



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**RECUPERACIÓN DE BOSQUE SECO TROPICAL (BST) A
TRAVÉS DE PROCESOS DE LOMBRICULTURA Y COMPOST
EN LA VEREDA MINA EL CIELO, CORREGIMIENTO DE
VALENCIA DE JESUS - CESAR.**



ASTRID CAROLINA ÁLVAREZ MEJÍA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIA Y TEGNOLOGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR/CESAR**

2019



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129

E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**RECUPERACIÓN DE BOSQUE SECO TROPICAL (BST) A
TRAVÉS DE PROCESOS DE LOMBRICULTURA Y COMPOST
EN LA VEREDA MINA EL CIELO, CORREGIMIENTO DE
VALENCIA DE JESUS - CESAR.**



**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título
de Ingeniería Ambiental y Sanitaria**

ASTRID CAROLINA ÁLVAREZ MEJÍA

Directora

ING. Esp. HECTOR E. SEGURA

Asesor

ING. ANDRY JOSÉ SALGADO RESTREPO

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIA Y TEGNOLOGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR/CESAR**

2019



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

AGRADECIMIENTOS

Principalmente mi agradecimiento va dirigido a Jehová Dios por darme la sabiduría, entendimiento y las energías para realizar este proyecto de investigación.

Asimismo, agradezco al director de esta tesis, Ing. Héctor Eli Segura, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este proyecto, por el respeto a mis sugerencias e ideas, por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas.

Por su orientación y atención a mis consultas sobre metodología, agradezco a mi asesor, compañero y amigo, Andry José Salgado Restrepo, por sus ideas y seguimiento que facilitaron este trabajo.

Un trabajo de investigación es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos en conjunto con otras personas. En este caso mi agradecimiento va dirigido a mis compañeros y colegas, Anyi Plata y Richard Quintero. Finalmente, gracias a la Ing. Karina Torres, por la revisión cuidadosa que ha realizado de este texto y sus valiosas sugerencias en momentos de duda.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Le doy muchísimas gracias a mi familia, a mis padres y a mi abuela que han sido un apoyo muy grande a lo largo de mi vida y en este trabajo, gracias a ellos he logrado lo que soy ahora. También agradezco mucho a mi esposo por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

que me ha concedido. Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el de ellos.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de esta profesión, como lo fueron Yelitza Gutiérrez y Gustavo Carlos Palomino con los cuales compartí casi todo el proceso de aprendizaje en esta hermosa profesión.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



INDICE

INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
4. MARCO REFERENCIAL	15
4.1. ANTECEDENTES	15
4.2. MARCO TEÓRICO	22
4.3. MARCO CONTEXTUAL.....	35
4.4. MARCO CONCEPTUAL	38
4.5. MARCO LEGAL	44
5. METODOLOGÍA	50
6. ANALISIS DE RESULTADOS	53
7. CONCLUSIONES	99
8. RECOMENDACIONES	103
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
10. ANEXOS	106





INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PROCESOS QUE CONTRIBUYEN A LA FORMACIÓN DE LOS SUELOS	23
ILUSTRACIÓN 2. DINÁMICA DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN EN COMPOSTAJE ...	32
ILUSTRACIÓN 3. POLÍGONO TÍTULO MINERO 0164-20	36
ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA LOCALIZACIÓN UPM EN EL TÍTULO 0164-20	36
ILUSTRACIÓN 5. ACCESO A VEREDA EL CIELO	37
ILUSTRACIÓN 6. ACCESO PRINCIPAL AL TÍTULO 0164-20	37
ILUSTRACIÓN 7. ÁREA DE BST DENTRO DE GRANJA UPC.....	53
ILUSTRACIÓN 8. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL TRONCO A LA ALTURA AL PECHO DEL ÁRBOL EN INVENTARIO.....	54
ILUSTRACIÓN 9. ÁRBOL DE MELINA INVENTARIADO CON DOBLE RAMIFICACIÓN... ..	58
ILUSTRACIÓN 10. ÁREA DESIGNADA PARA MUESTREO DE SUELO DEL BST PARCELA AB	71
ILUSTRACIÓN 11. ÁREA DESIGNADA PARA MUESTREA DE SUELO DEL BST PARCELA AB	71
ILUSTRACIÓN 12. HORIZONTES DEL SUELO MINERO DISTURBADO.....	72
ILUSTRACIÓN 13. PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN MUESTREO DEL SUELO QUE REPRESENTE EL ÁREA QUE DESEA ANALIZAR.....	73
ILUSTRACIÓN 14. MUESTRA DE SUELO BLANCO INICIAL DEL BST.....	73
ILUSTRACIÓN 15. PARCELA DEMOSTRATIVA	76
ILUSTRACIÓN 16. CLASIFICACIÓN DIVISORIA DE PARCELAMIENTO DOSIFICACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA EN SUELO DE BST	77
ILUSTRACIÓN 17. ESTRUCTURA FÍSICA O MATRIZ DE COMPOSTAJE	79
ILUSTRACIÓN 18. MATERIA PRIMA RECOLECTADA EN PILA DE COMPOSTAJE	80
ILUSTRACIÓN 19. FASES DEL COMPOSTAJE EN FUNCIÓN DE TIEMPO Y TEMPERATURA.....	81
ILUSTRACIÓN 20. MATERIA PRIMA RECOLECTADA COMPOST DE FASE DE MADURACIÓN	82
ILUSTRACIÓN 21. ADECUACIÓN DE CAMAS DE LOMBRICULTURA Y MATERIA PRIMA RECOLECTADA.....	83
ILUSTRACIÓN 22. MATERIA PRIMA RECOLECTADA EXTRACCIÓN DE HUMUS LIQUIDO PRODUCTO DE LIXIVIADO DEL LOMBRICOMPOST	84
ILUSTRACIÓN 23. PROCESO DE AIREACIÓN MECÁNICA A TRAVÉS DE PICO Y PALÍN (REOXIGENACIÓN DEL SUELO).....	84
ILUSTRACIÓN 24. SUBDIVISIÓN EN PARCELAMIENTO PARA CADA TECNOLOGÍA EN TRATAMIENTO PARCELA A	85
ILUSTRACIÓN 25. IMPLEMENTACIÓN DE BIOFERTILIZANTES OBTENIDOS EN PARCELAS DE ESTUDIOS DE BST SEGÚN DOSIFICACIÓN ESTIPULADA	85
ILUSTRACIÓN 26. PARCELAMIENTO B Y AB CON TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA	86
ILUSTRACIÓN 27. TOMA DE MUESTRAS EN PARCELAMIENTO B PARA ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO POST A LAS TECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS	86
ILUSTRACIÓN 28. MUESTREO POST A LAS TECNOLOGÍAS APLICADAS Y DIFERENCIA VISUAL ENTRE TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA PARCELA AB	87





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA**

AMBIENTAL Y SANITARIA



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

ILUSTRACIÓN 29. DIFERENCIA VISUAL ENTRE TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LA PARCELA A.....	87
ILUSTRACIÓN 30. SIEMBRA DE ESPECIES NATIVAS EN EL ÁREA DE BST EN ESTUDIO	96
ILUSTRACIÓN 31. SIEMBRA DE NUEVAS ESPECIES EN EL ÁREA DE BST	97



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



INDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS QUE PUEDEN SER USADOS PARA DEFINIR LA CALIDAD DE UN COMPOST	17
TABLA 2. COORDENADAS DEL POLÍGONO DE TÍTULO MINERO 0164-20	35
TABLA 3. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 1	54
TABLA 4. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 1	57
TABLA 5. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 2	58
TABLA 6. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 2	59
TABLA 7. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 3	60
TABLA 8. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 3	61
TABLA 9. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 4	62
TABLA 10. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 4	63
TABLA 11. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 5	64
TABLA 12. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 5	65
TABLA 13. INVENTARIO FORESTAL PARCELA 6	66
TABLA 14. ESPECIES IDENTIFICADAS PARCELA 6	68
TABLA 15. ESPECIES IDENTIFICADAS EN EL INVENTARIO FORESTAL	69
TABLA 16. RELACIÓN ÁREA INVENTARIADA VS ÁREA TOTAL DE BST	69
TABLA 17. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO MINERO DISTURBADO	74
TABLA 18. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO MINERO DISTURBADO	74
TABLA 19. DOSIFICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL PARCELAMIENTO B	78
TABLA 20. DOSIFICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL PARCELAMIENTO AB	78
TABLA 21. DOSIFICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL PARCELAMIENTO A	78
TABLA 22. RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO TOTAL / REAL	80
TABLA 23. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO POST A LA IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS	88
TABLA 24. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO POST A LA IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS	89
TABLA 25. RESULTADOS DE LA C.E CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	94
TABLA 26. RELACIÓN VOLUMEN DE DIAGNOSTICO VS RECUPERACIÓN	97





INDICE DE GRAFICAS

GRÁFICA 1. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P1** 57

GRÁFICA 2. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P2** 60

GRÁFICA 3. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P3** 62

GRÁFICA 4. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P4** 64

GRÁFICA 5. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P5** 66

GRÁFICA 6. **ESPECIES INVENTARIADAS EN P6** 68

GRÁFICA 7. RELACIÓN ÁREA INVENTARIADA VS ÁREA TOTAL DE BST 70

GRÁFICA 8. **PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL BLANCO INICIAL** 75

GRÁFICA 9. **CLASE ESTRUCTURAL DE SUELO BLANCO INICIAL** 75

GRÁFICA 10. **INDICADORES DE RECUPERACIÓN DEL SUELO DISTURBADO** 90

GRÁFICA 11. **RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS POST A LA
TECNOLOGÍAS APLICADAS** 91

GRÁFICA 12. **VARIACIÓN DEL % DE HUMEDAD RESPECTO AL BLANCO INICIAL** 93

GRÁFICA 13. **CORRELACIÓN LINEAL EN LOS PROCESOS DE LOMBRICOMPOST Y
COMPOST EN RELACIÓN CONCENTRACIÓN VS RECUPERACIÓN DE
ELEMENTOS MENORES** 95

GRÁFICA 14. **CORRELACIÓN LINEAL EN EL PROCESO DE HUMUS LIQUIDO EN
RELACIÓN CONCENTRACIÓN VS RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS MENORES** 95

GRÁFICA 15. **RELACIÓN DE VOLUMEN DE DIAGNOSTICO VS RECUPERACIÓN POST
A LA SIEMBRA** 98

GRÁFICA 16. **RELACIÓN DE RECUPERACIÓN DE BIODIVERSIDAD POSTERIOR A LA
SIEMBRA** 98





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical (BST) es un ecosistema localizado en tierras bajas (0-1000 msnm) y caracterizado por presentar largos periodos de sequía. El BST tiene una biodiversidad única de fauna y flora con características xerofíticas, por lo cual, en su mayoría son especies endémicas. Debido a estas características es uno de los ecosistemas más vulnerables.

Actualmente son pocos los remanentes de BST que se encuentran bien conservados y los que existen están a punto de desaparecer, por lo cual se considera una prioridad el estudio e implementación de acciones correctivas contra la problemática de índole nacional que se está presentando en estas zonas de Colombia (*Suárez F., et al, 2004*).

El presente proyecto expone algunas de las Biotecnologías que ayudaran a reparar los impactos ambientales en el componente suelo, que se han evidenciado a lo largo del tiempo en la extensión de BST casi inexistentes en la vereda Mina el Cielo, corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar. Por medio de la aplicación de abono orgánico (Compost) y Humus de lombriz se busca restaurar los suelos que conforman el BST de esta zona, de modo que estos tengan las condiciones necesarias que permitan una repoblación forestal, permitiendo así que este ecosistema vuelva a su estado natural y buscando la conservación del mismo.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Originalmente Colombia contaba con más de 9 millones de hectáreas de Bosque Seco Tropical; de los cuales actualmente solo se conserva un 8%, es decir, 720.000 hectáreas de este ecosistema tan importante para la biodiversidad, según indica el informe de 'Biodiversidad 2015' del Instituto von Humboldt.

La principal causa del deterioro de este ecosistema se debe a la intervención humana. Debido a que el BST presenta zonas relativamente fértiles, se han realizado actividades como la agricultura y ganadería, la minería, el desarrollo urbano y el turismo. La degradación del BST no es nueva, se remonta a épocas prehispánicas y sobre todo a la colonia, dando lugar a una transformación nefasta para la biodiversidad asociada al bosque seco y los servicios que presta este bosque, siendo sustituidos por pastizales, campos agrícolas y asentamientos humanos.

Por lo mencionado anteriormente podemos decir que es uno de los ecosistemas más amenazados del país.

Entre las zonas más vulneradas de BST son las encontradas en la región Caribe. Centrémonos en la que se extiende en la mina el cielo corregimiento de Valencia de Jesús - Cesar. Cuya extensión se ha visto afectada por diversos factores antrópicos, entre los cuales podemos mencionar la deforestación para realizar procesos de extracción de arcilla y posteriormente ser utilizada como materia prima en la fabricación de ladrillos, causando así la destrucción del suelo debido a la erosión, pérdida del hábitat de la vida silvestre, pérdida de la biodiversidad y alteraciones en el ciclo del agua. Otra actividad es la minería para extracción de agroquímicos ocasionando la



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

contaminación de los suelos. Y otra de las actividades que ha degradado el suelo de esta zona ha sido la agricultura intensiva, como lo fue el cultivo de algodón dando lugar a la tala indiscriminada de árboles, contaminación del suelo por uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes químicos, llegando así a presentar la esterilización de los suelos hasta lograr cierto proceso de desertificación de los mismos, haciendo difícil su recuperación.

Todo esto ha deteriorado a gran escala las condiciones del suelo esenciales para la formación del BST. Por lo tanto, se propone como alternativa la recuperación de bosque seco tropical (BST) a través de procesos de lombricultura y compost en la vereda mina El Cielo corregimiento de Valencia de Jesús – Cesar.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a los efectos antrópicos que han disminuido la extensión del BST en la vereda Mina el cielo es urgente hacer un esfuerzo por conservar lo poco que nos queda, pero además, se hace necesario implementar medidas para la recuperación de estos ecosistemas.

La presente investigación se centra en la implementación de tecnologías biosostenibles (Lombricultura) para recuperación de suelos deteriorados. La Lombricultura permite reciclar desechos orgánicos que posteriormente se transformaran en nutrientes para las plantas y permiten el “cierre del ciclo”. También se sustituye el uso de fertilizantes químicos que son cada vez más costosos y contaminantes, ya que estos son reemplazados por el Humus de Lombriz.

Este producto es de alta calidad debido a su efecto en las propiedades biológicas del suelo y se dice que “vivifica el suelo”. Estimula la fertilidad del mismo por el aporte equilibrado de vitaminas y minerales, mejoran la estructura y reequilibra los suelos degradados o exhaustos. Y además posee propiedades que lo descontaminan. Este proceso de recuperación del suelo es muy beneficio, ya que lograra que se rehabiliten las zonas que se han deteriorado, favoreciendo a la reproducción de las plantas que componen el BST. Generando así un servicio ecológico importante, como lo es la captación y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) para la amortiguación del cambio climático global y la regulación del clima. Y además, esta cobertura de BST asegurara la protección de los suelos contra la erosión y el desecamiento, de gran importancia para el ciclo hidrológico en la absorción, almacenamiento y liberación de agua lluvia y riega.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General.

Recuperar el bosque seco tropical (BST) a través de procesos de lombricultura y compost en la vereda Mina El Cielo corregimiento de valencia de Jesús - Cesar

3.2. Objetivos Específicos.

- Realizar un diagnóstico del estado del Bosque Seco Tropical como línea base.
- Analizar los parámetros físicos y químicos del suelo del Bosque Seco Tropical.
- Realizar el parcelamiento para la aplicación de las tecnologías de recuperación (Lombricompost, Compost).
- Evaluar el nivel de eficiencia en la recuperación del Bosque Seco Tropical en los procesos de Lombricultura y Compost.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

(Murias E., 2007) En el proyecto de grado titulado “Procesos de recuperación de suelos degradados a partir de biorresiduos fermentables” de la Universidad de León de España. Menciona como ha ido cambiando a lo largo de la historia el valor de los residuos orgánicos como fuente de nutrientes para los cultivos. Con la aparición de la industria de los fertilizantes químicos, los residuos orgánicos fueron reemplazándose progresivamente por productos químicos. Por otra parte, los cambios socioeconómicos de las últimas décadas con altas concentraciones de población en núcleos urbanos, desarrollo de la industria agroalimentaria, intensificación de las explotaciones ganaderas, practicas consumistas, etc., han proporcionado la producción de ingentes cantidades de residuos orgánicos, con los consecuentes problemas medioambientales. Por la gran necesidad de cuidar del medio ambiente y de lograr un desarrollo sostenible que implica la conservación de los recursos naturales, como es el suelo, hacen que la aplicación agrícola de los residuos orgánicos, tras el adecuado tratamiento de los mismos, se presente como una forma óptima para su gestión. El suelo degradará estos residuos, incorporando la materia orgánica a su estructura, mejorando su fertilidad y reciclando los nutrientes al ser puestos a disposición de las plantas.

En este trabajo se analizó y estudió las propiedades químicas y biológicas de los siguientes compost: compost de estiércol (CE), compost de gallinaza (CG), compost de enervisa (EN) y de lodos de depuradora (LO), para poder utilizarlos como recuperadores orgánicos en suelos degradados.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

Al final del experimento, se observó que en los compost se encontraron contenidos mayores de muchos de los nutrientes estudiados, en relación a los obtenidos en suelos, en los que no se aplicó ningún tipo de fertilización ni de residuos orgánicos. También se observó que estos residuos no causaron contaminación por metales pesados.

Por tanto, la utilización agrícola de estos compost puede ser una forma de solucionar el problema de gestión de los residuos orgánicos, aportando, a la vez, materia orgánica y nutriente a los cultivos y mejorando la calidad del ecosistema suelo.

(Hernández-Araujo. J.A., 2011) Tesis doctoral titulada “Biorecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos” de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Explica según Benítez et al., (1999), la diferencia entre el compostaje y vermicompostaje, son dos de los procesos más conocidos para la estabilización biológica de los residuos sólidos orgánicos. Considerando que el compostaje consiste en la degradación acelerada de la materia orgánica por microorganismos bajo condiciones controladas, y que el vermicompostaje es la acción conjunta de lombrices y microorganismos caracteriza a la bio-oxidación de la materia orgánica. Además de las lombrices, la principal diferencia entre ellos se puede encontrar en que en la fase determinante en cada proceso es la etapa termofílica en el compostaje; y la etapa mesofílica e hidrolítica en donde existe una estimulación de la actividad metabólica de los microorganismos, ya sea de vida libre y/o asociado con el intestino de las lombrices. Nos muestra algunos de los parámetros que se deben tener en cuenta para definir la calidad de un compost:



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co

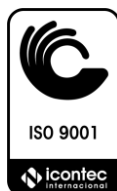


Tabla 1. *Parámetros que pueden ser usados para definir la calidad de un compost*

CATEGORIA	PARAMETRO	PROPOSITO
Física	Densidad aparente	Traslado, manejo, almacenaje, sustrato de cultivos
	Color	Estética del producto
	Humedad	Manejo, transporte
	Olor	Estética, ambiente, comercialización
	Contenido de materia orgánica	Calidad del suelo
	pH	Calidad del suelo
	Tamaño de partículas	Manipulación, estética, calidad del suelo
	Capacidad de retención de agua	Calidad del suelo, conservación del agua
	Contaminantes	Salud pública y animal, ambiente, calidad del suelo
	Madurez	Calidad del suelo
Química	Nutrientes, macro y micros	Calidad del suelo, producción de cultivos, estabilidad
	Metales pesados	Calidad del suelo, salud, ambiente
	Sales solubles	Calidad del suelo, producción de cultivos, ambiente
Orgánicas	Compuestos tóxicos	Salud, ambiente
Biológicas	Patógenos	Salud, ambiente
	Germinación de semillas	Calidad del suelo
	Semillas de malas hierbas	Calidad del suelo, producción de cultivos

Fuente. Tesis doctoral "Biorecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos" de la Universidad Politécnica de Madrid

También nos menciona como las enmiendas de compost y vermicompost mejoran la agregación y el aumento de la cantidad de materia orgánica en los agregados estables al agua. Sin embargo, el vermicompost es mejor que el compost, debido a sus mejores efectos sobre el crecimiento de las plantas, aunque tiene similares efectos positivos sobre la cantidad y la calidad de la materia orgánica del suelo (Thi Ngo, et al., 2011).





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

(2014) Documento titulado: “Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura” del Contrato Interadministrativo 369 entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP y la Universidad Nacional de Colombia – UNAL. Comunica que algunas de las alternativas que se presentan viables para el aprovechamiento de los residuos orgánicos son la producción de compostaje y lombri-compostaje, ya que residuos como: estiércol de animales, restos de cultivos, residuos de cafeterías, restaurantes y hogares; son materiales susceptibles de reincorporarse al suelo para uso en jardines ornamentales y productivos, agricultura urbana, recuperación de tierras degradadas, entre otros. En otras palabras, el compostaje y la lombricultura conforman uno de los mejores usos que se le puede dar a los residuos orgánicos, ya que su empleo como recurso primario es fundamental para la formación de la vida en plantas.

Algunos de los beneficios de la utilización del compost es que ayuda a mejorar las propiedades del suelo: físicas (agregación, porosidad, retención de humedad), químicas (pH, materia orgánica, nutrientes) y biológicas (microorganismos, fauna), su estabilidad y la capacidad de sostener plantas.

(Martínez-Ramos et al., 2012) Artículo científico de investigación ambiental titulado: “Manejo de bosques tropicales: bases científicas para la conservación, restauración y aprovechamiento de ecosistemas en paisajes rurales” del programa MABOTRO de México. Menciona según Cuarón (2000) que muchas de las especies de fauna y flora de las selvas tienen una nula o limitada capacidad de persistir en los campos degradados. Por ello, es importante adquirir el conocimiento y las tecnologías para restaurar ambientes degradados con el uso de la diversidad biológica nativa (Hobbs y Harris 2001) y con la participación de los diferentes actores implicados en el



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

uso de la tierra. El futuro de la biodiversidad y de las funciones y servicios ecosistémicos, depende de la conservación de los remanentes de selva (*Daily & Ehrlich 1995, Daily et al. 2001, Guevara et al. 2004*), del entendimiento de los procesos de regeneración natural y sucesión secundaria (*Chazdon et al. 2007, Quesada et al. 2009*) y de la aplicación de prácticas de restauración (*Brown & Lugo 1994, Chazdon 2008*), todo ello bajo la perspectiva de formas de manejo de selvas que sean social y ecológicamente sostenibles (*Smith et al. 1999, Brunig 1999, Harvey et al. 2008*).

En un estudio encontraron que las plántulas de especies arbóreas con raíces profundas, tallos densos, hojas compuestas de folíolos pequeños y alta eficiencia de uso de agua (por ejemplo, *Caesalpinea eriostachys* Benth, *C. sclerocarpa* Standl.) o bien especies almacenadoras de agua y carbohidratos (por ejemplo, *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *Jatropha chamelensis* Pérez-Jim.) pueden ser útiles especialmente para acciones de restauración de campos degradados (*Pineda 2007*). Las especies que tienen estos atributos tienen elevada resistencia a la sequía (*Páramo 2009, Pineda-García et al. 2012*).

Otro estudio encontró que especies arbóreas nativas que producen plántulas con una amplia superficie de raíces finas por unidad de áreas foliar serían buenas candidatas para ser usadas en acciones de restauración en campos degradados (*Ricaño 2007*). En contraste, las especies que producen plántulas con raíces menos extensas pero de mayor biomasa por unidad de área foliar podrían usarse para enriquecer sitios en restauración que ya tienen un dosel forestal que produce sombra.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

Algunas de las estrategias en el manejo de selvas o BST en paisaje rural que surgieron según la investigación fueron: el mantenimiento de grandes remanentes de selva interconectados con el paisaje, usos agrícolas del suelo de bajo impacto y de pequeña extensión, Ciclos de uso del suelo cortos combinados con periodos de regeneración prolongados, Enriquecimiento de selvas secundarias con especies vegetales de valor comercial, Empleo de especies leñosas nativas, con valor biológico y/o social, en la restauración de campos degradados, Incentivos económicos y desarrollo de programas participativos de manejo que logren la construcción de acuerdos comunes entre los propietarios de las tierras, instituciones de gobierno, organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas, Desarrollo de programas de educación ambiental que fortalezcan los conocimientos y actitudes positivas hacia el aprovechamiento sustentable y la conservación de selvas.

(Pizano, C y H. García (Editores) 2014) Libro titulada: “El Bosque Seco Tropical en Colombia” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. En los análisis realizados para este libro se encontró que queda menos del 4% de la cobertura original de BST maduro en el país. Otro 5% corresponde a lo que se puede denominar remanentes de BST con algún grado de intervención, lo cual quiere decir que más tierras deforestadas se encuentran actualmente bajo usos agrícolas o ganaderos, y lo preocupante es que más del 70% de estas tierras presentan degradación y erosión, y más del 65% desertificación. Dada la altísima relictualidad del BST en Colombia y su baja representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas se deben concentrar los esfuerzos a proteger lo poco que queda de este ecosistema en tierras privadas. Aunado a esto la marcada estacionalidad de lluvias del BST, la restauración de este ecosistema puede ser más difícil que la de otros



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

tipos de ecosistemas. Para esto se dan lineamientos sobre especies de plantas claves, factores determinantes y procesos y herramientas útiles para la restauración del BST.

Uno de estos lineamientos es la ecología de la restauración, esta es la única estrategia concreta para abordar los procesos de degradación ambiental, conservar y aumentar la biodiversidad, mantener los servicios ecosistémicos, mejorar la calidad de vida de la sociedad y adaptarse al cambio global (*Harris et. al 2006*). El desarrollo práctico de la ecología de la restauración se hace a través de la restauración se hace a través de la restauración ecológica, la cual es el proceso de asistir a ayudar el restablecimiento estructural y funcional de un ecosistema degradado, dañado o destruido, teniendo como punto de partida el conocimiento adquirido desde la ecología de la restauración, el potencial natural actual del ecosistema y ciertos estados posibles y deseables socialmente (*National Research Council 1992, SER 2004*).

Para abordar la restauración ecológica es necesario en primera medida, definir el ¿Por qué y para que se debe restaurar? Y ¿Cuándo y cómo se debe restaurar? Lo cual es esencial para establecer un objetivo de restauración e identificar posibles escenarios ideales. Lo anterior se debe definir de acuerdo con el tipo, magnitud y frecuencia del disturbio, así como el estado actual del ecosistema, su incidencia negativa sobre los ecosistemas adyacentes y sobre todo el estado de los bienes y servicios ecosistémicos deseados socialmente.

(1998) Artículo científico titulado: “El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Programa de Inventario de la Biodiversidad, Grupo de



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Este documento es uno de los referentes del país, algunos datos obtenidos en bosque seco muestran que esta formación presenta una baja resistencia a la perturbación, pero a su vez posee alta capacidad de recuperación o resiliencia (*Murphy & Lugo 1986*). Haciendo posible los procesos de regeneración relativamente rápidos una vez la perturbación ha cesado. Sin embargo y de acuerdo con *Hernández (1995)*, las etapas sucesionales del Bosque seco Tropical altamente degradado en la región Caribe colombiana ha dado paso a vegetación subxerofítica y esta a su vez al ser degradada, ha vegetación xerofítica. Esto muestra que los procesos de regeneración natural en el Bosque seco Tropical altamente degradado no garantizan la recuperación hacia condiciones previas a la perturbación.

Dadas las condiciones precarias del Bosque seco tropical en Colombia es importante considerar que las zonas en regeneración pueden ser una importante y única oportunidad de conservar una muestra representativa de este ecosistema. Además se deben considerar programas de restauración y sistemas que busquen dar una continuidad de los remanentes existentes con otros habitats más húmedos y bosques riparios.

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1 EL SUELO

(*Gómez. J & Mejía. P, 2017*). En base a (*Silla, 2015*) definen el suelo como la capa más superficial de la corteza terrestre, siendo una estructura dinámica formada por minerales, agua, aire, materiales orgánicos y microorganismos. Su importancia radica en que es un elemento natural dinámico y vivo, que





forma parte fundamental en los ciclos biogeoquímicos, por lo cual desarrolla varias funciones esenciales en la naturaleza de carácter ecológico, económico, social y cultural.

La formación del suelo está influenciado por cinco factores independientes, pero que interactúan entre sí para dar lugar al suelo. Estos factores son: material parental o roca madre, clima, relieve o topografía, biota (organismos) y tiempo (Jenny, 1941).

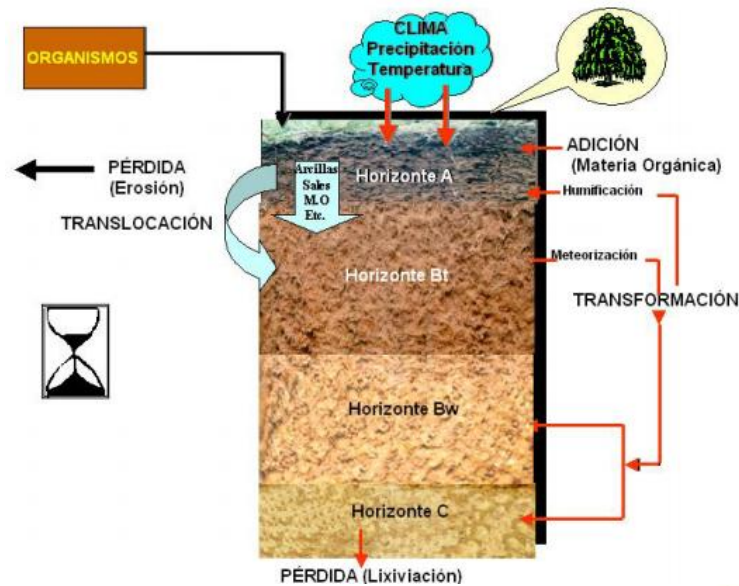


Ilustración 1. Procesos que contribuyen a la formación de los suelos

Fuente: IGAC

4.2.1.1 Composición del suelo

El suelo está constituido por tres fases.

- La fase sólida (formada por los componentes inorgánicos y los orgánicos)
- La fase líquida
- La fase gaseosa





La parte sólida inorgánica o mineral del suelo representa en proporción un 50 % del volumen del suelo, la parte orgánica un 5 %, la parte líquida un 25 % y la parte gaseosa un 20 %.

La fase sólida orgánica interacciona con la inorgánica formando compuestos intermedios estableciendo uniones orgánico-minerales, lo que favorece la destrucción de los minerales primarios, el desarrollo del proceso de humificación, etc. Los huecos que deja la fase sólida al agregarse sus partículas son ocupados por las fases líquida y gaseosa. Estas últimas se interrelacionan a través de la superficie de las partículas coloidales, arcillas y humus, mediante el complejo de cambio de iones y la adsorción de moléculas polares y no polares. La atmósfera del suelo es parecida, cualitativamente, a la atmósfera terrestre, aunque difieren cuantitativamente en su composición. Se nutre de esta última y de la respiración de la biomasa que vive en el suelo. Las raíces y los microorganismos en el proceso de respiración consumen oxígeno y desprenden dióxido de carbono y si los niveles de oxígeno son insuficientes porque la aireación no es la adecuada, se producen retrasos o paralización en el desarrollo de las plantas, toxicidad ligada a procesos de reducción, etc. La disolución del suelo está constituida por agua, gases disueltos y otros solutos y partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión procedentes de las otras fases. En relación con la atmósfera edáfica, es necesario resaltar la gran importancia que tiene la aireación en la fertilidad y productividad del suelo (Silla, 2015).

4.2.1.2 Propiedades fundamentales del suelo

- **Propiedades físicas del suelo**

Textura: Como afirma *Jaramillo* (2002), es la proporción relativa, en una masa de suelo, de fracciones arena, limo y arcilla. Permite conocer la





capacidad de retención de agua disponible, circulación de agua, capacidad para almacenar nutrientes y los riesgos de erosión.

Estructura: La asociación de las partículas (arena, limo y arcilla) forma agregados, la estructura define el arreglo u ordenamiento tanto de las partículas individuales como de los agregados. La estructura del suelo afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión (FAO, s.f.).

Color: El color es una de las características que más se utiliza para diferenciar los suelos; el color guarda relaciones con la temperatura, la humedad, la cantidad de materia orgánica, el clima, los organismos y, en muchos aspectos sirve para juzgar globalmente la fertilidad del suelo (UNAD, 2013).

Consistencia: La consistencia es la propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él. Según su contenido de humedad la consistencia del suelo puede ser dura, muy dura y suave. Se mide mediante tres niveles de humedad; aire-seco, húmedo y mojado (FAO, s.f.).

Porosidad: El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse (FAO, s.f.).





Densidad: A través de esta, se puede obtener la porosidad total del suelo. Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente.

Densidad real: Es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, es decir, sin involucrar en el volumen el espacio ocupado por los poros.

Densidad aparente: Es la densidad del suelo que tiene en cuenta el espacio ocupado por los poros al cuantificar el volumen de la muestra de suelo.

Temperatura: Es una característica que influye en el suelo afectando los organismos y las velocidades de reacción que se puedan dar en el medio.

Profundidad del suelo: A través de esta, se determina el volumen de agua que pueda almacenar un suelo para las raíces.

Conductividad hidráulica: Es la medida de la permeabilidad y se define como la velocidad con que el agua se mueve a través del suelo en un medio saturado y se expresa en mm/día (UNAD, 2013).

Capacidad de campo: Es la cantidad de agua que puede retener un suelo contra la fuerza de gravedad, después de un riego o lluvia que lo ha humedecido.

- **Propiedades químicas**

Conductividad eléctrica: La conductividad eléctrica (CE) nos sirve para medir la concentración total de sales en una solución, pero no indica qué sales están presentes. La CE se expresa en dS/m (anteriormente denominada mmho/cm). Cuando se habla de la CE, debemos siempre especificar si es la CE del agua de riego, la CE del agua de drenaje o la CE





de la solución del suelo. En el caso de la CE de la solución del suelo, hay que especificar en qué estado de humedad del suelo. A medida que el suelo se seca, la CE de la solución del suelo va en aumento. A una misma cantidad de sales aplicada al suelo, la concentración de las sales en la solución de suelo en capacidad de campo será menor, cuanto más agua sea capaz de retener el suelo (*Fertilíquidos*, 2010).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica (FAO, s.f.).

PH: El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado de adsorción de iones (H⁺) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino) (FAO, s.f.).

Porcentaje de saturación de bases: En el suelo se encuentran los cationes ácidos (hidrógeno y aluminio) y los cationes básicos (calcio, magnesio,





potasio y sodio). La fracción de los cationes básicos que ocupan posiciones en los coloides del suelo se refiere al porcentaje de saturación de bases. Cuando el pH del suelo indica 7 (estado neutral) su saturación de bases llega a un 100 por ciento y significa que no se encuentran iones de hidrógeno en los coloides. La saturación de bases se relaciona con el pH del suelo. Se utiliza únicamente para calcular la cantidad de limo requerida en un suelo ácido para neutralizarlo (FAO, s.f.).

4.2.2 BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS CONTAMINADOS

El término biorremediación se utiliza para describir una variedad de sistemas que utilizan organismos vivos (plantas, hongos, bacterias, etc.) para degradar, transformar o remover compuestos orgánicos tóxicos a productos metabólicos inocuos o menos tóxicos. La biorremediación puede emplear organismos propios del sitio contaminado (autóctonos) o de otros sitios (exógenos), puede realizarse in situ o ex situ, en condiciones aerobias (en presencia de oxígeno) o anaerobias (sin oxígeno) (Sepúlveda & Trejo, 2002)

4.2.2.1 Tecnologías in situ

Las técnicas in situ buscan estimular y crear un ambiente favorable para el crecimiento microbiano a partir de los contaminantes. Dentro de esta se distinguen los siguientes métodos:

- **Bioventeo:** El bioventeo es una tecnología relativamente nueva, cuyo objetivo es estimular la biodegradación natural de cualquier compuesto biodegradable en condiciones aerobias. El aire se suministra en el sitio contaminado a través de pozos de extracción, por movimiento forzado (extracción o inyección), con bajas velocidades de flujo, con el fin de proveer solamente el oxígeno necesario para sostener la actividad de los microorganismos degradadores (Sepúlveda & Trejo, 2002).





- **Bioestimulación:** La bioestimulación implica la circulación de soluciones acuosas (que contengan nutrientes y/u oxígeno) a través del suelo contaminado, para estimular la actividad de los microorganismos autóctonos, y mejorar así la biodegradación de contaminantes orgánicos o bien, la inmovilización de contaminantes inorgánicos in situ (*Sepúlveda & Trejo, 2002*).
- **Bioaumentación:** Utiliza el suelo contaminado, trabajado periódicamente mediante técnicas de laboreo y suplementado con agua y nutrientes (si es necesario), constituyendo un sistema aeróbico en un lecho previamente acondicionado. El suelo así preparado se siembra con determinados microorganismos (seeding) para incrementar la velocidad natural de degradación de un contaminante. Estos microorganismos pueden ser nativos o pueden ser de otra procedencia (con las capacidades metabólicas deseadas). En ambos casos los microorganismos son multiplicados en laboratorio e inoculados luego en el suelo a tratar. Para mejorar la aireación de la mezcla suelo- residuo se realizan tareas de laboreo (arado y roturado). Para el que proceso sea efectivo, los microorganismos incorporados al ambiente comprometido deben ser capaces de adaptarse a la matriz del suelo, sobrevivir, crecer, multiplicarse y conservar sus capacidades metabólicas (*Manacorda & Cuadros, 2005*).
- **Biolabranza:** Durante el proceso de biolabranza, la superficie del suelo contaminado es tratado en el mismo sitio por medio del arado. El suelo contaminado se mezcla con agentes de volumen y nutrientes, y se remueve periódicamente para favorecer su aireación. Las condiciones del suelo (pH, temperatura, aireación) se controlan para optimizar la velocidad de degradación y generalmente se incorporan cubiertas u otros métodos para el control de lixiviados (*Riser-Roberts 1998*). La diferencia



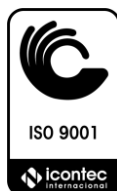


entra la biolabranza y el composteo, es que en la biolabranza, se mezcla el suelo contaminado con suelo limpio, mientras que el composteo generalmente se realiza sobre el suelo (*Sepúlveda & Trejo, 2002*).

4.2.2.2 Tecnologías ex situ

Dos son los tratamientos que se distinguen cuando el procedimiento se realiza fuera del lugar donde está la contaminación:

- **Tratamiento por vía sólida:** También conocido como “Landfarming”, tratamiento en lechos o tratamiento vía sólida. Esta es la técnica más usada para la biorremediación de los lodos contaminados con hidrocarburos y de otros desechos de la industria petrolera. Esta técnica consiste en excavar los suelos contaminados, extenderlos sobre un área suficientemente amplia y estimular las variables de incidencia en el proceso para promover la actividad de los microorganismos encargados de degradar los hidrocarburos (*Torres y Zuluaga, 2009*).
- **Bioceldas o biopilas:** Consiste en la reducción de la concentración de contaminantes derivados del petróleo en suelos mediante la formación de pilas de material biodegradable de dimensiones variables, formadas por suelo contaminado y materia orgánica (compost) en condiciones favorables para el desarrollo de los procesos de biodegradación de los contaminantes (*Torres y Zuluaga, 2009*).
- **Tratamiento por vía suspensión:** También conocido como sistema biorreactor o contacto líquido-sólido. El procedimiento consiste en excavar el suelo contaminado y luego introducirlo en un reactor añadiendo nutrientes, agua, y los cultivos microbianos adecuados para que se lleve a cabo la degradación. Se mezcla bien y se airea la suspensión hasta que las transformaciones de los compuestos





seleccionados para su eliminación alcanzan el nivel deseado. A continuación, se detienen el mezclado y la aireación, y se deja a los sólidos separarse de los fluidos por sedimentación. El sedimento es retirado y, si la transformación ha tenido éxito, el suelo se devuelve a su lugar de origen, mientras que los líquidos se tratan como aguas residuales (Torres y Zuluaga, 2009).

4.2.2.3 Fertilizantes.

Cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante. Los fertilizantes que contienen sólo un nutriente primario son denominados fertilizantes simples. Aquellos conteniendo dos o tres nutrientes primarios son llamados fertilizantes multinutrientes, algunas veces también fertilizantes binarios (dos nutrientes) o ternarios (tres nutrientes) (IFA, 2011).

4.2.2.4 Biofertilizantes:

También llamados abonos orgánicos son de gran importancia en la agricultura porque elevan el potencial productivo del suelo, actuando como potenciadores de sus características físicas, químicas y biológicas (UAESP-UNAL, 2014). Los abonos orgánicos también incrementan el desarrollo radicular de las plantas, mejorando el sostenimiento de las mismas, promoviendo la sanidad del cultivo y aportando hormonas que influyen positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales (UAESP-UNAL, 2014).





Algunas de las tecnologías para producción de abonos orgánicos son:

- **COMPOSTAJE**

Es un proceso aerobio de degradación de materia orgánica, con aumento de temperatura de forma controlada; se realiza por acción de microorganismos en presencia de aire para generar el abono orgánico llamado compost (UAESP-UNAL, 2014).

La formación se ve fomentada por una buena ventilación, un agitado frecuente y un grado de humedad suficiente. Diversas técnicas, como por ejemplo la adición de estiércol líquido, pueden potenciar la actuación de los micro-organismos y el enriquecimiento del compost con nutrientes (Restrepo & Fraume, 2007). Esto se potencia como resultado del proceso de destrucción y consumo de los almidones, proteínas y grasas contenidas en la materia orgánica, en presencia de oxígeno para transformarla en una especie de abono (Restrepo & Fraume, 2007).

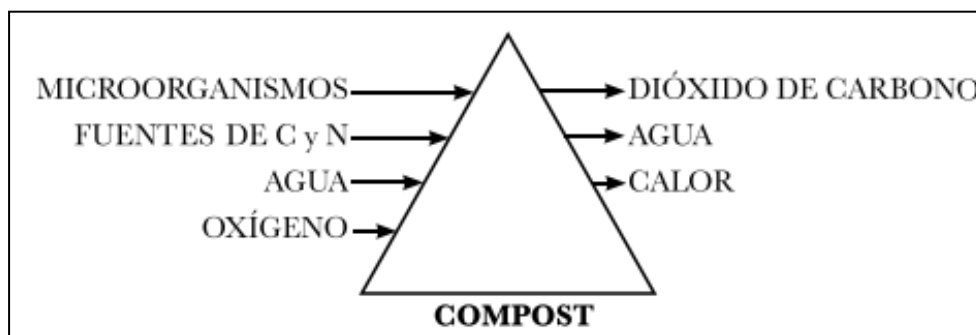
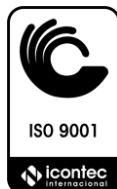


Ilustración 2. Dinámica del proceso de degradación en compostaje

Fuente: Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Contrato Interadministrativo 369 de 2014, Suscrito entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP y la Universidad Nacional de Colombia.





- **LOMBRICULTURA**



Esta aplica normas y técnicas de producción utilizando las lombrices rojas californianas (*Eisenia fetida*) para reciclar residuos orgánicos biodegradables y, como fruto de su ingestión, los anélidos efectúan sus deyecciones convertidas en el fertilizante orgánico más importante hoy disponible (Díaz, 2002).

Las lombrices son de gran importancia en la degradación y mineralización de la materia orgánica del suelo (UAESP-UNAL, 2014). Con su actividad participan en la fertilización, aireación, formación del suelo y es posible obtener materia orgánica muy estable en un tiempo relativamente corto para su uso inmediato en la agricultura. Se trata del humus de lombriz, sustancia inodora parecida a la borra de café que, en comparación con la urea, es 5 veces superior en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio (Díaz, 2002).

Es un proceso aerobio en el que las lombrices, con ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en compuestos más simples (*Román et al., 2013*), este es un producto estable donde se encuentran nutrientes disponibles para las plantas y gran cantidad de microorganismos benéficos que estimulan el desarrollo y la sanidad de los cultivos. Durante el proceso de producción de lombricompost se solubilizan muchos minerales, de manera que quedan disponibles para ser tomados por las plantas (UAESP-UNAL, 2014).

4.2.3 ANÁLISIS DE SUELO

En la práctica, el nivel de disponibilidad de los nutrientes, en un suelo determinado y en un momento dado, se determina tomando muestras representativas de un suelo y analizándolo en laboratorio. Los resultados son





contrastados contra curvas previamente construidas (sobre la base de ensayos de campo) de respuesta del cultivo que se va a establecer, a fertilizantes, en la zona que corresponde (*Novoa et al., s.f.*).

El análisis químico de suelo es una herramienta de gran valor, para la toma de decisiones del profesional encargado de dar recomendaciones sobre fórmula de fertilización por usar bajo determinadas condiciones de suelo.

4.2.4 BOSQUE SECO TROPICAL

(IAVH, 1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperatura superiores a los 240 C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (*Espinal 1985; Murphy & Lugo 1986, IAVH 1997*).

Según el IAvH (2014) la característica más típica del bosque seco tropical es la estacionalidad marcada de lluvias que incluye varios meses de sequía (*Gentry 1995, Pennington et al. 2009, Dirzo et al. 2011*). Al mismo tiempo, esta estacionalidad ha resultado en una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas, y de comportamiento de plantas, animales, hongos y organismos del suelo, que determina los procesos ecosistémicos de estos bosques (productividad y ciclaje de agua, nutrientes y carbono) (*Pennington et al. 2009, Dirzo et al. 2011*). Por ejemplo, muchas plantas de BST presentan la fisiología particular de ser caducifolias, y pierden sus hojas en la estación de sequía, mientras que mantienen sus hojas en la estación de lluvias (*Dirzo et al. 2011*). Como consecuencia, en la época de sequía el sol penetra hasta el sotobosque y seca la hojarasca, generando una acumulación de materia





orgánica en el suelo que previene la descomposición (*Pennington et al.* 2000). Adicionalmente, hay muchas plantas que se presentan espinas y que han sincronizado su floración y fructificación a la época de sequía o de lluvias (*Pennington et al.* 2000).

4.3. MARCO CONTEXTUAL

La Mina el Cielo, se encuentra ubicada a 15 km de la ciudad de Valledupar, la cual pertenece al corregimiento Valencia de Jesús – Cesar, posee 55 Ha, cuyas coordenadas geográficas son: 10°19'52,53" Latitud Norte y 73°20'7,95" Longitud Oeste, a una elevación media de 111 msnm (*Google earth*, 2017).

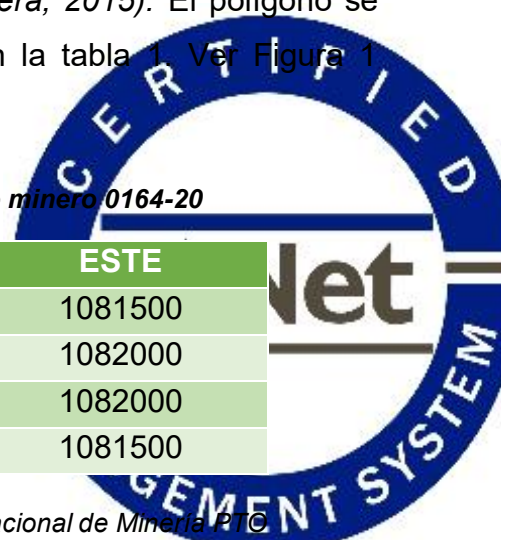
La región cuenta con un clima cálido, una temperatura promedio anual de 32°C y una precipitación pluvial de 145 mm (*IDEAM*, 2017). En este predio se presentan características de bosque seco tropical.

El área total del título minero es de 55 Hectáreas. El título se ubica en la Plancha No. 34-I-B del IGAC (*Agencia Nacional de Minería. Grupo de Seguimiento, Seguridad, Control y Seguridad Minera*, 2015). El polígono se localiza en las coordenadas que se muestran en la tabla 1. Ver Figura 1 (Polígono del título minero).

Tabla 2. Coordenadas del polígono de título minero 0164-20

PUNTO	NORTE	ESTE
1	1634500	1081500
2	1634500	1082000
3	1633400	1082000
4	1633400	1081500

Fuente: Tomado de Expediente minero, Agencia Nacional de Minería PTC





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

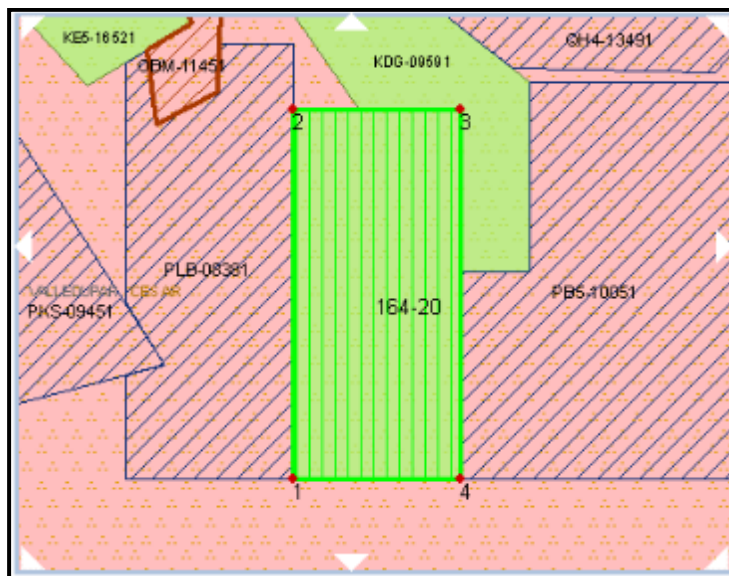


Ilustración 3. Polígono Título Minero 0164-20

Fuente: Tomado de Catastro Minero Colombiano –CMC-. Agencia Nacional de Minería 2017. Recuperado de <http://www.anm.gov.co>.



Ilustración 4. Esquema localización UPM en el Título 0164-20

Fuente: Google Earth, 2017



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

La mina El Cielo, se localiza en la vereda El Cielo del corregimiento de Valencia de Jesús en el Municipio de Valledupar, aproximadamente a 15 kilómetros de la vía que de Valledupar conduce al municipio de Bosconia. En ese punto sobre la margen izquierda se toma un carretable de aproximadamente 1,5Km que conduce hasta la vereda.



Ilustración 5. Acceso a Vereda El Cielo

Fuente: Autores, 2017



Ilustración 6. Acceso principal al título 0164-20

Fuente: Autores, 2017



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



El área de estudio presenta las siguientes condiciones climatológicas:

-Temperatura: la temperatura promedio de la zona es 37°C, los meses mas calidos son enero y febrero y los menos cálidos son octubre y noviembre. A lo largo del año la temperatura varía entre unos 4°C.

-humedad relativa: la humedad relativa estimada en la mina es aproximadamente 87,5%, a lo largo del año se presentan valores máximos de 91% y mínimo de 62%. La estación meteorológica ubicada más cercana a la mina el cielo muestra que los meses en donde se presenta mayor humedad son septiembre, octubre, noviembre y los meses de menor húmedas son enero, febrero y marzo.

- Precipitaciones: la lluvia en el departamento del Cesar está determinada por los movimientos en la zona de confluencia intertropical a lo largo del año. En el primer semestre estas se desplazan de sur a norte y producen un aumento de precipitación para los meses de abril y mayo, en el segundo semestre las precipitaciones son más altas pues la zona de confluencia intertropical trae en su desplazamiento masas de aire cargadas de vapor.

4.4. MARCO CONCEPTUAL

- **Abono:** Sustancia orgánica o mineral que aporta al suelo elementos nutritivos, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, necesarios para el metabolismo, crecimiento y mejor productividad de las plantas. Dependiendo de su naturaleza, se distingue entre abonos naturales, de





origen orgánico o mineral, y abonos artificiales o químicos, producidos industrialmente.

- **Abono orgánico:** el abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada.
- **Biodiversidad:** Contracción de la expresión "diversidad biológica", y hace referencia a la significativa variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marino, otros acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies los ecosistemas. La diversidad mide la riqueza en número de especies, mediante un índice que refleja la relación entre el número de individuos de cada especie y el número total de individuos de todas las especies presentes y es la clave para asegurar la continuidad de la vida en la tierra, siendo un requisito fundamental para la adaptación, la supervivencia y la evolución continua de las especies.
- **Bioindicador:** Especies o comunidades de organismos cuya presencia, comportamiento o estado fisiológico presenta una estrecha correlación con determinadas circunstancias del entorno, por lo que pueden utilizarse como indicadores de éstas. Como bioindicadores se emplean diferentes organismos que reaccionan más de prisa que el ser humano a los productos tóxicos y a las perturbaciones del medio ambiente o bien aquellos que son sensibles a exposiciones cortas a situaciones extremas que no son detectables en muestreos puntuales. Por ejemplo, las plantas nitrófilas son un indicador de un exceso de abonos nitrogenados, mientras que la composición de la fauna de invertebrados acuáticos





indica distintos niveles de calidad de las aguas. Los líquenes se utilizan como bioindicadores de la contaminación atmosférica.

- **Biotecnología:** Toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos, sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.
- **Bosque seco tropical (bs-T):** Zonas de vida que presentan una cobertura boscosa continua, en piso térmico cálido con precipitaciones entre 700 y 2.000 mm y con uno o dos períodos marcados de sequía, con precipitación media anual entre 1.000 y 2.000 mm, biotemperatura superior a 24° C y pertenece al piso térmico tropical.
- **Bosque tropical:** Cubierta vegetal de denso follaje festoneado con bejucos y enorme variedad de plantas y animales. Ocupa regiones bajas cerca del Ecuador, con ambientes que van de muy lluviosos a muy secos y temperaturas muy altas.
- **Caducifolio:** Vegetal que tiene sus hojas caducas, es decir que las pierde en cierta época del año debido a que las condiciones del ambiente no le son favorables, ya sea por la falta de agua o las temperaturas demasiado bajas. Suele reservarse esta denominación para las especies que se desnudan en el período frío, llamándose tropófilas a las que pasan sin hojas la estación seca o calurosa.
- **Calidad del suelo:** Son los atributos que posee un suelo determinado y que no pueden verse o medirse directamente; pero se puede inferir su calidad en función de las características de la masa arbórea que sustentan. La fertilidad, la productividad y la erosionabilidad, son factores de la calidad del suelo. Atributo del suelo que actúa de una forma diferencial sobre la adaptabilidad del suelo para una clase concreta de empleo o sobre su vulnerabilidad ante aquel.



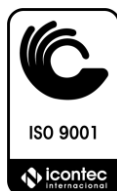


- **Compost:** Composta. Abono de gran calidad obtenido a partir de la descomposición de residuos orgánicos, que se utiliza para fertilizar y acondicionar los suelos, mejorando su calidad. Al mezclarse con la tierra la reaviva y favorece el desarrollo de las características óptimas para el cultivo.
- **Contaminación del suelo:** Alteración de la composición de la corteza terrestre por fertilizantes, biocidas, o de otra sustancia nociva.
- **Deforestación:** Destrucción a gran escala del bosque por la acción humana.
- **Degradación física del suelo:** Disminución del contenido de materia orgánica en la capa superior del suelo, causada por la tala de la cubierta vegetal y la práctica de cultivos inadecuados. El síntoma fundamental es la reducción de la porosidad del suelo, la cual se manifiesta a su vez en la compactación, apelmazamiento, encostramiento, reducción de la permeabilidad, degradación de la estructura, falta de aireación y limitaciones para el enraizamiento de las plantas.
- **Degradación forestal:** Reducción de la calidad del bosque.
- **Degradación química del suelo:** Denominado lavado de bases, fenómeno por el cual las aguas arrastran a mayor profundidad, nutrientes esenciales para las plantas, lo cual implica deterioro de la fertilidad, descenso de pH y, en algunos casos, efectos tóxicos, como por ejemplo aumento en la concentración de aluminio, como sucede en el Amazonas y otras zonas selváticas. La contaminación química del suelo puede tener origen natural, pero son las actividades industriales y agrícolas las principales causas de toxicidad; como por ejemplo el abuso del uso de pesticidas y fertilizantes, así como el manejo poco adecuado de los residuos.





- **Desertificación:** Es la degradación de la tierra en zonas áridas, semi-áridas, y sub-húmedas; resultante de varios factores que incluyen las variaciones climáticas y actividades humanas.
- **Desertización:** Sinónimo de Desertificación pero sin la influencia del factor humano como causante de la formación de desiertos. Término que se aplica a la degradación de las tierras en zonas secas, debida fundamentalmente al impacto humano.
- **Diversidad biológica:** Diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta tierra, es decir, desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad ecológica).
- **Ecosistema:** Conjunto de seres vivos que viven en un área determinada, los factores que lo caracterizan y las relaciones que se establecen entre los organismos y, entre éstos y el medio físico. Los ecosistemas son entes reales (una laguna, un bosque, etc.).
- **Ecosistema estratégico:** Lugar natural que tiene un valor particular por los elementos que encierra, generalmente se asocia a la riqueza en biodiversidad o a las fuentes de agua, como los humedales, ríos y quebradas, etc.
- **Endémica:** Especie vegetal o animal, confinada en su distribución a un área natural restringida y natural de ella. Propio del lugar, como autóctono o indígena, pero muy restringido en su dispersión.
- **Estiércol:** Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus





contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua.

- **Humificación:** es el proceso de formación de ácidos húmicos y fúlvicos, a partir de la materia orgánica mineralizada.
- **Humus:** materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó. Por tanto, el término humus se refiere a cualquier materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura para enmendar el suelo. El producto de la lombriz suele llamarse equivocadamente humus, cuando en realidad debe llamarse vermicompuesto.
- **Macronutrientes.** Minerales que un organismo necesita en grandes cantidades para permanecer vivo. De manera específica, se refiere a las sales minerales que las plantas necesitan en cantidad, como el nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Micronutrientes:** Sustancias minerales que las plantas necesitan, pero en cantidades muy pequeñas, es decir a manera de trazas, las cuales que no se pueden medir por métodos químicos convencionales. El hierro, el manganeso, el boro, el zinc, el cobre y el molibdeno se requieren en cantidades muy exiguas por lo que son micronutrientes o elementos vestigiales.
- **Xerófilo:** Xerofítico. Bosque cuyas especies dominantes están adaptadas a vivir con escasez de agua. También se aplica a cualquier





organismo que posea la misma capacidad de vivir o preferir vivir en medios notablemente secos, y que algunas veces presenta adaptaciones para tal fin, como por ejemplo el almacenar agua en su parénquima.

4.5. MARCO LEGAL.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.

Art. 8. Riquezas culturales y naturales de la Nación. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Art. 58. Función ecológica de la propiedad privada. Establece que la propiedad es una función social que implica obligaciones y que, como tal, le es inherente una función ecológica.

Art. 59. Ambiente sano. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Art. 80. Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.





Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Art. 95. *Protección de los recursos culturales y naturales del país.* Establece como deber de las personas, la protección de los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

LEY 23 DE 1973. *Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.*

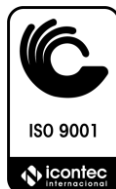
Art. 1. Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.

LEY 2 DE 1959. *Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.*

LEY 99 DE 1993. *Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.*

Art. 16. Parágrafo.- El Ministerio del Medio Ambiente contará además con el apoyo científico y técnico de los centros de investigaciones ambientales y de las universidades públicas y privadas y en especial del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional y de la Universidad de la Amazonía.

DECRETO LEY 2811 DE 1974. *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*





Art. 1. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.

Capítulo II, Parte VIII. Art. 194. Las normas de esta parte se aplican a cualquier individuo de la flora que se encuentre en deterioro Nacional.

Art. 195-199 Definiciones.; **Art. 196, 197, 200 y 241** Medidas de Protección y conservación; **Art. 202-205** Áreas forestales.

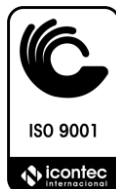
Capítulo I. Art. 206-210 Áreas de reserva forestal; **Art. 211-224** Aprovechamiento forestal.

Parte VII, Capítulo I. Art. 179. El aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en forma de mantener su integridad física y su capacidad productora.

En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación.

Art. 182. Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias:

- a.- Inexplotación si, en especiales condiciones de manejo, se pueden poner en utilización económica.
- b.- Aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente.
- c.- Sujeción a limitaciones físico-químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo.
- d.- Explotación inadecuada.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

Art. 258. (literales C y D) Facultades de administración para la protección de la fauna silvestre.

DECRETO 1449 DE 1977. *Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.*

Art. 2. En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, los propietarios de predios están obligados a conservar en buen estado de limpieza los cauces y depósitos de aguas naturales o artificiales que existan en sus predios, controlar los residuos de fertilizantes, con el fin de mantener el flujo normal de las aguas y evitar el crecimiento excesivo de la flora acuática.

DECRETO 1608 DE 1978. *Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.*

Art. 14. Para garantizar el reconocimiento del principio según el cual los recursos naturales renovables son interdependientes y para asegurar que su aprovechamiento se hará de tal manera que los usos interfieran entre sí y se obtenga el mayor beneficio social, tanto en las actividades de la calidad administradora como en las actividades de los particulares, que tengan por objeto el manejo o aprovechamiento de la fauna silvestre o se relacionen con ella, se deberá considerar el impacto ambiental de la medida o actividad propuestas, respecto del mismo recurso, de los recursos relacionados y del o los ecosistemas de los cuales forman parte, con el fin de evitar, corregir o minimizar los efectos indeseables o nocivos.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



DECRETO 1791 DE 1996. *por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.*

Art. 2. El presente Decreto tiene por objeto regular las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

DECRETO REGLAMENTARIO 2462 DE 1989. *Sobre explotación de materiales de construcción.*

RESOLUCIÓN 192 DE 2014. *Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.*

Art. 1. Criterios para categorizar. Para efectos de lo dispuesto en la presente resolución, una especie está amenazada cuando sus poblaciones naturales se encuentran en riesgo de desaparecer por cumplir con alguno o varios de los siguientes criterios:

1. Rápida reducción en tamaño poblacional.
2. Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante.
3. Población pequeña y en disminución.
4. Población o areal muy pequeño.
5. Análisis de viabilidad poblacional.

Art. 4. Categorías para especies amenazadas. Las especies amenazadas se categorizan de la siguiente manera:

1. En Peligro Crítico (CR): Aquellas que están enfrentando un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

2. En Peligro (EN): Aquellas que están enfrentando un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.

3. Vulnerable (VU): Aquellas que están enfrentando un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

Art. 5. De la gestión ambiental. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en conjunto con las demás entidades del SINA, definirán las medidas de conservación y manejo de las especies amenazadas, sin perjuicio de las funciones y competencias asignadas a otras entidades públicas.

DOCUMENTO CONPES 2834 DE 1996. Política de bosques.

El objetivo general es lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



5. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se establece el tipo de investigación descriptiva-longitudinal, debido a que en el proceso de investigación se pretende un estudio de las propiedades del suelo con seguimiento de campo analizando las variables en el tiempo para el proceso de recuperación del suelo del BST.

Población

La investigación se realizara en los suelos mineros de la Vereda El Cielo corregimiento de Valencia de Jesús – Cesar y dentro de los límites de la granja UPC. A través de pruebas pilotos, análisis de campo y laboratorios.

Diseño de la investigación

Durante la investigación el diseño a ejecutar es de campo el cual consiste en tomar los datos directamente de los suelos de la mina El Cielo y la granja UPC, y de los distintos ensayos.

METODOLOGIA A SEGUIR

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se realizara en forma secuencial conforme a como se encuentran organizados los objetivos propuestos. A continuación se muestran las etapas a ejecutar.

Etapa 1. Realizar un Diagnóstico del estado del BST como línea Base.

- Reconocimiento de zona
- Inventario forestal





Identificación del área demostrativa con suelos afectados por la actividad minera

Identificación de especies forestales.

Etapas 2. Analizar condiciones Físicas y Químicas del suelo del BST.

Análisis de suelos afectados por la actividad minera.

Toma de muestras de suelo minero, a través de un muestreo compuesto.

- Caracterización del suelo
 - a) Pruebas físicas: Textura, Color, Retención de Humedad, Densidad Aparente, consistencia, infiltración, porosidad.
 - b) Pruebas Químicas: Carbono Orgánico, pH, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Fosforo, Hierro, Potencial De Nitrógeno, Micronutrientes.

El estudio de las características físicas y químicas se hará a escala de laboratorio y campo mediante una serie de ensayos los cuales permitirá conocer el estado actual de los suelos.

Etapas 3. Realizar el parcelamiento para la aplicación de las tecnologías de recuperación (Lombricultura y Compost).

En esta etapa se realizaran los siguientes procesos:

- a) Delimitación del área a intervenir a través de parcelamiento
- b) Obtención de Material biodegradable
- c) Adecuación de camas de compost y lombricultura
- d) Prueba de adaptación.
- e) Separación de productos a aplicar.

Todo esto con el fin de aplicar Biocompost.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

Etapas 4. Evaluar el nivel de eficiencia en la recuperación del BST a través de los procesos de lombricultura y compost.

- a) Seguimiento a las parcelas de estudio en evolución de la recuperación a través del Biocompost.
- b) Establecimiento del sistema de indicadores.
- c) Análisis fisicoquímico del suelo post al tratamiento ejecutado.
- d) Seguimiento de adaptación de especies forestales autóctonas.
- e) Aumento de la biodiversidad.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



6. ANALISIS DE RESULTADOS.

Diagnóstico del estado del BST como línea Base.

El area de BST sobre el cual realizamos el inventario forestal esta ubicado en la vereda El cielo, Valencia de Jesús, corregimiento de Valledupar, dentro de los límites de la Granja UPC. Coordenada inicial: EO1081294 NO1634311.

La superficie total del area a inventariar es de aproximadamente 16,52 Ha.



*Ilustración 7. Área de BST dentro de granja UPC
Fuente: Google Eart*

Se realizó identificación de la zona a inventariar haciendo un recorrido breve por el área de BST ubicado dentro de los límites de la Granja UPC. En donde pudimos observar un BST pobre en biodiversidad y pocas especies endémicas, suelos bastante compactados debido a la naturaleza arcillosa de los mismos; la industria minera de extracción de arcilla ha afectado en gran manera este ecosistemas causando la erosión del suelo impidiendo el crecimiento de nuevas especies y reduciendo en gran manera el área total del BST.





Este inventario se realizó por medio de parcelamientos escogidos aleatoriamente dentro del área de BST; se realizaron 6 parcelas de 50mx3m.



Ilustración 8. Medición del diámetro del tronco a la altura al pecho del árbol en inventario

Fuente. Autores, 2018

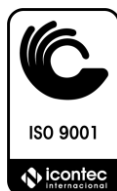
Entre las especies inventariadas encontramos 14 diferentes: Uvito, Trupillo, Neem, Melina, Guacimo, Guacamayo, Aromo, Cruceto, Polvillo Cacho e Toro, Guayacan Amarillo, Macurutu, Cañahuate, Pela, Gusanero. Se puede observar más detalles en la siguiente tabla:

Tabla 3. Inventario forestal parcela 1

PARCELA 1								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m ²)	VOLUMEN(m ³)
1	CORDIA ALBA	UVITO	0,31	2	5	EO 1081303	0,075	0,268
						NO 1634311		
2	CORDIA ALBA	UVITO	0,15	1,8	2,5	EO 1081312	0,018	0,031
						NO 1634317		

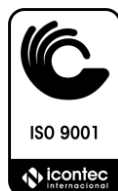


3	CORDIA ALBA	UVITO	0,3	3	6	EO 1081321	0,071	0,302
						NO 1634317		
4	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,24	5	8	EO 1081316	0,045	0,257
						NO 1634323		
5	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,145	2	5	EO 1081320	0,017	0,059
			0,15	1	3	NO 1634330	0,018	0,038
6	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,3	4	8	EO 1081327	0,071	0,402
						NO 1634322		
7	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,15	1	3	EO 1081326	0,018	0,038
						NO 1634322		
8	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,24	5	8	EO 1081328	0,045	0,257
						NO 1634323		
9	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,3	4,5	9	EO 1081327	0,071	0,452
						NO 1634324		
10	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,345	3	6	EO 1081326	0,093	0,399
						NO 1634325		
11	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,29	2,5	6	EO 1081325	0,066	0,282
						NO 1634323		
12	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,8	3	8	EO 1081327	0,503	2,859
						NO 1634323		
13	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,3	3,5	8	EO 1081325	0,071	0,402
						NO 1634321		
14	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,26	2	4	EO 1081326	0,053	0,151
						NO 1634322		
15	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,14	2	5	EO 1081336	0,015	0,055
						NO 1634329		
16	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,02	8	13	EO 1081342	0,817	7,553
						NO 1634328		
17	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,8	3	8	EO 1081344	0,503	2,859
						NO 1634329		
18	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,29	7	2,3	EO 1081345	0,066	0,208
						NO 1634324		
19	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,21	2	7	EO 1081345	0,035	0,172
						NO 1634323		
20	GMELINA	MELINA	0,685	8	14	EO 1081340	0,359	3,668



	ARBOREA					NO 1634327		
21	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,345	3	7	EO 1081347	0,093	0,465
						NO 1634333		
22	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,69	8	13	EO 1081346	0,374	3,456
						NO 1634323		
23	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,7	7	11	EO 1081341	0,385	3,010
						NO 1634322		
24	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,24	10	12	EO 1081340	0,045	0,386
						NO 1634323		
25	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,53	4	7	EO 1081324	0,221	1,098
						NO 1634318		
26	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,91	7	12	EO 1081321	0,650	5,549
						NO 1634318		
27	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,58	4	8	EO 1081321	0,264	1,503
						NO 1634320		
28	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,72	7,5	12	EO 1081316	0,407	3,474
						NO 1634316		
29	GUAZUMA ULMIFOLIA	GUACIMO	0,425	6	9	EO 1081317	0,142	0,908
						NO 1634317		
30	ALBIZIA NIOPOIDES	GUACAMAYO	0,4	4	8	EO 1081314	0,126	0,715
						NO 1634310		
31	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,01	10	15	EO 1081311	0,801	8,545
						NO 1634311		
32	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,73	6	10	EO 1081308	0,419	2,976
			0,74			7		
33	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,3	12	16	EO 1081306	1,327	15,100
						NO 1634304		
34	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,71	10	15	EO 1081298	0,395	4,222
						NO 1634306		
VOLUMEN TOTAL PARCELA 1								75,688

Fuente: Autores, 2018



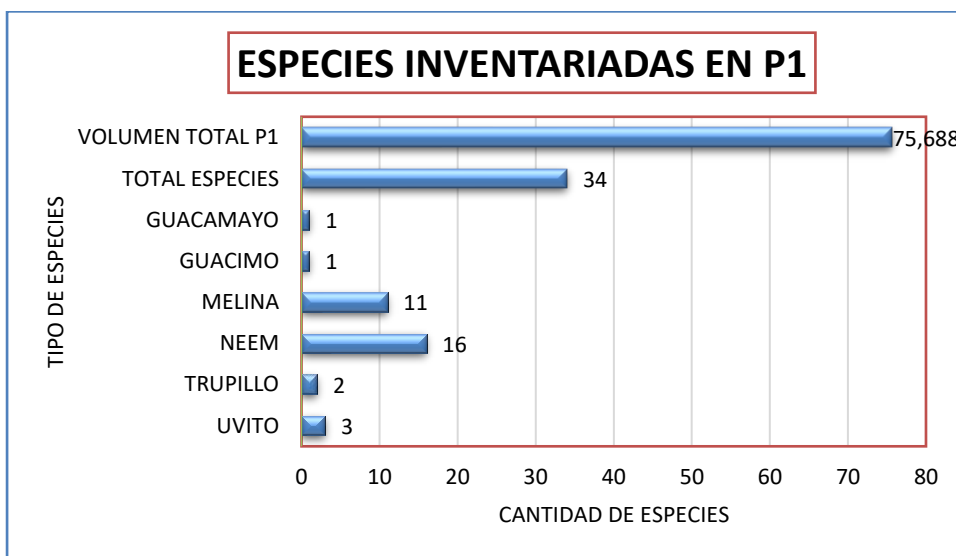
CO-SC-CER518726



Tabla 4. Especies identificadas parcela 1

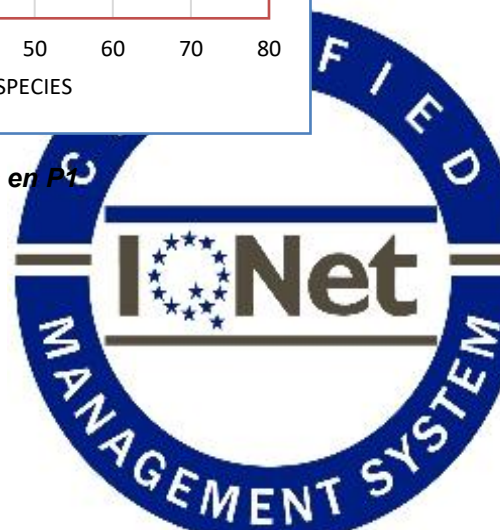
PARCELA 1	
UVITO	3
TRUPILLO	2
NEEM	16
MELINA	11
GUACIMO	1
GUACAMAYO	1
TOTAL ESPECIES	34
VOLUMEN TOTAL P1	75,688

Fuente: Autores, 2018



Gráfica 1. Especies inventariadas en P1

Fuente: Autores, 2018



CO-SC-CER518726



Ilustración 9. **Árbol de Melina inventariado con doble ramificación**
Fuente: Autores, 2018

Tabla 5. **Inventario forestal parcela 2**

PARCELA 2								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m ²)	VOLUMEN(m ³)
35	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,82	6mt	10	EO 1081371	0,528	3,755
						NO 1634308		
36	CORDIA ALBA	UVITO	0,2	1mt	2	EO 1081369	0,031	0,045
						NO 1634312		
37	CORDIA ALBA	UVITO	0,35	2mt	4	EO 1081376	0,096	0,274
						NO 1634308		
38	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,59	5mt	6	EO 1081372	0,273	1,166
						NO 1634309		
39	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,66	8mt	11	EO 1081370	0,342	2,676
						NO 1634307		
40	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,37	4mt	7	EO 1081366	0,108	0,535
						NO 1634313		
41	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,665	8mt	10	EO 1081364	0,347	2,469
						NO 1634310		



42	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,255	11mt	14	EO 1081363	0,051	0,508
						NO 1634305		
43	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,76	1mt	5	EO 1081363	0,454	1,613
						NO 1634306		
44	ACACIA CAVEN	AROMO	0,17	2mt	5	EO 1081365	0,023	0,081
						NO 1634308		
45	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,72	9mt	13	EO 1081364	0,407	3,763
						NO 1634302		
46	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,82	9mt	13	EO 1081361	0,528	4,881
						NO 1634300		
47	QUASSIA AMARA	CRUCETO	0,14	1,5mt	3	EO 1081358	0,015	0,033
						NO 1634304		
48	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,535	10mt	13	EO 1081353	0,225	2,078
						NO 1634303		
49	ACACIA CAVEN	AROMO	0,25	2mt	6	EO 1081354	0,049	0,209
						NO 1634301		
50	ACACIA CAVEN	AROMO	0,15	1mt	4	EO 1081349	0,018	0,050
						NO 1634309		
51	BUCIDA BUCERAS	POLVILLO CACHO E TORO	0,35	2,5mt	6	EO 1081345	0,096	0,410
						NO 1634308		
VOLUMEN TOTAL PARCELA 2								24,547

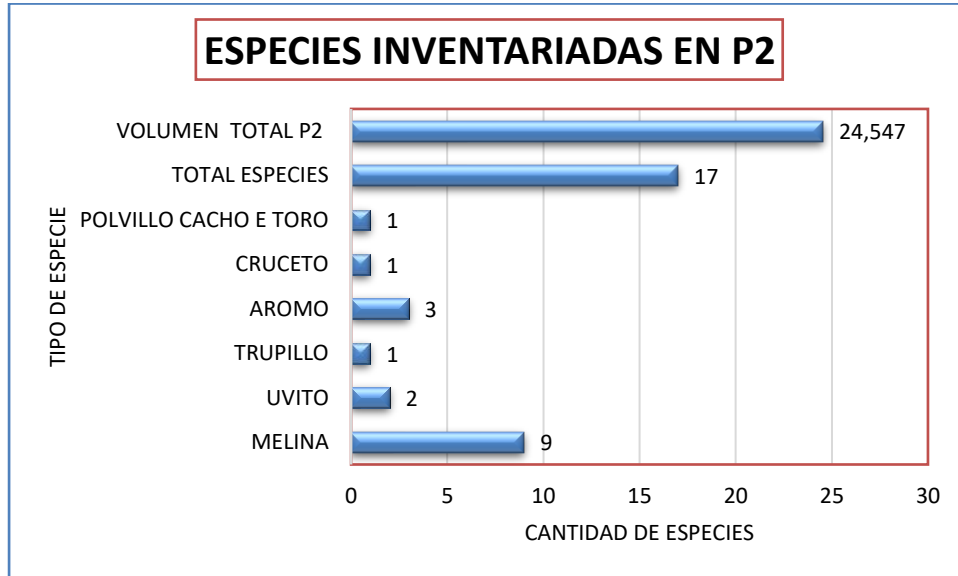
Fuente: Autores, 2018

Tabla 6. Especies identificadas parcela 2

PARCELA 2	
MELINA	9
UVITO	2
TRUPILLO	1
AROMO	3
CRUCETO	1
POLVILLO CACHO E TORO	1
TOTAL ESPECIES	17
VOLUMEN TOTAL P2	24,547



Fuente: Autores, 2018



Gráfica 2. *Especies inventariadas en P2*
Fuente: Autores, 2018

Tabla 7. *Inventario forestal parcela 3*

PARCELA 3								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m ²)	VOLUMEN(m ³)
52	LONCHOCARPUS SANTAE MARTAE PITTIER	MACURUTU	0,265	2mt	4	EO 1081322	0,055	0,157
						NO 1634269		
53	LONCHOCARPUS SANTAE MARTAE PITTIER	MACURUTU	0,265	2,5mt	6	EO 1081322	0,055	0,235
						NO 1634270		
54	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,57	7mt	12	EO 1081324	0,255	2,177
						NO 1634269		
55	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,55	10mt	14	EO 1081324	0,238	2,365
			0,67			NO 1634273	0,353	3,509
56	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,493	10mt	14	EO 1081327	0,191	1,900
						NO 1634275		
57	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,89	9mt	12	EO 1081332	0,622	5,308
						NO 1634283		



58	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,77	4mt	12	EO 1081330	0,466	3,973
						NO 1634281		
59	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,425	3mt	8	EO 1081324	0,142	0,807
						NO 1634272		
60	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,79	8mt	11	EO 1081331	0,490	3,834
						NO 1634275		
61	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,03	10mt	14	EO 1081338	0,833	8,294
						NO 1634285		
62	AZADIRACHTA INDICA	NEEM	0,49	6mt	10	EO 1081334	0,189	1,341
						NO 1634295		
63	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,845	11mt	15	EO 1081337	0,561	5,981
						NO 1634299		
64	BUCIDA BUCERAS	POLVILLO CACHO E TORO	0,115	2,5mt	5	EO 1081344	0,010	0,037
						NO 1634312		
VOLUMEN TOTAL PARCELA 3								39,918

Fuente: Autores, 2018

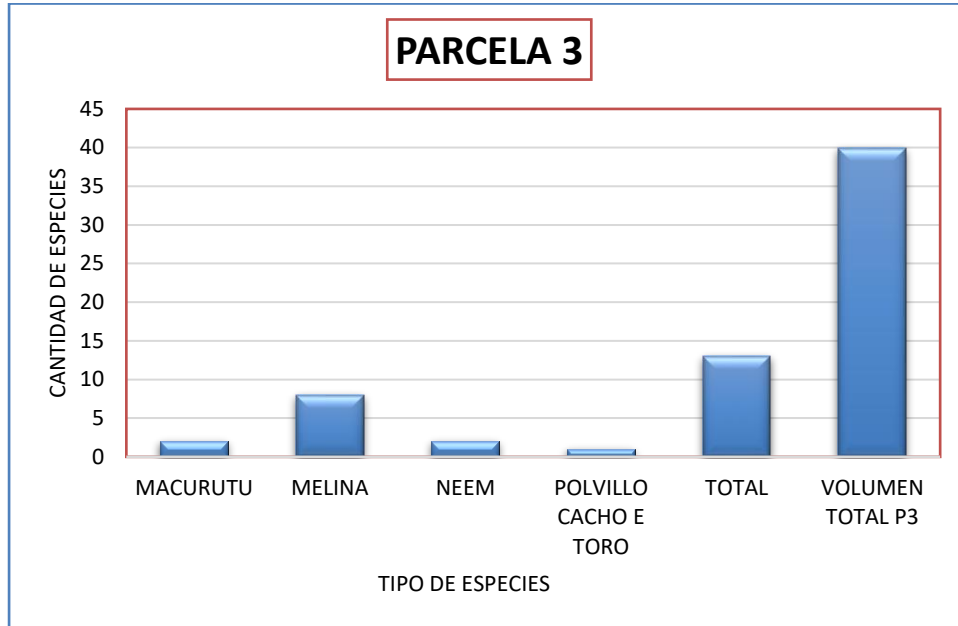
Tabla 8. Especies identificadas parcela 3

PARCELA 3	
MACURUTU	2
MELINA	8
NEEM	2
POLVILLO CACHO E TORO	1
TOTAL	13
VOLUMEN TOTAL P3	39,918

Fuente: Autores, 2018



CO-SC-CER518726



Gráfica 3. *Especies inventariadas en P3*
Fuente: Autores, 2018

Tabla 9. *Inventario forestal parcela 4*

PARCELA 4								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m ²)	VOLUMEN(m ³)
65	CORDIA ALBA	UVITO	0,4	3mt	6	EO 1081413	0,126	0,536
						NO 1634255		
66	ACACIA CAVEN	AROMO	0,37	4mt	8	EO 1081416	0,108	0,612
						NO 1634248		
67	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,94	12mt	15	EO 1081410	0,694	7,401
			0,85	12mt	15	NO 1634249	0,567	6,052
68	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,82	10mt	16	EO 1081405	0,528	6,008
			0,78	10mt	16	NO 1634246	0,478	5,436
69	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,195	11mt	15	EO 108140	1,122	11,962
						NO 1634247		



70	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,07	11mt	15	EO 1081401 NO 1634240	0,899	9,590
71	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,48	10mt	12	EO 1081391 NO 1634234	1,720	14,678
72	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,18	12mt	14	EO 1081402 NO 1634241	1,094	10,886
73	CORDIA ALBA	UVITO	0,37	2mt	4	EO 1081384 NO 1634233	0,108	0,306
74	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,38	3mt	5	EO 1081374 NO 1634236	0,113	0,403
75	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,98	13mt	16	EO 1081371 NO 1634223	0,754	8,581
76	GMELINA ARBOREA	MELINA	0,975	12mt	14	EO 1081370 NO 1634233	0,747	7,432
77	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,4	14mt	16	EO 1081368 NO 1634224	1,539	17,512
78	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,1	12mt	16	EO 1081374 NO 1634227	0,950	10,811
79	GMELINA ARBOREA	MELINA	1,4	10mt	12	EO 1081362 NO 1634220	1,539	13,134
VOLUMEN TOTAL PARCELA 4								131,338

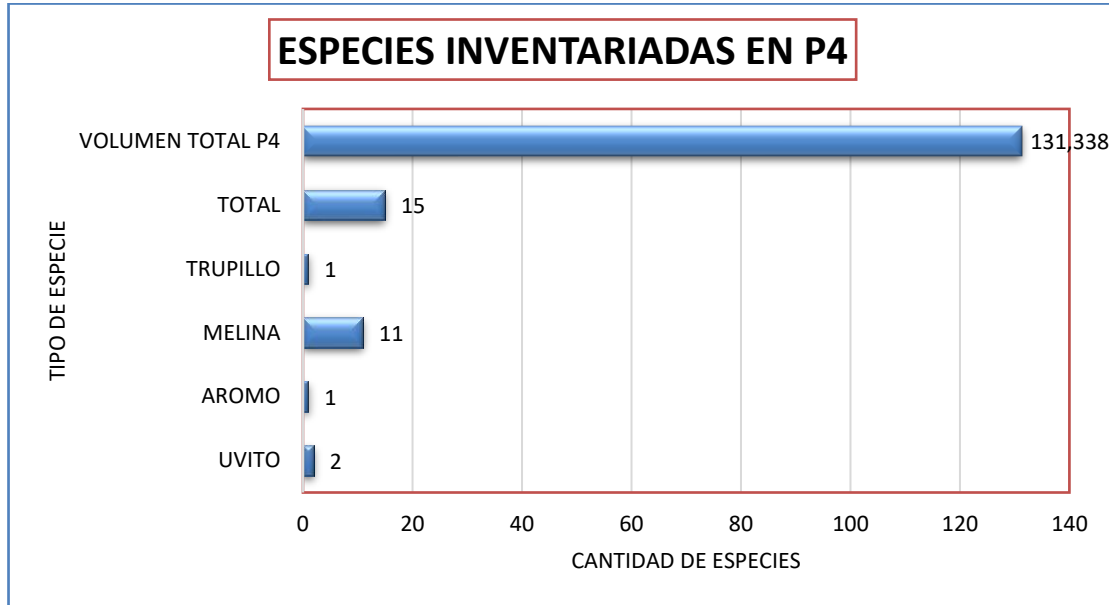
Fuente: Autores, 2018

Tabla 10. Especies identificadas parcela 4

PARCELA 4	
UVITO	2
AROMO	1
MELINA	11
TRUPILLO	
TOTAL	15
VOLUMEN TOTAL P4	131,338

Fuente: Autores, 2018





Gráfica 4. *Especies inventariadas en P4*
Fuente: Autores, 2018

Tabla 11. *Inventario forestal parcela 5*

PARCELA 5								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m ²)	VOLUMEN(m ³)
80	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,68	3mt	6	EO 1081476	0,363	1,549
						NO 1634056		
81	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,38	2,5mt	6	EO 1081477	0,113	0,484
						NO 1634061		
82	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,57	5mt	7	EO 1081471	0,255	1,270
						NO 1634058		
83	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,47	6mt	8	EO 1081461	0,173	0,987
						NO 1634055		
84	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,71	7mt	10	EO 1081455	0,396	2,815
						NO 1634057		
85	ACACIA CAVEN	AROMO	0,28	1mt	8	EO 1081455	0,062	0,350
						NO 1634059		
86	CORDIA ALBA	UVITO	0,35	2mt	5	EO 1081442	0,096	0,342
						NO 1634066		



87	CORDIA ALBA	UVITO	0,54	3mt	6	EO 1081440	0,229	0,977
						NO 1634070		
88	ACACIA CAVEN	AROMO	0,43	5mt	8	EO 1081436	0,145	0,826
						NO 1634060		
89	PROSOPIS JULIFLORA	TRUPILLO	0,6	3mt	6	EO 1081434	0,283	1,206
						NO 1634066		
90	ACACIA CAVEN	AROMO	0,35	3mt	7	EO 1081430	0,096	0,479
						NO 1634073		
91	ACACIA CAVEN	AROMO	0,505	6mt	8	EO 1081417	0,200	1,139
						NO 1634074		
92	LONCHOCARPUS SANTAE MARTAE PITTIER	MACURUTU	0,31	1,75	7	EO 10194082	0,075	0,376
						NO 73195784		
93	ACACIA CAVEN	AROMO	0,09	3mt	6	EO 10194083	0,006	0,027
						NO 73195785		
94	ACACIA CAVEN	AROMO	0,222	4mt	7	EO 10194084	0,039	0,193
						NO 73195786		
95	ACACIA CAVEN	AROMO	0,127	3mt	6	EO 10194085	0,013	0,054
						NO 73195787		
96	ACACIA CAVEN	AROMO	0,111	2mt	6	EO 10194086	0,010	0,041
						NO 73195788		
97	CORDIA ALBA	UVITO	0,095	2,5mt	6	EO 10194087	0,007	0,030
						NO 73195789		
VOLUMEN TOTAL PARCELA 5								13,145

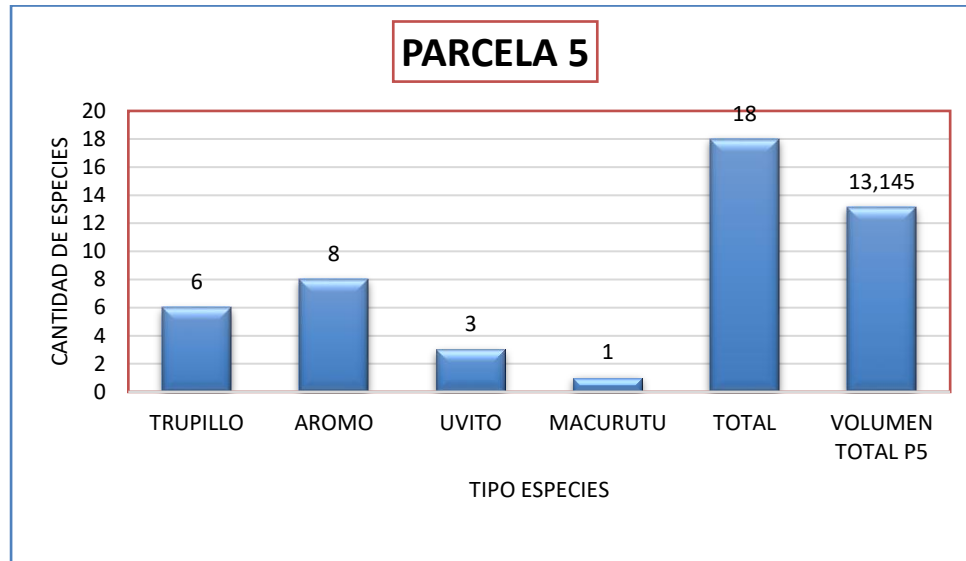
Fuente: Autores, 2018

Tabla 12. Especies identificadas parcela 5

PARCELA 5	
TRUPILLO	6
AROMO	8
UVITO	3
MACURUTU	1
TOTAL	18
VOLUMEN TOTAL P5	13,145

Fuente: Autores, 2018





Gráfica 5. *Especies inventariadas en P5*
Fuente: Autores, 2018

Tabla 13. *Inventario forestal parcela 6*

PARCELA 6								
Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP(m)	Hc(m)	Ht(m)	COORDENADAS	AREA BASAL(m²)	VOLUMEN(m³)
98	HANDROANTHUS CHRYSANTHUS	GUAYACAN AMARILLO	0,092	2,5mt	6	EO 10194088	0,007	0,028
						NO 73195790		
99	LONCHOCARPUS SANTAE MARTAE PITTIER	MACURUTU	0,16	5mt	7	EO 10194089	0,020	0,100
						NO 73195791		
100	CORDIA ALBA	UVITO	0,15	3mt	5	EO 10194090	0,018	0,063
						NO 73195792		
101	TABEBUIA	CAÑAHUATE	0,26	4mt	8	EO 10194091	0,053	0,302
						NO 73195793		
102	CORDIA ALBA	UVITO	0,125	2mt	5	EO 10194092	0,012	0,044
						NO 73195794		
103	ACACIA CAVEN	AROMO	0,063	2,5mt	6	EO 10194093	0,003	0,013
						NO 73195795		
104	TABEBUIA	CAÑAHUATE	0,075	1,5mt	4	EO 10194094	0,004	0,013
						NO 73195796		
105	ACACIA CAVEN	AROMO	0,08	1,7mt	4	EO 10194095	0,005	0,014



						NO 73195797			
106	ACACIA CAVEN	AROMO	0,08	1,6mt	5	EO 10194096	0,005	0,018	
						NO 73195798			
107	ACACIA CAVEN	AROMO	0,08	4mt	6	EO 10194097	0,005	0,021	
						NO 73195799			
108	ACACIA FARNESIANA	PELA	0,11	4mt	8	EO 10194098	0,010	0,054	
						NO 73195800			
109	ALBIZIA NIOPOIDES	GUACAMAYO	0,125	2,5mt	7	EO 10194099	0,012	0,061	
						NO 73195801			
110	ALBIZIA NIOPOIDES	GUACAMAYO	0,135	3mt	7	EO 10194100	0,014	0,071	
						NO 73195802			
111	ACACIA CAVEN	AROMO	0,1	3,5mt	5	EO 10194101	0,008	0,028	
						NO 73195803			
112	ACACIA CAVEN	AROMO	0,075	1mt	5	EO 10194102	0,004	0,016	
						NO 73195804			
113	ACACIA FARNESIANA	PELA	0,165	4mt	6	EO 10194103	0,021	0,091	
						NO 73195805			
114	ACACIA CAVEN	AROMO	0,085	2mt	5,5	EO 10194104	0,006	0,022	
						NO 73195806			
115	ASTRONIUM GRAVEOLENS	GUSANERO	0,07	2,5mt	7	EO 10194105	0,004	0,019	
						NO 73195807			
116	LONCHOCARPUS SANTAE MARTAE PITTIER	MACURUTU	0,4	6mt	12	EO 10194106	0,126	1,072	
						NO 73195808			
VOLUMEN TOTAL PARCELA								2,051	

Fuente: Autores, 2018



CO-SC-CER518726

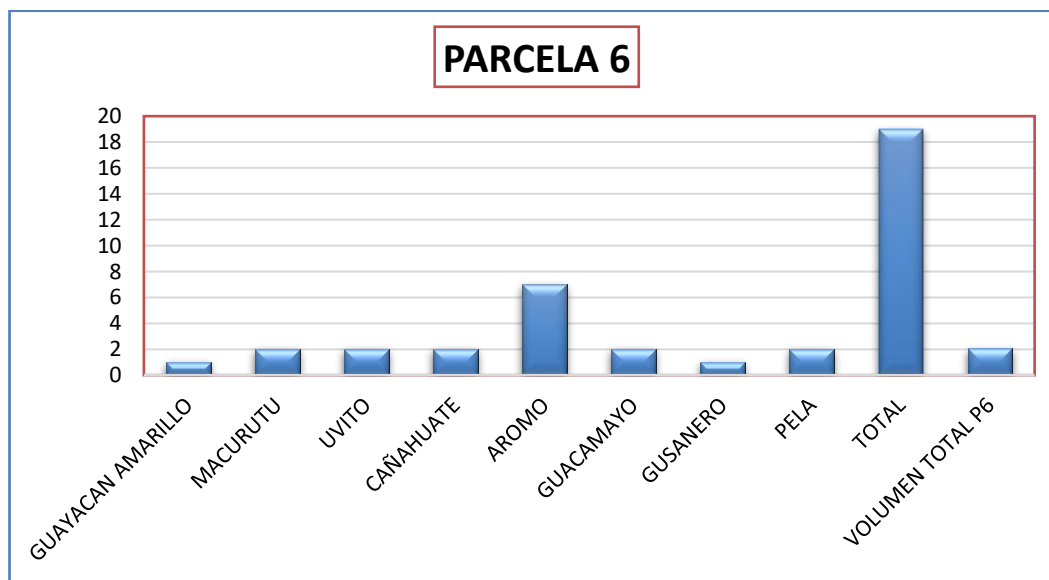
www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Tabla 14. *Especies identificadas parcela 6*

PARCELA 6	
GUAYACAN AMARILLO	1
MACURUTU	2
UVITO	2
CAÑAHUATE	2
AROMO	9
GUACAMAYO	2
GUSANERO	1
TOTAL	19
VOLUMEN TOTAL P6	2,051

Fuente: Autores, 2018



Gráfica 6. *Especies inventariadas en P6*
Fuente: Autores, 2018





Tabla 15. Especies identificadas en el inventario forestal

ESPECIES INVENTARIADAS	
UVITO	12
TRUPILLO	10
NEEM	18
MELINA	39
GUACIMO	1
GUACAMAYO	3
AROMO	19
CRUCETO	1
POLVILLO CACHO E TORO	2
GUAYACAN AMARILLO	1
MACURUTU	5
CAÑAHUATE	2
PELA	2
GUSANERO	1
TOTAL	116

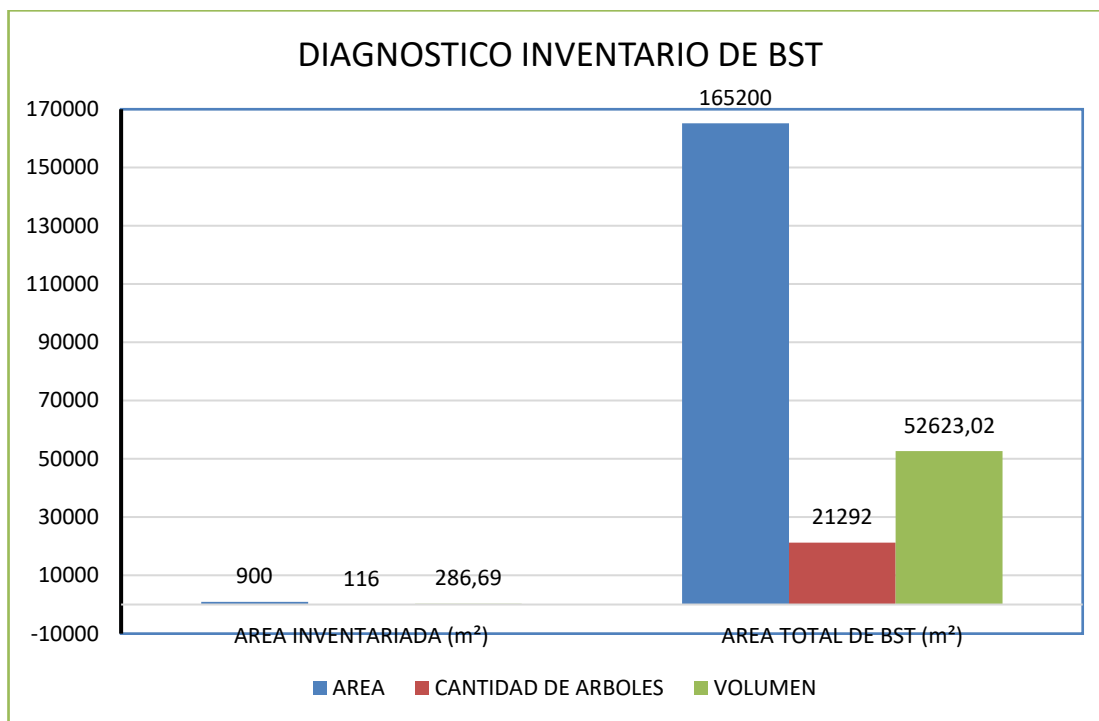
Fuente: Autores, 2018

Tabla 16. Relación Área inventariada vs Área total de BST

AREA		CANTIDAD DE ARBOLES	VOLUMEN
AREA INVENTARIADA (m ²)	900	116	286,69
AREA TOTAL DE BST (m ²)	165200	21292	52623,02

Fuente: Autores, 2018





Gráfica 7. Relación Área inventariada vs Área total de BST
Fuente: Autores, 2018

Análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo del Bosque Seco Tropical.

Se realizó un análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo del Bosque Seco Tropical en donde se determinó una parcela demostrativa para muestreo según el procedimiento de toma de muestras del laboratorio de calidad de suelos del IGAC.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



Ilustración 10. Área designada para muestreo de suelo del BST parcela AB

Fuente: Autores, 2019.

Área AB: zona de impacto ambiental límite de UPM y granja UPC.

Coordenadas: 10° 19' 43" N / 73° 19' 59" W

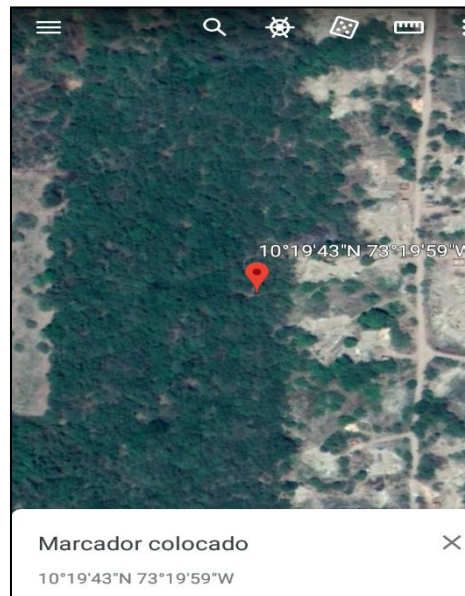


Ilustración 11. Área designada para muestreo de suelo del BST parcela AB

Fuente: Google Earth, 2019.



CO-SC-CER518726

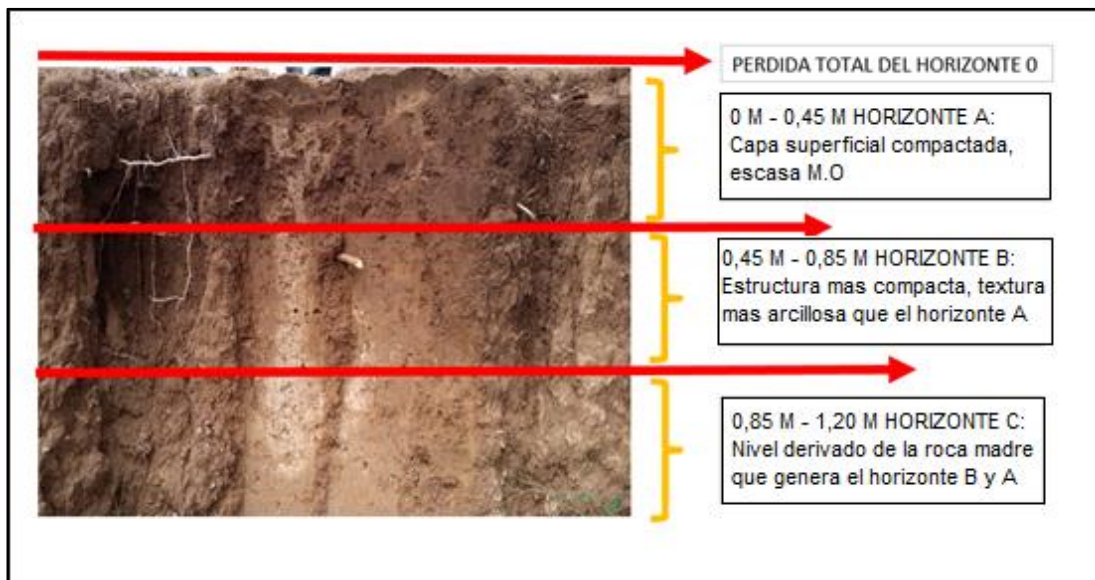


www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129

E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



En la parcela demostrativa se interactúa directamente con el suelo en donde a través de un corte analizamos visualmente sus horizontes.



*Ilustración 12. Horizontes del suelo de BST
Fuente: Autores, 2019.*

Así mismo se realizó el procedimiento de toma de muestra del suelo acorde al IGAC el cual consta de un muestreo con una pala y/o palín y un balde, se toma una cantidad similar de suelo en cada punto y a la misma profundidad. El tipo de muestreo aplicado fue en zig-zag. En este método se tomaron unas 15 o 20 submuestras a lo largo y ancho del terreno que luego se mezclaron en el balde.

Para la toma de muestras con pala, se realizó un hoyo de aproximadamente 25 x 25 cm de lado y 20 cm de profundidad, se retiraron los 2 cm primeros del suelo y se extrajo la muestra. En general la profundidad de muestreo está entre 2 y 20 cm que es el área de acción de las raíces.



CO-SC-CER518726



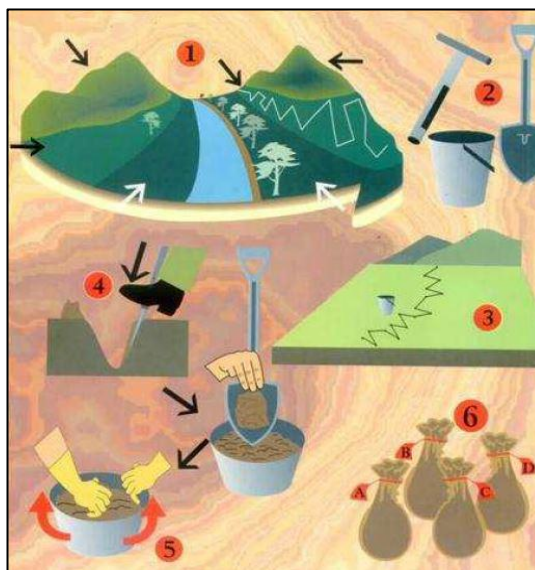


Ilustración 13. Procedimiento seguido en muestreo del suelo que represente el área que desea analizar

Fuente: Procedimiento de toma de muestras de suelo laboratorio IGAC, 2019



Ilustración 14. Muestra de suelo Blanco Inicial del BST

Fuente: Autores, 2019



CO-SC-CER518726



Se mezcló en un balde las submuestras y se obtuvo una muestra compuesta homogénea, se empaco aproximadamente 1 kg en bolsas plásticas y se rotulo respectivamente y se conservó hasta llegar al laboratorio.

Tabla 17. Diagnóstico inicial de los parámetros físicos y químicos del suelo del BST

IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	GRAVAS (%)	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	CLASE TEXTURAL
BLANCO	0,0	27,4	22,4	50,2	Ar

Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.

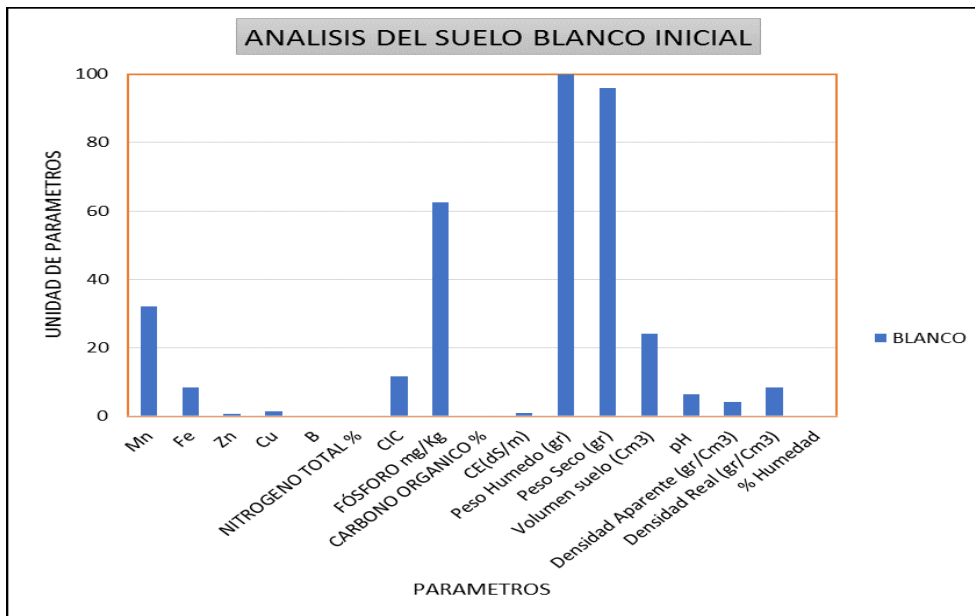
Al obtener los datos de los análisis físicos y químicos del suelo minero disturbado encontramos lo siguiente:

Tabla 18. Diagnóstico inicial de los parámetros físicos y químicos del suelo

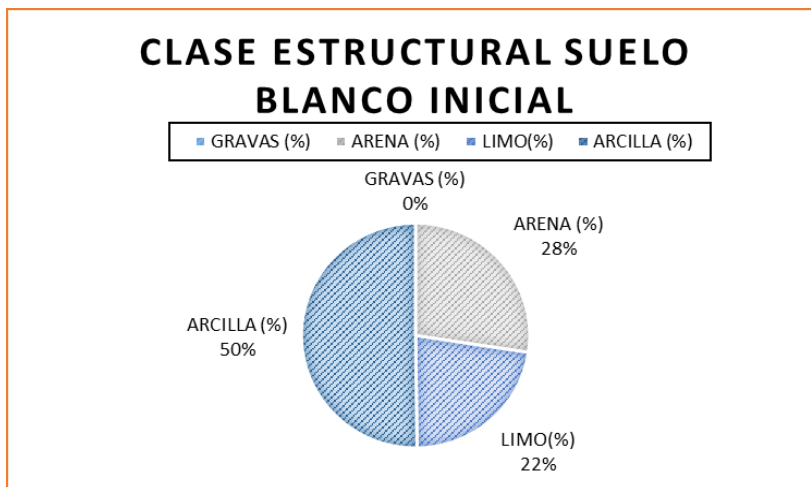
TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	Mn	Fe	Zn	Cu	B	
SUELO	BLANCO	31,96	8,24	0,69	1,46	0,23	
		NITROGENO TOTAL %	CIC	FÓSFORO mg/Kg	CARBONO ORGANICO %	CE(dS/m)	Densidad Real (gr/Cm3)
		0,08%	11,710	62,52	0,66%	0,9	8,33
		Peso Húmedo (gr)	Peso Seco (gr)	Volumen suelo (Cm3)	pH	Densidad Aparente (gr/Cm3)	% Humedad
		100	96	24	6,33	4,2	4%

Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





Gráfica 8. Parámetros físicos y químicos del blanco inicial Fuente: Autores, 2019.



Gráfica 9. Clase Estructural de Suelo Blanco inicial Fuente: Autores, 2019.





Elaboración del parcelamiento para la aplicación de las tecnologías de recuperación (Lombricompost, Compost).

Se tomaron tres Parcelas de estudio y cada parcelamiento se subdivido acorde a la tecnología aplicada como se muestra a continuación en la parcela demostrativa.

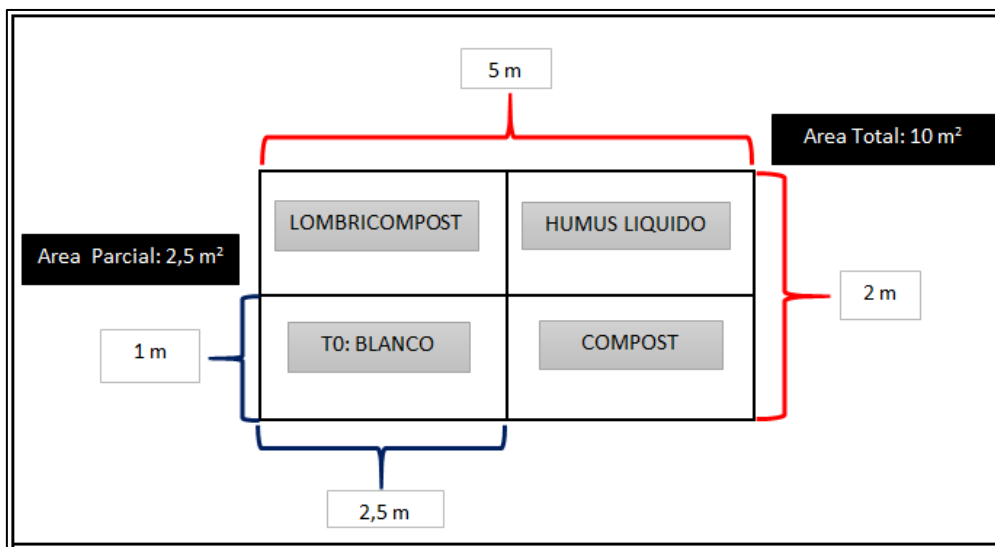


Ilustración 15. Parcela demostrativa

Fuente: Autores, 2019.

Además en cada una de las parcelas se implementó una subdivisión para cada tecnología aplicada y quedo descrita de la siguiente manera:



CO-SC-CER518726



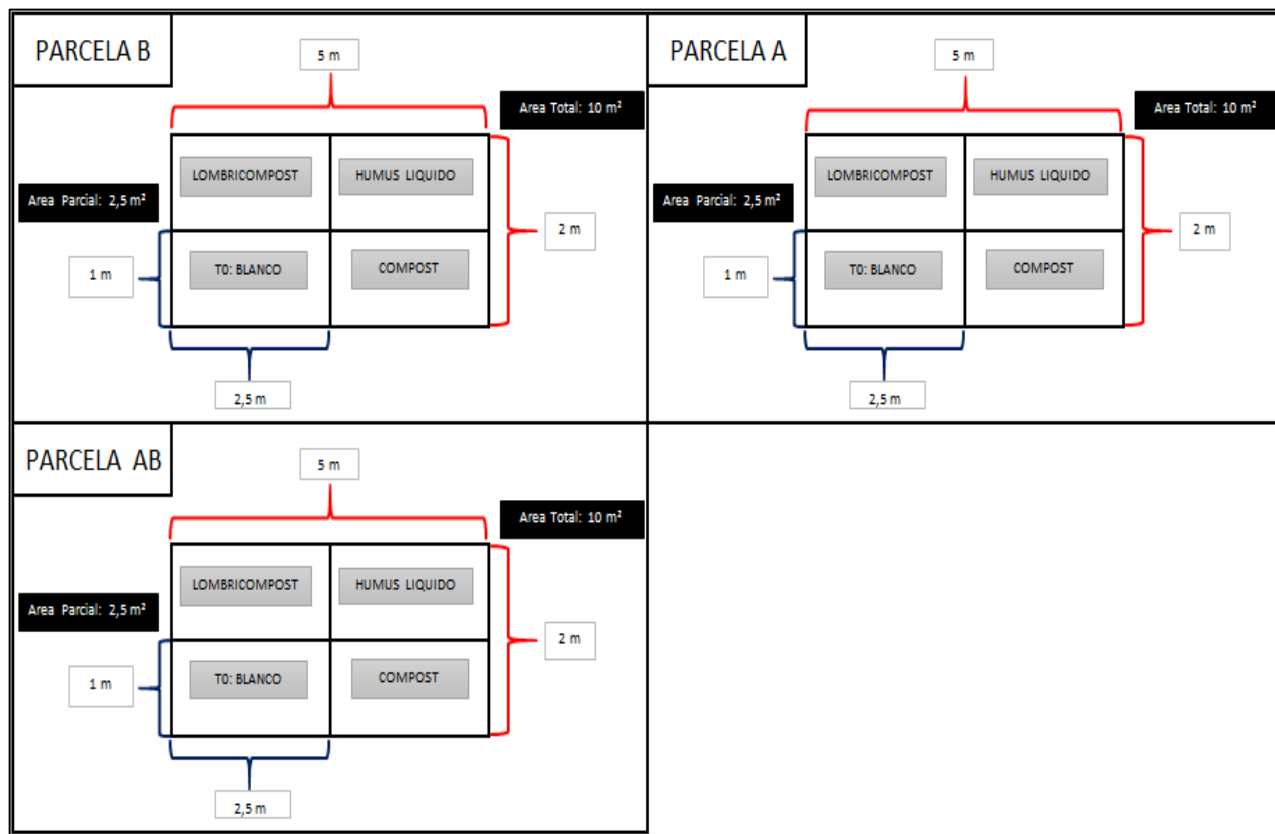


Ilustración 16. **Clasificación divisoria de parcelamiento dosificación y tecnología aplicada en suelo de BST**
Fuente: Autores, 2019.

Se obtuvieron 3 tecnologías de Biofertilizantes orgánicos (Lombricompost, compost y humus líquido). Los cuales se implementan en las parcelas B, AB y A respectivamente, para ajustar las tecnologías acorde a la dosis planteada para recuperación de suelos en base de relación de fertilizantes vs suelo deteriorado el cual se basó en 4000 Kg/Ha según datos utilizados de Lombricultura pachamama 2015. (Dosis que se implementó para el suelo del BST).





4000 Kilogramos de Biofertilizante → 10000 Metros Cuadrados

$x \rightarrow 10$ Metros Cuadrados

$$x = \frac{4000 \text{ Kilogramos de Biofertilizante}}{10000 \text{ Metros Cuadrados}}$$

$x = 4$ Kilogramos de Biofertilizante/Metro Cuadrados

En base a lo anterior se definieron las siguientes dosis óptimas para cada parcelamiento según tecnología aplicada.

Tabla 19. Dosificación de Biofertilizantes en el Parcelamiento B

PARCELA AB	
Dosificación en Kg	Biofertilizante
3,5	LOMBRICOMPOST A
3,5	COMPOST AB
3,5	HUMUS LIQUIDO A
0	BLANCO BST

Fuente: Autores, 2019.

Tabla 20. Dosificación de Biofertilizantes en el Parcelamiento AB

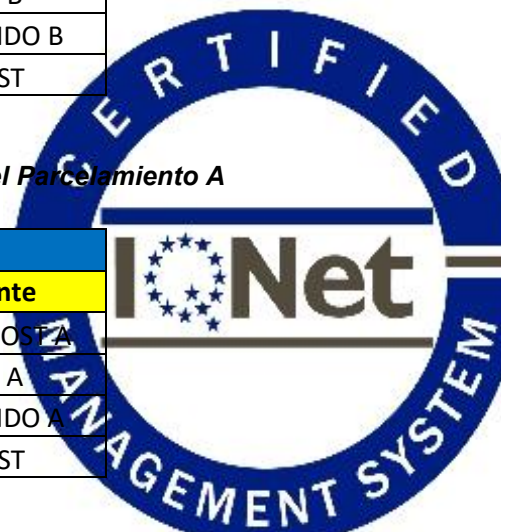
PARCELA B	
Dosificación en Kg	Biofertilizante
4,5	LOMBRICOMPOST B
4,5	COMPOST B
4,5	HUMUS LIQUIDO B
0	BLANCO BST

Fuente: Autores, 2019.

Tabla 21. Dosificación de Biofertilizantes en el Parcelamiento A

PARCELA A	
Dosificación en Kg	Biofertilizante
2,5	LOMBRICOMPOST A
2,5	COMPOST A
2,5	HUMUS LIQUIDO A
0	BLANCO BST

Fuente: Autores, 2019.





Recolección de material biodegradable para aplicación al suelo de BST:

Se realizó la recolección de material biodegradable para el procedimiento de compostaje el cual se ejecutó a partir de la guía de compostaje orgánico de la FAO.

Materia prima recolectada:

Se utilizó material orgánico en compostaje como hojarascas secas y verdes, cascaras de plátano, cascaras de yuca, estiércol de vaca y estiércol caballo. De esta forma se garantiza la estructura física o matriz del compostaje, en donde se garantizó que el tamaño de partícula ya que esta incidió sobre la superficie de contacto entre sustrato-microorganismos y consecuentemente en la cinética del proceso. De manera general se puede decir que cuanto menor sea este, mayor es la actividad biológica y, por lo tanto, la producción de calor.

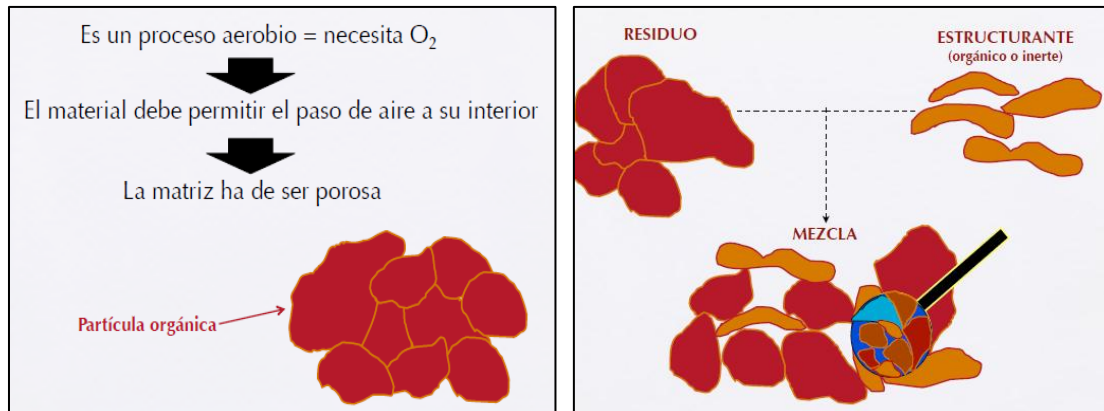


Ilustración 17. **Estructura Física o Matriz de Compostaje**
Fuente: Red de compostaje, Ramón plana Gonzales. 2019.





Ilustración 18. Materia prima recolectada en pila de compostaje
Fuente: Autores, 2019

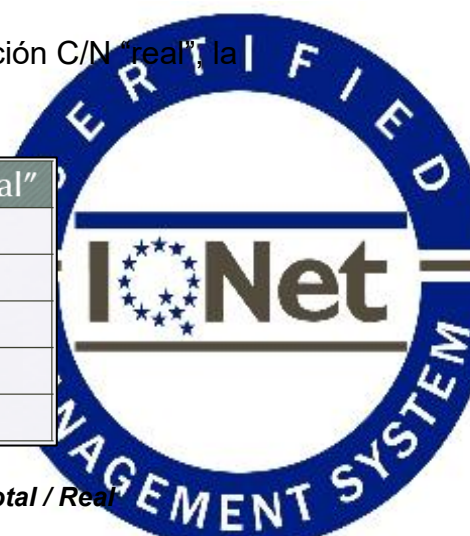
Posteriormente me mantuvieron los parámetros de control inicial en base a la relación de Humedad y Sólidos totales que partió en promedio entre el 40%-60% de la masa total para mantener un promedio de 400 g.Kg⁻¹-500 g.Kg⁻¹ de Sólidos Totales.

El PH adecuado en la mezcla a comportar es de (6-9) esto favorece el inicio del proceso, el PH no es un factor limitante del inicio de proceso, aunque los valores fuera del rango de 6-9 provocan un estrés inicial superable si el resto de condiciones de proceso son las adecuadas.

Relación C/N: Hay una relación C/N total y una relación C/N "real", la Disponible para los microorganismos.

Residuo	C/N total	C/N "real"
Papel	124	43
Césped	19	12
Comida	8	6
Hojas	22	6
Ramas	32	6

Tabla 22. Relación Carbono Nitrógeno Total / Real
Fuente: Sánchez, 2007.





Temperatura: En las tres fases del proceso se mantuvieron las siguientes temperaturas:

1. Fase mesófila (T° ambiente a 45°C)
2. Fase termófila (45°C - 65°C)
3. Fase estabilización - maduración ($< 45^{\circ}\text{C}$)

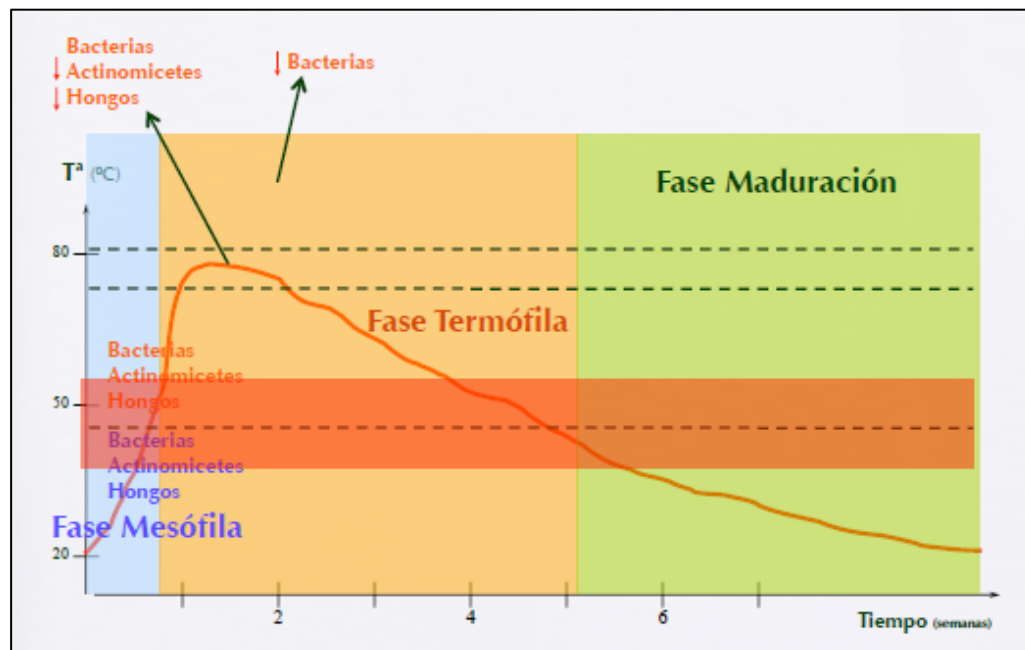


Ilustración 19. **Fases del compostaje en función de tiempo y temperatura**
Fuente: Red de compostaje, Ramón plana Gonzales, 2019.

Temperatura e higienización

La eliminación de patógenos depende de la temperatura máxima que se alcance y del tiempo que se mantenga, junto con la presencia de oxígeno al ser preferentemente anaerobios.

- ✓ **Salmonella**, eliminada a temperaturas $> 55^{\circ}\text{C}$
- ✓ **Escherichia coli**, fuerte reducción a temperaturas entre $60 - 65^{\circ}\text{C}$. Las condiciones de proceso son desfavorables para ellas.





- ✓ **Enterococcus**, sensibles a temperaturas entre 58 - 68°C. Anaerobias facultativas.
- ✓ **Helminthes**, sus huevos se inactivan a temperaturas entre 55° - 60°C durante varias horas.



Ilustración 20. **Materia prima recolectada Compost de fase de maduración**
Fuente: Autores, 2019

A su vez, en el proceso de lombricultura se adecuaron camas de lombrices rojas californianas (**Eisenia foetida**) a partir de **5 Kg** con material base, lo que permitió a base de sustrato ampliar la cantidad inicial y alcanzar mayor productividad.





*Ilustración 21. Adecuación de camas de Lombricultura y Materia prima recolectada
Fuente: Autores, 2019*

Las camas de Lombricultura en relación al compost se basaron en la siguiente relación:

Ciclo reproductivo (aproximadamente 4 veces por año) elevada frecuencia de apareamiento (producen un Cocón cada 7-10 días) longevidad estimada de 15-16 años velocidad en relación de sustrato en volumen de lombricompost. Aproximadamente 80% de la masa del sustrato en lombricompost.

Por ultimo del proceso de lombricompost se realizó la Extracción de lixiviados del lombricompost por destilado de las camas de producción se macero en un periodo de 15 días para la aplicación (humus liquido).





*Ilustración 22. Materia prima recolectada extracción de Humus Líquido producto de Lixiviado del Lombricompost
Fuente: Autores, 2019.*

Para la implementación de las tecnologías de los biofertilizantes se realizó delimitaciones de las parcelas en estudio, proceso de aireación mecánica (Palín y Pico a nivel superficial), humectación y fijación de tecnología en base a la dosificación planteada.

Fase de adecuación proceso de aireación mecánica con palín y pico



*Ilustración 23. Proceso de aireación mecánica a través de pico y palín (Reoxigenación del suelo)
Fuente: Autores, 2019.*





En las tres parcelas en cada subdivisión a excepción del blanco se realizó aireación mecánica con palín y pico posteriormente se sometió a humectación y fijación de tecnología biofertilizante orgánico.



Ilustración 24. Subdivisión en parcelamiento para cada tecnología en tratamiento parcela A

Fuente: Autores, 2019.

Una vez aireadas las tres parcelas aplicamos los biofertilizantes obtenidos en los procesos de producción.



Ilustración 25. Implementación de Biofertilizantes obtenidos en parcelas de estudios de BST según Dosificación estipulada

Fuente: Autores, 2019.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**



Ilustración 26. Parcelamiento B y AB con tecnología implementada

Fuente: Autores, 2019.

Evaluación del nivel de eficiencia en la recuperación del Bosque Seco Tropical en los procesos de Lombricultura y Compost.



Ilustración 27. Toma de muestras en parcelamiento B para análisis físico químico post a las tecnologías implementadas

Fuente: Autores, 2019



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Se procede a realizar toma de muestras acorde al procedimiento estipulado por el laboratorio de suelos del IGAC para respectivos análisis, visualmente se denota diferencia en color textura y estructura entre el suelo blanco inicial del BST y las demás tecnologías aplicadas en cada parcelamiento.



Ilustración 28. Muestreo post a las tecnologías aplicadas y Diferencia visual entre tecnologías aplicadas en la parcela AB
Fuente: Autores, 2019.



Ilustración 29. Diferencia visual entre tecnologías aplicadas en la parcela A
Fuente: Autores, 2019





Establecimiento del sistema de indicadores: Se realizó Análisis Físico Químico Post a la implementación y desarrollo de las tecnologías.

Tabla 23. Análisis Físico Químico Post a la implementación y desarrollo de las tecnologías

IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	Mn	Fe	Zn	Cu	B	NITROGENO TOTAL %	CIC	FÓSFORO mg/Kg	CARBONO ORGANICO %	CE(ds/m)
BLANCO	31,96	8,24	0,69	1,46	0,23	0,08%	11,710	62,52	0,66%	0,9
LOMBRICOMPOST A	11,03	9,27	0,68	1,3	0,13	0,07%	10,332	56,17	0,61%	0,1
LOMBRICOMPOST AB	13,59	10,39	1,83	1,56	0,4	0,20%	14,29	92,22	1,39%	0,18
LOMBRICOMPOST B	15,85	11,49	2,95	1,8	0,62	0,30%	18,248	128,22	2,17%	0,39
COMPOST A	7,9	6,07	0,77	1,13	0,15	0,09%	10,983	47,29	0,66%	0,09
COMPOST AB	13,51	7,92	1,48	1,63	0,46	0,18%	14,61	69,65	1,19%	0,34
COMPOST B	19,12	9,74	2,19	1,87	0,74	0,24%	18,206	92,01	1,72%	0,56
HUMUS LIQ A	11,08	8,93	0,68	1,36	0,13	0,08%	11,804	50,52	0,59%	0,09
HUMUS LIQ AB	19,9	13,64	1	1,78	0,25	0,13%	14,06	49,4	0,95%	0,11
HUMUS LIQ B	28,72	18,3	1,32	2,2	0,37	0,18%	16,320	48,26	1,31%	0,11

Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

Tabla 24. Análisis Físico Químico Post a la implementación y desarrollo de las tecnologías

IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	Peso Humedo (gr)	Peso Seco (gr)	Volumen suelo (Cm3)	pH	Densidad Aparente (gr/Cm3)	Densidad Real (gr/Cm3)	% Humedad
BLANCO	100	96	24	6,33	4,2	8,33	4%
LOMBRICOMPOST A	100	80	58	7,12	1,78	3,45	20%
LOMBRICOMPOST AB	100	86	52	7,36	1,975	3,9	14%
LOMBRICOMPOST B	100	92	46	7,6	2,17	4,35	8%
COMPOST A	100	95	44	7,74	2,27	4,55	5%
COMPOST AB	100	94,5	34	7,465	3,215	6,44	6%
COMPOST B	100	94	24	7,19	4,16	8,33	6%
HUMUS LIQ A	100	85	51	7,4	1,96	3,92	15%
HUMUS LIQ AB	100	87,5	36	7,375	3,36	6,72	13%
HUMUS LIQ B	100	90	21	7,35	4,76	9,52	10%

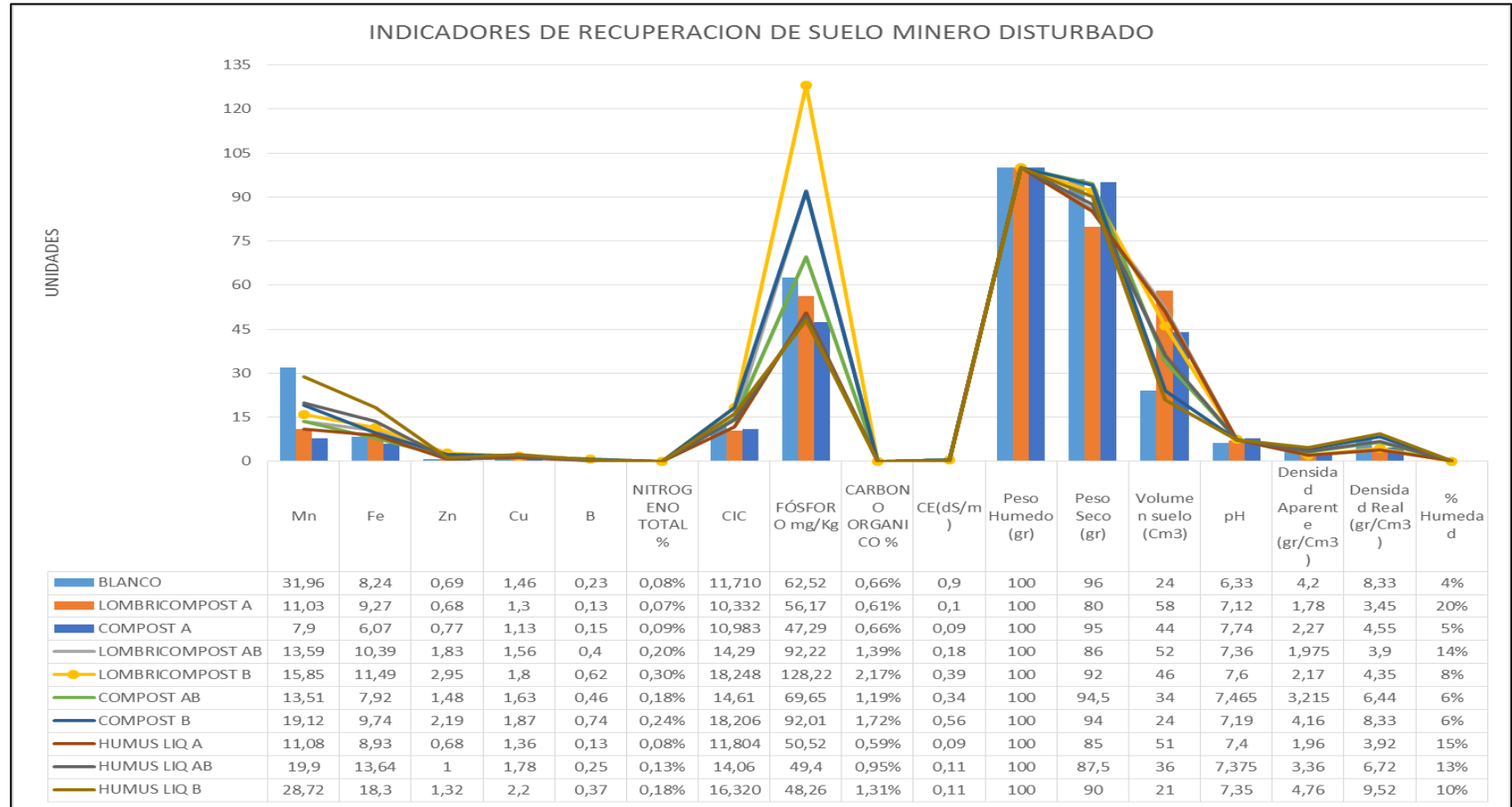
Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Gráfica 10. Indicadores de recuperación del suelo disturbado
Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019



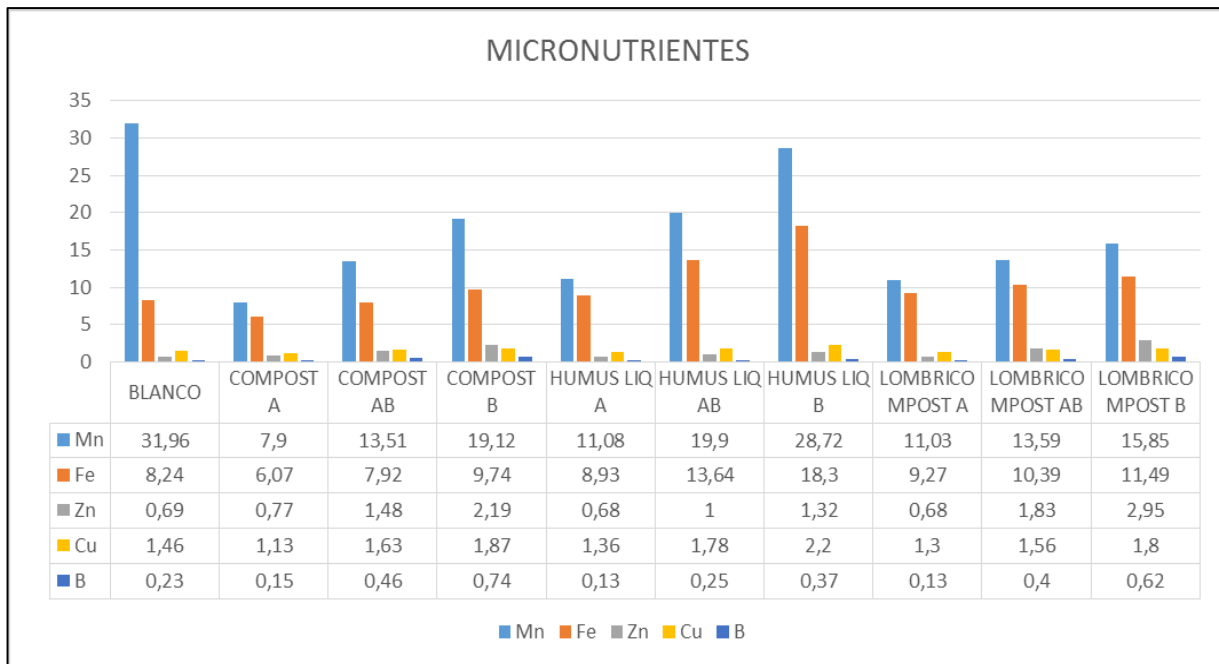
CO-SC-CER518726





De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos afirmar que si existe un mejoramiento de las condiciones iniciales del suelo y que la recuperación de este desde perspectiva físico química como visual entra en referencia a las necesidades de recuperación del mismo, por tanto es necesario evaluar cada parámetro de carácter independiente en base a los rangos estipulados para los suelo estudiados.

Análisis específicos de micronutrientes del suelo del BST en proceso de recuperación



Gráfica 11. Resultados de laboratorio de suelos post a la tecnologías aplicadas Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.

Realizando el análisis específico por micronutriente determinamos que si existe un mejoramiento de carácter independiente por tecnología y parcelamiento estudiado como es la disminución al rango óptimo descrita por el IGAC los cuales en elementos menores como el Mn esta entre (15-30) Mg





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

Kg^{-1} y para nuestros resultados el más efectivo acorde al promedio general dado fue Humus Líquido AB con una proporción de $19,9 \text{ Mg. Kg}^{-1}$. Aunque visualmente en cobertura vegetal la parcela B es mucho más significativa.

Ahora bien, en términos de Fe su rango óptimo en el suelo está comprendido entre $(20-30) \text{ Mg Kg}^{-1}$ siendo promedio general de los resultados obtenidos el Humus Líquido AB $13,64 \text{ Mg. Kg}^{-1}$. Visualmente mayor significancia en B.

En términos de proporción al Zn su rango esta $(3-6) \text{ Mg Kg}^{-1}$ cuyos resultados significativos fue el Lombricompost B con un valor de $2,95 \text{ Mg. Kg}^{-1}$.
¹. Se confirma equidad visual.

Para el Cu el rango descrito por el Laboratorio de suelos del IGAC está comprendido entre $(1,5 - 3) \text{ Mg Kg}^{-1}$ para nuestro estudio presento mayor resultado el Humus Líquido B con una concentración de $2,2 \text{ Mg. Kg}^{-1}$. Se confirma Estado visual.

En el B la concentración óptima está entre $(0,6 - 1,0) \text{ Mg Kg}^{-1}$. Resultado que el Compost B mantiene relevancia con una concentración de $0,74 \text{ Mg. Kg}^{-1}$. Se confirma Estado visual.

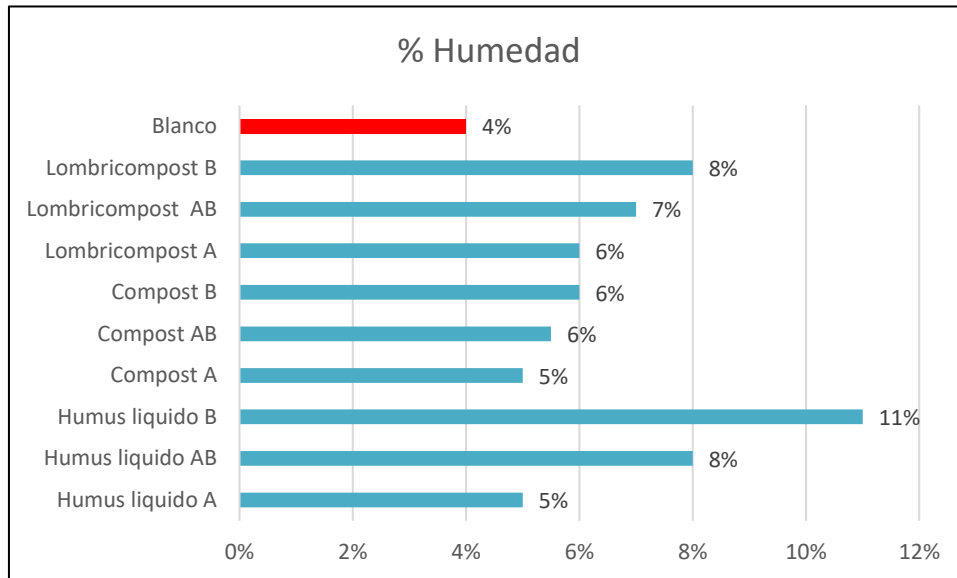


CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Variación del % de Humedad en el Suelo del BST en proceso de recuperación



Gráfica 12. Variación del % de humedad Respecto al Blanco inicial

Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.

La humedad juega un papel clave para la recuperación de cualquier suelo en cualquier estado que se encuentre se logró mantener en periodos de sequía y lluvia respecto al blanco un promedio de mejora en promedio del 275% pasando de 4% a 11% de humedad siendo significativo el humus líquido B, posteriormente le siguen con un 8% de humedad humus líquida AB y Lombricompost B.





Correlación lineal en base a kilogramos de Biofertilizante o tecnología aplicada vs Microelementos del Suelo de BST en proceso de recuperación

Tabla 25. Resultados de la C.E Conductividad Eléctrica

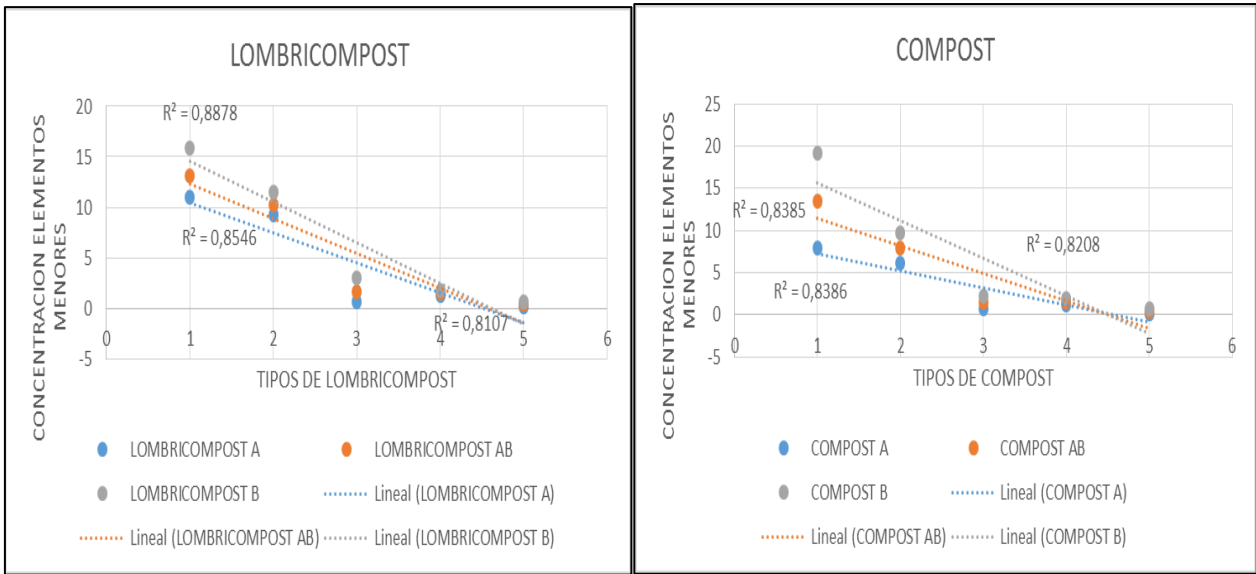
KILOGRAMOS DE BIOFERTILIZANTE	PARCELA	Mn	Fe	Zn	Cu	B
2,5	LOMBRICOMPOST A	11,03	9,27	0,68	1,3	0,13
3,5	LOMBRICOMPOST AB	13,17	10,26	1,69	1,52	0,35
4,5	LOMBRICOMPOST B	15,85	11,49	2,95	1,8	0,62
KILOGRAMOS DE BIOFERTILIZANTE	PARCELA	Mn	Fe	Zn	Cu	B
2,5	COMPOST A	7,9	6,07	0,77	1,13	0,15
3,5	COMPOST AB	13,51	7,905	1,48	1,5	0,445
4,5	COMPOST B	19,12	9,74	2,19	1,87	0,74
KILOGRAMOS DE BIOFERTILIZANTE	PARCELA	Mn	Fe	Zn	Cu	B
2,5	HUMUS LIQ A	11,08	8,93	0,68	1,36	0,13
3,5	HUMUS LIQ AB	19,9	13,615	1	1,78	0,25
4,5	HUMUS LIQ B	28,72	18,3	1,32	2,2	0,37

Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.

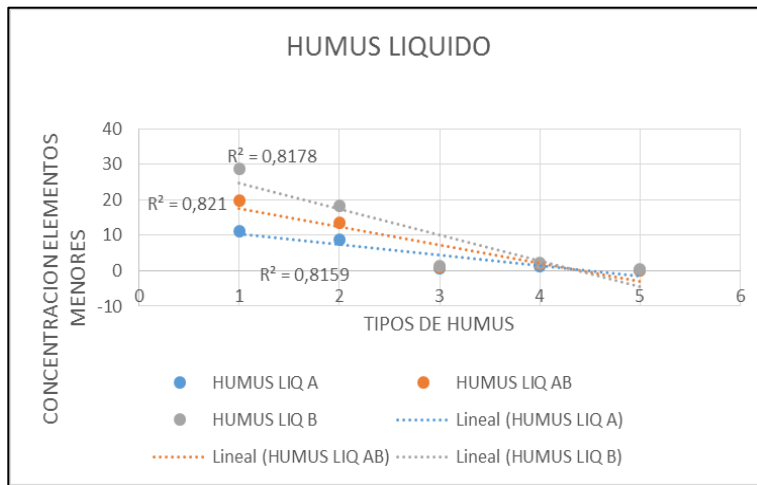




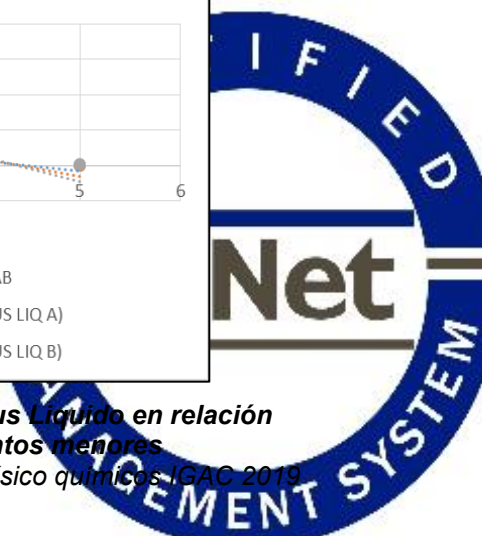
En base a lo anterior realizamos la siguiente correlación lineal



Gráfica 13. Correlación lineal en los procesos de Lombricompost y compost en relación Concentración VS Recuperación de elementos menores
Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.



Gráfica 14. Correlación lineal en el Proceso de Humus Líquido en relación Concentración VS Recuperación de elementos menores
Fuente: Autores, datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





Posterior a los análisis del suelo de BST y a la aplicación de las biotecnologías de recuperación del mismo, y con el fin de ayudar a la recuperación de la biodiversidad presente en la zona de estudio de BST, se procedió a realizar la siembra de 5 especies de árboles diferentes: Ceiba Bruja, Roble, Cañahuate, Guácimo, Polvillo Cacho e Toro. Por cada especie se tomaron 5 individuos para sembrar, dándonos un total de 25 árboles nuevos introducidos al área de BST en estudio.



*Ilustración 30. Siembra de especies nativas en el área de BST en estudio
Fuente: Autores, 2019*

Se tuvo en cuenta que cada una de estas especies fueran autóctonas con el fin de que su adaptación a la zona fuera más fácil y se diera de forma natural. Analizando que 3 de estas especies sembradas se identificaron durante el inventario, pero su presencia fue muy escasa y nada representativa en comparación con otras especies que se inventariaron, ya que solo se encontraron 1 y 2 individuos de cada especie respectivamente; por lo tanto





se decidió introducir nuevos individuos de estas especies con el fin de ayudar a la conservación de las mismas y reducir el peligro de que se empobrezca aún más la biodiversidad del BST con la pérdida de estas 3 especies.

También se introdujo por medio de la siembra 2 especies diferentes a las encontradas por medio del inventario realizado en el área de BST, con el fin de que a largo plazo estas especies logren la adaptación a la zona y se reproduzcan, aumentando su población de forma natural como es propio de las especies endémicas de la región, logrando así que la biodiversidad de esta zona de BST se enriqueciera.



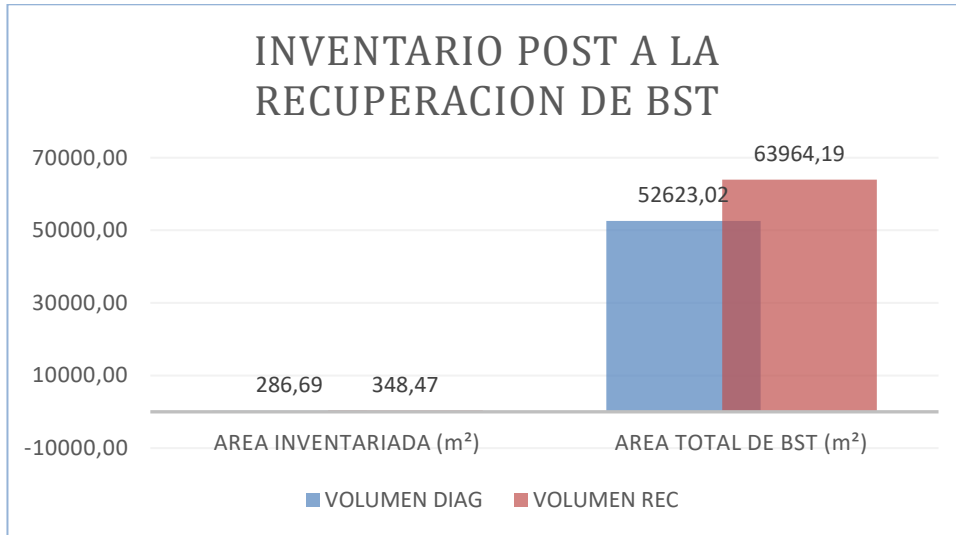
Ilustración 31. Siembra de nuevas especies en el área de BST
Fuente: Autores, 2019

Tabla 26. Relación volumen de Diagnostico vs Recuperación

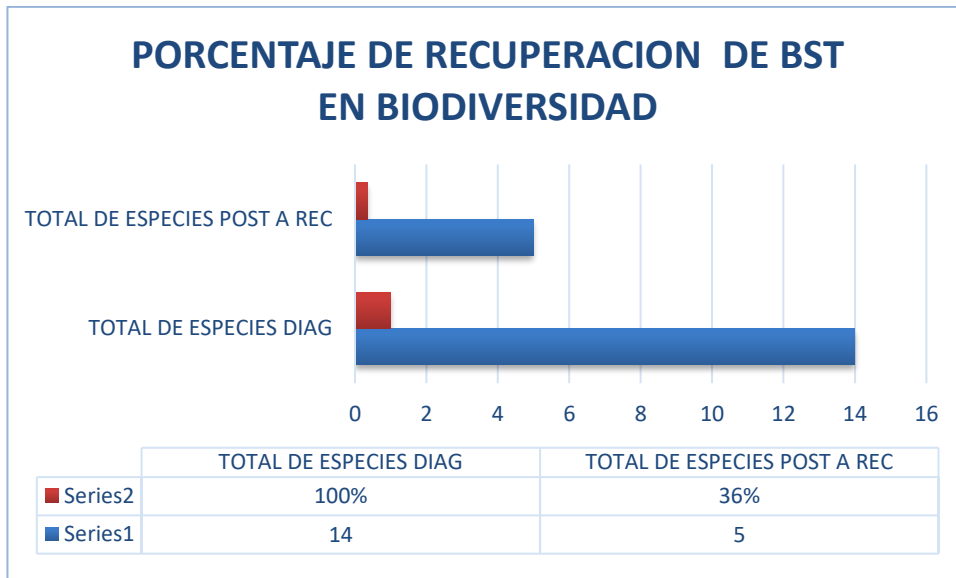
AREA	VOLUMEN DIAG	VOLUMEN REC
AREA INVENTARIADA (m ²)	286,69	348,47
AREA TOTAL DE BST (m ²)	52623,02	63964,19

Fuente: Autores, 2019





Gráfica 15. Relación de volumen de Diagnostico vs Recuperación post a la siembra
Fuente: Autores, 2019



Gráfica 16. Relación de recuperación de biodiversidad posterior a la siembra
Fuente: Autores, 2019



CO-SC-CER518726





7. CONCLUSIONES

El Diagnóstico Inicial de las áreas de estudio en donde se reconoció a simple vista aspectos e impactos ambientales negativos de carácter significativo y pasivos ambientales como el deterioro desertificación y compactación del componente suelo, afectaciones del mismo por la actividad económica que se desempeña y las tareas como extracción y quema del material arcilloso, lo anterior manifestó una intención la toma de una decisión ecológica e ingenieril en donde al ratificar lo anterior realizando los análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo disturbado en La Mina el Cielo comprobó la falta de nutrientes, Elementos Menores, Perdida de Estructura donde los horizontes del suelo se encuentran compactados y pobres en materia orgánica en base al su %C.O=0,66, la Textura Arcillosa y poco permeable, un .pH= 6,3 ligeramente ácido y una humedad del Blanco Inicial de escaso 4%. Lo anterior hace el punto de partida en la implementación de procesos de restauración de suelos.

Se definió la producción de Biofertilizantes (lombricultura, compost, lombricompost y humus líquido) para su aplicación. Todos estos biofertilizantes se transformaron a partir de materia prima recolectada en donde se utilizó material orgánico en compostaje como hojarasca seca y verdes, cascaras de plátano, cascaras de yuca, estiércol de vaca y estiércol caballo. De esta forma se garantiza la estructura física o matriz del compostaje, en donde se el tamaño de partícula predomina, ya que esta incidió sobre la superficie de contacto entre sustrato-microorganismos y consecuentemente en la cinética del proceso. De manera general se puede decir que cuanto menor sea este, mayor es la actividad biológica y, por lo tanto, la producción de calor, los parámetros de control como temperatura de





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

en sus tres fases y la temperatura de higienización, el PH adecuado en la mezcla fue de (6-9) esto favorece el inicio del proceso, el PH no es un factor limitante del inicio de proceso, aunque los valores fuera del rango de 6-9 provocan un estrés inicial superable si el resto de condiciones de proceso son las adecuadas, la Humedad y Solidos totales se partió de la relación promedio según la guía de compostaje en base húmeda en promedio entre el 40%-60% de la masa total para mantener un promedio de 400 g.Kg⁻¹-500 g.Kg⁻¹ de Solidos todo lo anterior para obtener una calidad de compostaje ideal según lo ejecutado acorde a procedimientos y manuales específicos como lo son el manual del compostaje de la FAO, la guía de la Red del Compostaje.

La producción de lombricompost parte inicialmente por procesos de lombricultura en relación a su reproducción iniciando con 5 Kg de material con lombrices Rojas Californianas (*Eisenia foetida*) finiquitando con 10 camas de lombricompost en relación se obtuvo el 80% de la masa del sustrato como material lombricompuesto. Así mismo la recolección de lixiviados saturados del proceso en un periodo de 15 días macerado dio pie a la calidad del Humus líquido.

Al Implementar los productos obtenidos para el proceso de recuperación se confirma una dosis optima de biofertilizante por tecnología aplicada en cada uno de los parcelamientos en donde el indicio de relación de recuperación de 4000 Kg /Ha, varió en el comportamiento del suelo que enfatizo desde la implementación para este caso de 4,5 Kg parcela B, 3,5 Kg BA y 2,5 A Kg de fertilizantes respectivamente en cada tecnología manteniendo humedad del 100% en épocas de sequía en promedio y un 60 % en épocas de lluvia en promedio general 150 Lts/mes.



CO-SC-CER518726

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



Se realizó la siembra de 5 especies de árboles diferentes, cada una con 5 especímenes respectivamente. Tres de estas especies se encontraron mediante el inventario forestal, pero al ver que solo existían 2 o 3 especímenes y en riesgo de desaparecer, lo que podría producir una disminución de la biodiversidad; se vio necesario hacer la siembra de estas especies con el fin de fortalecer su presencia en la extensión de BST de esta zona. Las otras dos especies fueron diferentes a las encontradas por medio del inventario realizado en el área de BST, con el fin de que a largo plazo estas especies logren la adaptación a la zona y se reproduzcan, aumentando su población de forma natural como es propio de las especies endémicas de la región, logrando así que la biodiversidad de esta zona de BST se enriqueciera.

Evaluando la eficiencia en la recuperación del suelo del BST se confirma una restauración en todas las parcelas en relación al diagnóstico inicial de la calidad del suelo, siendo la parcela AB la más significativa en términos de recuperación general en tecnologías como lombricompost y compost humus líquido, precedida de las tecnologías de la parcela B, el parcelamiento que menor significación presentó fue la A y base a esto se confirman correlaciones lineales para el mejoramiento de los parámetros Físico químicos obteniendo un $R^2 = 0,8878$ para LOMBRICOMPOST es decir una linealidad aproximada de 90 % de Eficiencia en relación Masa Vs Recuperación.

Parámetros Físicos mejorados en términos de Humedad que mejora de un 4% a un 11%, pH que pasa de un estado ligeramente ácido a uno Neutro, la textura del suelo que se transforma de un suelo Arcilloso a uno Totalmente franco determinan que la recuperación de suelos mineros disturbados si es





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA**

AMBIENTAL Y SANITARIA

efectiva a través de biofertilizantes como los son los procesos lombricompost, compost y humus líquido y que la relación masa de biofertilizante vs Recuperación determinan el nivel de significancia del mismo siendo una relación totalmente lineal en dosis mayores a la relación de 4000 Ton/Ha.



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

8. RECOMENDACIONES

- Realizar un inventario forestal completo de toda el área de BST.
- Introducir más especies que permitan mejorar a fondo la biodiversidad del BST como es natural de estas zonas cuando no han sido afectadas por actividades antrópicas.
- Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos en todos sus parámetros con el fin de determinar que otros aspectos pueden estar afectando el suelo del BST estudiado.
- Disponer de infraestructura para estudios requeridos y personal capacitado para la conservación de BST.
- Ratificar implementación de políticas de protección de áreas donde se presente ecosistemas de BST.



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonilla, S., Suárez, F., Martínez, E., Galindo, R., & Sánchez, L. (2004). *Aporte al Manejo de los Bosques Secos del Área Metropolitana de Cúcuta, departamento Norte de Santander-Colombia*. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental –CORPONOR- y Universidad de Pamplona, San José de Cúcuta.

Castañeda, W. (2014). *Implementación Agroecológica de Lombricultura como Corrector de Suelo y Renovación de Praderas, en los Municipios de Tibirita, Guateque y Sutatenza*. Informe final de experiencia profesional dirigida, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Garagoa.

Díaz, E. (2002). *Guía de Lombricultura*. La Rioja.

Díaz, E. (2002). *Guía de Lombricultura. Lombricultura una alternativa de producción*. La Rioja.

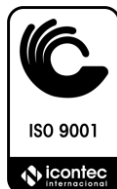
FAO. (1996). *ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

IAVH. (1998). *El Bosque seco Tropical (Bs-T)*. Instituto Alexander Von Humboldt.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia* (Primera ed.). (G. Pizano C., Ed.) Bogotá, D.C., Colombia: Ediprint Ltda.

Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. California, Berkeley: Dover Publications, INC.

Martínez, M., Barraza, L., Balvanera, P., Benítez, J., & et, a. (2012). Manejo de bosques tropicales: bases científicas para la conservación, restauración y aprovechamiento de ecosistemas en paisajes rurales. *Revista de Investigación ambiental Ciencia y Política Pública*, 4(2).





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA**

AMBIENTAL Y SANITARIA



LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS

Murias, E. (2007). *Procesos de Recuperación de Suelos Degradados a Partir de Biorresiduos Fermentables*. Tesis de Proyecto, Universidad de León, Madrid.

Restrepo, N., & Fraume, J. (2007). *DICCIONARIO AMBIENTAL*. Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones.

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR. EXPERIENCIAS EN AMERICA LATINA*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

UAESP-UNAL. (2014). *Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Bogotá D.C.: Alcaldía mayor de Bogotá D.C.

Extraído de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutricion-vegetal/el-manganeso-en-la-nutricion-vegetal> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.



CO-SC-CER518726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sede Sabanas, Oficina 105 D. Tel. 5848217
EXT. 1129
E-mail: ambiental@unicesar.edu.co



10. ANEXOS

Interpretación general de calidad de suelos según análisis Químicos del laboratorio IGAC

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI												
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA - LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS												
CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS												
pH (H ₂ O)	APRECIACIÓN	P mg Kg ⁻¹ (BRAY II)	K omol (+) Kg ⁻¹	C.O (%)			N.Total (%)			CIC omol (+) Kg ⁻¹	SATURACIÓN DE BASES (SB) %	
				CLIMA			CLIMA					
1:1				FRÍO	MEDIO	CÁLIDO	FRÍO	MEDIO	CÁLIDO			
<4.6	BAJO	<16	<0.2	<2.8	<1.7	<1.2	<0.25	<0.15	<0.10	<10	<36	
EXTREMADAMENTE ÁCIDO	MEDIO	16 - 40	0.2 - 0.4	2.8 - 8.1	1.7 - 2.8	1.2 - 2.3	0.25 - 0.50	0.15 - 0.30	0.10 - 0.20	10 - 20	36 - 60	
4.6 - 6.0	ALTO	>40	>0.4	>8.1	>2.8	>2.3	>0.50	>0.30	>0.20	>20	>60	
MUY FUERTEMENTE ÁCIDO	RELACIONES		CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON SALES Y SODIO				PORCENTAJE SATURACIÓN ACIDEZ INTERCAMBIABLE (S.A.I)		APRECIACIÓN			
5.1 - 5.5	APRECIACIÓN	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	PORCENTAJE SATURACIÓN SODIO INTERCAMBIABLE (P.S.I)	CLASE				
FUERTEMENTE ÁCIDO	RELACIÓN IDEAL	2 - 4	3	8	10	dS m ⁻¹			<16			
6.8 - 8.0									SIN PROBLEMAS EN GENERAL LIMITANTE PARA CULTIVOS SUSCEPTIBLES			
MEDIANAMENTE ÁCIDO	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	0 - 2	INFERIOR	NORMAL				
8.1 - 8.6						2 - 4		LIMITE				
LIGERAMENTE ACIDO	Mg DEFICIENTE	>10	<1			4 - 8	A	31	16 A 30			
8.8 - 7.3						8 - 18	15%	32	LIMITANTE PARA CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES			
NEUTRO	CONTENIDO OPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (mg Kg ⁻¹)				>18		33				
7.4 - 7.8		Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4	SUPERIOR	Na	30 A 60			
LIGERAMENTE ALCALINO	SUELO	3 - 8	1.5 - 3	16 - 30	20 - 30	4 - 8		NaS1	LIMITANTE PARA CULTIVOS TOLERANTES			
7.8 - 8.4						8 - 18	A	NaS2				
MEDIANAMENTE ALCALINO	PLANTA	30 - 100	5 - 25	30 - 200	80 - 500	>18	15%	NaS3	>80			
8.6 - 8.0									NIVELES TÓXICOS PARA LA MAYORÍA DE CULTIVOS			
FUERTEMENTE ALCALINO	*Extraíbles con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal.							ÁREA DE QUÍMICA				
>8.0	Boro en suelos (extraíble en agua caliente): 0.8 - 1.0 mg Kg ⁻¹ .											
EXTREMADAMENTE ALCALINO	Boro en tejido vegetal : 30-80 mg Kg ⁻¹ .											

NC(Nivel Crítico): 25 mg Kg⁻¹ NO₃; 20 mg Kg⁻¹ NH₄; 20 mg Kg⁻¹ S disponible (Fosfato de calcio)

CONCENTRACION NORMAL EN TEJIDO VEGETAL (Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 1988):

N (%): 2,6-4,6; P (%): 0,20-0,76; K (%): 1,5-5,5; Ca (%): 1,0-4,0; Mg (%): 0,26-1,0; S (%): 0,26-1,0

B (mg Kg⁻¹): 10-200; Cu (mg Kg⁻¹): 5-30; Fe (mg Kg⁻¹): 100-500; Mn (mg Kg⁻¹): 20-300; Zn (mg Kg⁻¹): 27-100; Mo (mg Kg⁻¹): 0,10-0,20; Cl (mg Kg⁻¹): 100-500

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019





Resultados de análisis físico químicos del suelo (Elementos Menores)

IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-06						FECHA	
		GESTIÓN AGROLÓGICA						AAAA-MM-DD	
								2018-06-26	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ				TIPO DE MUESTRA		SUELO	
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.						No. SOLICITUD	
SUPLEMENTO DE RESULTADOS		<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		CARRERA 16 B2 NO. 35A - 32			
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	Mn	Fe	Zn	Cu	B		
MQ1-30056	SUELO	COMPOST B	19.12	9.74	2.19	1.57	0.74		
MQ1-30057	SUELO	HUMUS LIQ B	26.72	16.30	1.32	2.20	0.37		
MQ1-30058	SUELO	BLANCO	13.96	6.24	0.69	1.46	0.23		
MQ1-30059	SUELO	HUMUS LIQ A	11.06	6.93	0.66	1.36	0.13		
MQ1-30060	SUELO	COMPOST A	7.90	6.07	0.77	1.13	0.15		
MQ1-30061	SUELO	LÓMBRICOPOST A	11.03	9.27	0.66	1.30	0.13		
MQ1-30062	SUELO	LÓMBRICOPOST B	15.86	11.49	2.96	1.90	0.62		
Observaciones:									
<p>*CÁLCOS: (+) = BAJO, (++) MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A = No Aplica, N.E = No específico, N.D = No Detectado; SAT = Saturado; B.T = Bases Totales; S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Ácido Intercambiable; S.B (%) = Porcentaje Saturación de Bases; P.Si = Porcentaje Saturación de Sodio</p> <p>NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 16 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.</p> <p>Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cra 30 N° 48-51 Bogotá, Telefax 3694016 ó 3694000 Ext. 91548 y 91266, mail: laboratorio@igac.gov.co</p> <p>Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.</p> <p>Certificaciones BVQI para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000:2009 e ISO 14001:2015</p>									
APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT:				JAIME ALVAREZ HERRERA					
				NOMBRE		Firma			

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019





IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-06			FECHA	
		GESTIÓN AGROLÓGICA			AAAA-MM-DD	
					2018-06-26	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO	No. SOLICITUD
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.				
SUPLEMENTO DE RESULTADOS		<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE CARRERA 16 B2 NO. 36A - 32		
Condición de la muestra		Ejecución:				
APROBADA		N.A				
Fecha de recepción de la muestra		Fecha de pago de la muestra		Fecha de ejecución de los análisis		
2018-06-12		2018-06-01		2018-06-22		
Método	Condiciones específicas o ambientales del método	Incertidumbre estimada (Si aplica)	Limite de detección (Si aplica)	Limite de cuantificación (Si aplica)		
HIERRO EXTRAHTABLE. Pirofosfato de sodio 0,1M pH10/cuantificación A.A.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.	N.A	N.A	N.A		
BORO DISPONIBLE. Extracción con agua caliente-cuantificación colorimétrica con Azomefina H.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.	N.A	N.A	N.A		
Cobre: extracción con DTPA y cuantificación por Absorción Atómica (A.A.)	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.	N.A	N.A	N.A		
Manganeso: extracción con DTPA y cuantificación por Absorción Atómica (A.A.)	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.	N.A	N.A	N.A		
Zinc (Zn) extracción con DTPA y cuantificación por Absorción Atómica (A.A.)	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.	N.A	N.A	N.A		
CONVERSIÓN DE UNIDADES(CUANDO SE REQUIERA)						
N.A						
Cualquier inquietud puede comunicarse con:						
Alejandro Alvarez extensión 31648						
APROBADO POR COORDINADOR DEL QIT:		_____ NOMBRE: JAIME ALVAREZ HERRERA _____ Firma				

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019





Resultados de análisis físico químicos del suelo (Nitrógeno Total)

IGAC		RESULTADO ESPECÍFICO NITRÓGENO TOTAL EN SUELOS Q-07			FECHA
		GESTIÓN AGROLÓGICA			AAAA-MM-DD
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.		No. SOLICITUD	3002_1
SUPLEMENTO DE RESULTADOS <input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE CARRERA 16 B2 NO. 36A - 32			
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	NITRÓGENO TOTAL %	PROFUNDIDAD (cm)	
MO1-30056	SUELO	COMPOST B	0.2444	N.A.	
MO1-30057	SUELO	HUMUS LIQ B	0.1756	N.A.	
MO1-30058	SUELO	BLANCO	0.0637	N.A.	
MO1-30059	SUELO	HUMUS LIQ A	0.0626	N.A.	
MO1-30060	SUELO	COMPOST A	0.0607	N.A.	
MO1-30061	SUELO	LOMBRICOMPOST A	0.0720	N.A.	
MO1-30062	SUELO	LOMBRICOMPOST B	0.2036	N.A.	
Observaciones:					
<p><small>*CaCO₃: (+) = BAJO, (++) MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A = No Aplica, N.E = No específico, N.D = No Detectado, SAT = Saturado, B.T = Bases Totales, S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Acidez Intercambiable, S.B (%) = Porcentaje Saturación de Bases, PSI = Porcentaje Saturación de Sodio</small></p> <p><small>NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 15 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.</small></p> <p><small>Favor comunicarse en sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Ciro 30 N° 48-51 Bogotá, Teléfono: 36540316 ó 36540300 Ext. 91548 y 91298, mail: laboratorio@igac.gov.co</small></p> <p><small>Prohíbe la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.</small></p> <p><small>Certificaciones BVQI para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000:2009 e ISO 14001:2015</small></p>					
APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT:		<p style="text-align: center;">JAIMÉ ALVAREZ HERRERA</p> <p style="text-align: center;">NOMBRE</p> <p style="text-align: center;">Firma</p>			

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





Resultados de análisis físico químicos del suelo (CIC)

IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-37 GESTIÓN AGROLÓGICA		FECHA AAAA-MM-DD 2018-06-26	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.		No. SOLICITUD	3002_1
SUPLEMENTO DE RESULTADOS		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		CARRERA 16 B2 NO. 36A - 32	
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	CIC		
MOI-30056	SUELO	COMPOST B	10.206		
MOI-30057	SUELO	HUMUS LIQ B	16.320		
MOI-30058	SUELO	BLANCO	11.710		
MOI-30059	SUELO	HUMUS LIQ A	11.804		
MOI-30060	SUELO	COMPOST A	10.983		
MOI-30061	SUELO	LOMBRICOMPOST A	10.332		
MOI-30062	SUELO	LOMBRICOMPOST B	10.248		
Observaciones:					
<small> TC=CO2: (+) = BAJO, (++) MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A = No Aplica, N.E = No especifica, N.D = No Detectado; SAT = Saturado; B.T = Bases Totales; S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Acidez Intercambiable; S.B (%) = Porcentaje Saturación de Bases; PSI = Porcentaje Saturación de Suelo NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 15 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente. Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cra 30 N° 48-51 Bogotá, Teléfono 3994018 ó 3994000 Ext. 91548 y 91286, mail: laboratorio@igac.gov.co Prohíbe la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio. Certificaciones BVQI para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000:2009 e ISO 14001:2015 </small>					
APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT:		JAIME ALVAREZ HERRERA		Firma	

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019





Resultados de análisis físico químicos del suelo (Fosforo)

IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-42		FECHA	
		GESTIÓN AGROLÓGICA		AAAA-MM-DD	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYLIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.		No. SOLICITUD	3022_1
SUPLEMENTO DE RESULTADOS		<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE	
				CARRERA 16 B2 NO. 36A - 32	
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	FÓSFORO mg/kg		
MQI-30096	SUELO	COMPOST B	92.01		
MQI-30097	SUELO	HUMUS LIQ B	46.26		
MQI-30098	SUELO	BLANCO	62.52		
MQI-30099	SUELO	HUMUS LIQ A	50.52		
MQI-30090	SUELO	COMPOST A	47.29		
MQI-30061	SUELO	LOMBRICOMPOST A	56.17		
MQI-30062	SUELO	LOMBRICOMPOST B	120.22		
Observaciones:					
<p>*Códigos: (+) = BAJO, (++) = MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A = No Aplica, N.E = No específico, N.D = No Detectado, SAT = Saturado, S.T = Suelos Totales, S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Ácidos Intercambiables, S.S (%) = Porcentaje Saturación de Bases, P.SI = Porcentaje Saturación de Sodio</p> <p>NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 16 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.</p> <p>Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cra 30 N° 48-51 Bogotá, Teléfono 3694016 ó 3694000 Ext. 91548 y 91298, mail: laboratorio@igac.gov.co</p> <p>Prohíbe la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.</p> <p>Certificaciones BVQI para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000:2009 e ISO 14001:2015</p>					
APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT:		JAIMÉ ALVAREZ HERRERA		Firma	
		NOMBRE			

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





Resultados de análisis físico químicos del suelo (% C.O)

IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-44		FECHA	
		GESTIÓN AGROLÓGICA		AAAA-MM-DD	
				2018-06-26	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.		No. SOLICITUD	3002_1
SUPLEMENTO DE RESULTADOS <input type="checkbox"/>		DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE	
				CARRERA 16 BZ NO. 36A - 32	
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	CARBONO ORGÁNICO %		
MO1-30056	SUELO	COMPOST B	1.72		
MO1-30057	SUELO	HUMUS LIQ B	1.31		
MO1-30058	SUELO	BLANCO	0.06		
MO1-30059	SUELO	HUMUS LIQ A	0.59		
MO1-30060	SUELO	COMPOST A	0.06		
MO1-30061	SUELO	LOMBRICOPOST A	0.61		
MO1-30062	SUELO	LOMBRICOPOST B	2.17		
Observaciones:					
<p><small>CLASIFICACIONES: (+) = BAJO, (++) = MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) = Muy Alto, (-) = No presente, N.A = No Aplica, N.E = No específico, N.D = No Detectado, SAT = Saturado, B.T = Bases Totales, S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Ácida Intercambiable, S.B (%) = Porcentaje Saturación de Bases, PSI = Porcentaje Saturación de Sodio</small></p> <p><small>NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 16 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.</small></p> <p><small>Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cra 30 N° 45-51 Bogotá, Teléfono: 3994018 ó 3994000 Ext. 91548 y 91298, mail: laboratorio@igac.gov.co</small></p> <p><small>Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.</small></p> <p><small>Certificaciones BVQ2 para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000:2009 e ISO 14001:2015</small></p>					
APROBADO POR COORDINADOR DEL QIT:		<p style="text-align: center;">JAIMÉ ALVAREZ HERRERA</p> <p style="text-align: center;">NOMBRE</p> <p style="text-align: center;">Página 1 de 2</p> <p style="text-align: right;">Firma</p>			

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.





Resultados de análisis físico químicos del suelo (C.E)

IGAC		INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-44		FECHA	
		GESTIÓN AGROLÓGICA		2019-05-26	
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO		ANYILIC LIZETH PLATA ORTIZ		TIPO DE MUESTRA	SUELO
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN		Bogotá D.C. - Bogotá, D.C.		No. SOLICITUD	3002_1
SUPLEMENTO DE RESULTADOS		<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE CARRERA 16 B2 NO. 35A - 32	
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	CARBONO ORGANICO %		
MQI-30056	SUELO	COMPOST B	1.72		
MQI-30057	SUELO	HUMUS LIQ B	1.31		
MQI-30058	SUELO	BLANCO	0.06		
MQI-30059	SUELO	HUMUS LIQ A	0.59		
MQI-30060	SUELO	COMPOST A	0.66		
MQI-30061	SUELO	LOMBRICOPOST A	0.61		
MQI-30062	SUELO	LOMBRICOPOST B	2.17		
Observaciones:					
<p><small>*CÍCLOS (+) = BAJO, (++) MEDIO, (+++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A. = No Aplica, N.E. = No específico, N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; BT = Bases Totales, S.A.I (%) = Porcentaje Saturación Ácido Intercambiable, S.B (%) = Porcentaje Saturación de Bases, PSI = Porcentaje Saturación de Sodio</small></p> <p>NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 15 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.</p> <p>Favor consultar su sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cra 30 N° 45-51 Bogotá, Telfax: 3994016 ó 3994000 Ext. 91549 y 91298, mail: laboratorio@igac.gov.co</p> <p>Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.</p> <p>Certificaciones BVQI para las normas ISO 9001:2015, NTGQP 1000:2009 e ISO 14001:2015</p>					
APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT:		<p style="text-align: center;">JAIMÉ ALVAREZ HERRERA</p> <p style="text-align: center;">NOMBRE</p> <p style="text-align: center;">Página 1 de 2</p>			

Fuente: datos obtenidos resultados de análisis físico químicos IGAC 2019.

