en cuanto a el zinc e pudo observar que en el análisis inicial se encontraba en un 0,81mg/kg por debajo de los rangos adecuados que son de 3 a 4,5 mientras que en el análisis final de la parcela 1 se obtuvo un resultados de 5,54 mg/kg, presentando así un aumento durante el tratamiento aplicado.

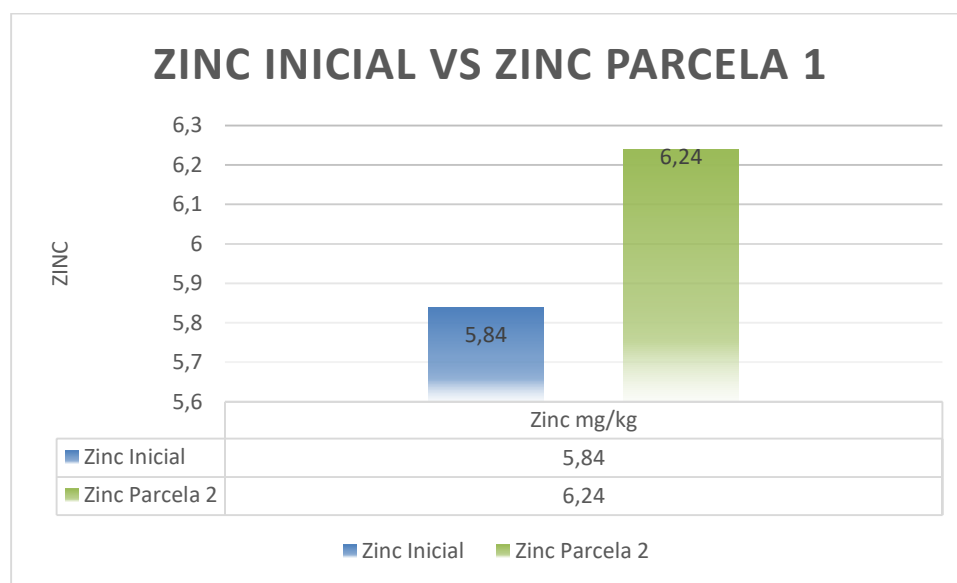


Grafico 14 porcentaje Zinc de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

La deficiencia de Zn suele presentarse con mayor frecuencia en suelos arenosos, mientras que en los arcillosos es menos frecuente por la capacidad de adsorción y retención de estos suelos. Del contenido total de Zinc, solo el que está en la solución del suelo y el que puede ser fácilmente desadsorbido es disponible para las plantas, pero también es fácilmente lixiviado como sucede en los suelos tropicales. El Zinc es absorbido principalmente en forma Zn^{2+} o, en condiciones de pH alto, como $ZnOH^+$. La disponibilidad de Zn se reduce al incrementar el pH, esto es muy notorio en particular después de un $pH > 7.4$, debido a un incremento en la capacidad de adsorción, presencia de formas hidrolizadas de Zn y una posible adsorción por el carbonato de calcio. Por esta razón, los suelos alcalinos y calcáreos

tienden a presentar con mayor frecuencia deficiencias de Zn. La materia orgánica del suelo constituye a mejorar la disponibilidad del Zn al formar complejos orgánicos móviles que la planta puede absorber. Por el contrario, su disponibilidad disminuye con altos niveles de fósforo y cobre. Otros factores que han contribuido a agravar el problema de Zn son el uso de fertilizantes cada vez más puros, experiencias de mayores potenciales de 0,81 5,54 0 1 2 3 4 5 6 ZINC INICIAL ZINC FINAL PARCELA 1 ZINC (ppm) ZINC (ppm) 53 rendimiento de los cultivos y el no incluir este micronutriente en los planes de fertilización. (INTAGRI S.C, s.f.).

Azufre

El resultado de espectrofometría del azufre fue inicialmente de 7,38 mg/kg y como resultado final de 11,6 mg/kg, mostrando así un aumento de 4,22 obteniendo un rango óptimo.

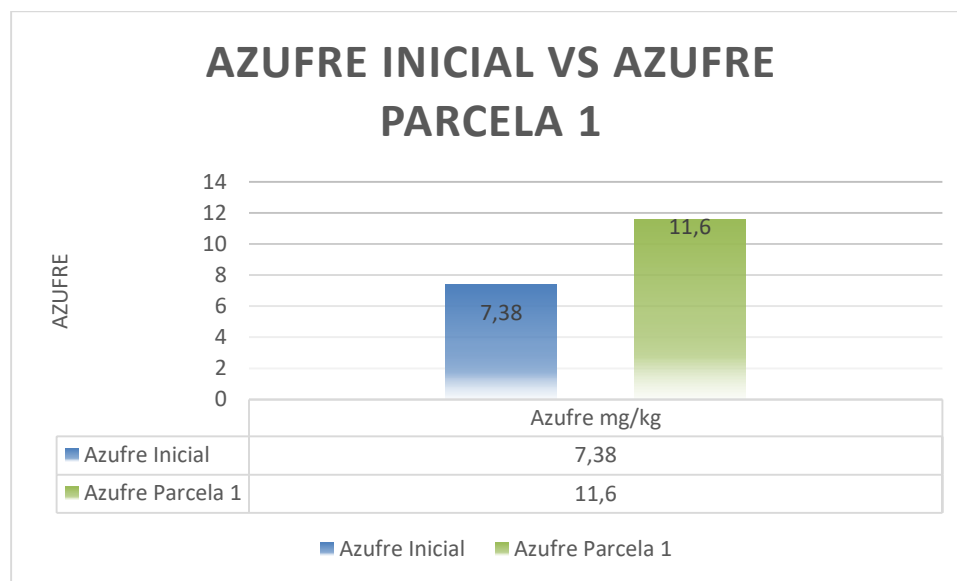


Grafico 15 porcentaje Azufre de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

El azufre (S) junto al calcio y el magnesio, es uno de los tres nutrientes secundarios que requieren las plantas para un crecimiento normal y saludable. La deficiencia de un nutriente

secundario es tan perjudicial como una deficiencia de nitrógeno, fósforo o potasio. Por lo general, la importancia del azufre es pasada por alto e infravalorada. Hay un equilibrio significativo entre el nitrógeno y el azufre. Sin una cantidad suficiente de azufre, las plantas no pueden usar el nitrógeno ni otros nutrientes de manera eficiente para alcanzar su potencial máximo. (PROMIX, 2021)

Boro

El resultado de espectrofometría del boro fue inicialmente de 0,04 mg/kg y como resultado final de 0,15 mg/kg, mostrando así un aumento de 0,11 siendo deficiente.

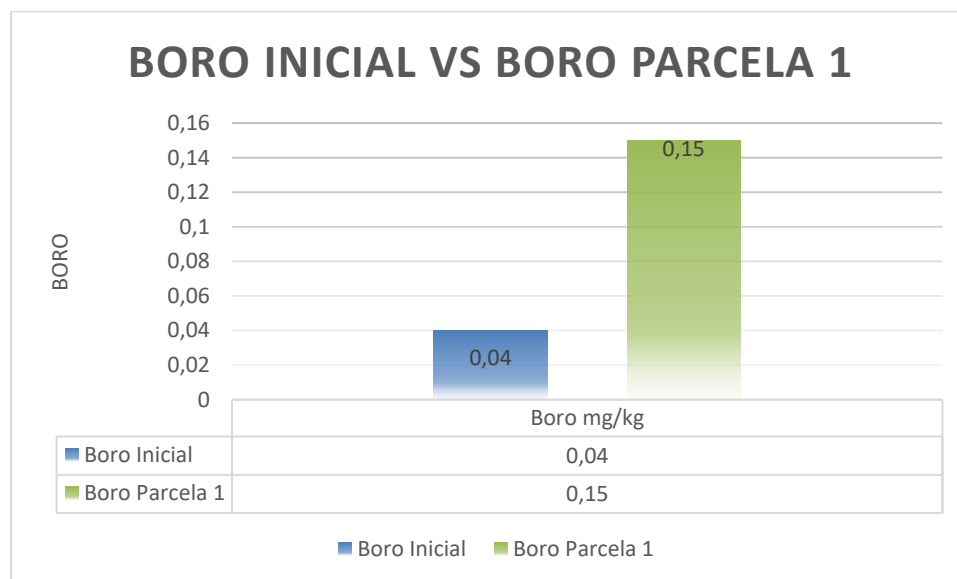


Grafico 16 porcentaje Boro de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Se considera que el factor que gobierna la disponibilidad de B en el suelo es la lixiviación. Sin embargo, la absorción del B por las plantas depende solamente de su actividad (concentración) en la solución del suelo. Esta a su vez depende de las reacciones de adsorción del B en los materiales activos en el suelo, como los óxidos de Fe y Al, minerales arcillosos, materia orgánica, hidróxido de magnesio $[Mg(OH)_2]$ y carbonato de calcio (CO_3Ca) . La

adsorción aumenta con el aumento del pH, temperatura, contenido de materiales adsorbentes y con la disminución de la humedad del suelo (Goldberg, 1993).

C.I.C. Efectiva

En los resultados obtenidos pudimos observar que la C.I.C Efectiva al principio se encontraba en un 6,14 meq/100g y después del tratamiento aumento a un 8,43 meq/100g.

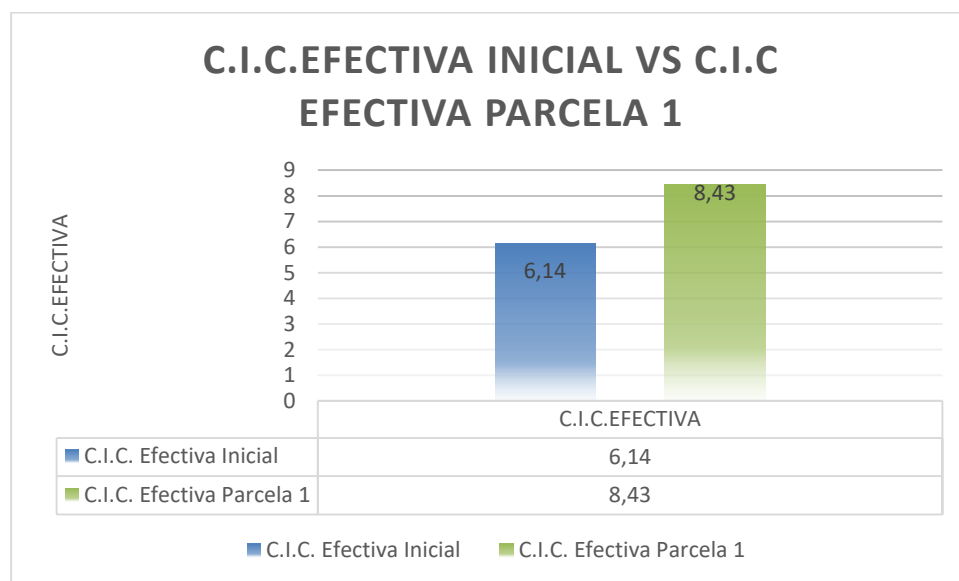


Grafico 17 porcentaje C.I.C Efectiva de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

La capacidad de intercambio catiónico es un indicador muy importante de la fertilidad del suelo,) es la cantidad de cargas negativas presentes en los minerales y la composición orgánica del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas), representa la cantidad de cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.) (Arevalo y Gauggel 2014).

Capacidad Calculada

Los resultados obtenidos se observó que la capacidad calculada al inicialmente se encontraba en 5,57 meq/100g y en la parcela 1 fue de 6,05 meq/100g, tuvo en aumento después del tratamiento.

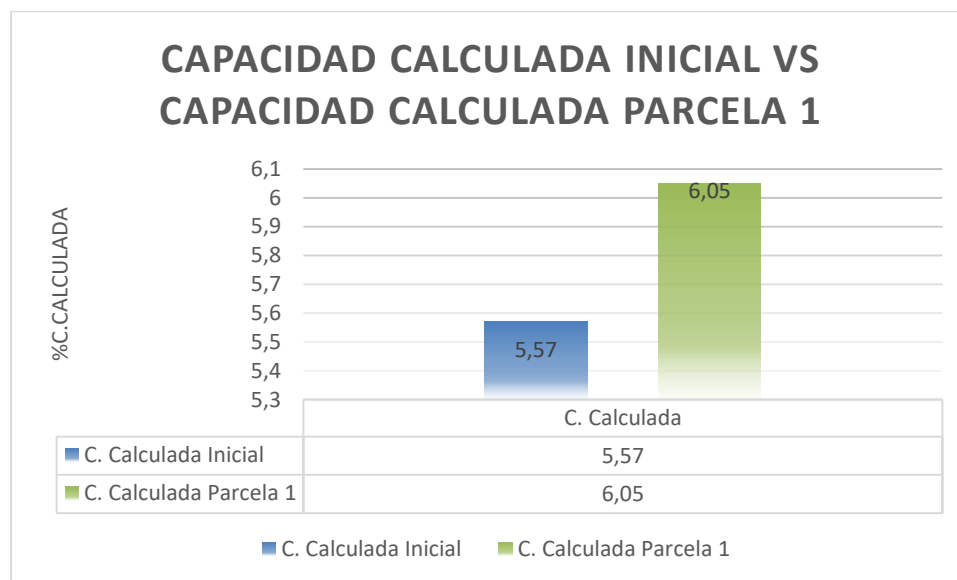


Grafico 18 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Relaciones catiónicas

En cada una de las relaciones catiónicas se observa que en los resultados de la parcela 1 hay aumento en cada una de ellas y una deficiencia

En la relación Ca/Mg inicialmente fue de 3,93 y en la parcela 1 aumenta Ca/Mg a 5,62. Mostrando así un porcentaje de aumento de 1,96 %

En la relación Ca/K fue de 8,10 y finalizando el tratamiento en la parcela 1 se evidencia que fue de Ca/K 39,8. Mostrando así un porcentaje de aumento de 31,7%

La relación Mg/K inicialmente fue de 2,06 y en cuanto a la parcela 1 fue de Mg/K 7,08. Logrando un aumento de 5,02 %

Ca+Mg/K fue de 10,2 y finalizando en la parcela 1 nos muestra un aumento de 46,9. Es decir aumenta un 36,7%

En la Saturación de Bases se observa un 90,7 y en la parcela 1 fue de 71,8 disminuyendo un 18,9%

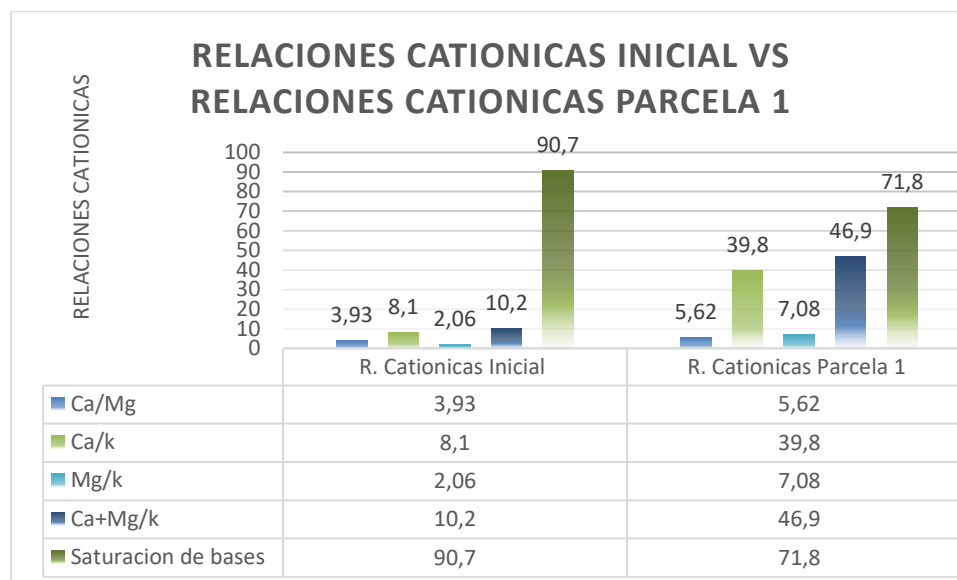


Grafico 19 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

Parcela 2.

Los resultados de las propiedades físicas nos definen a continuación: un cambio en los porcentajes de arena disminuyendo el 6% mientras que en el limo aumento 4% y la cantidad de arcilla aumentó el 2% que es lo más importante en la mejoría del suelo, porque las arcillas son los coloides que retiene los nutrientes.



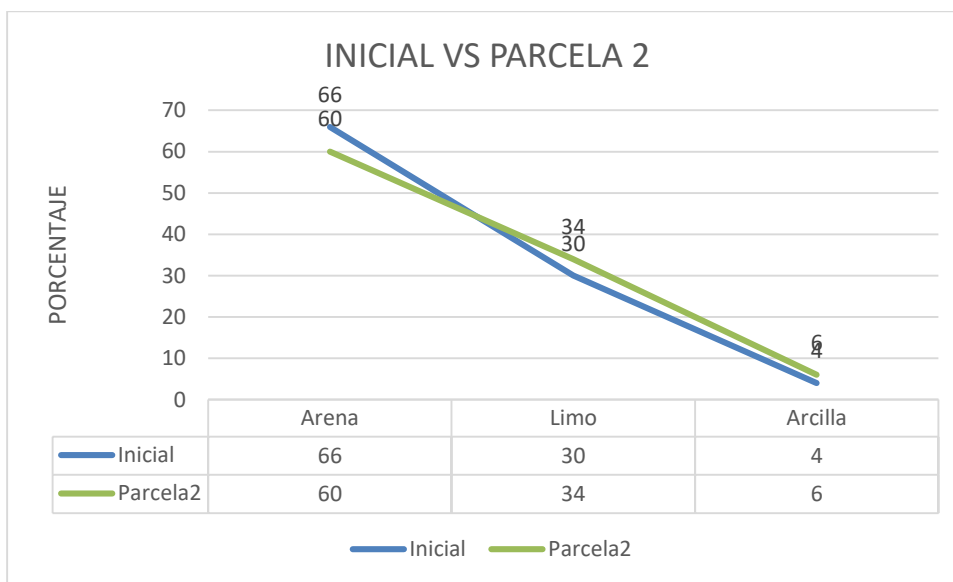


Grafico 20 porcentaje de la Arena, Limo y Arcilla de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

En esta parcela fuera de las especies correctoras aplicamos el Té de boñiga como abono suplementario, donde la textura física de la investigación en la parcela 2 no alcanzo para cambiar la estructura original del suelo que es franco arenoso.

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. (htt31)

Propiedades químicas.

Los resultados de las propiedades químicas del pH inicialmente fue de 5,84, lo cual indica que es un suelo moderadamente ácido y finalizando el tratamiento se logró obtener como resultado final en la parcela 2 un pH de 6,24.

El pH de la solución del suelo es un buen indicador de la disponibilidad de nutrientes. Esto se debe a que la presencia de los iones de aluminio (Al^{3+} $Al(OH)_2^+$), H^+ y OH^- son

determinantes de la solubilidad de los nutrientes en el suelo (fosfato, sulfato, molibdatos, hierro, manganeso, cobre, zinc) o son indicadores de la escasez de las formas disponibles de algunos de ellos en el suelo (calcio, magnesio, potasio, sodio). Por ejemplo, cuando el suelo tiene un pH cercano a la neutralidad o alcalino ($\text{pH} \geq 6.5$), la abundancia de iones OH produce la precipitación de compuestos insolubles de hierro, manganeso, cobre y zinc. (bioedafología, s.f.)

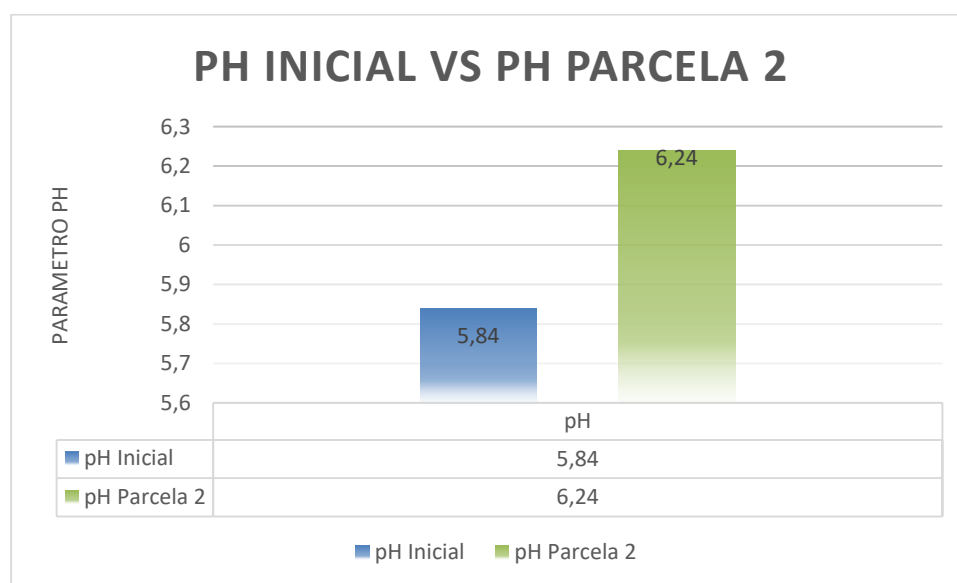


Grafico 21 porcentaje PH de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Materia orgánica

En los resultados obtenidos en cuanto a la materia orgánica se pudo observar un aumento en sus porcentajes durante el tratamiento aplicado, debido a que la parcela antes de se encontraba en un 1,88 % y al finalizar aumento a un 3,01% siendo esto favorable para el suelo al presentar un aumento, ya que la materia orgánica en el suelo también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas. Por ejemplo, se sabe que la capacidad del suelo para adsorber compuestos químicos como clorofenoles o cloroanilinas aumenta con el contenido en materia orgánica (Vangestel, 1996).

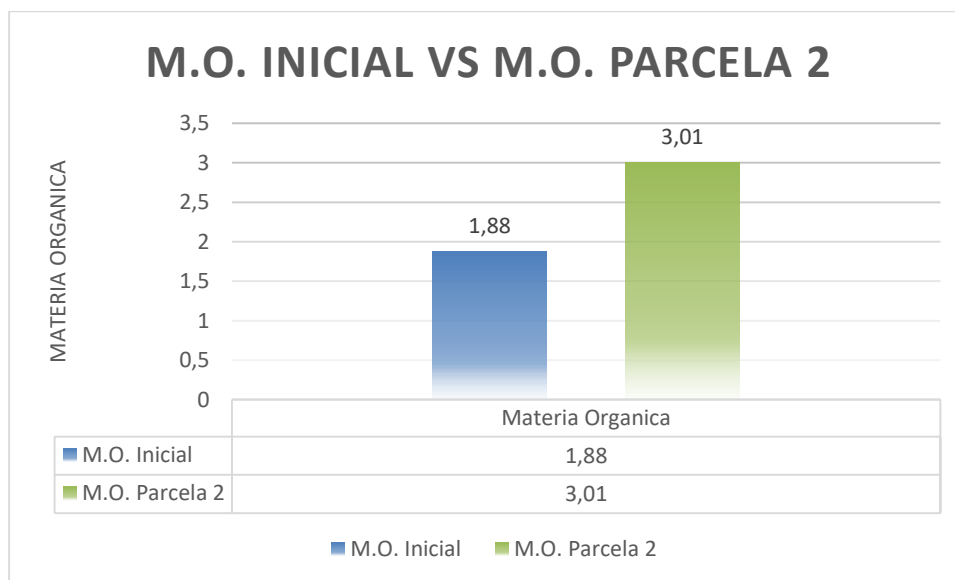


Grafico 22 porcentaje M.O. de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Según Mustin (1987), la materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2% (Navarro *et al.*, 1995). Para Gros y Domínguez (1992), el nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2%, perdiendo descender a 1,65% en suelos pesados y llegar a un 2,5% en los arenosos.

La materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Anónimo, 1988; Graetz, 1997). Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992). La humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra.

Carbono

El carbono orgánico es esencial para la actividad biológica del suelo (Aguilera, 1999). Proporciona recursos energéticos a los organismos del suelo (OS), mayoritariamente heterótrofos, en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Borie *et al.*, 1999).

Por esto los resultados obtenidos son favorables para el suelo ya que presentan un avance en sus porcentajes debido a que aumentó de un 1,09% a un 1,75% en su resultado final.

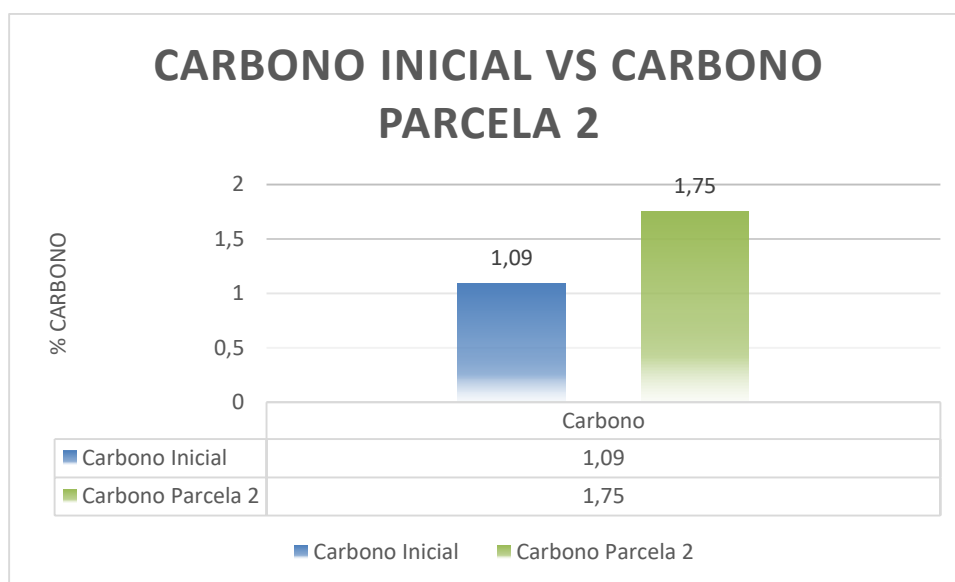


Grafico 23 porcentaje Carbono de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), advirtió que, si la capa superior del suelo sigue degradándose al ritmo actual, esta desaparecerá a nivel mundial en menos de 60 años y, sin la capa superior del suelo es imposible cultivar alimentos sin importar cuántos químicos se utilicen.

La pérdida de la fertilidad y biodiversidad del suelo están directamente relacionadas con la pérdida de carbono natural, según estimaciones, ya se ha perdido el 80% del carbono en el

suelo de áreas con una gran producción agrícola debido al arado destructivo, el pastoreo excesivo y el uso de fertilizantes y pesticidas químicos que reducen los niveles de carbono. De ahí la importancia de la captación de carbono, que no sólo reducirá la carga de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, sino que también, una vez en el suelo, nutrirá activamente su salud y mejorará su retención de agua.

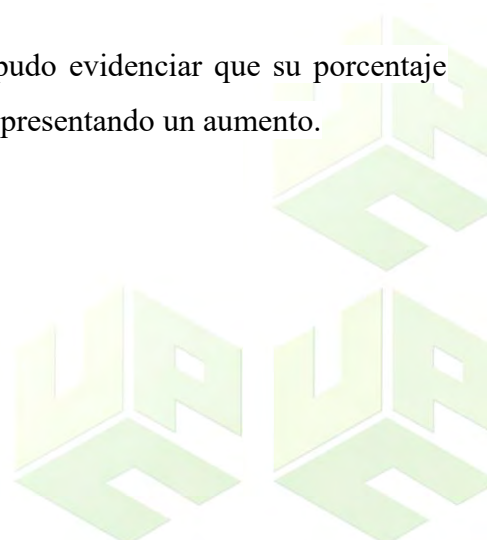
Se estima que un simple aumento de carbono orgánico en el suelo del 1% podría aumentar la capacidad de retención de agua de la tierra en 20,000 galones (75,708 litros) por acre. Además, toda el agua de la lluvia será absorbida y utilizada con mayor efectividad, en lugar de evaporarse en el aire o erosionar los suelos por una rápida escorrentía.

La materia orgánica rica en carbono es lo que le da al suelo su capacidad de retención de agua, así como su estructura y fertilidad, por lo que es crucial reincorporar materia orgánica al suelo.

Incluso, los microbios del suelo necesitan carbono para prosperar, por lo que la lenta y constante reducción de carbono en los suelos provocará inevitablemente el colapso ecológico. Cuando los suelos se ven privados de carbono y microbios críticos, se vuelven infértiles y desprovistos del ecosistema microbiano.

Nitrógeno

En los resultados obtenidos en cuanto al nitrógeno se pudo evidenciar que su porcentaje inicial fue de 0,09%, presentando un resultado final 0,16 presentando un aumento.



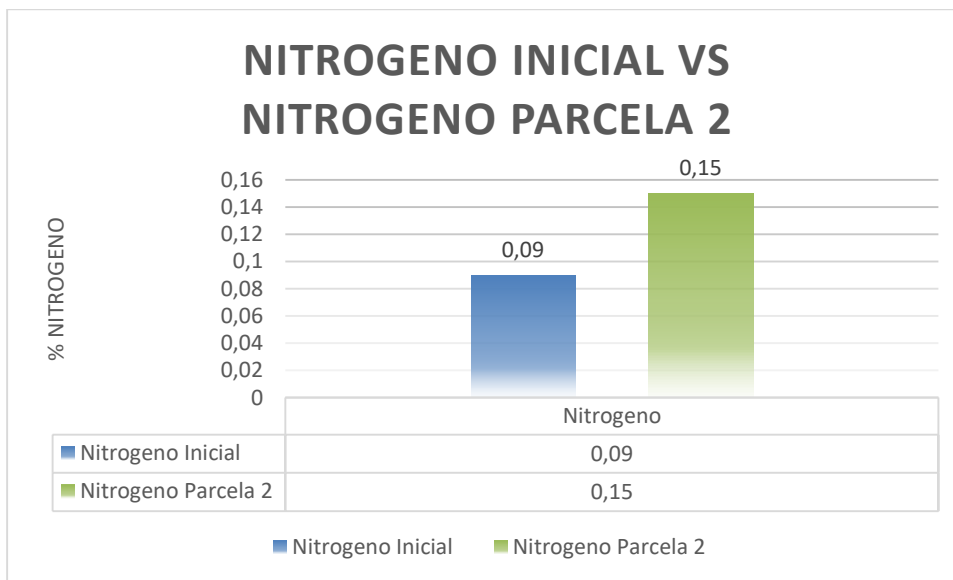


Grafico 24 porcentaje Nitrógeno de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Fosforo

En los resultados con base en el fósforo inicialmente fue de 9,63 mg/kg presentando un aumento en el análisis final hasta llegar a 19,5 mg/kg, siendo este último un porcentaje mayor, alcanzando un valor ideal para que se encuentre dentro del rango adecuado según el informe analítico obtenido que es de 20 a 45 mg/kg.

El fósforo se encuentra en los suelos tanto en forma orgánica como inorgánica su solubilidad en el suelo es baja, existe un equilibrio entre el fósforo y la fase sólida del suelo, el fósforo en la solución del suelo las plantas pueden adsorber solamente disuelto en la solución del suelo y puesto que la mayor parte del fósforo existe en compuestos químicos estables, solo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento. (SMART! Software 2017. Para Fertilización Óptima de Cultivos).

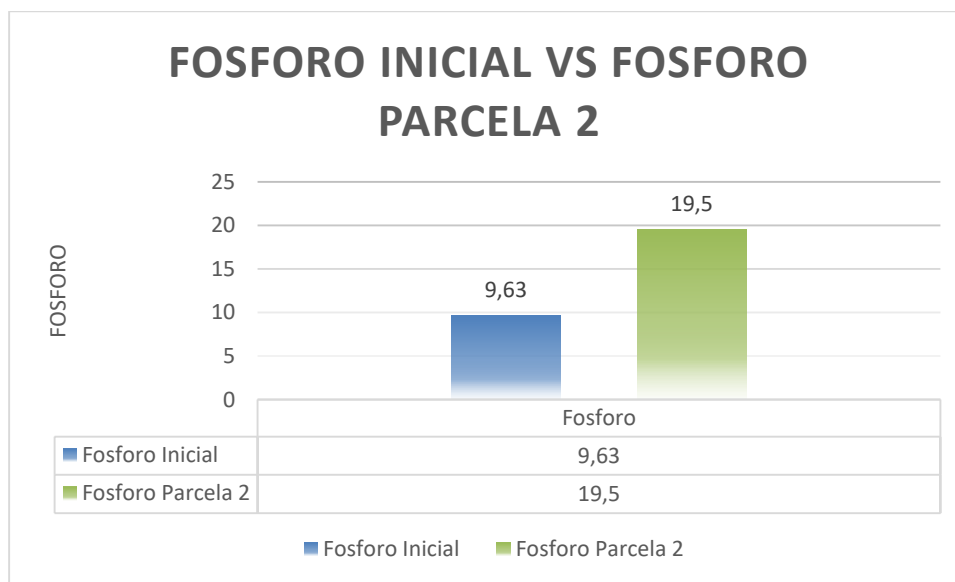


Grafico 25 porcentaje Fosforo de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Potasio

Es un elemento de vital importancia para la nutrición de las plantas y cuenta con diferentes funciones; Meteorización de los minerales (relacionado con el tipo de material parental y la pedo génesis), Minerales arcillosos (fuente principal de K en el suelo) Mineralización de los residuos orgánicos, Fertilizantes incorporados El potasio intercambiable lo constituye la forma iónica (K^+) unido electrostáticamente a los materiales que componen la fase sólida coloidal mineral y orgánica de los suelos. (Orlando Rubiano feb 2019 EDITAR)

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis en cuanto al potasio inicialmente se podía observar 0,48 meq/100g y en el resultado final de 0,11 meq/100g. en donde hay que tener en cuenta muchos factores para una deficiencia como por ejemplo, la textura juega un papel importante para que se dé la deficiencia de K en suelos arenosos y suelos con alto contenido de calcio, es donde mayormente se manifiestan los síntomas de deficiencia.

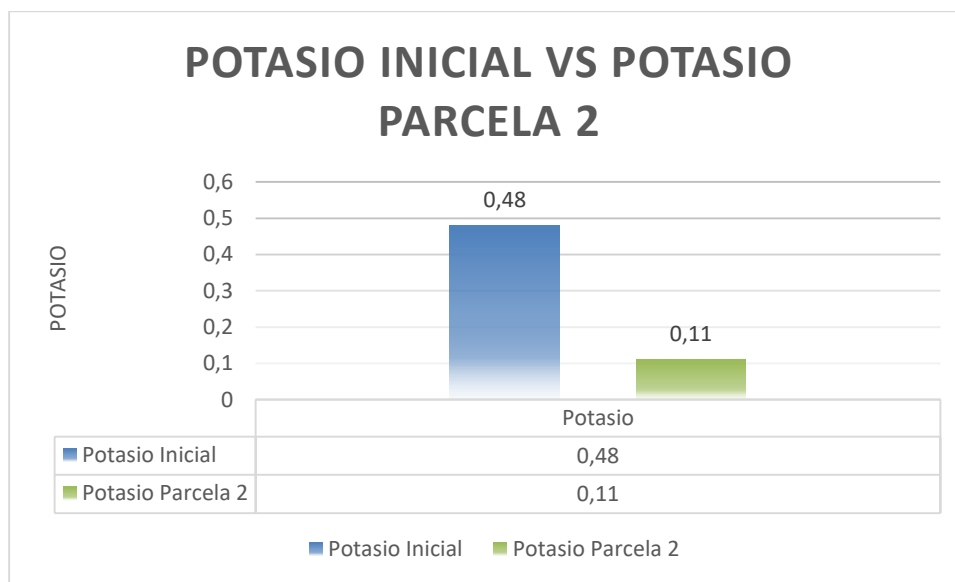


Grafico 26 porcentaje Potasio de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

El potasio se encuentra en el suelo en forma de catión intercambiable, es decir, adsorbido a las arcillas y a la materia orgánica en sus sedes de intercambio, pasando fácilmente a la solución del suelo por la acción de ácidos débiles. Muchos suelos son ricos en potasio de forma natural, por contener arcillas del tipo de la illita. Esto ocurre por ejemplo en zonas donde la roca madre es una pizarra. También son ricos en potasio los suelos que se abonan frecuentemente con estiércol. (htt26)

Calcio

El calcio es un macronutriente secundario que juega un papel muy importante en nuestros cultivos ya que es esencial para las plantas y además es el principal responsable de crear y mantener la estructura de los suelos agrícolas.

En los resultados obtenidos se pudo observar en cuanto al calcio se pudo observar una diferencia en sus cantidades ya que el inicial presenta 3,89 meq/100g y en su resultado final de 4,48 presentando así un aumento. El calcio es de vital importancia ya que ayuda al buen

crecimiento de las raíces y el tallo de la planta y así le permita a la planta tomar del suelo los alimentos fácilmente.

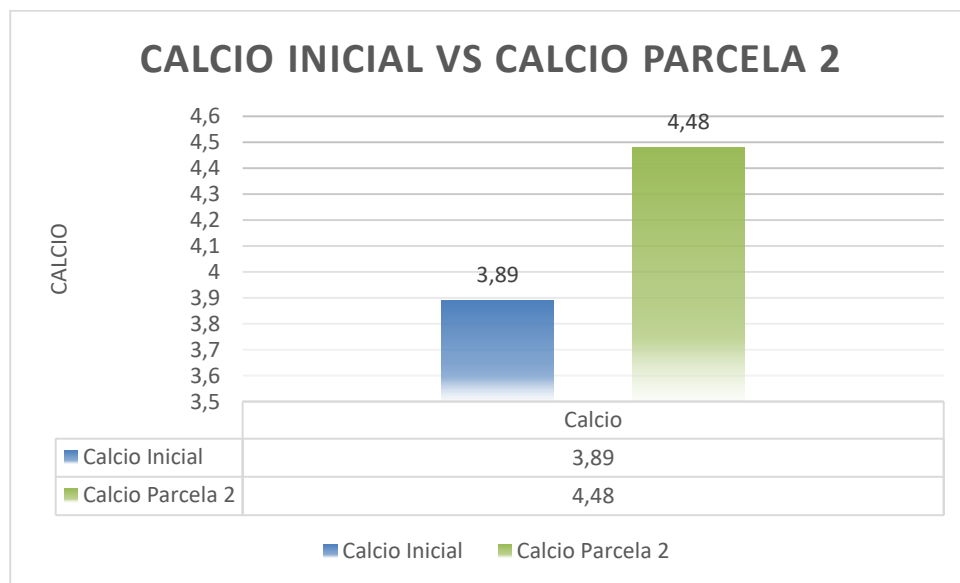


Grafico 27 porcentaje Calcio de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Magnesio

En los resultados obtenidos se pudo evidenciar un aumento, siendo el inicial de 0,99 meq/100 g y el final en la parcela 2 de 1.08 meq/100g arrojando un resultado positivo ya que se encuentra dentro del rango adecuado recomendado por el análisis obtenido, y es de suma importancia ya que es el principal elemento en la formación de clorofila, esta le da el color verde a las hojas, y durante el tratamiento aplicado las hojas de las plantas sembradas permanecían un color verde comprobando así que estaba en un porcentaje adecuado de mg ya que sin la clorofila las plantas no pueden formar azúcares.

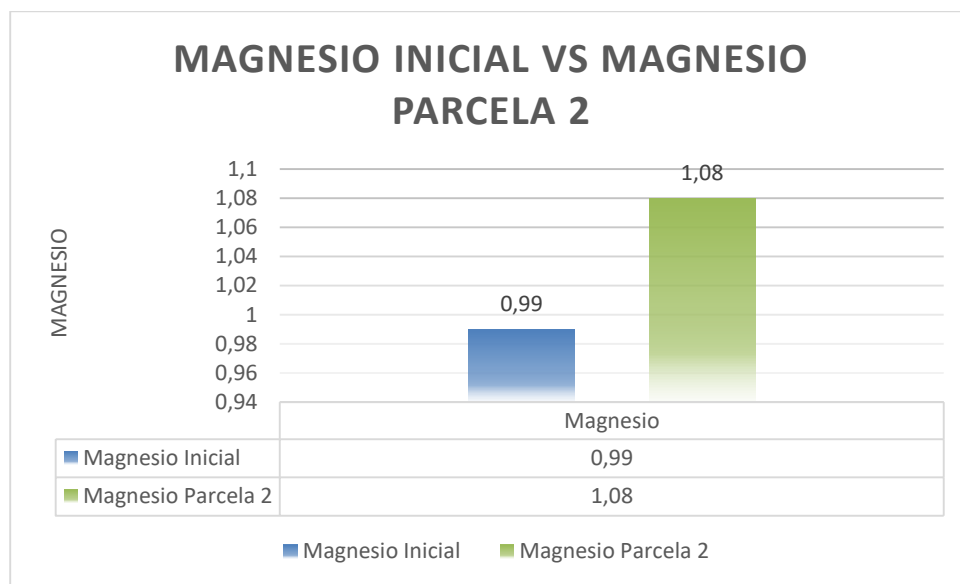


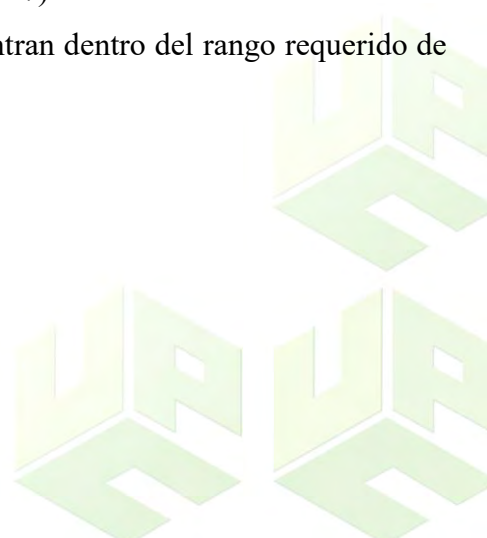
Grafico 28 porcentaje Magnesio de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Sodio

Cuando la concentración de sales solubles en el suelo se hace demasiado alta, se dañan las raíces y plantas. Dependiendo de la localización, la mayoría de los problemas de sales solubles originan del uso inapropiado de fertilizantes. (htt27)

En el caso de esta parcela los valore obtenidos se encuentran dentro del rango requerido de un 0,2 a 0,3; teniendo la parcela 0,24meq/100g



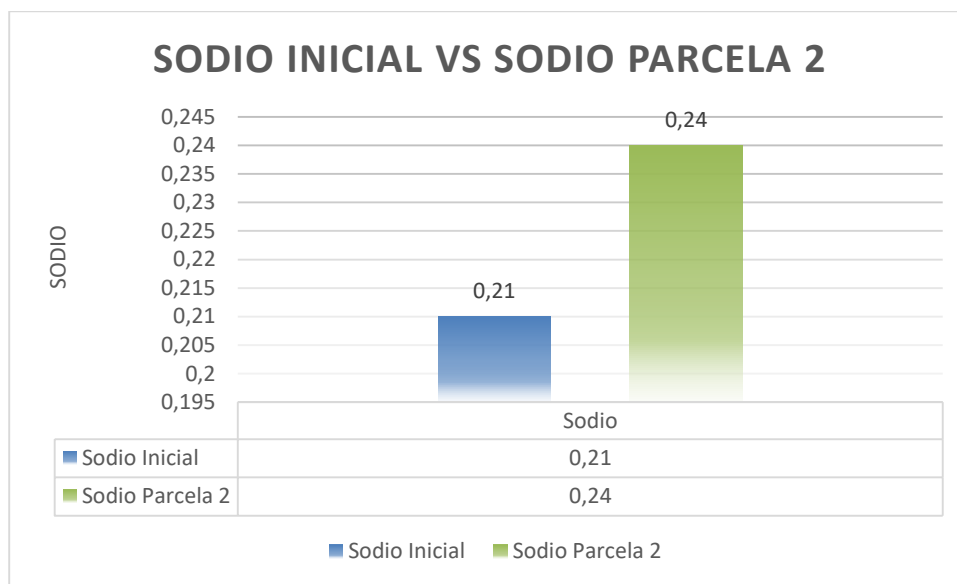


Grafico 29 porcentaje Sodio de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Hierro

Los óxidos de hierro en el suelo son importantes, ya que no existe prácticamente un suelo donde no se encuentren, aunque sea en pequeñas cantidades. El conocimiento de estructura, propiedades y naturaleza de los óxidos de hierro se ha aumentado en los últimos años, si bien estos conocimientos indican las complejas relaciones que se establecen entre los óxidos y los otros componentes orgánicos e inorgánicos del suelo. Los óxidos de hierro presentes en el suelo, en especial de depositados como recubrimiento de minerales primarios y secundarios o infiltrados en agregados de arcilla, alteran la carga eléctrica, modifican las propiedades de superficie e incrementan la capacidad amortiguadora del suelo; el hierro juega un papel importante en la agregación de partículas y en la formación de la estructura del suelo. En el caso de la parcela 2 nos indica un aumento siendo la inicial de 68,2 mg/kg y con un resultado final en la parcela 2 de 77,6 mg/kg.

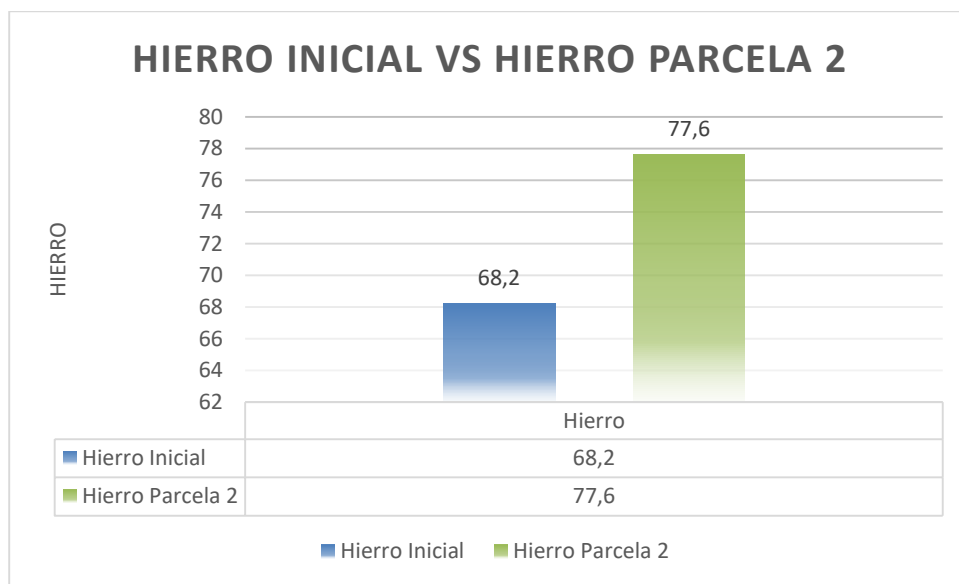


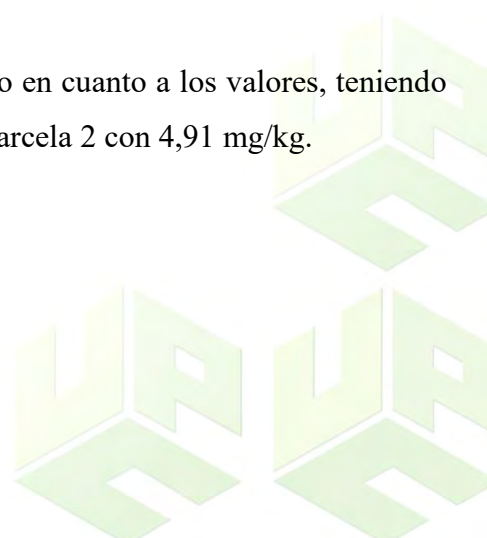
Grafico 30 porcentaje Hierro de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Manganeso

El manganeso contribuye al funcionamiento de varios procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. También interviene en la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, el alargamiento celular en la raíz y la resistencia a patógenos de la misma. (htt28)

En los resultados obtenidos se pudo observar un aumento en cuanto a los valores, teniendo como valor principal de 4,36 mg/kg y finalizando en la parcela 2 con 4,91 mg/kg.



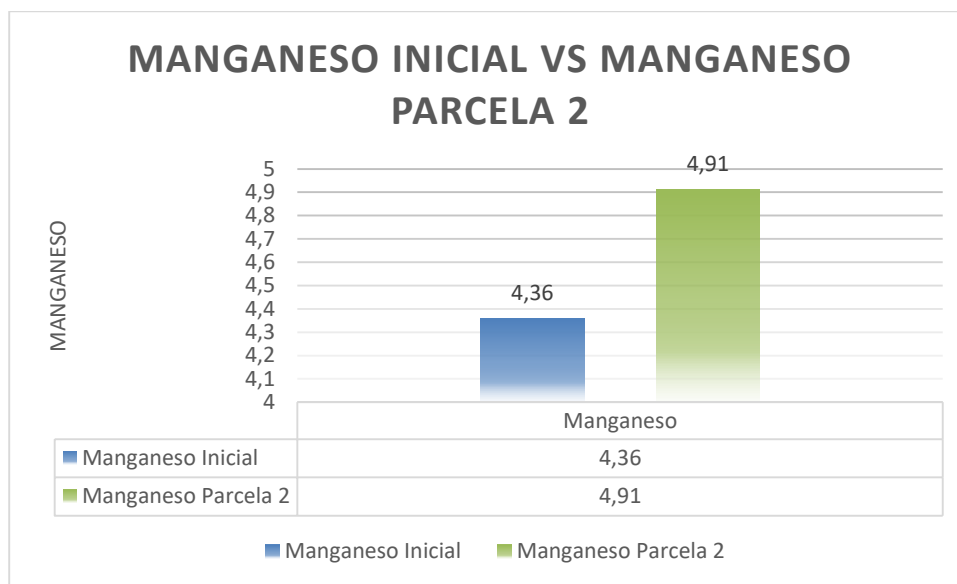


Grafico 31 porcentaje Manganeso de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Cobre

En los resultados obtenidos se pudo observar en cuanto al cobre un aumento entre sus porcentajes siendo el inicial de 0,18mg/kg y el final de la parcela 2 de 0,56 mg/kg, permaneciendo aún por debajo del rango requerido pero presentando un aumento mostrando así una cercanía al rango requerido. La concentración de cobre en la solución del suelo depende del contenido de materia orgánica, el pH y de la disponibilidad de agentes comprobantes. El porcentaje de cobre intercambiable se incrementa generalmente con la disminución del pH. Otros elementos presentes en el suelo como el calcio, fósforo, aluminio, hierro, zinc y molibdeno pueden afectar la disponibilidad del cobre para las plantas. Deficiencias de cobre se presentan en suelos fangosos/limosos recién cultivados debido a la fijación del cobre.

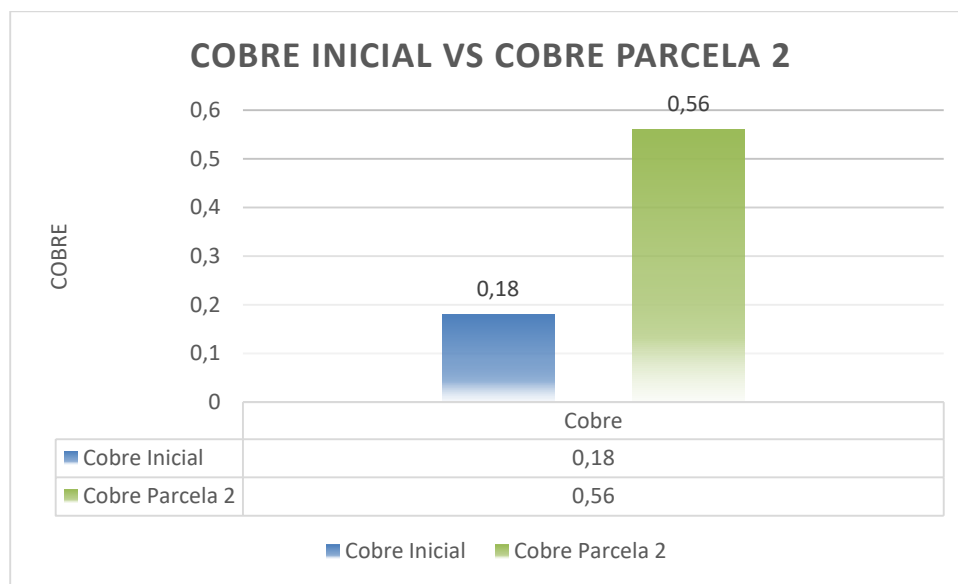
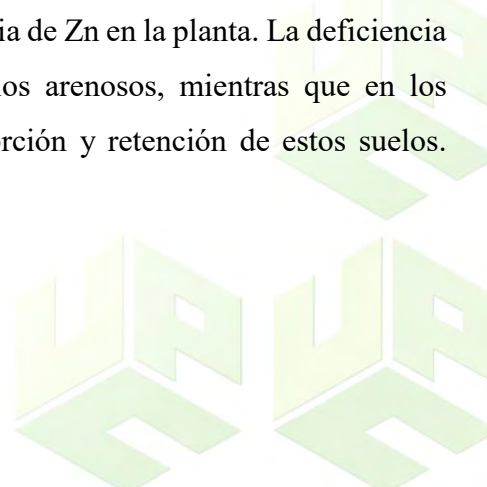


Grafico 32 porcentaje Cobre de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Zinc

En los resultados obtenidos el zinc en la parcela inicial nos muestra un resultado de 0,81 mg/kg y teniendo como resultado final 3,53 mg/kg estando este último resultado muy importante ya que se encuentra dentro del rango adecuando. El Zn es un elemento de poca movilidad dentro de la planta, pero con numerosas funciones críticas. La estructura y funcionalidad de muchas enzimas dependen de la presencia de Zn en la planta. La deficiencia de Zn suele presentarse con mayor frecuencia en suelos arenosos, mientras que en los arcillosos es menos frecuente por la capacidad de adsorción y retención de estos suelos. (htt29)



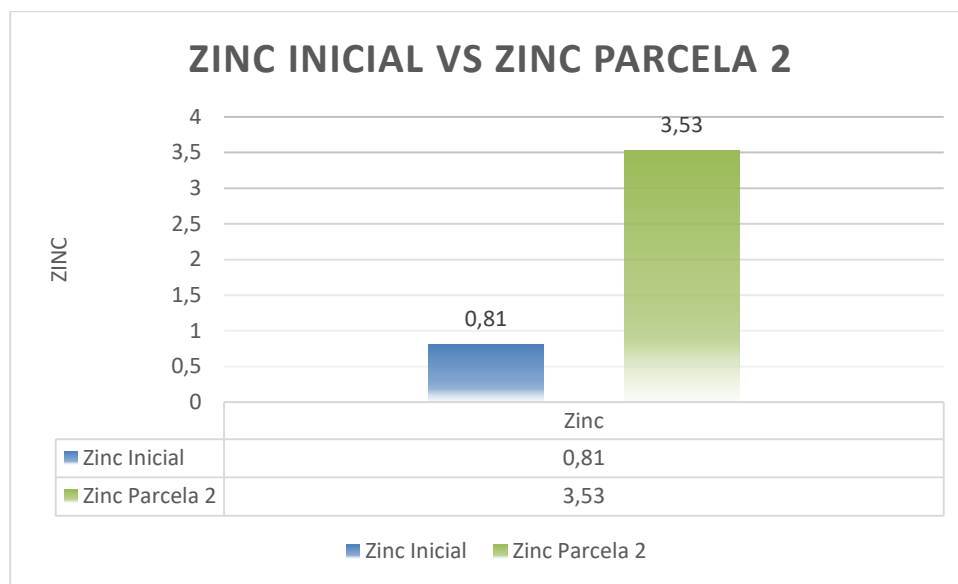
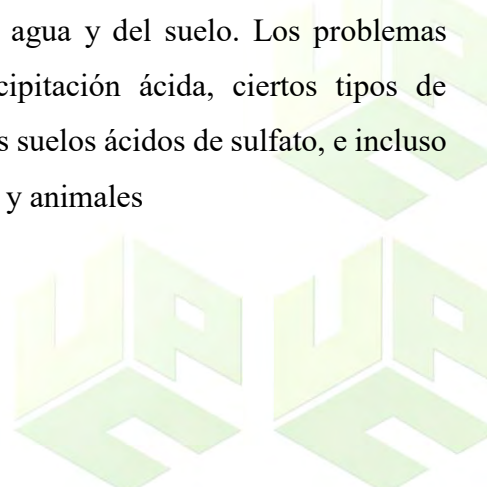


Grafico 33 porcentaje Zinc de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Azufre

En los resultados obtenidos en cuando al azufre se pudo observar un avance favorable debido que el porcentaje inicial era de 7,38 mg/kg y teniendo como resultado final de 14,5 mg/kg siendo este último optimo ya que se encuentra dentro del rango requerido. El azufre es de mucha importancia ya que también es importante desde el punto de vista ambiental, por ser responsable de distintos tipos de polución del aire, del agua y del suelo. Los problemas ambientales asociados con el azufre incluyen la precipitación ácida, ciertos tipos de enfermedades forestales, el drenaje ácido de las minas, los suelos ácidos de sulfato, e incluso algunos efectos tóxicos en el agua de bebida de humanos y animales



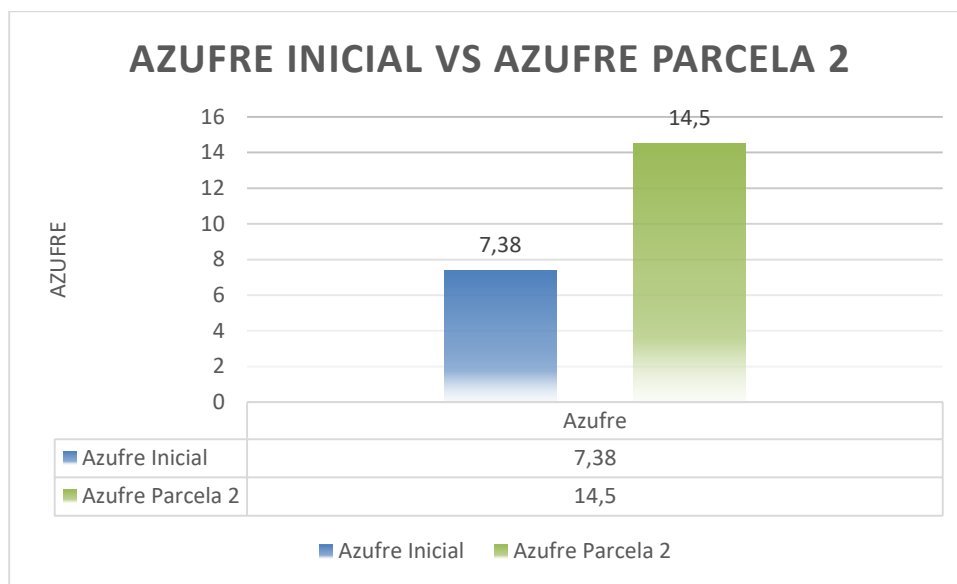


Grafico 34 porcentaje Azufre de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Boro

En los resultados obtenidos se pudo observar una diferencia de valores presentando este un aumento siendo el valor inicial de 0,04 mg/kg y el final de 0,17 mg/kg. El boro asimilable (extraíble con agua caliente) consiste básicamente en ácido bórico, y representa una pequeña cantidad respecto al boro total (entre 0.1 y 3 mg/kg). Los suelos arenosos, con textura ligera, contienen generalmente menos boro asimilable que los suelos arcillosos, además el boro es fácilmente lavable de los suelos de textura ligera. Existe también una estrecha correlación entre el contenido en materia orgánica y la cantidad de boro asimilable presente en un suelo. El boro asimilable está preferentemente concentrado en las capas superficiales de los suelos bien drenados, donde está íntimamente ligado a la materia orgánica.

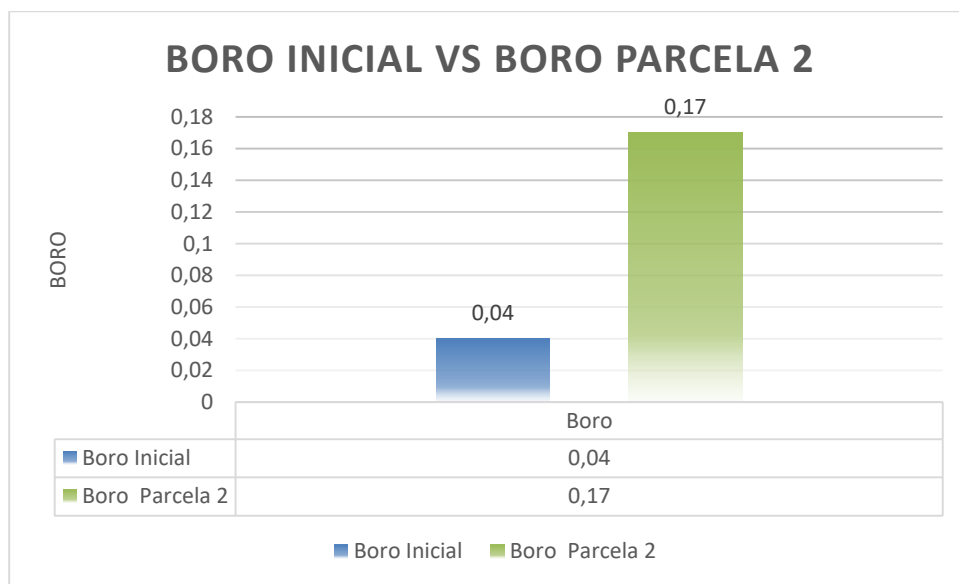


Grafico 35 porcentaje Boro de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

C.I.C. Efectiva

En los resultados obtenidos pudimos observar que la C.I.C Efectiva al principio se encontraba en un 6,14 meq/100g y después del tratamiento aumento a un 8,62 meq/100g.

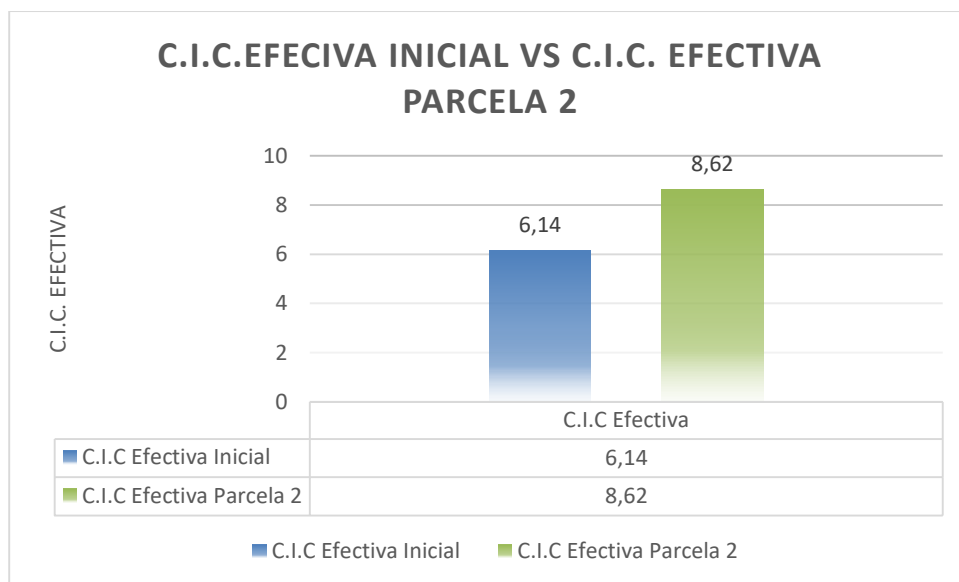


Grafico 36 porcentaje C.I.C Efectiva de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Capacidad Calculada

Los resultados obtenidos se observó que la capacidad calculada al inicialmente se encontraba en 5,57 meq/100g y en la parcela 2 fue de 5,91 meq/100g, tuvo una deficiencia después del tratamiento.

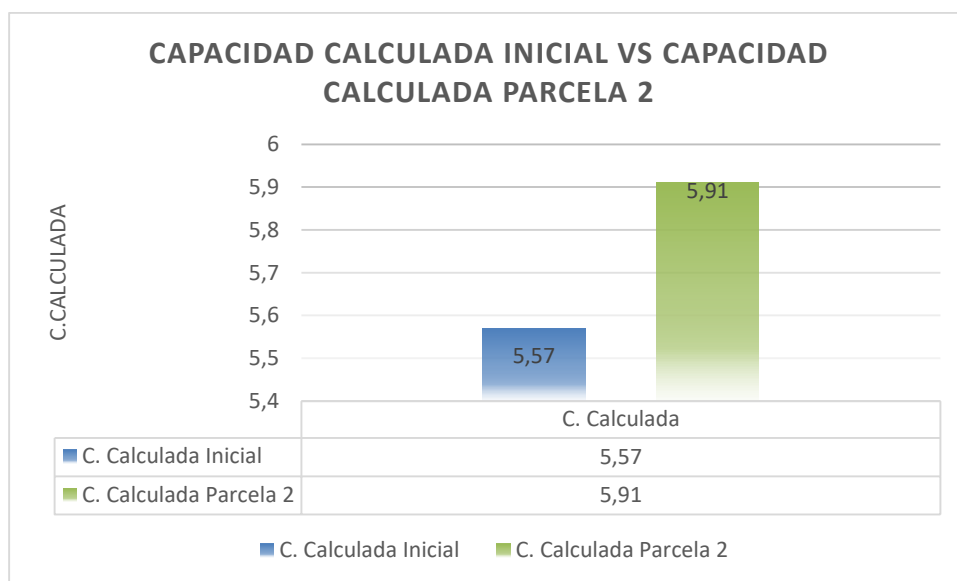


Grafico 37 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Relaciones catiónicas

En cada una de las relaciones catiónicas se observa que en los resultados de la parcela 2 hay aumento en cada una de ellas y una deficiencia

En la relación Ca/Mg inicialmente fue de 3,93 y en la parcela 2 aumenta Ca/Mg a 4,15 Mostrando así un porcentaje de aumento de 0,22 %

En la relación Ca/K fue de 8,10 y finalizando el tratamiento en la parcela 2 se evidencia que fue de Ca/K 40,7. Mostrando así un porcentaje de aumento de 32,6%

La relación Mg/K inicialmente fue de 2,06 y en cuanto a la parcela 2 fue de Mg/K 9,82.

Logrando un aumento de 7,76 %

Ca+Mg/K fue de 10,2 y finalizando en la parcela 2 nos muestra un aumento de 50,5. Es decir aumenta un 40,3%

En la Saturación de Bases se observa un 90,7 y en la parcela 2 fue de 68,6 disminuyendo un 22,1%

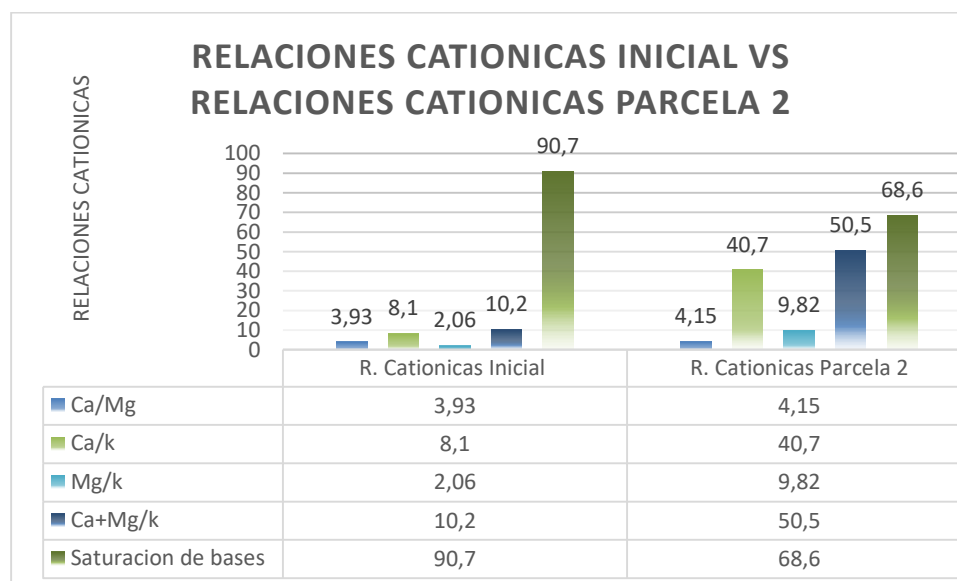


Grafico 38 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022

Parcela 3. Se puede observar un cambio en la arena que disminuyendo el 6% mientras que en el limo aumento 2% y la cantidad de arcilla aumentó el 4% que es lo más importante en la mejoría del suelo, porque las arcillas son los coloides que retiene los nutrientes. En esta parcela fuera de las especies correctoras aplicamos el Té de boñiga como abono suplementario, donde la textura física de la investigación en la parcela 3 no alcanzo para cambiar la estructura original del suelo que es franco arenoso.

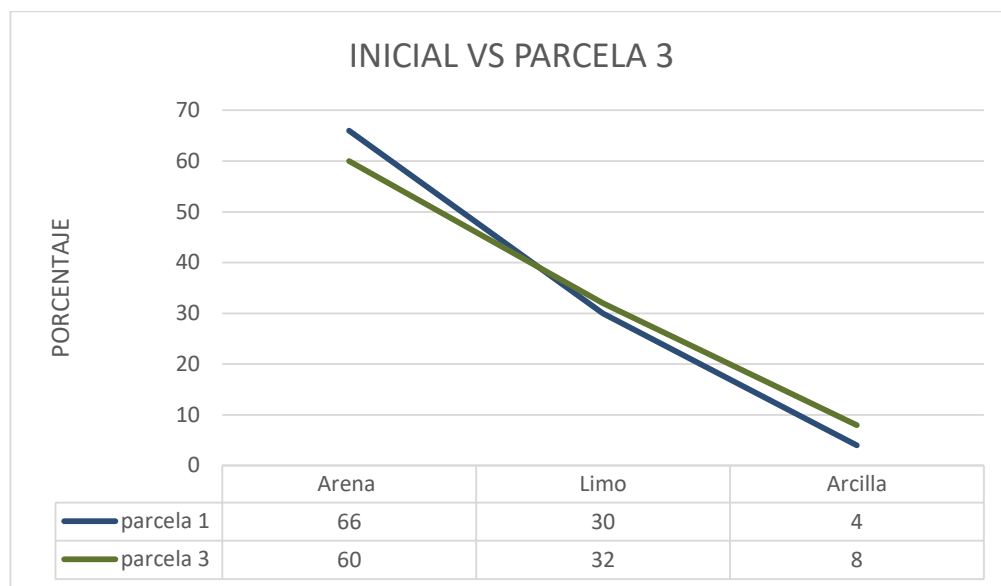


Grafico 39 porcentaje de la Arena, limo y Arcilla de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

En esta grafica se demuestran los resultados obtenidos de la parcela 3, donde la arena disminuye a un 6%, mientras que el limo aumenta a un 2% y la arcilla a un 4% acondicionando la investigación por no haber un cambio en la parte física exactamente en la textura, manteniendo el suelo en Franco Arenoso.

Propiedades Químicas

Los resultados de las propiedades químicas del ph o reacción del suelo inicialmente fue de 5,84, lo cual quiere decir que es un suelo moderadamente acido con baja solubilidad de fosforo, regular disponibilidad de calcio y magnesio. Algunos cultivos como las leguminosas requieren encalamiento; con los tratamientos que hicimos para mejorar el suelo nos aumenta el ph a 5,97, quiere decir que este suelo fue acomodado por los tratamientos originando un suelo moderadamente acido, donde las condiciones adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

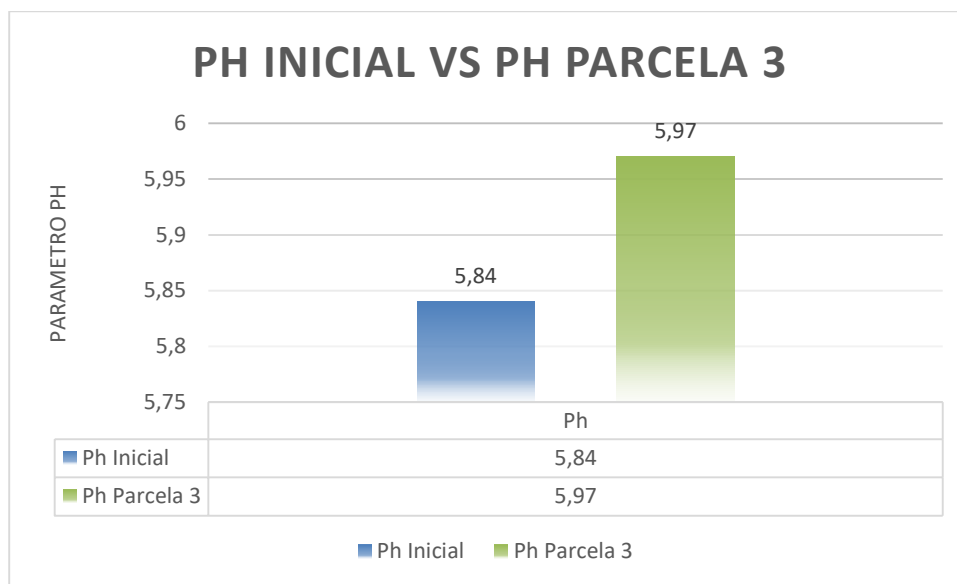


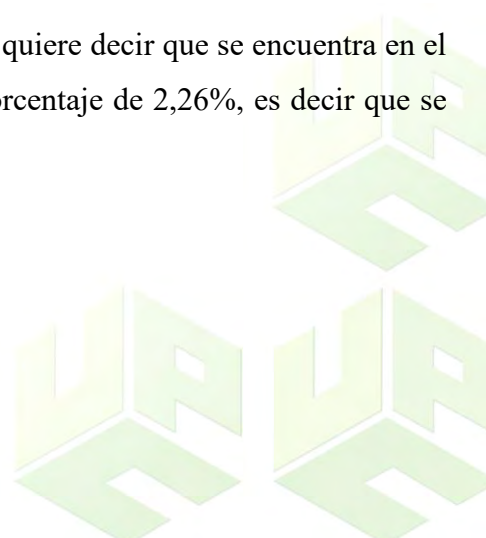
Grafico 40 porcentaje PH de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

A continuación podemos observar en la gráfica del paramento del ph que hubo un aumento de 0,13 es decir un suelo moderadamente acido

Volumétrica

La Materia Orgánica inicialmente fue de 1,88% lo que quiere decir que se encuentra en el rango de mediano tuvo un aumento de 0,38% con un porcentaje de 2,26%, es decir que se encuentra mediano.



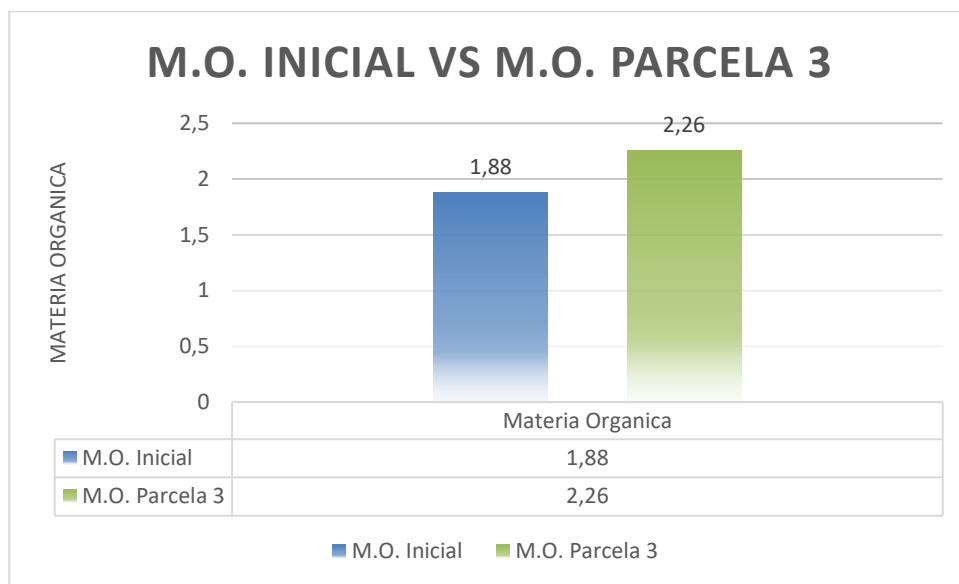


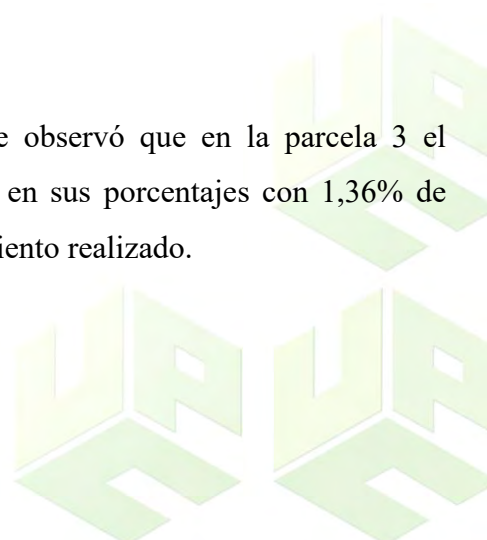
Grafico 41 porcentaje M.O. de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

La materia orgánica del suelo está constituida por un conjunto de sustancias depositadas en el suelo de origen animal y vegetal: restos orgánicos frescos (tejidos vegetales y animales), productos excretados por los organismos, productos de descomposición y compuestos de síntesis. (AGRIInova science, s.f.)

Carbono

Los resultados obtenidos en el análisis del carbono se observó que en la parcela 3 el porcentaje fue de 2,45% y se evidencia una diferencia en sus porcentajes con 1,36% de diferencia demostrando así un aumento durante el tratamiento realizado.



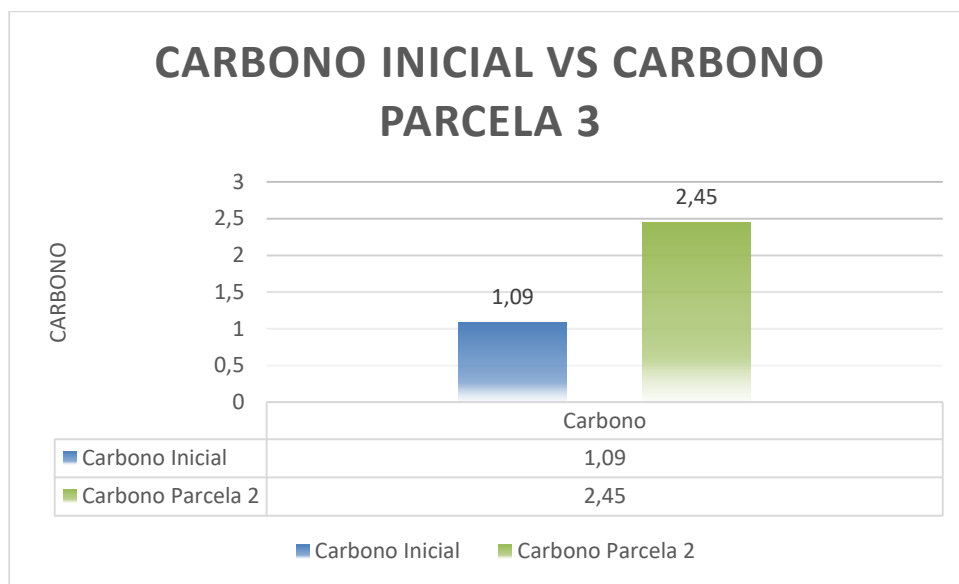


Grafico 42 porcentaje Carbono de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Nitrógeno

Los resultados obtenidos sobre el nitrógeno se pudo observar una diferencia entre el análisis inicial siendo este de un 0,09% y el final de 0,21%



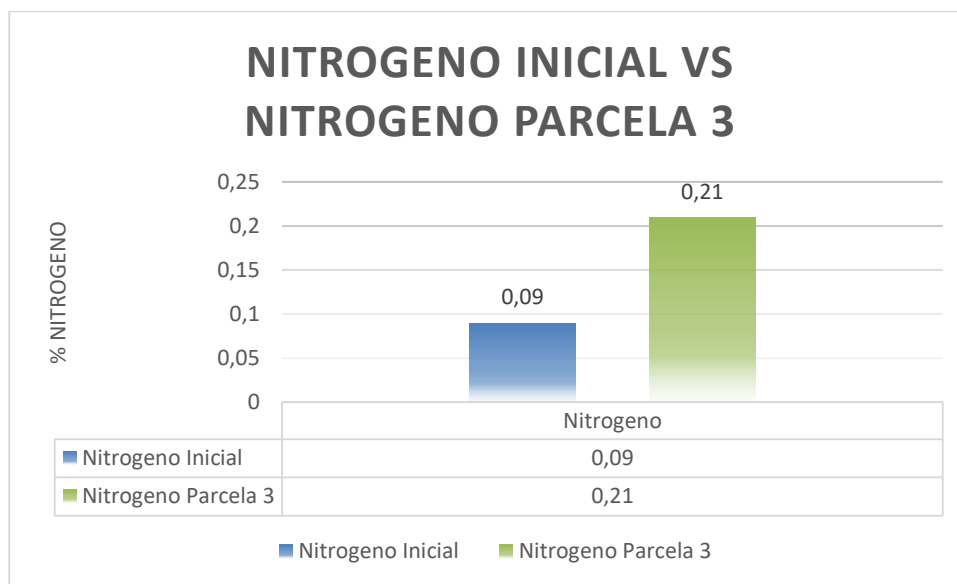


Grafico 43 porcentaje Nitrógeno de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Fosforo.

En los resultados obtenidos sobre el fosforo se demostró un avance durante el proceso del tratamiento aplicado siendo el inicial de 9,63 ppm y el final de 17,9 ppm

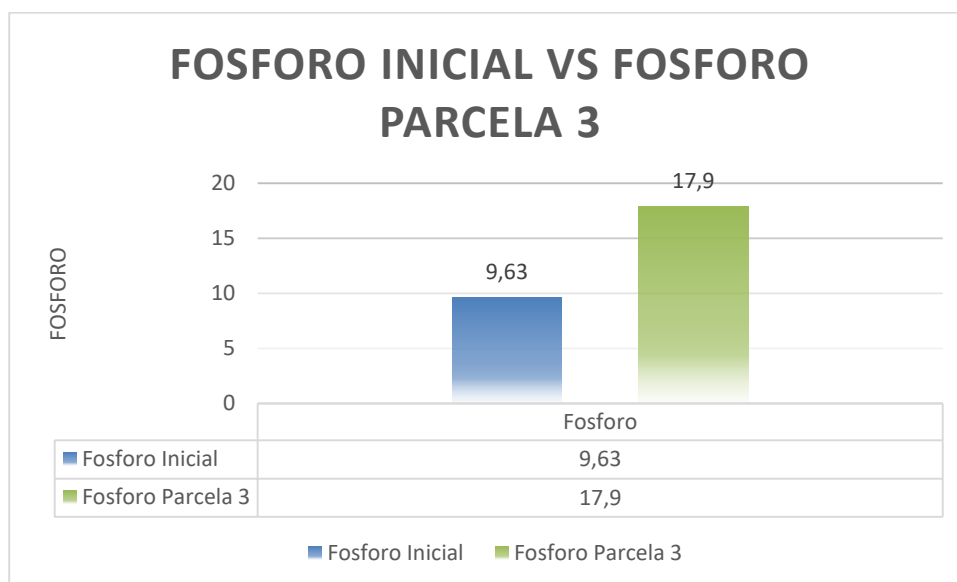


Grafico 44 porcentaje Fosforo de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Potasio

En los resultados obtenidos en cuanto al potasio se pudo observar que disminuyó, teniendo como resultado inicial de 0,48 meq/100g y el resultado final en la parcela 3 de 0,07 meq/100g

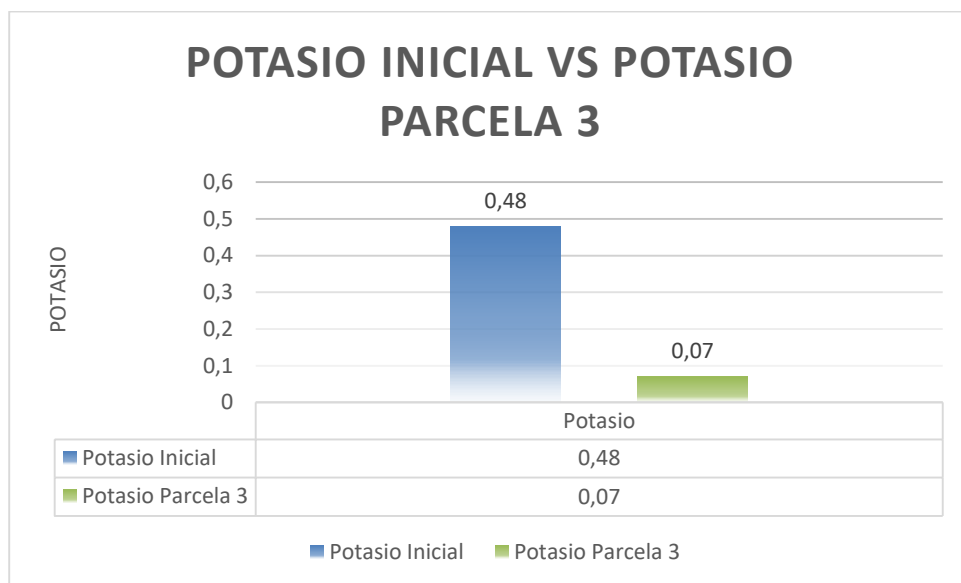
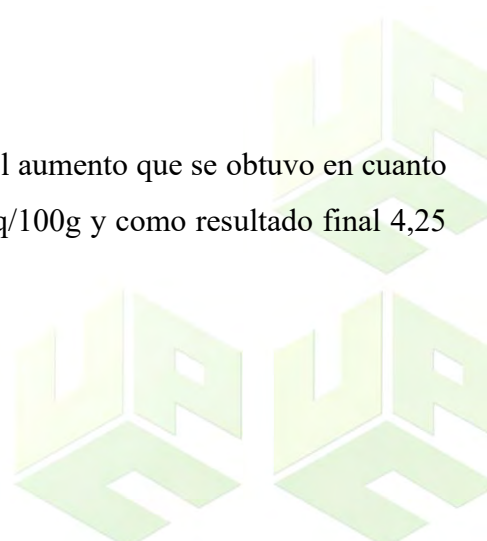


Grafico 45 porcentaje Potasio de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Calcio

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar el aumento que se obtuvo en cuanto al calcio teniendo como inicial una cantidad de 3,89 meq/100g y como resultado final 4,25 meq/100g.



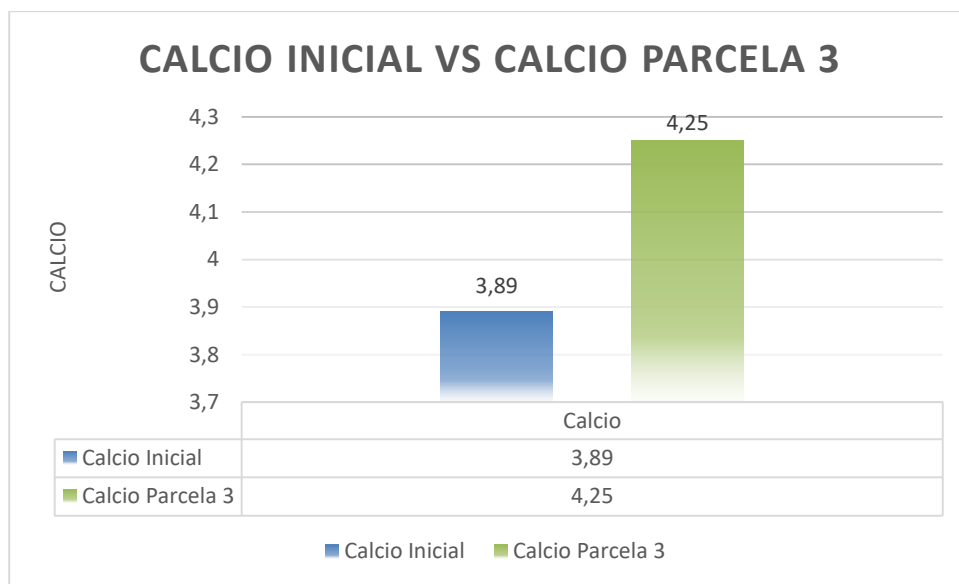


Grafico 46 porcentaje Calcio de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Magnesio

En el resultado inicial el magnesio obtuvo un 0,99 meq/100g mientras que en el final de la parcela 3 fue de 0,98 meq/100g presentando una decadencia de 0,01 meq/100g.

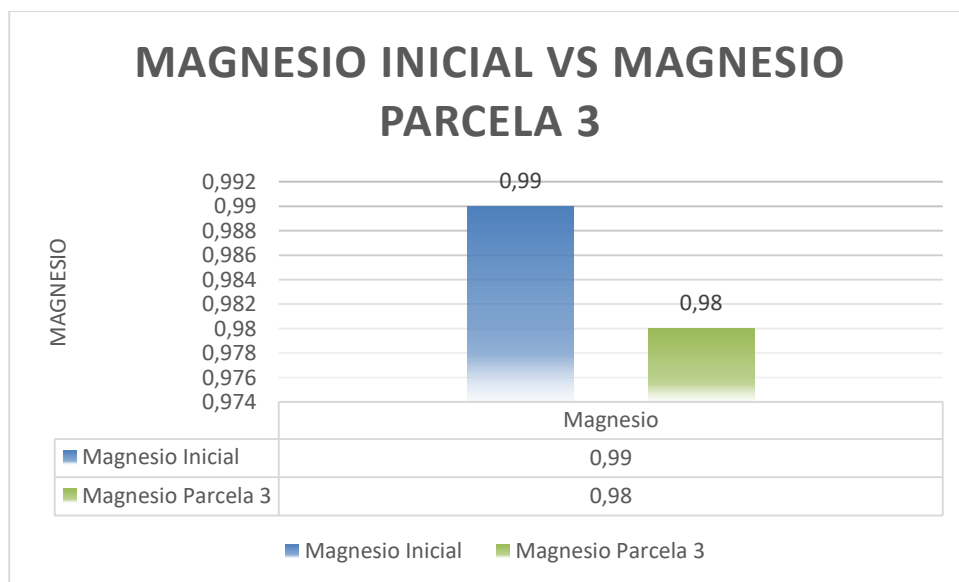


Grafico 47 porcentaje Magnesio de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Sodio

En los resultados de los análisis se pudo observar que el resultado obtenido del sodio se encuentra dentro del rango adecuado siendo este de 0,2 a 0,3. Ya que en análisis inicial tiene un resultado de 0,21 meq/100g y en el final de 0,27 meq/100g.

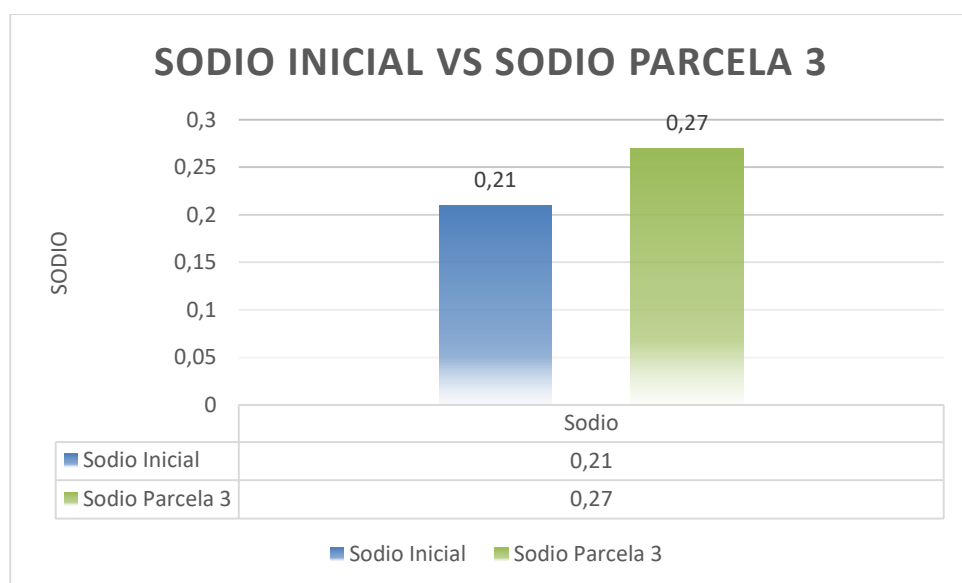


Grafico 48 porcentaje Sodio de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Hierro

En los resultados obtenidos se pudo evidenciar una diferencia 50,8 ppm siendo la inicial de 68,2 ppm y la final en la parcela 3 de 119 ppm.

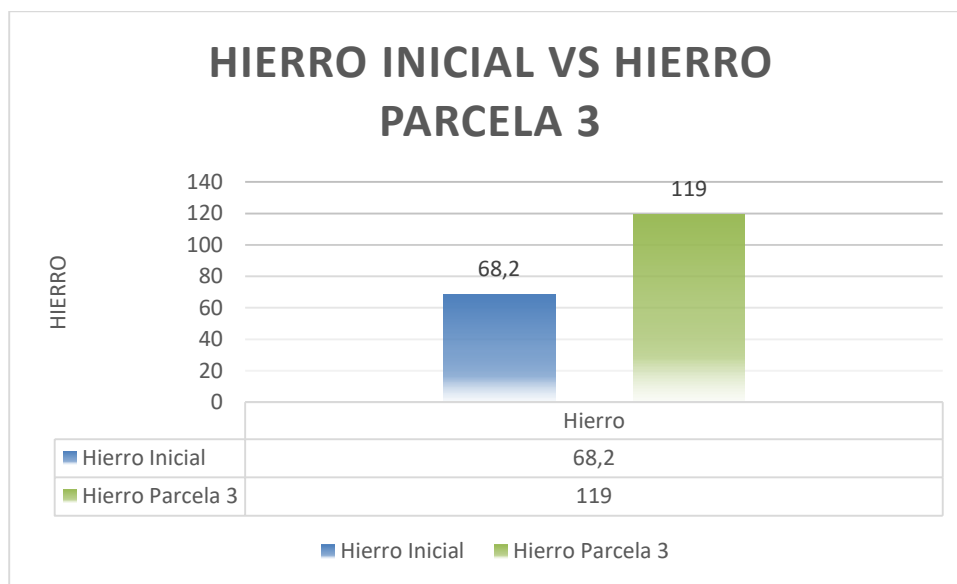


Grafico 49 porcentaje Hierro de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Manganeso

En los resultados obtenidos pudimos observar que el manganeso al principio se encontraba en un 4,36 ppm y después del tratamiento aumento a un 4,48 ppm. Su rango es deficiente

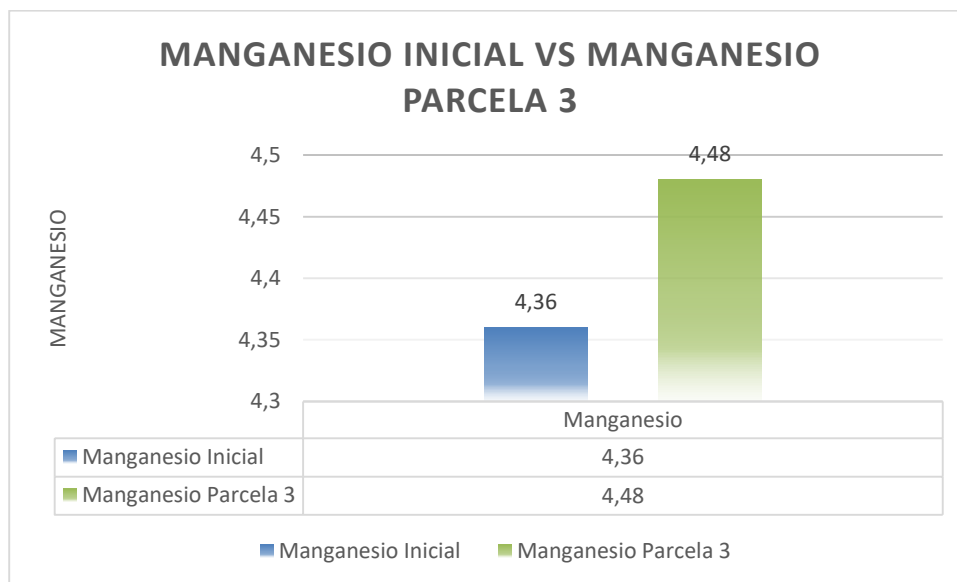


Grafico 50 porcentaje Manganeso de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Cobre

En los resultados obtenidos el cobre estaba en un 0,18 ppm y obteniendo como resultado final en la parcela 3 de 0,24 ppm, siendo deficiente

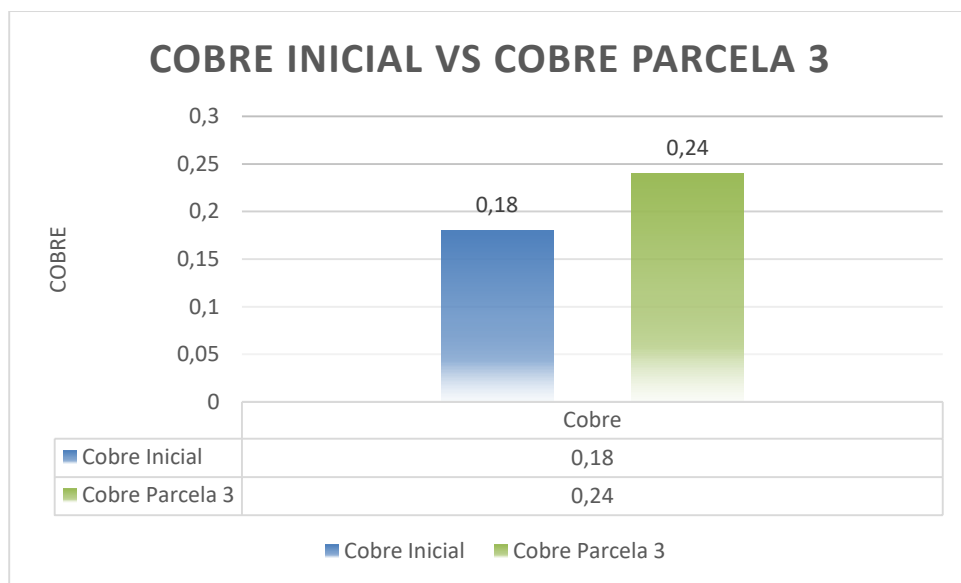


Grafico 51 porcentaje Cobre de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Zinc

En los resultados en cuanto al zinc se pudo observar que el análisis inicial se encontraba en un 0,81 por debajo de los rangos adecuados que son de 3 a 4,5 mientras que en el análisis final de la parcela 3 se obtuvo un resultado de 2,53 ppm

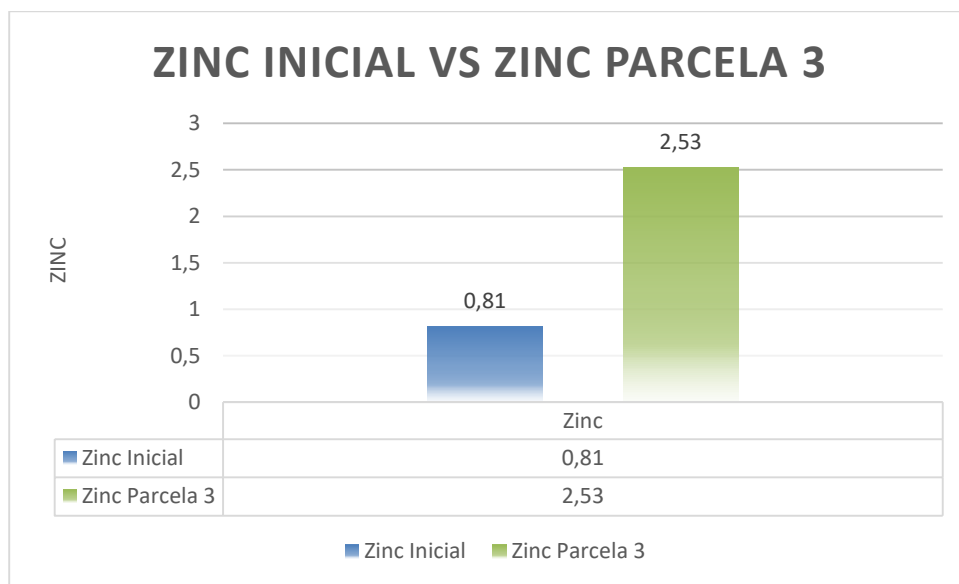


Grafico 52 porcentaje Zinc de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Azufre

El resultado de espectrofometría del azufre fue inicialmente de 7,38 ppm y como resultado final de 9,38 ppm, mostrando así un aumento de 2ppm, teniendo deficiencia

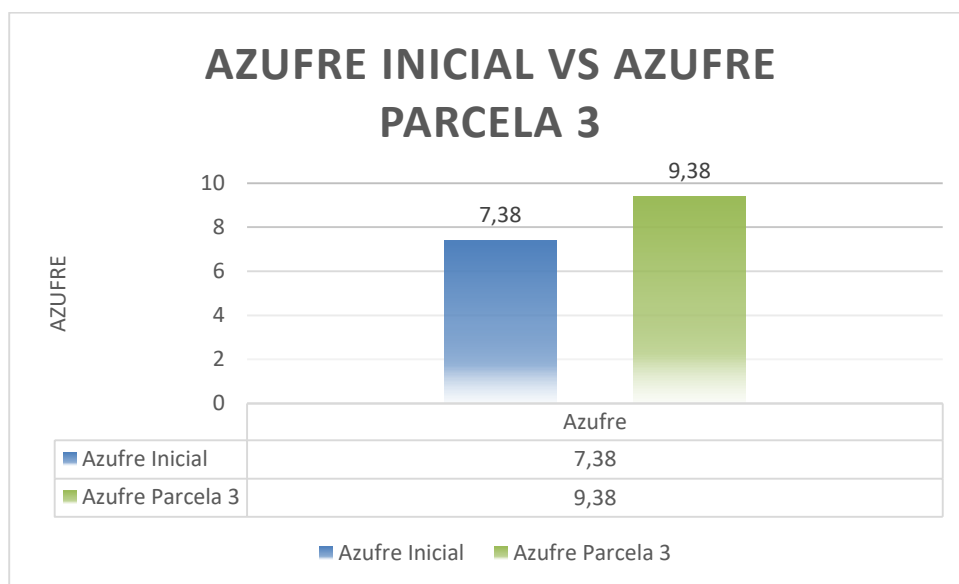


Grafico 53 porcentaje Azufre de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Boro

El resultado de espectrofometría del boro se mantuvo en 0,04 ppm siendo deficiente.

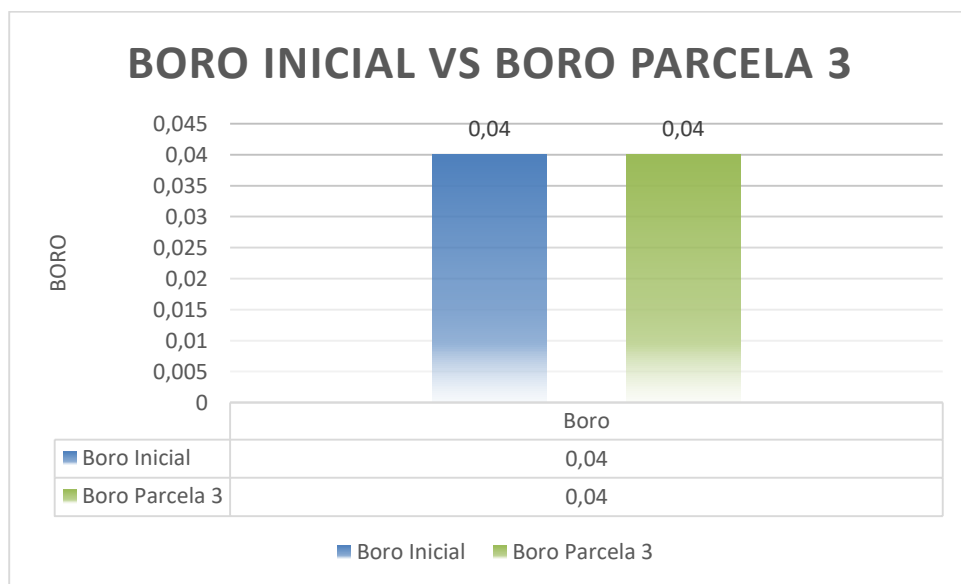
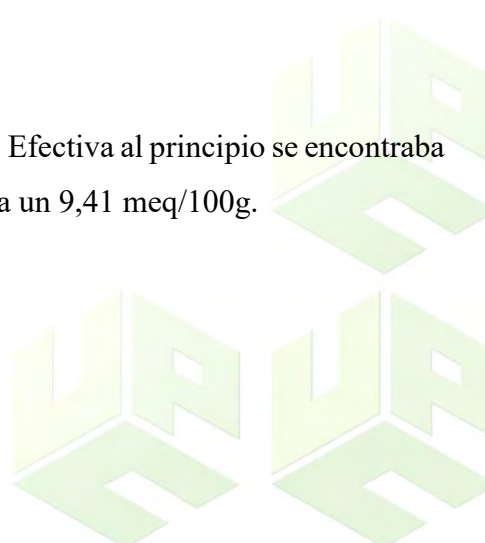


Grafico 54 porcentaje Boro de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

C.I.C. Efectiva

En los resultados obtenidos pudimos observar que la C.I.C Efectiva al principio se encontraba en un 6,14 meq/100g y después del tratamiento aumento a un 9,41 meq/100g.



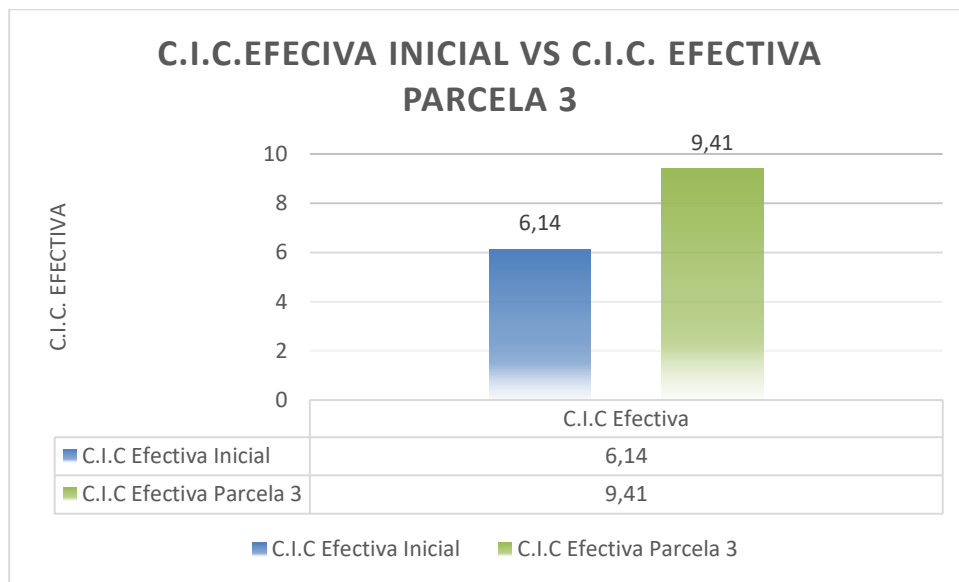


Grafico 55 porcentaje C.I.C. Efectiva de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Capacidad Calculada

Los resultados obtenidos se observó que la capacidad calculada al inicialmente se encontraba en 5,57 meq/100g y en la parcela 3 se mantiene el valor.

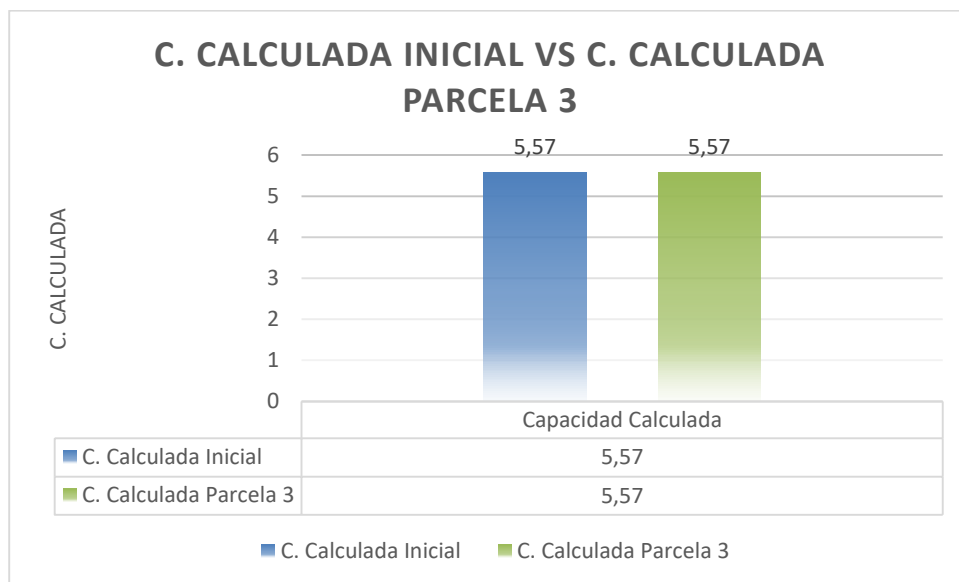


Grafico 56 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Relaciones catiónicas

En cada una de las relaciones catiónicas se observa que en los resultados de la parcela 3 hay aumento y deficiencia

En la relación Ca/Mg inicialmente fue de 3,93 y en la parcela 3 aumenta Ca/Mg a 4,34 Mostrando así un porcentaje de aumento de 0,41%

En la relación Ca/K fue de 8,10 y finalizando el tratamiento en la parcela 3 se evidencia que fue 60,7. Mostrando así un porcentaje de aumento de 52,6%

La relación Mg/K inicialmente fue de 2,06 y en cuanto a la parcela 3 fue 14,0 Logrando un aumento de 11,94 %

Ca+Mg/K fue de 10,2 y finalizando en la parcela 3 nos muestra un aumento a 74,7. Es decir aumenta un 64,5%

En la Saturación de Bases se observa un 90,7 y en la parcela 3 fue de 59,2 disminuyendo un 31,5%

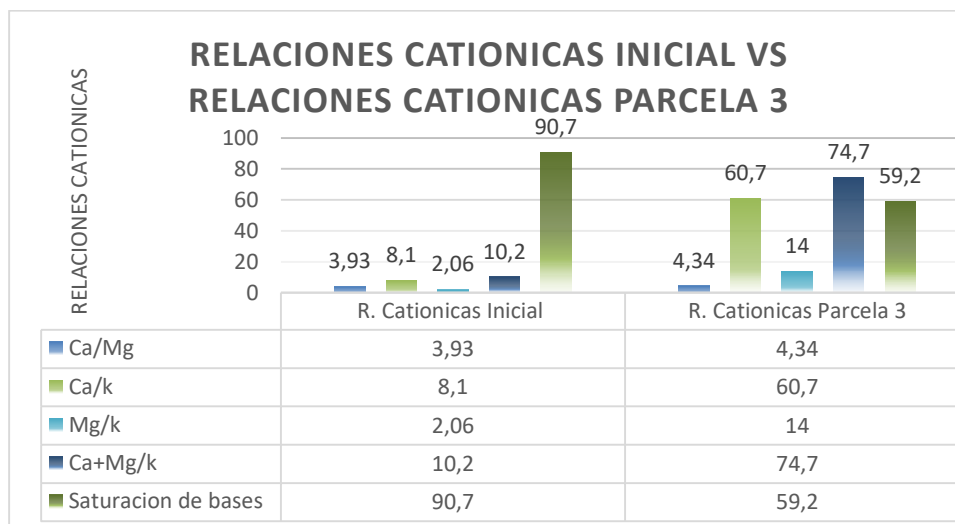


Grafico 57 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

Parcela 4. Se puede observar un cambio en la arena que disminuyendo el 4% mientras que en el limo se mantuvo y la cantidad de arcilla aumentó el 4% que es lo más importante en la mejoría del suelo, porque las arcillas son los coloides que retiene los nutrientes. En esta parcela fuera de las especies correctoras aplicamos el Té de boñiga como abono suplementario, donde la textura física de la investigación en la parcela 4 no alcanzo para cambiar la estructura original del suelo que es franco arenoso

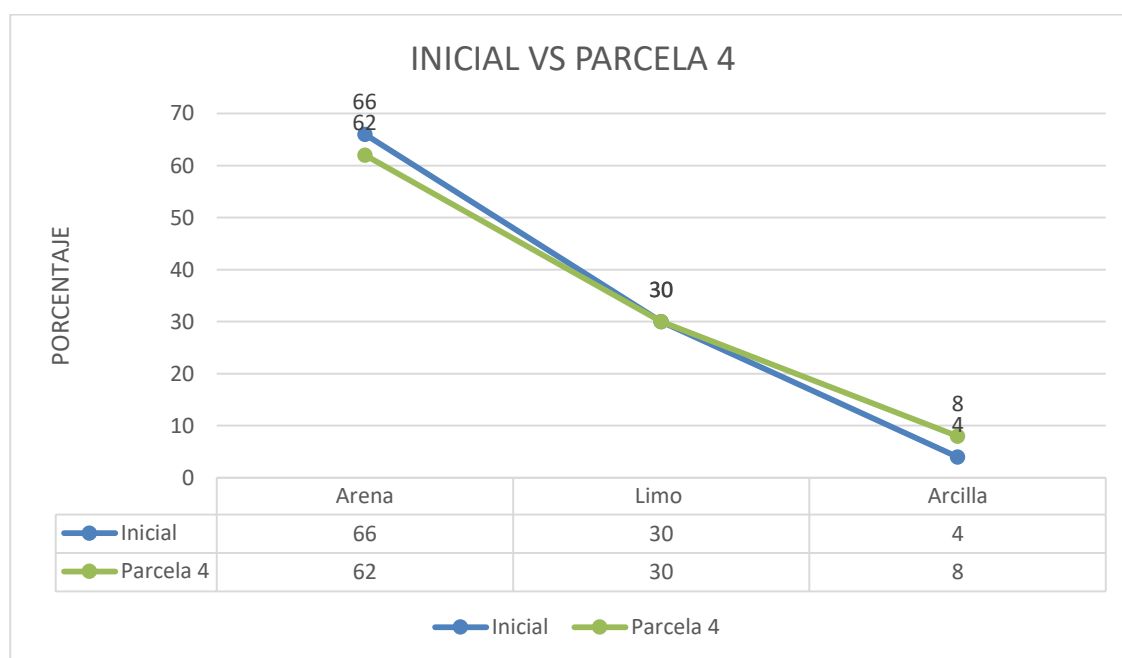


Grafico 58 porcentaje de la Arena, limo y la arcilla de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

En esta grafica se demuestran los resultados obtenidos de la parcela 4, donde la arena disminuye a un 4%, el limo sigue en 30% y la arcilla a un 4% acondicionando la investigación por no haber un cambio en la parte física exactamente en la textura, manteniendo el suelo en Franco Arenoso.

Propiedades Químicas

Los resultados de las propiedades químicas del pH o reacción del suelo inicialmente fue de 5,84, lo cual quiere decir que es un suelo moderadamente ácido con baja solubilidad de fósforo, regular disponibilidad de calcio y magnesio, con los tratamientos que hicimos para mejorar el suelo nos aumenta el pH a 6,16 quiere decir que este suelo fue acomodado por los tratamientos originando un suelo ligeramente ácido, donde las condiciones adecuadas para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

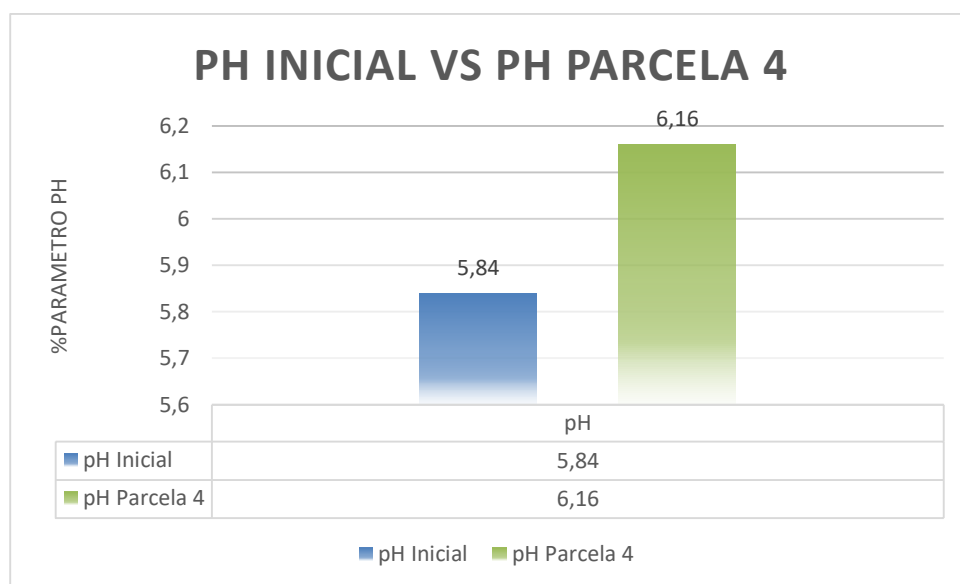


Grafico 59 porcentaje ph de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

A continuación podemos observar en la gráfica del parámetro del pH que hubo un aumento de 0,13 es decir un suelo moderadamente ácido.

Volumétrica

La Materia Orgánica inicialmente fue de 1,88 y tuvo un aumento de 1,54 con un porcentaje de 3,44.

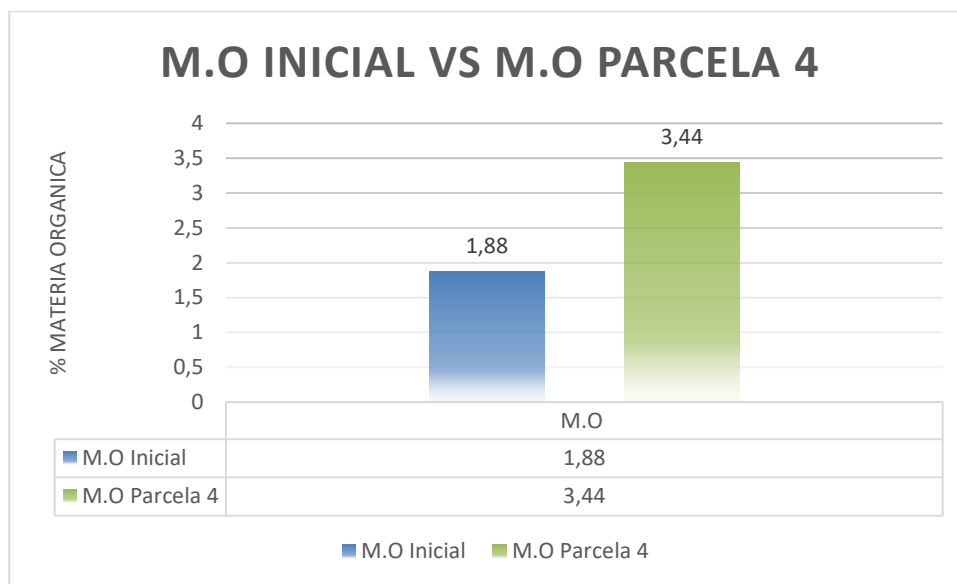


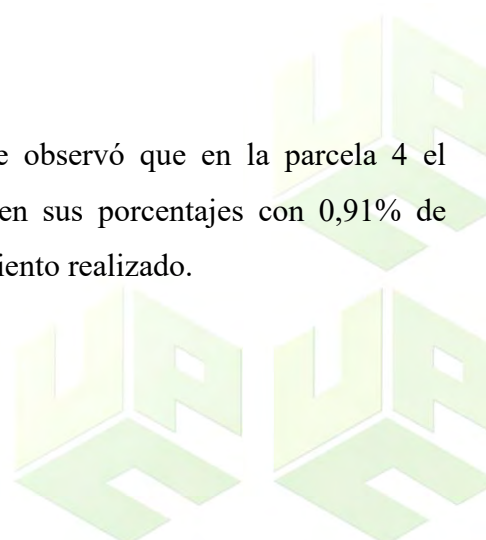
Grafico 60 porcentaje M.O. de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

La materia orgánica del suelo está constituida por un conjunto de sustancias depositadas en el suelo de origen animal y vegetal: restos orgánicos frescos (tejidos vegetales y animales), productos excretados por los organismos, productos de descomposición y compuestos de síntesis. (AGRInova science, s.f.)

Carbono

Los resultados obtenidos en el análisis del carbono se observó que en la parcela 4 el porcentaje fue de 2,00 y se evidencia una diferencia en sus porcentajes con 0,91% de diferencia demostrando así un aumento durante el tratamiento realizado.



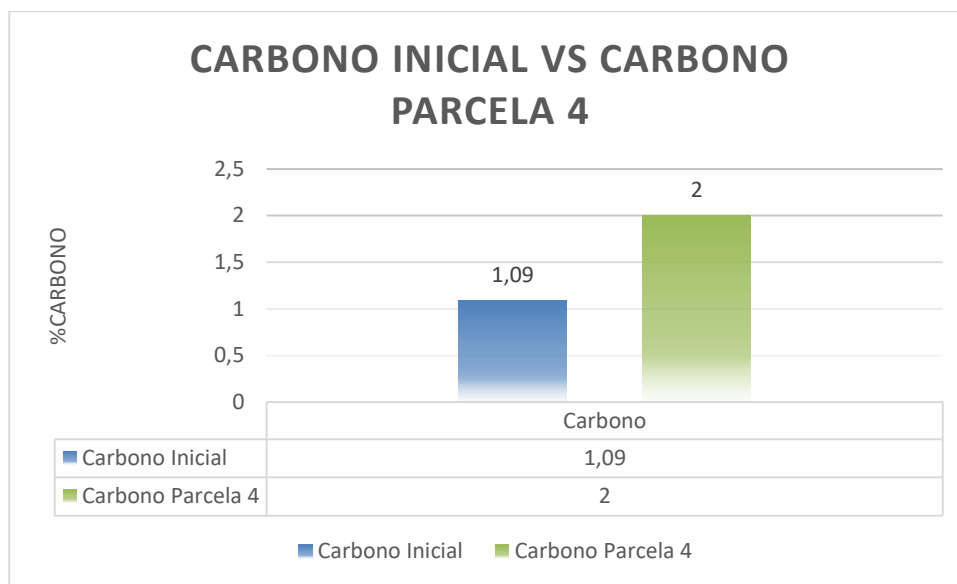


Grafico 61 porcentaje Carbono de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Nitrógeno

Los resultados obtenidos sobre el nitrógeno se pudo observar una diferencia entre el análisis inicial siendo este de un 0,09% y el final de 0,17%

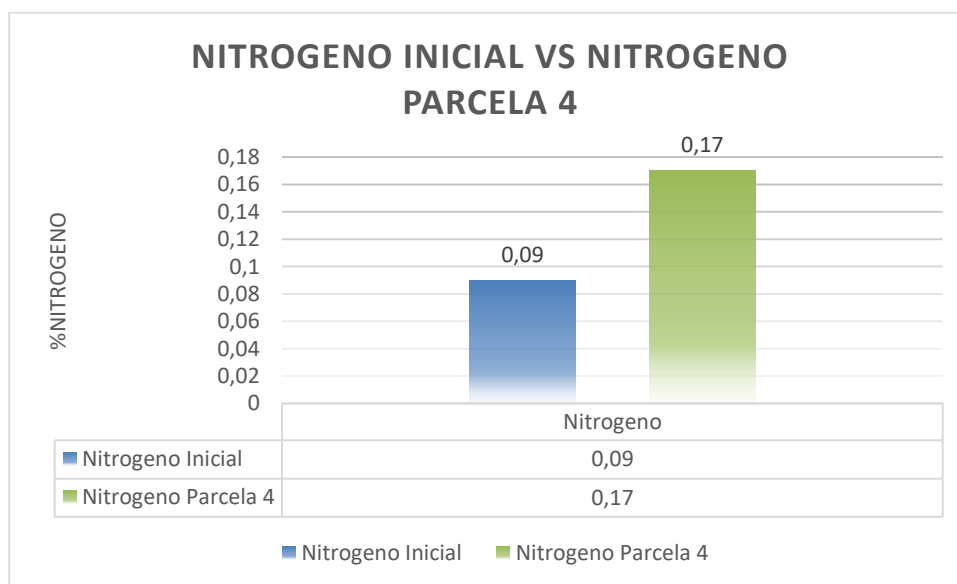


Grafico 62 porcentaje Nitrógeno de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Fosforo.

En los resultados obtenidos sobre el fosforo se demostró un avance durante el proceso del tratamiento aplicado, siendo el inicial de 9,63 ppm y el final de 12,7 ppm

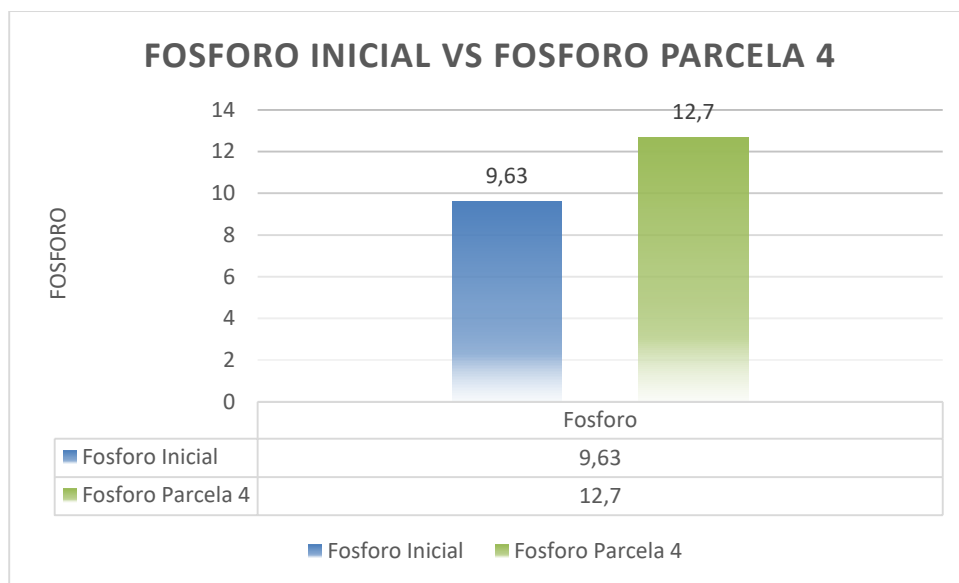


Grafico 63 porcentaje Fosforo de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Potasio

En los resultados obtenidos en cuanto al potasio su pudo observar que disminuyó, teniendo como resultado inicial de 0,48 meq/100g y el resultado final en la parcela 4 de 0,08 meq/100g

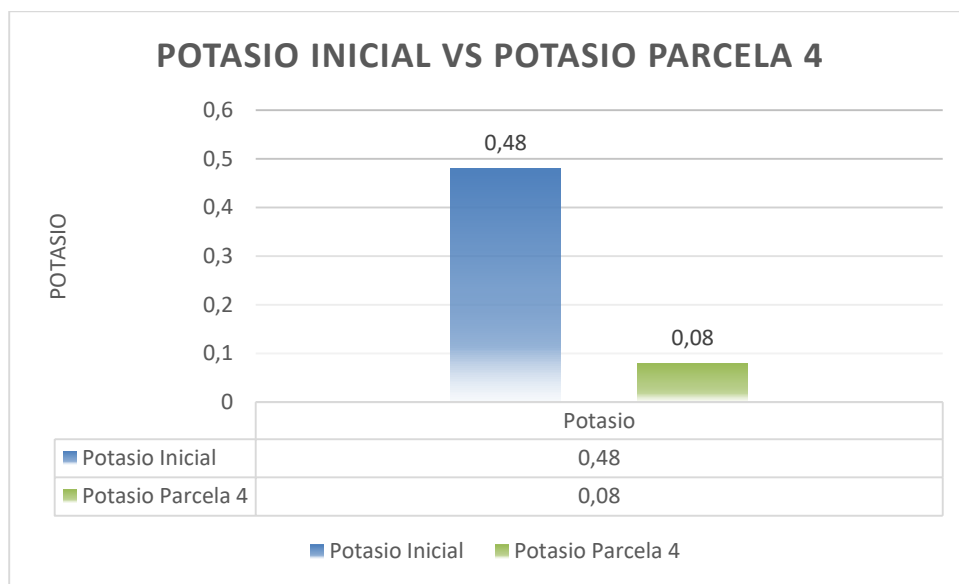


Grafico 64 porcentaje Potasio de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Calcio

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar una disminución que se obtuvo en cuanto al calcio teniendo como inicial una cantidad de 3,89 meq/100g y como resultado final 3,69 meq/100g.

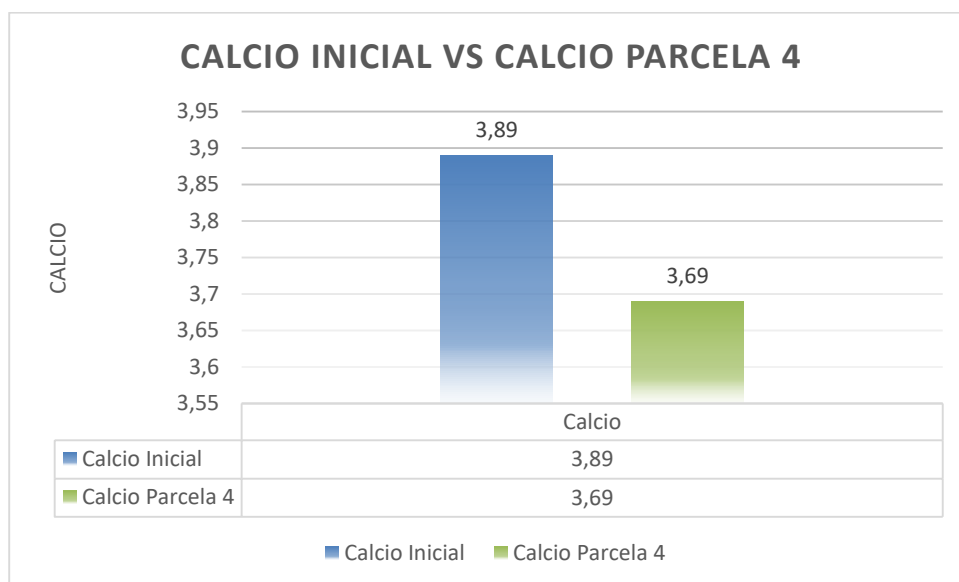


Grafico 65 porcentaje Calcio de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Magnesio

En el resultado inicial el magnesio obtuvo un 0,99 meq/100g mientras que en el final de la parcela 4 fue de 0,86 meq/100g presentando una decadencia de 0,13 meq/100g.

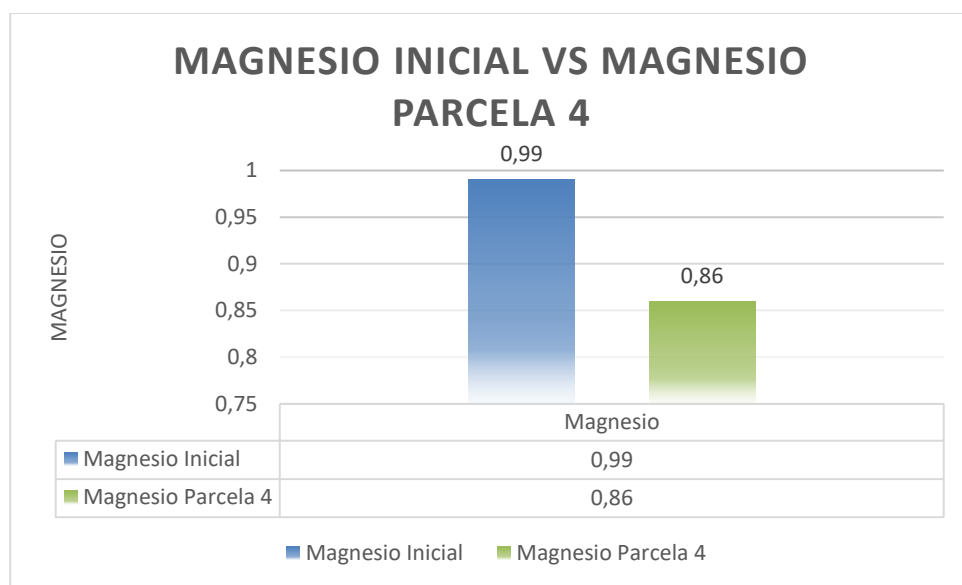


Grafico 66 porcentaje Magnesio de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Sodio

En los resultados de los análisis se pudo observar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango adecuado siendo este de 0,2 a 0,3. Ya que en el análisis inicial tiene un resultado de 0,21 meq/100g y en el final de 0,23 meq/100g.

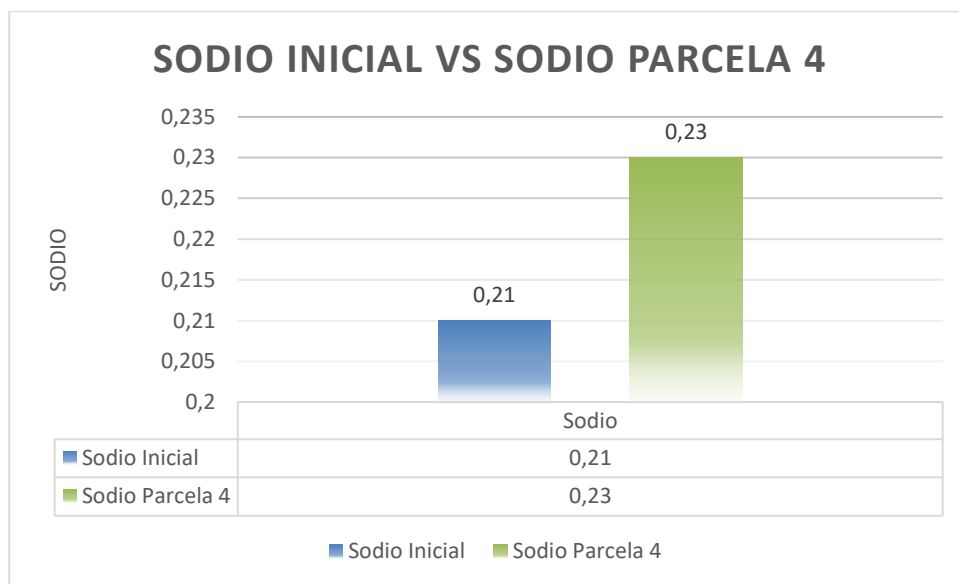


Grafico 67 porcentaje Sodio de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Hierro

En los resultados obtenidos se pudo evidenciar la diferencia siendo la inicial de 68,2 ppm y la final en la parcela 4 de 181 ppm.

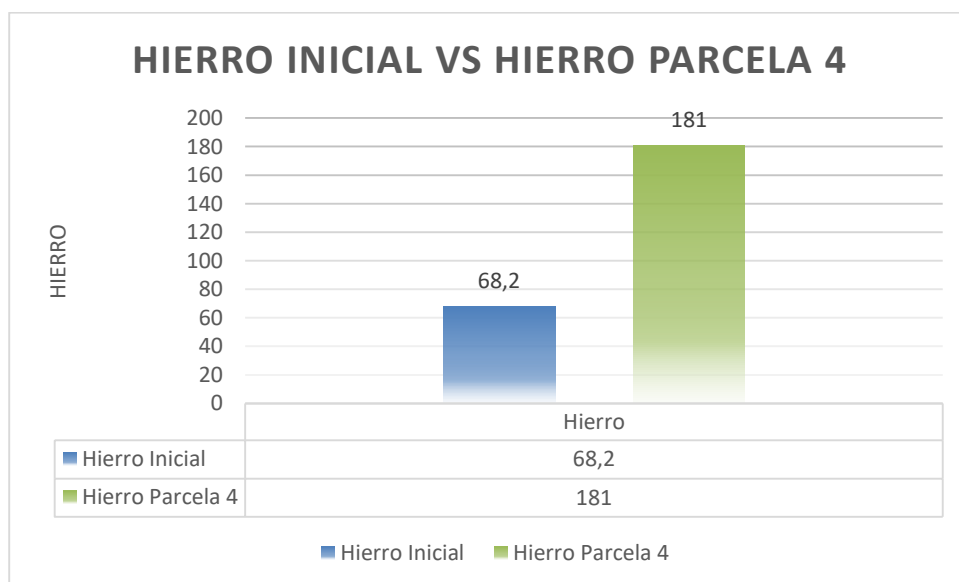


Grafico 68 Porcentaje Hierro de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Manganeso

En los resultados obtenidos pudimos observar que el manganeso al principio se encontraba en un 4,36 ppm y después del tratamiento aumento a un 5,69 ppm.

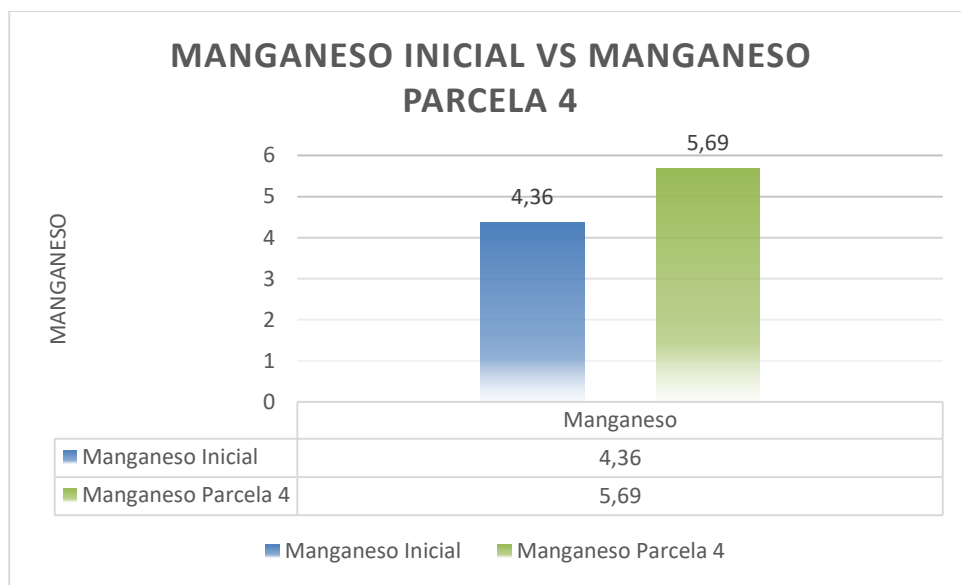
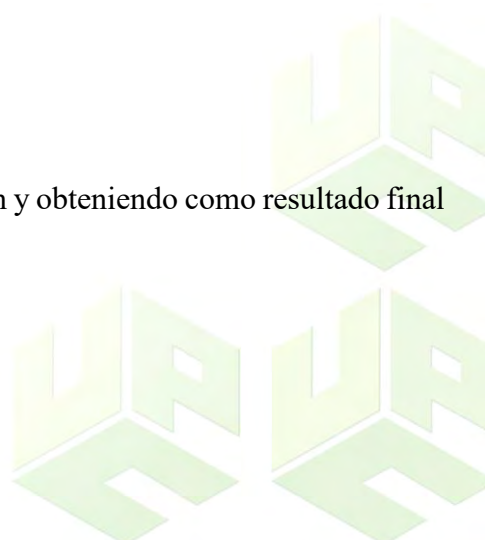


Grafico 69 porcentaje Manganeso de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Cobre

En los resultados obtenidos el cobre estaba en un 0,18 ppm y obteniendo como resultado final en la parcela 4 de 0,29 ppm.



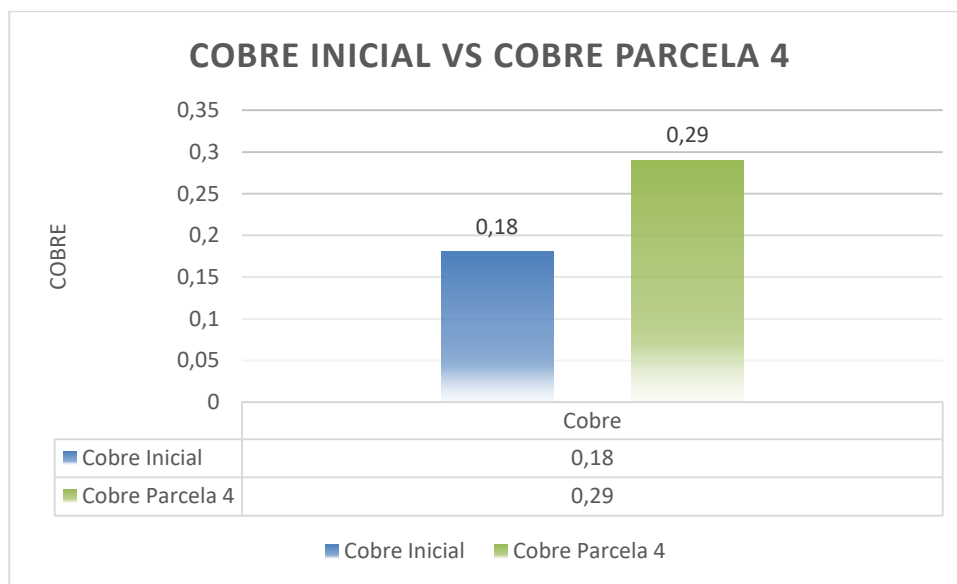


Grafico 70 porcentaje Cobre de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Zinc

En los resultados en cuanto al zinc se pudo observar que en el análisis inicial se encontraba en un 0,81 por debajo de los rangos adecuados que son de 3 a 4,5 mientras que en el análisis final de la parcela 4 se obtuvo un resultado de 6,01 ppm, presentando así un aumento durante el tratamiento aplicado.



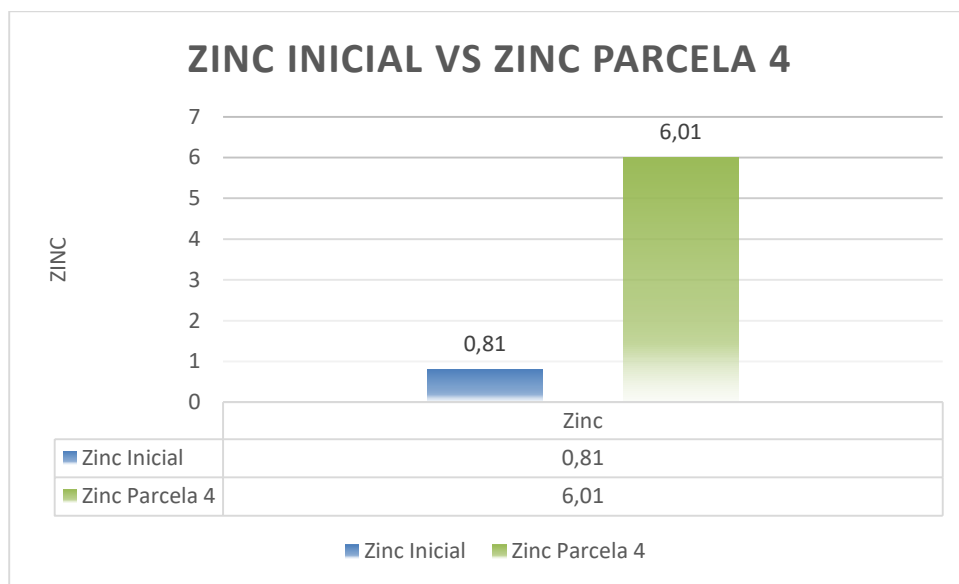


Grafico 71 porcentaje Zinc de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Azufre

El resultado de espectrofometría del azufre fue inicialmente de 7,38 ppm y como resultado final 7,83 ppm, mostrando así un aumento de 0,45

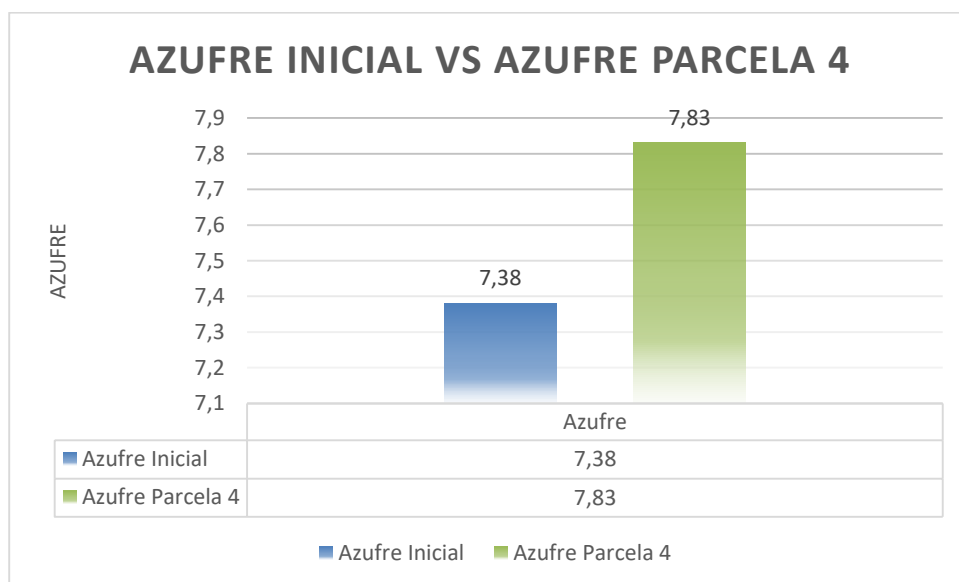


Grafico 72 porcentaje Azufre de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Boro

El resultado de espectrofometría del boro fue inicialmente de 0,04 ppm y como resultado final de 0,11 ppm, mostrando así un aumento de 0,07 siendo deficiente.

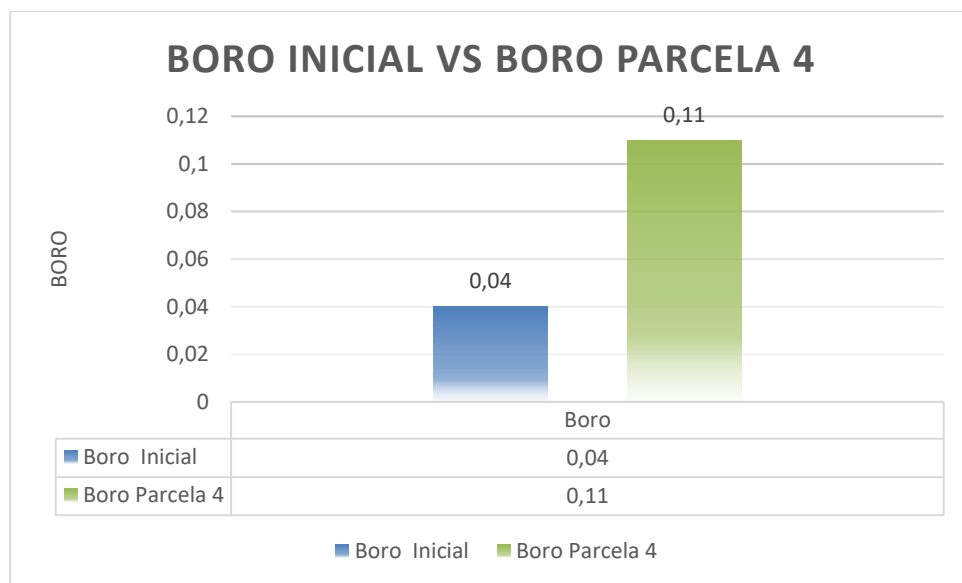


Grafico 73 porcentaje Boro de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

C.I.C. Efectiva

En los resultados obtenidos pudimos observar que la C.I.C Efectiva al principio se encontraba en un 6,14 meq/100g y después del tratamiento aumento a un 8,82 meq/100g.

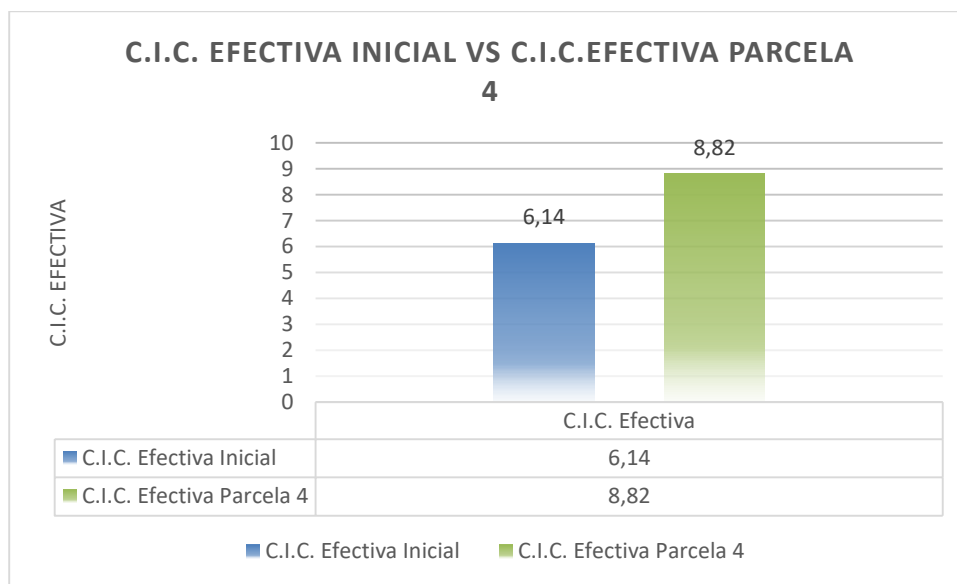


Grafico 74 porcentaje C.I.C. Efectiva de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Capacidad Calculada

Los resultados obtenidos se observó que la capacidad calculada al inicialmente se encontraba en 5,57 meq/100g y en la parcela 4 fue de 4,86 meq/100g, tuvo una deficiencia después del tratamiento.



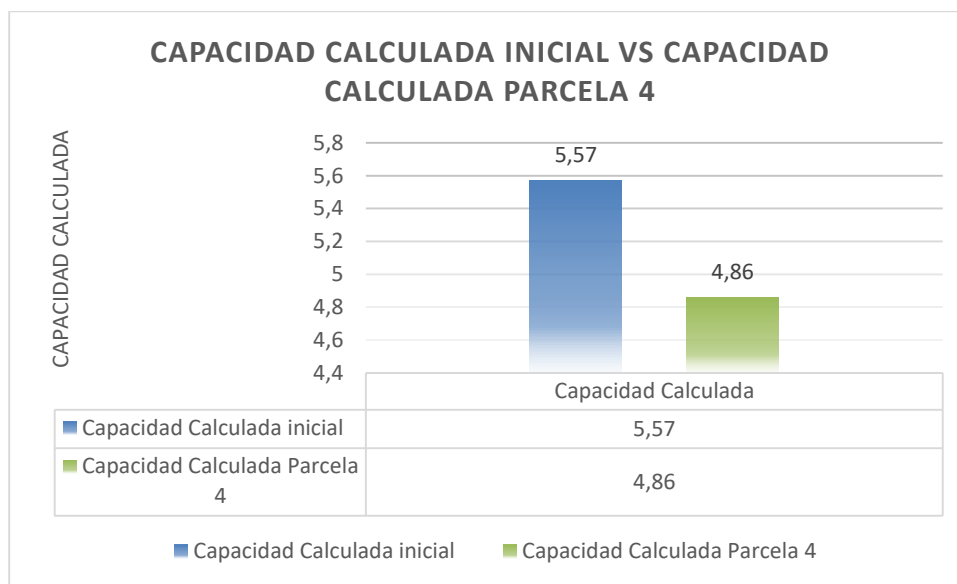


Grafico 75 porcentaje Capacidad Calculada de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

Relaciones catiónicas

En cada una de las relaciones catiónicas se observa que en los resultados de la parcela 4 hay aumento en cada una de ellas y una deficiencia

En la relación Ca/Mg inicialmente fue de 3,93 y en la parcela 4 aumenta Ca/Mg a 4,29. Mostrando así un porcentaje de aumento de 0,36 %

En la relación Ca/K fue de 8,10 y finalizando el tratamiento en la parcela 4 se evidencia que fue de Ca/K 46,1. Mostrando así un porcentaje de aumento de 38%

La relación Mg/K inicialmente fue de 2,06 y en cuanto a la parcela 4 fue de Mg/K 10,8. Logrando un aumento de 8,74 %

Ca+Mg/K fue de 10,2 y finalizando en la parcela 4 nos muestra un aumento de 56,9. Es decir aumenta un 46,7%

En la Saturación de Bases se observa un 90,7 y en la parcela 4 fue de 55,1 disminuyendo un 35,6%

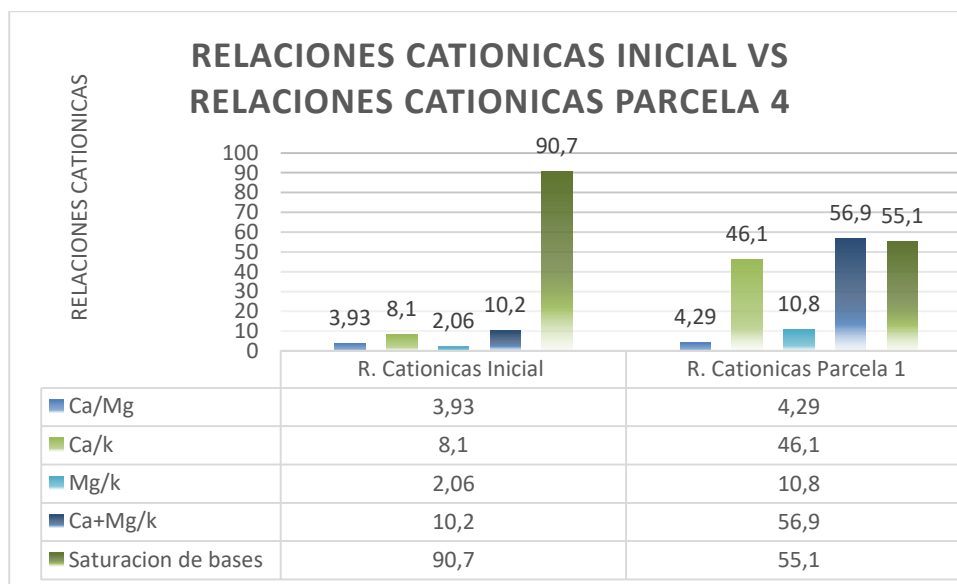


Grafico 76 porcentaje Relaciones Catiónicas de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022

A continuación se muestran las diferentes medidas obtenidas del sembrado durante los meses de trabajo en cada una de las parcelas correspondientes.

MES 1											
PARCELA 1			PARCELA 2			PARCELA 3			PARCELA 4		
PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS
GUANDU 1	17	8	GUANDU 1	17	10	GUANDU 1	21,5	11	GUANDU 1	17	12
GUANDU 2	14,2	12	GUANDU 2	16,2	9	GUANDU 2	20	11	GUANDU 2	20	9
GUANDU 3	12,3	10	GUANDU 3	15	9	GUANDU 3	20,8	10	GUANDU 3	22,5	12
GUANDU 4	13,2	9	GUANDU 4	12,3	7	GUANDU 4	20,5	14	GUANDU 4	19	11
GUANDU 5	16,5	11	GUANDU 5	16,2	10	GUANDU 5	17	12	GUANDU 5	27	14
GUANDU 6	12	8	GUANDU 6	24,6	9	GUANDU 6	24,4	14	GUANDU 6	23,7	14
PASTO BRACHIARIA	8,4 cm		PASTO BRACHIARIA	7,7 cm		PASTO BRACHIARIA	8,5 cm		PASTO BRACHIARIA	6,8	

Tabla 2 Datos de las medidas del primer mes

Fuente: Elaboración propia 2022

MES 2											
PARCELA 1			PARCELA 2			PARCELA 3			PARCELA 4		
PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS
GUANDU 1	30	23	GUANDU 1	29,2	42	GUANDU 1	42,9	27	GUANDU 1	38,9	32
GUANDU 2	31	26	GUANDU 2	30,1	18	GUANDU 2	30,5	24	GUANDU 2	25,3	20
GUANDU 3	28,2	24	GUANDU 3	31,6	24	GUANDU 3	33,4	20	GUANDU 3	40,5	30
GUANDU 4	33,8	26	GUANDU 4	21,8	22	GUANDU 4	41	30	GUANDU 4	35,2	27
GUANDU 5	33	29	GUANDU 5	31,5	24	GUANDU 5	24	22	GUANDU 5	41,3	26
GUANDU 6	20,6	20	GUANDU 6	38	24	GUANDU 6	47,8	34	GUANDU 6	52	34
PASTO BRACHIARIA	22,5 cm		PASTO BRACHIARIA	18 cm		PASTO BRACHIARIA	33 cm		PASTO BRACHIARIA	23,3 cm	

Tabla 3 Datos de las medidas del segundo mes

Fuente: Elaboración propia 2022

MES 3											
PARCELA 1			PARCELA 2			PARCELA 3			PARCELA 4		
PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS	PLANTA	ALTURA (cm)	No. HOJAS
GUANDU 1	37	21	GUANDU 1	34,5	49	GUANDU 1	48	35	GUANDU 1	56	45
GUANDU 2	42,5	33	GUANDU 2	33	20	GUANDU 2	39	27	GUANDU 2	32,4	24
GUANDU 3	40	30	GUANDU 3	45	36	GUANDU 3	41,4	27	GUANDU 3	52	34
GUANDU 4	43	34	GUANDU 4	31	21	GUANDU 4	66	51	GUANDU 4	47	33
GUANDU 5	41	33	GUANDU 5	37,5	27	GUANDU 5	32,2	30	GUANDU 5	55	36
GUANDU 6	30	24	GUANDU 6	45	30	GUANDU 6	61	36	GUANDU 6	62	42
PASTO BRACHIARIA	30 cm		PASTO BRACHIARIA	25 cm		PASTO BRACHIARIA	41 cm		PASTO BRACHIARIA	33 cm	

Tabla 4 Datos de las medidas del tercer mes

Fuente: Elaboración propia 2022



En las siguientes tablas se observan en cada una de las parcelas el crecimiento con el que finalizo cada uno de los de los cultivos después del tratamiento.

PARCELA 1				
PLANTA	No. HOJAS	ALTURA (cm)	RAICES (cm)	TALLO (cm)
GUANDUL 1	118	95	15	3
GUANDUL 2	213	118	29	3
GUANDUL 3	95	87	16	1,8
GUANDUL 4	373	143	33	3,5
GUANDUL 5	51	67	20	1
GUANDUL 5	51	67	20	1
GUANDUL 5	51	67	20	1
GUANDUL 6	60	70	23	1,4
		ALTURA (cm)	RAICES (cm)	
PASTO BRACHIARIA		65	12	

Tabla 5 Datos de la parcela 1

Fuente: Elaboración propia 2022

PARCELA 2				
PLANTA	No. HOJAS	ALTURA (cm)	RAICES (cm)	TALLO (cm)
GUANDUL 1	214	106	23	3,2
GUANDUL 2	286	167	19,5	3,8
GUANDUL 3	227	112	17	3,4
GUANDUL 4	177	131	26	3,2
GUANDUL 5	83	76	17	1,4
GUANDUL 5	83	76	17	1,4
GUANDUL 5	83	76	17	1,4
GUANDUL 6	182	142	22	2,8
		ALTURA (cm)	RAICES (cm)	
PASTO BRACHIARIA		71	15	

Tabla 6 Datos de la parcela 2

Fuente: Elaboración propia 2022



PARCELA 3				
PLANTA	No. HOJAS	ALTURA (cm)	RAICES (cm)	TALLO (cm)
GUANDUL 1	317	147	20	4
GUANDUL 2	150	107	16	2,5
GUANDUL 3	295	152	19	3,5
GUANDUL 4	487	153	23	4,5
GUANDUL 5	79	79	15	2,3
GUANDUL 6	249	131	17	3,7
		ALTURA (cm)	RAICES (cm)	
PASTO BRACHIARIA		73	13,2	

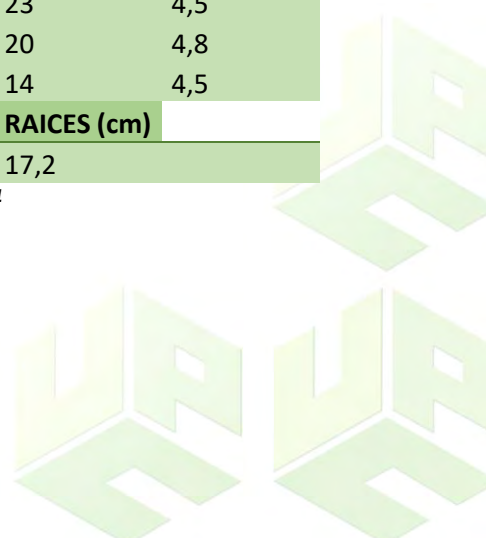
Tabla 7 Datos de la parcela 3

Fuente: Elaboración propia 2022

PARCELA 4				
PLANTA	No. HOJAS	ALTURA (cm)	RAICES (cm)	TALLO (cm)
GUANDUL 1	315	176	25	3,8
GUANDUL 2	58	98	17	2
GUANDUL 3	141	100	16	2,5
GUANDUL 4	77	130	23	4,5
GUANDUL 5	215	166	20	4,8
GUANDUL 6	450	170	14	4,5
		ALTURA (cm)	RAICES (cm)	
PASTO BRACHIARIA		79	17,2	

Tabla 8 Datos de la parcela 4

Fuente: Elaboración propia 2022



8. CONCLUSIONES

En base a la experiencia obtenida, podemos señalar que en la recuperación del suelo compactado, se comprobó que la aplicación del té de boñiga junto con la siembra del pasto brachiarias y el cultivo de guandu, demuestra una mejoría, ya que son herramientas claves a recuperar la estructura y la capacidad biológica del suelo.

La materia orgánica es una de las características más importantes del suelo, razón por la cual se recomienda mantenerla o incrementarla, por lo tanto como resultado final se observa un incremento en sus porcentajes después del tratamiento aplicado siendo favorable para el suelo.

La combinación del pasto brachiarias y el cultivo de guandu se dan a conocer como alternativa viable, ya que la producción ganadera se puede seguir generando pero brindando un manejo adecuado de los recursos naturales, mejorando la fertilidad del suelo y disminuyendo la erosión del suelo.



9. RECOMENDACIONES

Concientizar a los dueños de predios que antes de usar fertilizantes químicos, la mejor opción es usar suplementos para el suelo de origen natural, como una composta. Esto le da más oxigenación a la tierra, evita la erosión y retiene mejor la humedad.

Es importante no sobreexplotar los suelos, se debe evitar el exceso de ganado, porque desgasta la capa vegetal y también se debe tener cuidado a la hora del pastoreo, monitoreando y regulando el acceso al pasto que tienen los animales.

La financiación del proyecto generaría múltiples beneficios a comunidades del sector rural, pequeños y medianos productores ganaderos y forestales en el departamento del Cesar por la recuperación productiva de predios deforestados y con suelos que no son aprovechados por su estado avanzado de degradación.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Arena#>

(s.f.). Obtenido de <https://www.quimica.es/enciclopedia/Limo.html>

(s.f.). Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/blog/191-las-arcillas-del-suelo/#notas>

(s.f.). Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

(s.f.). Obtenido de <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/control-del-sodio-en-el-suelo/>

(s.f.). Obtenido de <https://tradecorp.mx/manganeso-el-micronutriente-esencial-para-la-vida-de-tu-cultivo/>

(s.f.). Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/blog/84-la-importancia-del-zinc-en-las-plantas-y-su-dinamica-en-el-suelo/>

(s.f.). Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/el-boro-en-el-suelo/>

(s.f.). Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

AGRIInova science. (s.f.). Obtenido de <https://agri-nova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>

bioedafologia. (s.f.). Obtenido de <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>

CALLE, Zoraida, MURGUEITIO Enrique. “Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”, 27.

Guitian F & Carballas Fernández T. (1975). Técnicas de Análisis de Suelos. Ed. Pico Santo. Santiago de Compostela.

Jackson ML. (1982). Análisis Químicos de Suelos. 4º ed. Ed. Omega. Barcelona

López Ritas J & López Melida J. (1990). El Diagnóstico de Suelos y Plantas. Métodos de Campo y Laboratorio. 4º De. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid

López Santiago F & Ayala Carcedo FJ (eds.). (1995). Contaminación y Depuración de Suelos. I.T.G.E., Madrid

Madrid Soil Conservation Service U.S.D.A.. (1973). Investigación de Suelos. Métodos de Laboratorio y Procedimientos para Regoger Muestras. Ed. Trillas

MAHECHA, Liliana. “El silvopastoreo: una alternativa de produccion que disminuye el impacto ambiental de la ganaderia bovina. Revista Col Ciencias pecuaria”, 226, 227. (2002)

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (1986). Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Plantas. Serv. Publ. M.A,P.A..

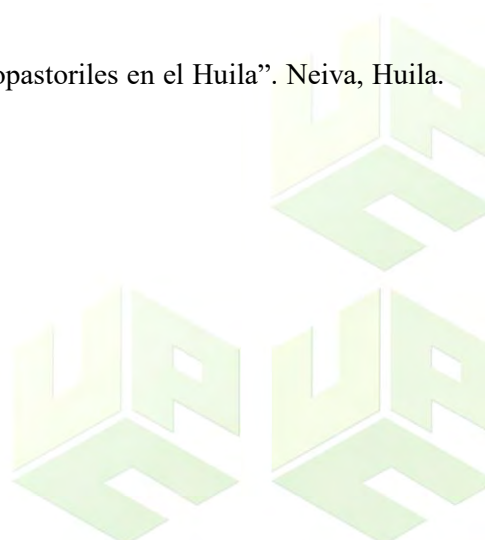
Occidente, C. E. (1999). *SIERRAS Y SERRANIAS DE COLOMBIA* . Santiago Montes Veira.

OJEDA, Pedro Antonio, RESTREPO, Jose m, VILLADA, Daniel E, GALLEGO, Jose Cesáreo. “Sistema Silvopastoriles, una opcion para el manejo sustentable de la ganadería”. Santiago de Cali. Fidar. (2003).

Panadero, A. N. (2007). *SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA EL DISEÑO DE FINCAS GANADERAS*.

Primo Yúfera E & Carrasco Dorrien JM. (1981). Química Agrícola. I. Suelos y Fertilizantes. Ed. Alhambra. Madrid

SUAREZ, Rojas Rodrigo. “Implementacion de Sistemas Silvopastoriles en el Huila”. Neiva, Huila. (2010).





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



ANEXOS

Anexo 1 Diseño de las parcelas con medidas

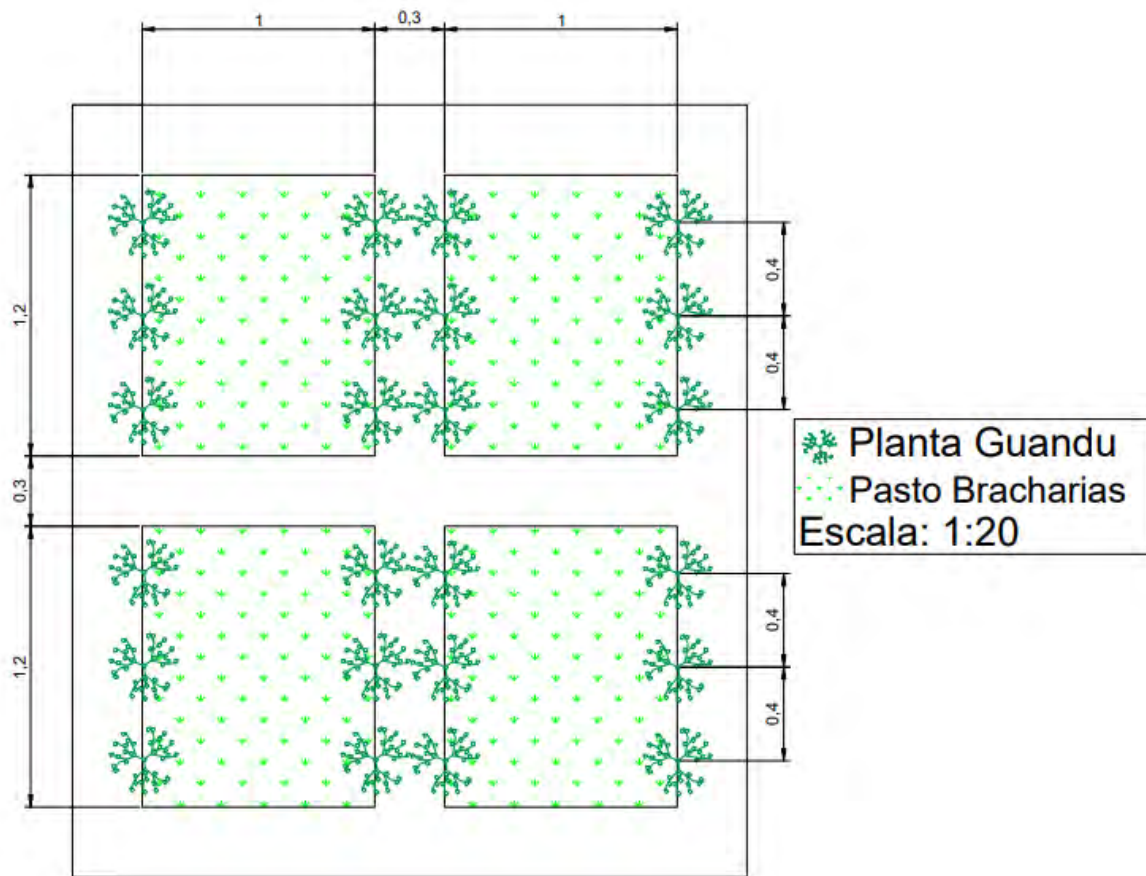
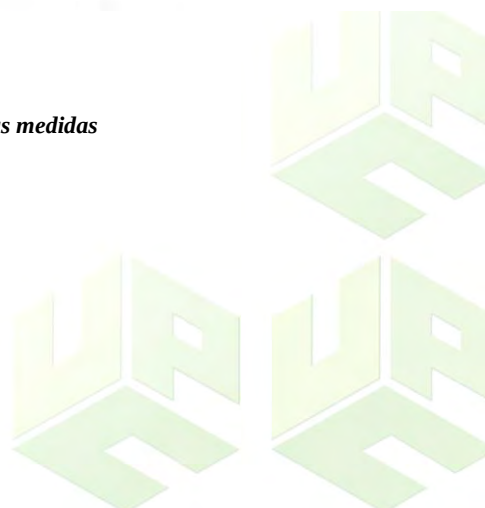


Imagen 3 Diseño de las parcelas con las medidas

Fuente: Elaboración propia 2022



Anexos 2 Diseño de las parcelas

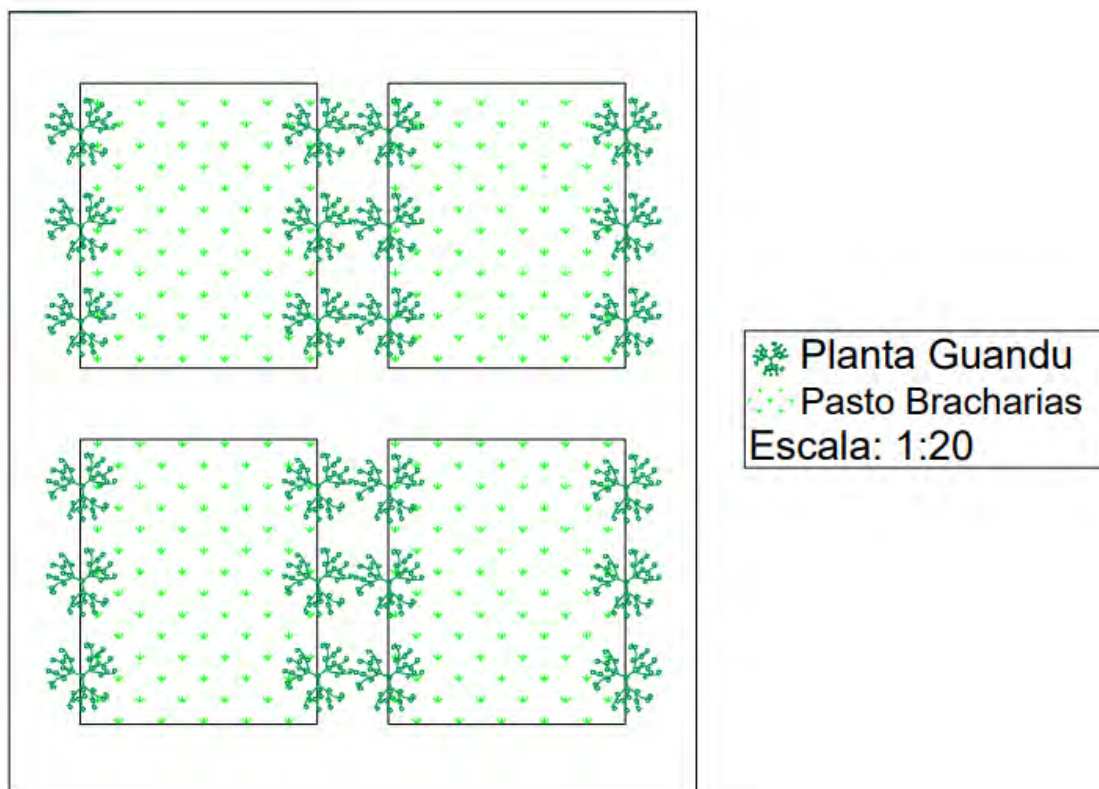


Imagen 4 Diseño de las parcelas

Fuente: Elaboración propia 2022

Abono líquido natural

Para preparar este abono líquido natural se requiere de un fermentador en el cual se colocan las materias primas básicas, así como las sales minerales que son necesarias adicionar. Las materias primas básicas de un fermento clásico y que siempre deben estar presentes son: agua, estiércol fresco de ganado vacuno, leche o suero, cenizas y melaza o jugo de caña. También se añaden algunos minerales para completar la calidad nutritiva del fermento. Éstos se agregan de acuerdo al plan originalmente. El proceso de fermentación realizado por microorganismos hace que los materiales primarios que se usan, se transformen en formas disponibles para las plantas, tanto en minerales como en vitaminas y compuestos orgánicos. Estos abonos son de muy buena calidad y tienen la ventaja que se obtienen en grandes cantidades. (Picado Jaime 2005).

Plan de preparación de abono líquido

Materiales

- ✓ ESTIERCOL
- ✓ AGUA
- ✓ LECHE
- ✓ MELAZA
- ✓ CENIZA

Preparación

Se lava bien el recipiente por dentro. Se agregan 280 ml de agua limpia y luego 7,5 gr de estiércol lo más fresco posible y se agrega la ceniza 50 gr, se mezcla hasta quedar totalmente disuelto lo agregado. Luego se agrega 20 ml de leche y 20 ml de melaza, se mezclan y se tapa bien de tal forma que no entre aire. Creando así una salida de aire por medio de una manguera hasta una botella con agua (válvula de aire). Dejando que fermente por 8 días para proceder a la aplicación en el suelo.

Grafico. Biofermentador

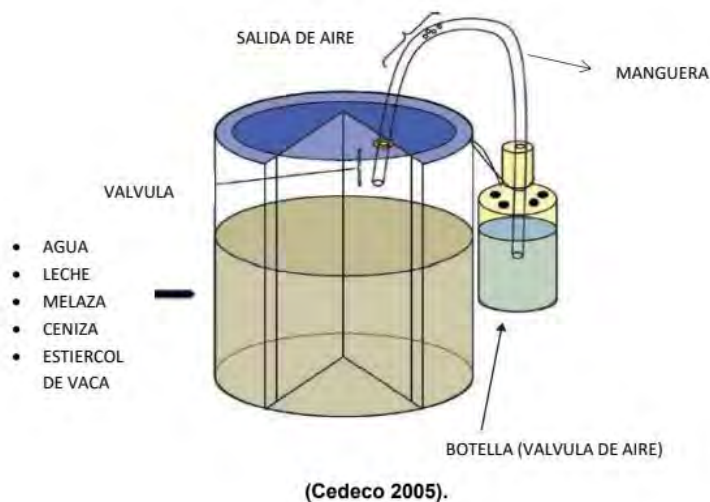


Imagen 5 grafico Biofermentador

Fuente: Tomada de internet

UTILIZACIÓN Y DOSIS.

Se disuelve la misma dosificación del té de boñiga por la misma cantidad de agua dependiendo de cada medida en las parcelas

DIAS	AGREGADO	PARCELAS			
		PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4
1	TE BOÑIGA	50cm	100cm	200cm	x
2	TE BOÑIGA	100cm	200cm	400cm	x
3	TE BOÑIGA	150cm	300cm	600cm	x
4	TE BOÑIGA	400cm	x	x	x

Tabla 9 Dosificación de la enmienda orgánica (té de boñiga)

Fuente: Elaboración propia 2022





Anexo 3 Resultado de análisis de suelo antes del tratamiento



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2

BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA

☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTOS - MANTENIMIENTO

Número Registro:	7552	Fecha:	2/03/2022
Muestra:	1	Cliente:	YURITZA SANTODOMINGO CLAVIJO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO			
PROPIEDADES FÍSICAS			
Arena (%)		66	
Limo (%)		30	
Arcilla (%)		4	
Textura del suelo:		FRANCO ARENOSO	

PROPIEDADES QUÍMICAS			
Parámetro	Unidad		
pH	pH	5,84	
Volumétrica:			
Materia Orgánica	%	1,88	
Carbono	%	1,09	
Nitrógeno	%	0,09	
Aluminio (KCl 1N)	meq/100g	0,00	
Espectrofotometría			
Fósforo (Bray II)	ppm	9,63	
Espectrofotometría A/E Atómica			
Extracción NH ₄ OAc 1N			
Potasio	meq/100g	0,48	
Calcio	meq/100g	3,89	
Magnesio	meq/100g	0,99	
Sodio	meq/100g	0,21	
Extracción DTPA (Linsay)			
absorción atómica			
Hierro	ppm	68,2	
Manganeso	ppm	4,36	
Cobre	ppm	0,18	
Zinc	ppm	0,81	

REFERENCIA CON RELACION AL SUELO IDEAL			
RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO
5,7	6	***	

0,25	0,55	**	
20	45	*****	
0,2	0,4		****
2	4	*****	
1,2	1,8	****	
0,2	0,3	**	
25	50		*****
15	25	*****	
1	2,5	*****	
3	4,5	*****	



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTOS - MANTENIMIENTO

Número Registro:	7552	Fecha:	2/03/2022
Muestra:	1	Cliente:	YURITZA SANTODOMINGO CLAVIJO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO

EXTRACCIÓN FOSFATO
MONOCÁLCICO

REFERENCIA

RANGO ADECUADO DEFICIENTE OPTIMO ALTO

Espectrofotetría

Azufre (PVP) ppm 7,38
Boro (Azometina-H) ppm 0,04

10	15	****		
0,4	0,8	*****		

COMPLEJO DE CAMBIO

Extracción NH₄OAc 1N

C.I.C.Efectiva meq/100g 6,14
Capacidad Calculada meq/100g 5,57

15	30	*****		
----	----	-------	--	--

RELACIONES CATIONICAS

Ca/Mg 3,93
Ca/K 8,10
Mg/K 2,06
Ca+Mg/K 10,2
Saturación de Bases 90,7
Saturación de Aluminio 0,00

2	4			
	6			
	3			
	10			

Nota: Resultados validos para la muestra analizada
C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico
N.D no detectable

ROSA LUDY RODRÍGUEZ R.

Química UIS P.Q 1734
Magister en Química UIS
Máster en Fertilizantes y Medio Ambiente UAM-España

Anexos 4 Resultados del análisis de suelo en cada una de las parcelas después del tratamiento



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com
📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-1	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 1	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO		
PROPIEDADES FÍSICAS		
Arena (%)	60	
Limo (%)	32	
Arcilla (%)	8	
Textura del suelo:	FRANCO ARENOSO	

PROPIEDADES QUÍMICAS		
Parámetro	Unidad	
pH	pH	6,35
Volumétrica:		
Materia Orgánica	%	2,26
Carbono	%	1,31
Nitrógeno	%	0,11
Aluminio (KCl 1N)	meq/100g	0,00
Espectrofotometría		
Fósforo (Bray II)	ppm	17,2
Espectrofotometría A/E Atómica		
Extracción NH ₄ OAc 1N		
Potasio	meq/100g	0,12
Calcio	meq/100g	4,78
Magnesio	meq/100g	0,85
Sodio	meq/100g	0,30
Extracción DTPA (Linsay)		
absorción atómica		
Hierro	ppm	207
Manganeso	ppm	9,64
Cobre	ppm	0,66
Zinc	ppm	5,54

REFERENCIA CON RELACION AL SUELO IDEAL			
RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO
5,7	6		****

0,25	0,55	**	
20	45	***	
0,2	0,4	*****	
2	4		****
1,2	1,8	***	
0,2	0,3	*****	
25	50		*****
15	25	*****	
1	2,5	****	
3	4,5		*****



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-1	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 1	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO

**EXTRACCIÓN FOSFATO
MONOCÁLCICO**

REFERENCIA

RANGO ADECUADO DEFICIENTE OPTIMO ALTO

Espectrofotetría

Azufre (PVP) ppm 11,6
Boro (Azometina-H) ppm 0,15

10	15	***		
0,4	0,8	*****		

COMPLEJO DE CAMBIO

Extracción NH₄OAc 1N

C.I.C.Efectiva meq/100g 8,43
Capacidad Calculada meq/100g 6,05

15	30	*****		
----	----	-------	--	--

RELACIONES CATIONICAS

Ca/Mg 5,62
Ca/K 39,8
Mg/K 7,08
Ca+Mg/K 46,9
Saturación de Bases 71,8
Saturación de Aluminio 0,00

2	4			
	6			
	3			
	10			

Nota: Resultados validos para la muestra analizada
C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico
N.D no detectable

ROSA LUDY RODRIGUEZ R.

Química UIS P.Q 1734
Magister en Química UIS
Máster en Fertilizantes y Medio Ambiente UAM-España



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-2	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 2	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

PROPIEDADES FÍSICAS			RESULTADO	
Arena (%)			60	
Limo (%)			34	
Arcilla (%)			6	
Textura del suelo:			FRANCO ARENOSO	

PROPIEDADES QUÍMICAS			REFERENCIA CON RELACION AL SUELO IDEAL			
Parámetro	Unidad		RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO
pH	pH	6,24	5,7	6		***
Volumétrica:						
Materia Orgánica	%	3,01		*****		
Carbono	%	1,75				
Nitrógeno	%	0,15				
Aluminio (KCl 1N)	meq/100g	0,00	0,25	0,55	**	
Espectrofotometría						
Fósforo (Bray II)	ppm	19,5	20	45	***	
Espectrofotometría A/E Atómica Extracción NH4OAc 1N						
Potasio	meq/100g	0,11	0,2	0,4	*****	
Calcio	meq/100g	4,48	2	4		***
Magnesio	meq/100g	1,08	1,2	1,8	***	
Sodio	meq/100g	0,24	0,2	0,3		***
Extracción DTPA (Linsay) absorción atómica						
Hierro	ppm	77,6	25	50		*****
Manganeso	ppm	4,91	15	25	*****	
Cobre	ppm	0,56	1	2,5	*****	
Zinc	ppm	3,53	3	4,5		****



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-2	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 2	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO

EXTRACCIÓN FOSFATO
MONOCÁLCICO

REFERENCIA

RANGO ADECUADO DEFICIENTE OPTIMO ALTO

Espectrofotetría

Azúfre (PVP) ppm 14,5
Boro (Azometina-H) ppm 0,17

10	15	*****		
0,4	0,8	*****		

COMPLEJO DE CAMBIO

Extracción NH₄OAc 1N

C.I.C.Efectiva meq/100g 8,62
Capacidad Calculada meq/100g 5,91

15	30	*****		
----	----	-------	--	--

RELACIONES CATIONICAS

Ca/Mg 4,15
Ca/K 40,7
Mg/K 9,82
Ca+Mg/K 50,5
Saturación de Bases 68,6
Saturación de Aluminio 0,00

2	4			
	6			
	3			
	10			

Nota: Resultados validos para la muestra analizada
C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico
N.D no detectable

ROSA LUDY RODRIGUEZ R.
Química UIS P.Q 1734
Magister en Química UIS
Máster en Fertilizantes y Medio Ambiente UAM-España



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-3	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 3	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

PROPIEDADES FÍSICAS			RESULTADO	
Arena (%)			60	
Limo (%)			32	
Arcilla (%)			8	
Textura del suelo:			FRANCO ARENOSO	

PROPIEDADES QUÍMICAS			REFERENCIA CON RELACION AL SUELO IDEAL			
Parámetro	Unidad		RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO
pH	pH	5,97	5,7	6	*****	
Volumétrica:					****	
Materia Orgánica	%	4,22				
Carbono	%	2,45				
Nitrógeno	%	0,21				
Aluminio (KCl 1N)	meq/100g	0,00	0,25	0,55	**	
Espectrofotometría						
Fósforo (Bray II)	ppm	17,9	20	45	***	
Espectrofotometría A/E Atómica Extracción NH4OAc 1N						
Potasio	meq/100g	0,07	0,2	0,4	*****	
Calcio	meq/100g	4,25	2	4		***
Magnesio	meq/100g	0,98	1,2	1,8	****	
Sodio	meq/100g	0,27	0,2	0,3	*****	
Extracción DTPA (Linsay) absorción atómica						
Hierro	ppm	119	25	50		*****
Manganeso	ppm	4,48	15	25	*****	
Cobre	ppm	0,24	1	2,5	*****	
Zinc	ppm	2,56	3	4,5	****	



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 **CARRERA 33 #30A-49 PISO 2**
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-3	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 3	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO					
EXTRACCIÓN FOSFATO MONOCÁLCICO		REFERENCIA			
		RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	ÓPTIMO	ALTO
Espectrofotetría					
Azufre (PVP)	ppm	9,38	10	15	***
Boro (Azometina-H)	ppm	0,04	0,4	0,8	*****
COMPLEJO DE CAMBIO					
Extracción NH ₄ OAc 1N					
C.I.C.Efectiva	meq/100g	9,41	15	30	*****
Capacidad Calculada	meq/100g	5,57			
RELACIONES CATIONICAS					
Ca/Mg		4,34	2	4	
Ca/K		60,7		6	
Mg/K		14,0		3	
Ca+Mg/K		74,7		10	
Saturación de Bases		59,2			
Saturación de Aluminio		0,00			
Nota: Resultados validos para la muestra analizada					
C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico					
N.D no detectable					
 ROSA LUDY RODRIGUEZ R. Química UIS P.Q 1734 Magister en Química UIS Máster en Fertilizantes y Medio Ambiente UAM-España					

Pág. 2 de 2



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-4	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 4	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

PROPIEDADES FÍSICAS			RESULTADO	
Arena (%)			62	
Limo (%)			30	
Arcilla (%)			8	
Textura del suelo:			FRANCO ARENOSO	

PROPIEDADES QUÍMICAS			REFERENCIA CON RELACION AL SUELO IDEAL			
Parámetro	Unidad		RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO
pH	pH	6,16	5,7	6		****
Volumétrica:						
Materia Orgánica	%	3,44		*****		
Carbono	%	2,00				
Nitrógeno	%	0,17				
Aluminio (KCl 1N)						
	meq/100g	0,00	0,25	0,55	**	
Espectrofotometría						
Fósforo (Bray II)	ppm	12,7	20	45	*****	
Espectrofotometría A/E Atómica Extracción NH4OAc 1N						
Potasio	meq/100g	0,08	0,2	0,4	*****	
Calcio	meq/100g	3,69	2	4	*****	
Magnesio	meq/100g	0,86	1,2	1,8	****	
Sodio	meq/100g	0,23	0,2	0,3	****	
Extracción DTPA (Linsay) absorción atómica						
Hierro	ppm	181	25	50		*****
Manganeso	ppm	5,69	15	25	*****	
Cobre	ppm	0,29	1	2,5	*****	
Zinc	ppm	6,01	3	4,5		*****



✉ lab@ganacampo.com 🌐 www.ganacampo.com

📍 CARRERA 33 #30A-49 PISO 2
BUCARAMANGA | SANTANDER | COLOMBIA
☎ 3158740887 | 6179211

INFORME ANALÍTICO DE SUELO AGRÍCOLA PASTO BRACHIARIA- ESTABLECIDO

Número Registro:	7704-4	Fecha:	10/06/2022
Muestra:	PARCELA 4	Cliente:	PEDRO ANTONIO LAZARO NAVARRO
Finca:	LOS COCOS	Localización:	LOS CACAOS - LA GLORIA - CESAR

RESULTADO

**EXTRACCIÓN FOSFATO
MONOCÁLCICO**

Espectrofotetría

Azufre (PVP) ppm 7,83
Boro (Azometina-H) ppm 0,11

REFERENCIA			
RANGO ADECUADO	DEFICIENTE	OPTIMO	ALTO

10	15	***	
0,4	0,8	*****	

COMPLEJO DE CAMBIO

Extracción NH₄OAc 1N

C.I.C.Efectiva meq/100g 8,82
Capacidad Calculada meq/100g 4,86

15	30	*****	
----	----	-------	--

RELACIONES CATIONICAS

Ca/Mg 4,29
Ca/K 46,1
Mg/K 10,8
Ca+Mg/K 56,9
Saturación de Bases 55,1
Saturación de Aluminio 0,00

2	4		
	6		
	3		
	10		

Nota: Resultados validos para la muestra analizada
C.I.C: Capacidad de intercambio catiónico
N.D no detectable

ROSA LUDY RODRIGUEZ R.
Química UIS P.Q 1734
Magister en Química UIS
Máster en Fertilizantes y Medio Ambiente UAM-España

Anexo 5 Ejecución del tratamiento a aplicar



Imagen 6 Limpieza del terreno con ayuda de una persona profesional

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 7 Toma de muestra para el análisis antes del tratamiento

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 8 Diseño de cada una de las parcelas

Fuente: Elaboración propia 2022

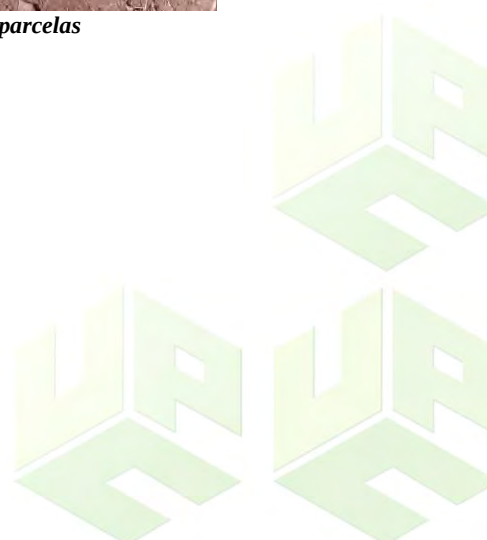




Imagen 9 Diseño de las parcelas con sus respectivas medidas

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 10 Plantas de Guandu lista para ser trasplantadas al terreno

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 11 Siembra del cultivo de Guandu en cada una de las parcelas

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 12 Plantas de Guandu en cada una de las parcelas sembradas

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 13 Riego después del sembrado del Guandu

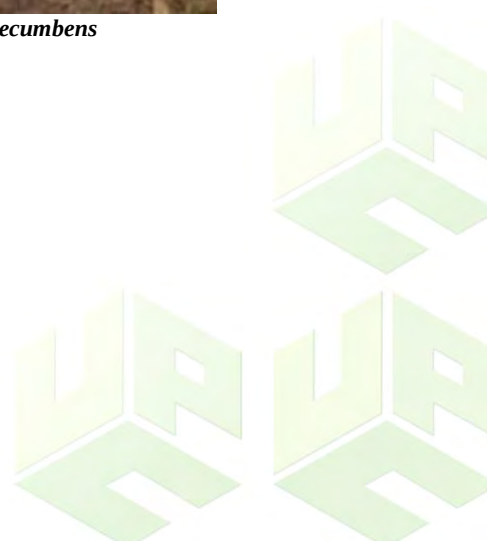
Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 14 Semillas de Brachiariass Decumbens

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

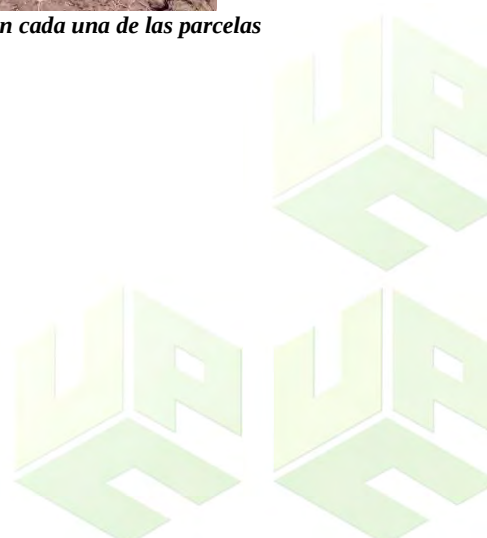


**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 15 Aplicacion de las semillas de Brachiariass en cada una de las parcelas

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 16 Riego después del aplicar las semillas de Brachiariass

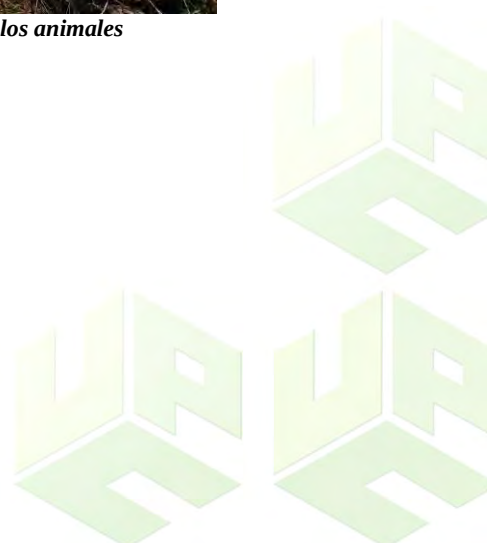
Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 17 Cercado para el cuidado ante los animales

Fuente: Elaboración propia 2022



Anexos 6 Imágenes de la elaboración de la enmienda orgánica (te de boñiga)



Imagen 18 Estiércol Fresco

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 19 Cenizas para el procedimiento

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 20 Agua destilada

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 21 Aplicación de la melaza

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 22 Aplicación del suero o leche

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 23 Mezcla homogénea con cada uno de los materiales

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 24 Se Procedió a envasar la mezcla en un recipiente

Fuente: Elaboración propia 2022





Imagen 25 Se realiza el biofermentador





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 26 Enmienda orgánica lista para aplicar

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

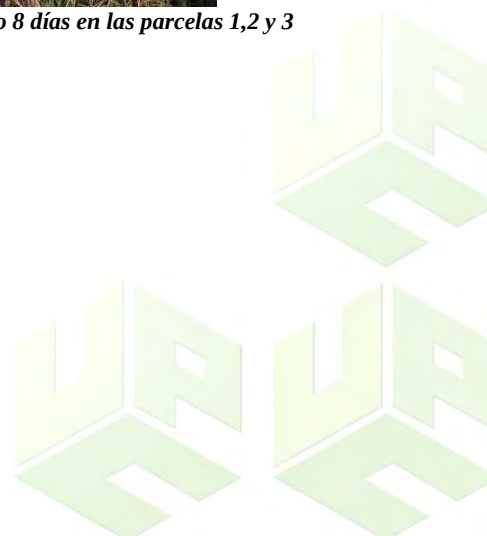


**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 27 Aplicación de la enmienda orgánica trascurrido 8 días en las parcelas 1,2 y 3

Fuente: Elaboración propia 2022



Anexo 7 Medidas del primer, segundo y tercer mes



Imagen 28 Medidas del primer mes

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

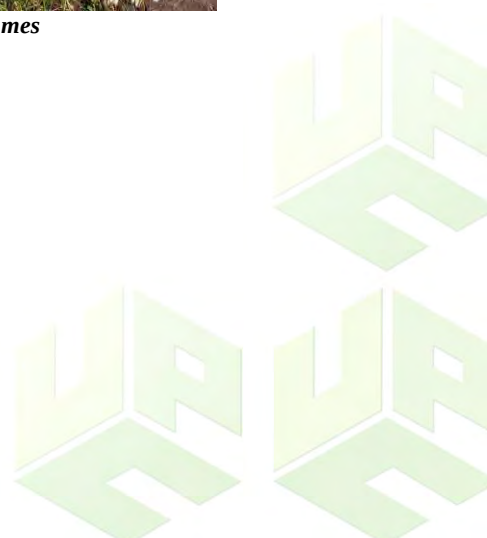


**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 29 Medidas del segundo mes

Fuente: Elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 30 Medidas del tercer mes

Fuente: elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 31 Medidas de los tallos de la Brachiarias y el Guandu despues del tratamiento

Fuente: elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 32 Toma de muestra para el análisis de suelo después del tratamiento

Fuente: elaboración propia 2022





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



Imagen 33 Tomas listas para ser llevadas al laboratorio

