



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA
UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN
(SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN
TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma.

Autora:
Mangui Ichina Jessica Anabel

Tutor:
Chasi Vizquete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jessica Anabel Mangui Ichina, con cédula de ciudadanía No. 1851030062, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Jessica Anabel Mangui Ichina
C.C. 1851030062
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MANGUI ICHINA JESSICA ANABEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1851030062** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: mayo 2020 - septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril 2024 – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg

Tema: “**EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”,

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- La publicación del trabajo de grado.
- La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 07 días del mes de agosto del 2024.

Jessica Anabel Mangui Ichina

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.


LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de Mangui Ichina Jessica Anabel de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
C.C:0502409725
DOCENTE TUTOR

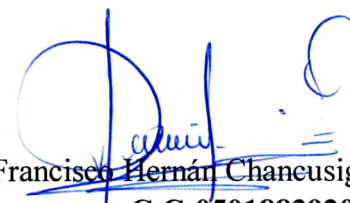
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto, la postulante: **Mangui Ichina Jessica Anabel**, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 08 agosto del 2024


Ing. Mercy Lucila Ibay Yupa, Ph.D.
C.C:0604147900
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.
C.C:0501883920
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.
C.C:0502329238
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por a verme dado la salud y la vida, por permitirme llegar a esta eta muy importante a pesar de tantas caídas y derrotas que se me han presentado en el transcurso he sabido sobrellevar para llegar a donde siempre me propuse.

A mi Padre con sus palabras de aliento apoyándome incondicionalmente, sus consejos y que nunca deje de luchar por mis sueños.

A mi Madre quien incondicionalmente me brinda sus consejos de humildad y sencillez, hacer una mujer trabajadora luchadora.

A mi enamorado Josue Tapia quien a pesar de todo lo malo siempre me ha estado apoyando incondicionalmente.

A mis amig@s de clase que la universidad me permitió conocer, que compartimos ocurrencias y momentos de felicidad.

A la Prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de educarme no solo profesionalmente si no también inculcándome valores de superación.

Jessica Anabel Manguí Ichina

DEDICATORIA

Está presente investigación se la dedico a mis padres Marco Mangui y Inés Teresa Ichina quienes a pesar de todo se han sacrificado por darme todo para lograr esta meta, por su amor y apoyo incondicional, inculcándome sus valores de respeto y educación para ser una mujer de bien, por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa, estoy muy orgullosa de culminar esta etapa universitaria y de convertirme en una Ingeniera Agrónoma.

También quiero dedicar este logro a mi herman@s quienes son mi ejemplo a seguir y de superación, infinitamente es dedicado a mi sobrina Keyla Anahí Mangui y a mi segunda madre Justa LLundo quienes, aunque no estén presente este logro es para ellas ya que forman parte de mi vida.

A mi sobrino Ian Mangui quien con una sonrisa y travesuras alegra mis días.

Jessica Anabel Mangui Ichina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO, CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN (SOLVITA Y KOH) DE CINCO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES SECTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autora:
Mangui Ichina Jessica Anabel

RESUMEN

La respiración del suelo es un proceso por el cual el suelo intercambia gases con la atmósfera ya que, a través de esta respiración, el suelo libera dióxido de Carbono (CO₂) y consume oxígeno (O₂) debido a la actividad biológica y la descomposición de materia orgánica, este proceso es crucial para la salud del suelo de los ecosistemas. La presente investigación se ejecutó en las localidades de Salache, Isinche y Carrillos de la provincia de Cotopaxi, teniendo como objetivo evaluar la respiración del suelo en cinco sistemas productivos (tradicional, agroecológico, convencional, degradado y natural), para lo cual se utilizó dos métodos de determinación Test de Solvita® y Hidróxido de Potasio(KOH) teniendo en cuenta que este parámetro refleja la actividad biológica, además implica la producción de dióxido de carbono y la descomposición de la materia orgánica. Para la determinación mediante el Test de Solvita utilizamos 30 g de cada sistema del suelo preparado, el gel cambia de color en presencia del CO₂, lo que permite una estimación visual y comparamos con la escala colorimétrica, para establecer el Hidróxido de Potasio se utilizó 20 g de cada suelo con ddH₂O, se preparó la solución KOH al 0,05M y se determinó el CO₂ liberado por el suelo es absorbido por el KOH, formando el Carbonato de potasio (K₂CO₃) para su posterior comparación de ambos métodos. De los resultados obtenidos en la zona Salache se evidencia el sistema (natural) con una relación de 11,67mg CO₂/ muestra dando un rango medio alto, mientras que el sistema (tradicional) de la incubación de KOH tiene 9,84 mg CO₂/muestra con un rango ideal, mientras que en la zona Isinche de Infantes se evidencia que los sistemas (degradado y tradicional) es de 7,44 mg CO₂/muestra, mientras que en la incubación de KOH el sistema (natural) tiene un valor de 9,36 mgCO₂/muestra y en la zona Carrillos se evidencia que el sistema (degradado y tradicional) es de 18,23 mgCO₂ /muestra para incubación de KOH del sistema (convencional) es de 9,70 mgCO₂/ muestra. Los dos métodos utilizados son válidos para medir la respiración de suelo, y los niveles de la misma se pueden considerar el estado de salud de suelo de los sistemas productivos.

Palabras clave: Solvita, escala colorimétrica, respiración, suelo, KOH.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF SOIL RESPIRATION USING TWO DETERMINATION METHODS (SOLVITA AND KOH) IN FIVE PRODUCTION SYSTEMS IN THREE SECTORS OF COTOPAXI PROVINCE”.

Author:
Mangui Ichina Jessica Anabel

ABSTRACT

Soil respiration is a process through which the soil exchanges gases with the atmosphere, through this respiration, the soil releases carbon dioxide (CO₂) and consumes oxygen (O₂) for the decomposition of organic matter, this process is crucial for the health of soil ecosystems. The present research was carried out in the of Salache, Isinche and Carrillos localities in the Cotopaxi province, with the objective of evaluating soil respiration in five production systems (traditional, agroecological, conventional, degraded and natural), for which two methods of determination were used Test de Solvita® and Potassium Hydroxide (KOH) taking into account that this parameter reflects biological activity, also involves the production of carbon dioxide and the decomposition of organic matter. For the determination using the Solvita Test, 30 g of each prepared soil sample was use, the gel changes color in the presence of CO₂, allowing for a visual estimate that is compared with a colorimetric scale, to stabilised the Potassium Hydroxide (KOH) was used 20 g of each soil mixed with ddH₂O so prepare a solution 0.05M KOH and was determined the CO₂ released by the soil is absorbed by the KOH, forming potassium carbonate (K₂CO₃), which is then used for comparing the results of both methods. From the results obtained in the Salache area, the (natural) system is evidenced with a ratio of 11,67mg CO₂/ sample, giving a high mid-range while the (traditional) system has 9.84 mg CO₂/simple with an ideal range, while in the Isinche area of Infantes it is evident that the systems (degraded and traditional) is 7,44 mg CO₂/sample, while that incubation of KOH the system (natural) has a value of 9,36 mg CO₂/sample and in the Carrillos area shows that the (degraded and traditional) system is the 18,23 mg CO₂/sample, and the incubation KOH the system (conventional) is 9.70 mg CO₂/sample. The two methods used are valid for measuring soil respiration, and the levels obtained can be considered indicative of the soil health of the production systems.

Keywords: Solvita, colorimetric scale, respiration, soil, KOH.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
Línea de Investigación	2
Línea de Vinculación	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
3.1 Beneficiarios directos	4
3.2 Beneficiarios indirectos	4
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	5
5. OBJETIVOS	6
5.1 -Objetivo General.....	6
5.2 Objetivos Específicos.....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1 Suelo.....	7
7.2 Suelos Agrícolas.....	7
7.3 Salud del Suelo.....	7
7.4 Calidad del Suelo	7
7.5 Propiedades Físicas	8
7.5.1 Estructura del Suelo	8
7.5.2 Textura del Suelo	8
7.5.3 Color del Suelo	9
7.5.4. Consistencia del suelo.....	10
7.6. Propiedades Químicas	10
7.7. Propiedades Biológicas	10

7.8. Microorganismos.....	10
7.9. Respiración del Suelo.....	11
7.9.1 Temperatura	11
7.9.2 Humedad	11
7.9.3 Vegetación	12
7.10. Metodologías de aproximación Mixta.....	12
7.10.1. Escala Colorimétrica.....	12
7.10.2 Hidróxido de Potasio(KOH)	12
7.11. Sistemas de Producción.....	12
7.11.1 Sistema Productivo Agroecológico	12
7.11.2 Sistema productivo tradicional	13
7.11.3 Sistema productivo convencional	13
7.11.4 Sistema productivo degradado.....	13
7.11.5 Sistema productivo Natural	13
8. PREGUNTAS CIENTIFICAS	14
9. METODOLOGIA.....	14
9.1 Revisión Bibliográfica	14
9.1.1 Área de Estudio.....	14
9.1.2 Descripción de zonas	15
9.1.2.1 Isinche de Infantes	15
9.1.2.2 Carrillos	16
9.1.2.3 Salache	16
9.2 Fase Campo	16
9.2.1 Muestreo de los sistemas productivos	16
9.2.2 Empaquetado y Etiquetado de muestras	19
9.2.3 Almacenamiento de las muestras de suelo.....	19
9.2.4 Preparación de la Muestra.....	19
9.3 Fase de laboratorio Test de Solvita®	20
9.3.1 Identificación de la tasa respiratoria del Test de Solvita	20
9.4 Fase laboratorio Incubación del Hidróxido de Potasio (KOH).....	22
9.4.1 Preparación de las muestras de suelo para incubación	22
9.4.2 Preparar los frascos para la incubación.....	23
9.4.3 Preparación de la solución Hidróxido de Potasio (KOH).....	24
9.4.4 Calibración del Conduciometro	25
9.4.5 Configuración de Incubaciones.....	25
9.4.6 Lectura de la Conductividad Eléctrica.....	28
9.4.7 Formula propuesta para la lectura del KOH	28

10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	30
10.1 Respiración del Suelo mediante el Test de Solvita	30
10.1.1 <i>Respiración de la Zona Salache</i>	30
10.1.2 <i>Respiración de la Zona Isinche de Infantes</i>	31
10.1.3 <i>Respiración de la Zona Carrillos</i>	31
10.2 Respiración del Suelo mediante la Incubación de KOH.....	32
10.2.1 <i>Respiración de la Zona Salache</i>	32
10.2.2 <i>Respiración de la Zona Isinche de Infantes</i>	33
10.2.3 <i>Respiración de la zona Carrillos</i>	34
10.3 Análisis comparativo entre Solvita y Hidróxido de Potasio	35
10.3.1 Relación Solvita y KOH zona Salache	35
10.3.2 Relación Solvita y KOH de la zona Isinche de Infantes.....	37
10.3.3 Relación Solvita y KOH de la zona Carrillos	37
10.4 Comparación de los métodos con su rango de fertilidad	39
10.5 Interpretación –Respiración de CO ₂	44
11. CONCLUSIONES.....	45
12. RECOMENDACIONES.....	45
13. BIBLIOGRAFÍAS.....	46
14. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 2: Textura del suelo	8
Tabla 3: Color del suelo	9
Tabla 4:Coordenadas UTM zonas de Estudio	15
Tabla 5:Cantones zona de Estudio.....	15
Tabla 6:Categorización de Muestras	18
Tabla 7: Comparación del método factible para la respiración de CO ₂	39
Tabla 8: Rango de fertilidad en mgCO ₂ /muestra.....	41
Tabla 9:Curva de Actividad del Suelo.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa zona de estudio.....	14
Figura 2: Método de muestreo zigzag	17
Figura 3: Herramienta de Muestreo.....	17
Figura 4: Muestras etiquetadas.	19
Figura 5: Muestras almacenadas.....	19
Figura 6: Muestras Tamizadas.....	20
Figura 7:Suelo preparado agregado en frascos herméticos.	20
Figura 8: Absorción del agua destilada en el suelo	21
Figura 9: Absorción del agua destilada en el suelo	21
Figura 10: Escala Colorimétrica	22
Figura 11:Suelo Tamizado	22
Figura 12: Pesaje del suelo tratado	23
Figura 13:Materiales listos	23
Figura 14: Preinstalación de incubación.....	24
Figura 15:Calbrar al 12.88mS	25
Figura 16:Calibrar al 12.78mS	25
Figura 17: Identificación de cada solución.....	26
Figura 18: Etiquetado de cada solución.....	26
Figura 19: Inicio de Incubación KOH	27
Figura 20: Inicio de Incubación ddH2O	27
Figura 21: Incubación de KOH	28
Figura 22: Lectura de la EC en KOH	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Respiración total de CO ₂ en el suelo.	30
Gráfica 2: Respiración Total de Isinche de Infantes.....	31
Gráfica 3: Respiración total de Carrillos	32
Gráfica 4: Respiración total de Salache.....	33
Gráfica 5: Respiración total de Salache.....	34
Gráfica 6:Respiración total de Carrillos	35
Gráfica 7:Relación de la respiración del suelo CO ₂ del sector Salache.....	36
Gráfica 8: Relación de la respiración del suelo CO ₂ del sector Isinche de Infantes	37
Gráfica 9: Relación de la respiración del suelo CO ₂ del sector Carrillos	38

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Evaluación de la respiración del suelo con la utilización de dos métodos de determinación (Solvita y KOH) de cinco sistemas productivos en tres sectores de la provincia de Cotopaxi”

Fecha de Inicio:

Abril

Fecha de Finalización:

Agosto

Lugar de ejecución:

Barrio: Isinche, Carrillos y Salache

Parroquias: Pujilí, Cusubamba Eloy Alfaro

Cantones: Pujilí, Salcedo y Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que Auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía

Proyecto de Investigación Vinculado:

Evaluación de la respiración del suelo con la utilización de dos métodos de determinación (Solvita® y KOH) de cinco sistemas productivos en tres sectores de la provincia de Cotopaxi”

Equipo de Trabajo

Responsable del trabajo: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite.Mg

Lector 1: Ing. Mercy Lucila Ilbay, Ph.D.

Lector 2: Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

Lector 3: Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.

Coordinador del Proyecto

Mangui Ichina Jessica Anabel

Correo electrónico:jessica.mangui0062@utc.edu.ec

Número celular: 0962605096

Área de Conocimiento

Línea de Investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento de biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

La biodiversidad forma parte Intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

Línea de Vinculación

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano social.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realizará con el fin de adoptar nuevos métodos de comprobación en diferentes tipos de suelos la actividad microbiana del suelo puede medirse a través de varios parámetros, como las enzimas del suelo, la biomasa microbiana del suelo, el carbono activo o lábil, la respiración microbiana y ciertas moléculas características, como el ácido graso fosfolípido (Hsieh et al., 2020).

A lo largo de 90 años, la respiración del suelo, medida a través de las emisiones de CO₂, se ha utilizado como un parámetro de la fertilidad relativa de diversos suelos (Gainey, 1919, Lebedjantzev, 1924) y sigue siendo un indicador clave de la actividad microbiológica y la salud del suelo en la actualidad (Moebius-Clune et al., 2016; Stone et al., 2016).

En Ecuador, el conocimiento sobre la respiración microbiana del suelo es limitado, y podría ser una herramienta clave para responder cómo los cambios en el uso y cobertura del suelo afectan a las comunidades microbianas. Esto es de particular importancia en las zonas andinas, donde se ha observado que las prácticas de conservación no son suficientes para asegurar la provisión de los servicios que proveen los ecosistemas, entre ellos, la provisión de alimentos a través de la agricultura (Gaglio et al., 2017).

Generar información precisa sobre el estado de las comunidades microbianas nos permitirá tomar decisiones acertadas que favorezcan su conservación, y aseguren la provisión de alimentos en el futuro. Por esta razón, este estudio pretende examinar la respiración microbiana en parcelas agrícolas con diferentes manejos, y así, evaluar qué prácticas favorecen a su conservación, y podrían contribuir a la sostenibilidad de la agricultura en las zonas andinas.

Para esta evaluación, se propone la comparación de dos diferentes metodologías. La primera es a través de las sondas colorimétricas Solvita®, desarrolladas para hacer mediciones de la emisión de CO₂ en muestras de suelo en condiciones de campo y laboratorio. El otro método es la incubación de muestras de suelo con una solución reactivo (hidróxido de potasio o KOH) que captura el CO₂, y refleja su abundancia a través de cambios en su conductividad. Se espera definir el método más viable en términos de costos, complejidad y aplicación, para proponerlo como un método efectivo que pueda ser usado tanto por personal técnico como por productores agrícolas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los Beneficiarios directos de este proyecto 1 productora de la parroquia Isinche Infantes 3 productores de la parroquia y 369 estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son 19 familias del Sector Isinche de Infantes y 22 familias del sector Carrillos, productores y técnicos agrícolas de la Provincia de Cotopaxi.

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La degradación del suelo según (Maciej Serda et al., 2013) es una de las principales amenazas ambientales por sus implicaciones sobre la pérdida de funcionalidad de ecosistemas al reducir la biodiversidad, comprometer la producción de alimentos, la disponibilidad de agua el incrementar la emisión de Gases de Efecto invernadero además se estima que 55% y el 90.7% de los suelos presentan intensidad de degradación(Autónoma del Estado de México México Álvarez-Arteaga & Estela, 2020).Esta está definida como un cambio en la salud del suelo disminuyendo la capacidad del ecosistema, se refiere a un proceso natural en zonas montañosas pero con frecuencia también se da por malas prácticas de manejo (Degradación/Restoración | Portal de Suelos de La FAO | Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, n.d.).

Una de las alternativas para mejorar la degradación del suelo es mejorar el contenido de materia orgánica en estos suelos, la incorporación de residuos orgánicos o sus compost, lo cual además de constituir una práctica agronómica, resulta ser una estrategia no convencional para el manejo desechos orgánicos, la aplicación al suelo de residuos orgánicos frescos tienen a producir toxicidad en la planta(Acosta et al., 2006).

Por otro lado la materia orgánica (deshumificación) es producida gracias a la degradación de la tierra, esta actúa como pegamento que une las partículas haciendo que la estructura del suelo sea estable , la pérdida de fertilidad es más probable cuanto la tierra contiene un porcentaje menor de humus(Gilley, 2004).El suelo contiene la mitad de fósforo (P) y el potasio(K), cuando se pierde la capa superficial del suelo pierde nutrientes como el nitrógeno, fósforo, y el potasio lo reduciría el rendimiento de cultivos(Gilley, 2004).

Además la materia orgánica contribuye a oscurecer el color del suelo y absorber las radiaciones, también ayuda a estabilizar la estructura y permeabilidad del suelo , aumenta la capacidad de retención de agua , reduce la erosión hídrica y eólica protege de la contaminación al absorber plaguicidas , la materia orgánica estable en el suelo es generalmente derivada de la vida microbiana (Cecilia Céspedes Michael W Wolff, n.d.).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Evaluar la respiración del suelo con la utilización de dos métodos de determinación (Solvita® y KOH) en cinco sistemas productivos de la provincia de Cotopaxi.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la respiración del suelo mediante el test de Solvita®.
- Establecer la respiración del suelo mediante el método del Hidróxido de Potasio KOH
- Realizar un análisis comparativo de los métodos para cuantificar la respiración de del suelo

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIO DE
1. Determinar la respiración del suelo mediante el test de Solvita®.	1.1 Identificación del área de estudio. 1.2 Muestreo del suelo. 1.3 Tratamiento de las muestras de suelo 1.4 Aplicación del test de Solvita®.	- Cinco áreas de muestreo identificadas - Muestras de suelo recolectadas - Suelo	Mapa Muestras etiquetadas y libro decampo Muestras listas para el análisis
Establecer la respiración del suelo mediante el método del Hidróxido de Potasio KOH.	2.1 Tratamiento de las muestras de suelo. 2.2 Preparación de la solución KOH. 2.3 Incubación de las muestras de suelo para	- Suelo Tratado - Solución de KOH al 0,05 molar. - Suelo	Muestras listas Solución para utilización
Realizar un análisis comparativo de los métodos para cuantificar la respiración del suelo.	3.1 Estudio comparativo de los datos obtenidos por los dos métodos.	- Datos comparados	Tabla de validación de datos

Elaborado por: Mangui J. (2024).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Suelo

El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales (Soil Survey Staff, 2000).

La fertilidad ha ido modificándose con el tiempo y en la actualidad más se acerca al concepto de productividad y potencialidad nutricional del suelo a un contenido de nutrientes, sino todos aquellos factores tanto químicos como físicos y biológicos que influyen sobre la disponibilidad y accesibilidad de los nutrientes por la planta. Con relativa frecuencia para lograr la expresión concreta de toda la potencialidad de un suelo radica en contribuir a la acción articulada de cada uno de sus fracciones particulares es decir conocer cada uno de esos componentes del suelo. (Caridad, 1 de enero de 2012)

7.2 Suelos Agrícolas

Llamamos suelo agrícola si tiene una buena estructura y con una baja compactación que permite un funcionamiento equilibrado con buenos niveles de materia orgánica, facilita una mejor reserva de nutrientes, incrementa y aporta energía para la actividad de microorganismos, aumenta la capacidad de calorífica y reduce las oscilaciones térmicas(Caviedes et al., 2023).

7.3 Salud del Suelo

La salud del suelo es fundamental , cumple varios procesos de descomposición y respiración que suceden en él tienen un papel importante para el mantenimiento del balance entre la producción y el consumo del CO₂ de la biosfera, la formación de la materia orgánica (Agric, 01 de septiembre de 1999).

La respiración del suelo es un proceso complejo que resulta de varias fuentes de CO₂ en el suelo. Estas fuentes pueden agruparse en dos principales: la respiración autótrofa ligada a la actividad de las raíces y la respiración heterótrofa ligada a la actividad de los microorganismos del suelo (Hanson et al. , 2000).

7.4 Calidad del Suelo

El suelo no ha recibido de la sociedad la atención que merece. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. (Bautista Cruz, (2004)). Al evaluar la

incidencia del manejo sobre diferentes cultivos se han realizado análisis químicos, fisicoquímicos y bioquímicos en suelos (Carla Moreno, ago 30, 2015)

7.5 Propiedades Físicas

Las Características físicas da a conocer como el suelo almacena y proveen agua permitiendo el desarrollo en ellas.

7.5.1 Estructura del Suelo

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 (Portal de suelos de la FAO, 2024)

7.5.2 Textura del Suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades (Dongyu, 2024).

Tabla 2: Textura del suelo

Textura suelos	Características
Suelo con textura Fina	Un suelo arcilloso se le conoce como textura fina porque está formada por partículas de menos de 0.002 (Fernando Sola Redondo)
Suelo con Textura Media	Contienen menos del 35% a 40% de arcillas y menos de 50% de arena tienen porosidad que permite una buena aireación y drenaje se los conoce como suelos francos (Ibarra, 2008)
Suelo con Textura Gruesa	Contiene más de 50% de arena y con menos del 20% de arcillas, donde la arena, arena franca y franco arenoso son las texturas que dentro de sus características se mencionan su baja capacidad para para retener nutrimentos y agua (Ibarra, La textura y la fertilidad del suelo, 2008)

Elaborado por: Mangui J. (2024).

7.5.3 Color del Suelo

El color del suelo se da gracias a sus minerales y nutrientes también varía el contenido de humedad, tipo de roca madre. Las condiciones del suelo producen cambios de color uniformes o graduales mientras que los entornos reducidos dan resultado un flujo de color interrumpido. Además, se puede evaluarla como una medida indirecta para distinguir las secuencias de un perfil del suelo conocer de su historia y determinar el color de cada uno de sus horizontes (Costantini et al., 2018).

Tabla 3: *Color del suelo*

Características generales del color del suelo

COLOR	CARACTERÍSTICAS
Negro	Alta actividad biológica , alto contenido de materia orgánica, buena fertilidad y presencia de Cationes (Ca,Mg,K).
Griss	Suelos saturados de agua donde el aire es desplazado por el líquido ocasionado por ambientes anaerobios. Es soluble en agua e incoloro.
Rojo	Alteración del material parental, alta temperatura ,baja humectación, alta liberación de (Fe) de las Rocas , alta meteorización, baja fertilidad, pH ácido y procesos oxidativos.
Amarillo claro	Baja fertilidad y presencia de óxidos hidratados de Fe.
Blanco o pálido	Alto contenido de minerales como la calcita, dolomita, así como de algunos silicatos o sales.
Verde	Suelos pantanosos con drenaje pobre.
Azul	Presencia de pirita esta forma a partir del anión sulfato, el cual se reduce a sulfuro de hierro, en condiciones de alta humedad.
Pardo	Meteorización en ambientes aeróbicos (oxidación).Condiciones de media fertilidad.

Elaborado por: *Mangui J. (2024).*

7.5.4. Consistencia del suelo

El suelo es una propiedad física que define la resistencia del suelo a ser formado por las fuerzas que se aplican sobre él.

La consistencia del suelo es la firmeza que une los materiales, lo componen su vez la resistencia de los suelos a la deformación y ruptura esta se mide por muestras de suelo mojado, húmedo y seco(FAO, 2015).

7.6. Propiedades Químicas

Las Propiedades químicas del suelo se basan en las concentraciones disueltas en el agua del suelo entre ellas: capacidad de intercambio catiónico(CEC), el Ph, potencial de redox, materia orgánica y la conductividad eléctrica (Ce), estas influyen en la disponibilidad de nutrientes, el crecimiento de las plantas, destino de los contaminantes y la actividad biológicas. Los suelos están controlados por reacciones entre la solución del suelo y las superficies de partículas coloidales(FAO, n.d.-a).

7.7. Propiedades Biológicas

Los componentes biológicos de la vida libre de la biota del suelo son las bacterias, hongos, algas, fauna y virus están sobre células vivas, además las funciones de los organismos del suelo, crecimiento vegetal y el ciclo del carbono. Los nutrientes se encuentran almacenados dentro de los organismos del suelo impiden la pérdida por lixiviación ya que los microorganismos del suelo mantienen la estructura mientras que las lombrices remueven el suelo, las bacterias juegan un papel crucial para el ciclo del Nitrógeno mediante varios procesos como: mineralización, nitrificación y fijación de nitrógeno(FAO, n.d.-b).

7.8. Microorganismos

Los microorganismos del suelo como es el caso de las bacterias ya que son las promotoras del crecimiento vegetal se caracterizan por mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas. Al ser utilizados como biofertilizantes, actúan como fuente de nutrición vegetal para reconstruir el ciclo de los nutrientes en el suelo, bacterias, arqueas, hongos, virus y protozoos representan el 0,1-2 % del volumen el suelo en los pastizales estos están

involucrados en el 90 % de las funciones del ecosistema, las variables microbianas del suelo determinan la salud biológica (Valenzuela et al., 2024)

7.9. Respiración del Suelo

La Respiración es un proceso que determina si un ecosistema es una fuente o un sumidero de carbono (Jassal et al., 2007). Además la materia orgánica activa se representa del 10-20% está constituida por la microbiota que es responsable de la descomposición de substratos orgánicos dando origen a otros productos metabólicos, de tal manera que la medición del dióxido de carbono respirado es una estimación de la actividad de diferentes factores del suelo como el uso del suelo, cobertura vegetal, prácticas de manejo, calidad de residuos (Vásquez et al., 2013)

La respiración del suelo se define como la producción total de CO₂ este es un componente del ciclo del carbono es considerado como uno de los más importantes entre la atmósfera y la tierra. La producción del CO₂ es resultado de procesos biológicos como son la respiración de raíces y de organismos edáficos, así como es la descomposición de la materia orgánica y la menor medida de oxidación química además el carbono del suelo es emitido en forma de CO₂ que determina el flujo entre el suelo y la atmósfera. Los suelos retienen mayor cantidad de carbono (1500 pgC) ya que almacenan el 80% que además influyen en los procesos del cambio climático (Yáñez Díaz et al., 2017).

Los principales factores que regulan la respiración del suelo son su temperatura, humedad, la precipitación y el tipo de vegetación (Andrés et al., 2008).

7.9.1 Temperatura

La temperatura en el suelo es un sistema que gana o pierde calor dependiendo de la disponibilidad de la radiación solar del suelo que constituye la fuente de energía dependiendo en cuanta energía puede almacenar durante el día, su calor específico va a depender de las características físicas de la misma (Delgado de la Flor Badaracco et al., 2002).

7.9.2 Humedad

El agua es un recurso necesario y determinante en la fertilidad del suelo ya que afecta el desarrollo de los cultivos, su disponibilidad da sustento a los procesos biológicos ya que también ayuda a regular la temperatura del suelo. En la actualidad es necesario monitorear

la cantidad de agua disponible, para optimizar su uso y controlar las propiedades del suelo(Caicedo-Rosero et al., 2021).

7.9.3 Vegetación

La vegetación en el suelo establece indicadores de degradación y conservación de los recursos naturales en evaluar diferentes dinámicas en los cambios de usos de suelo y coberturas vegetales(Agr Carlos Gonzaga Aguilar & Presutti, 2014).

7.10. Metodologías de aproximación Mixta

7.10.1. Escala Colorimétrica

El método Solvita®, está sujeta a las fuerzas variables de la temperatura del suelo y la humedad del suelo. Este método es utilizado para proporcionar los rangos de ppm de CO₂ o la variación asociada con cada cambio de color importante correspondiente a la carta de colores visual(Solvita®, n.d.-a)

7.10.2 Hidróxido de Potasio(KOH)

Los gránulos de hidróxido de potasio son utilizados como regulador de la acidez y estabilizador designados(Group, 2022) .El método de la conductividad eléctrica es muy conocido en el ámbito agronómico ya que se trata de medir los niveles de producción optima de los suelos. Por ello se realizó diferentes comparaciones en distintos suelos ya sea tradicionales, agroecológicos, Ecosistema Referencial etc.

El valor de la conductividad eléctrica que presenta el suelo, influye en gran medida el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes de la solución de fertilizantes aportada, si encontramos un valor óptimo para el cultivo, la planta tiende a esforzarse en mayor medida para extraer los nutrientes. Además, el valor que se observa en el conductímetro suele expresarse en (Ms/cm) y está relacionada con la concentración de sales disueltas en el suelo(Álvarez, n.d.).

7.11. Sistemas de Producción

Para esta investigación se consideró cinco sistemas de producción localizados en la Provincia de Cotopaxi.

7.11.1 Sistema Productivo Agroecológico

La producción Agroecológica tiene como propuesta para producir alimentos sanos y diversos gracias a que se utiliza abonos orgánicos y compost al no contener ningún tipo de

agroquímico. La agroecología planifica y diseña agroecosistemas sostenibles que trasciende en las fincas

que promueven procesos ecológicos naturales tales como nutrientes y la acumulación de materia orgánica, activación biológica del suelo, balance de las poblaciones de plagas y enemigos naturales dando así claves de mantenimiento de la salud del agroecosistemas además su productividad y la capacidad de auto sostenerse lo que permite que los agricultores eliminen gradualmente los insumos apoyarse en procesos ecológicos(Nicholls et al., 2015).

7.11.2 Sistema productivo tradicional

La producción tradicional tiende a determinarse por sus características culturales ya que aquí no se toma en cuenta las afectaciones que provoca al medio ambiente con el uso indiscriminado de insumos químicos y la utilización de maquinaria agrícola hace que los suelo tengan menor respiración de CO₂ (Martínez Castillo, 2008).

7.11.3 Sistema productivo convencional

La producción convencional tiende a ser más extensiva y productiva por el uso de las herramientas que facilitan esta modalidad y dan a conocer las tecnologías disponibles como la preparación del suelo con labranza mínima o intensiva, el mejoramiento semillas tradicionales, semillas mejoradas y certificadas como las semillas tratadas además nutre y protege los cultivos con tecnologías de síntesis química u orgánica(Perdomo et al., n.d.).

7.11.4 Sistema productivo degradado

La recuperación del sistema potencial productivo de los suelos agropecuarios degradados para mantener los niveles de mejoramiento , según (Erraez & Vásquez, 2023) como objetivo es controlar la acidez en suelos de laderas , degradados ya sea por efecto de ganadería , la recuperación de suelos supone de una o más especies forrajeras ya que son conservadas o estimuladas.

7.11.5 Sistema productivo Natural

Los sistemas naturales son alternativas productivas frente a sistemas convencionales de producción agropecuaria al grado de poner en riesgo las bases de producción de alimentos a un grado de limitar sistemas agroforestales, estos sistemas buscan minimizar el impacto

negativo en la naturaleza, promoviendo la biodiversidad y el uso eficiente de los recursos naturales (García Lorenzo et al., 2002).

8. PREGUNTAS CIENTIFICAS

¿Se puede determinar la respiración del suelo, utilizando los métodos de Solvita y KOH en sistemas productivos en la provincia de Cotopaxi?

9. METODOLOGIA

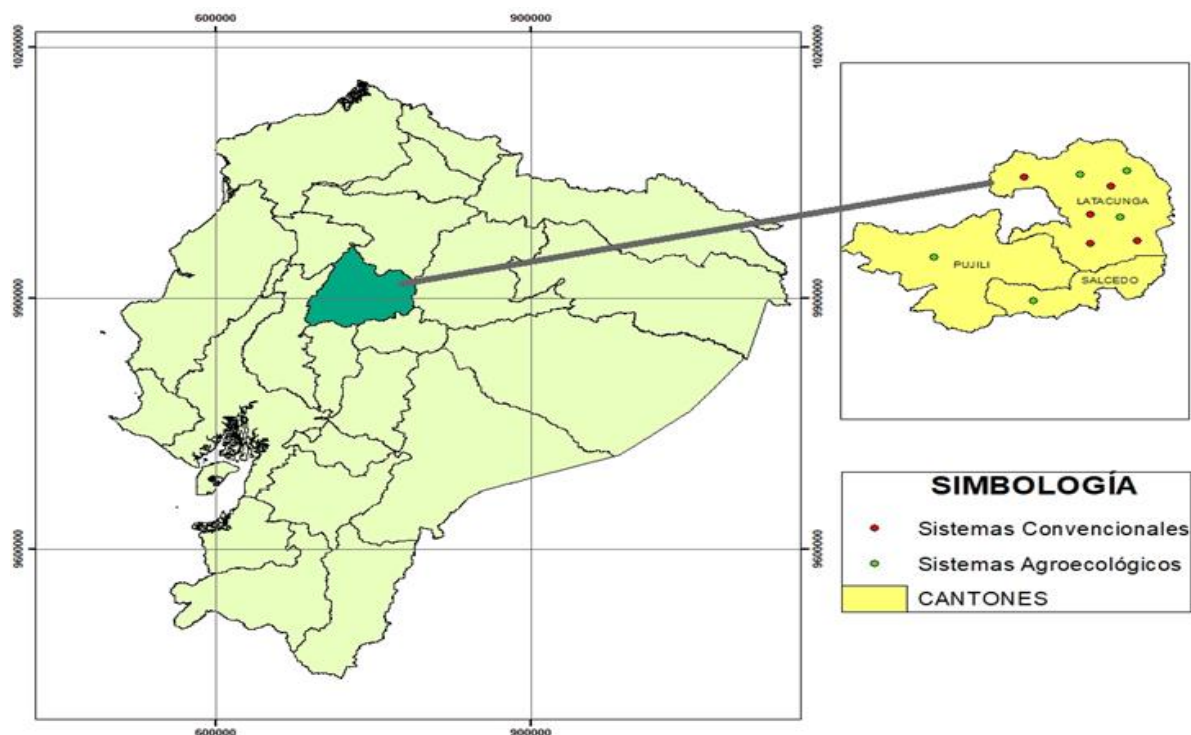
La presente investigación tiene una metodología experimental con un método cualitativo con una observación directa y revisión bibliográfica.

9.1 Revisión Bibliográfica

9.1.1 Área de Estudio

El proyecto de investigación se lo desarrollo en cinco sistemas productivos pertenecientes a la provincia de Cotopaxi, ubicados en los cantones de Latacunga, Salcedo y Pujilí se utilizó herramientas de ubicación geográfica (Google earth y Google maps GPS) para en levantamiento geográfico con coordenadas y altitudes exactas. **El Mapa nos indica las presentes Cantones y la Provincia donde se desarrollará el Proyecto**

Figura 1: Mapa zona de estudio



Fuente: (Google maps)

Tabla 4: Coordenadas UTM zonas de Estudio

SECTOR	COORDENADAS UTM	ALTITUD
ISINCHE DE INFANTES	0° 20' 32.57" S 78° 26' 59.81" W	2.953 msnm
CARRILLOS	0° 59' 38.19" S 78° 40' 16.53" W	2.981 msnm
SALACHE	1° 4' 14.17" S 78° 40' 39.58" W	2.756 msnm

Elaborado por: Mangui J. (2024).

Tabla 5: Cantones zona de Estudio

PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
ISINCHE DE INFANTES	PUJILÍ	COTOPAXI
CARRILLOS	SALCEDO	COTOPAXI
SALACHE	LATACUNGA	COTOPAXI

Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.1.2 Descripción de zonas

El presente Proyecto de investigación se lo desarrollo en cinco sistemas productivos (agroecológico, tradicional, Ecosistema Referencial, Convencional y Degradado) en las zonas Isinche de Infantes, Carrillos y Salache de la Provincia de Cotopaxi, la homogeneidad que existe es entre los 2683 a 2980 msnm con una temperatura promedio de 8 °C a 12 °C.

9.1.2.1 Isinche de Infantes

Isinche está ubicado en el Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi consta de 6327 habitantes de gente indígenas y mestiza, se dedican a la agricultura, ganadería y el comercio, tiene una temperatura media de 12,4 °C son suelos arenosos con una textura franco arenosa fina o más grosera con un Ph de 8. La búsqueda de alimentación más variada para las sociedades humanas; cómo fueron aprendiendo a domesticar a los animales, cultivo de las plantas, y a utilizar productos de los diversos pisos ecológicos. Se

desarrollaron técnicas agrícolas complejas como terrazas de cultivo y canales de irrigación. (Valencia, 2018)

9.1.2.2 Carrillos

Carrillos está ubicado en el Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi consta con 11539 habitantes se dedican a labores agrícolas, tiene una temperatura de 17 °C su suelo es franco con un Ph de 7,5. La parroquia de Cusubamba ocupa todo el sector occidental del cantón Salcedo y la parte Sur, localizada a 110 Km al sur de Quito. Se extiende desde la margen derecha del río Nagsiche hasta los páramos de la provincia de Tungurahua. (cusubamba, 2015)

9.1.2.3 Salache

Salache se encuentra ubicado en el Cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi este consta de una población de 300 habitantes, tiene una temperatura de 16°C donde su economía es generada por la agricultura y el trabajo externo de sus pobladores, los suelos del sector son franco limosos en la parte alta y franco arenosos en la parte baja con fuertes procesos de erosión (Leone, Marzo,2018). La mayoría de habitantes se dedican a la ganadería.

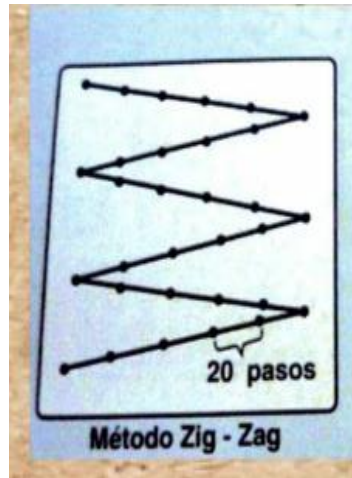
9.2 Fase Campo

9.2.1 Muestreo de los sistemas productivos

Recolección

Las muestras recolectadas de cada sistema se las realizo según (Liliana San Martino, 2022), nos dice que la técnica de recolección de muestras del suelo, depende de las condiciones edáficas, meteorológicas en el sitio, la profundidad y accesibilidad del sitio de estudio es recomendable tomar las muestras de las zonas libre de cultivos evitando canales, alambrados, acequias etc. Por cada sistema, tomar 20 submuestras caminando en zigzag por toda la zona elegida esto permitirá si existe mayor fertilidad en el suelo, además las submuestras se tomarán a una profundidad de 0 a 30 cm.

Figura 2: Método de muestreo zigzag



Fuente: (Ricardo Piedra Naranjo, 1989)

Tomamos las muestras del suelo para lo cual utilizaremos un barreno, se recolecta 20 muestras de cada núcleo en toda la parcela, a una profundidad de 20cm aproximadamente se recolecto 1kg de suelo de toda el área de estudio. Se procede a etiquetar las muestras de cada finca y retiramos cualquier tipo de basura del suelo para que luego el suelo sea preparado.

Figura 3: Herramienta de Muestreo



Elaborado por: Mangui J. (2024).

MUESTRA 1 (Isinche de Infantes).

Se utilizó el método de INIAP de 1989, donde estable que si un campo esta fertilizado tener cuidado de no tomar las muestras, el suelo debe estar libre de fertilizantes no tomar muestras el pie de cercas o zanjas, lugares de acumulación de materiales vegetales, lugares

donde haya quemas recientes o zonas pantanosas la profundidad de muestreo es de 20 a 30 (Bejarano E., 1989).

MUESTRA 2(Carrillos).

Se utilizó el método de INIAP de 1989, donde estable que si un campo esta fertilizado tener cuidado de no tomar las muestras, el suelo debe estar libre de fertilizantes no tomar muestras el pie de cercas o zanjas, lugares de acumulación de materiales vegetales, lugares donde haya quemas recientes o zonas pantanosas la profundidad de muestreo es de 20 a 30 (Bejarano E., 1989).

MUESTRA 3(Salache)

Se utilizó el método de INIAP de 1989, donde estable que si un campo esta fertilizado tener cuidado de no tomar las muestras, el suelo debe estar libre de fertilizantes no tomar muestras el pie de cercas o zanjas, lugares de acumulación de materiales vegetales, lugares donde haya quemas recientes o zonas pantanosas la profundidad de muestreo es de 20 a 30 (Bejarano E., 1989).

Tabla 6: Categorización de Muestras

Número	Sectores	Sistemas por sector	Tipos de sistemas productivos	Código de muestra
1	SALACHE	1	Tradicional	CX01TR
		2	Agroecológico	CX01AE
		3	Convencional	CX01CO
		4	Degradado	CX01DE
		5	Ecosistema	CX01ER
2	ISINCHE DE INFANTES	1	Referencial	
		1	Tradicional	CX02TR
		2	Agroecológico	CX02AE
		3	Convencional	CX02CO
		4	Degradado	CX02DE
3	CARRILLOS	5	Ecosistema	CX02ER
		1	Referencial	
		1	Tradicional	CX03TR
		2	Agroecológico	CX03AE
		3	Convencional	CX03CO
4	Degradado	CX03DE		
5	Ecosistema	CX03ER		
			Referencial	

Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.2.2 Empaquetado y Etiquetado de muestras

- Las muestras recolectadas de los diferentes sectores serán colocadas en fundas ziploc e identificadas del lugar con su respectivo croquis y que tipo de sistema productivo representa.

Figura 4: Muestras etiquetadas.



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.2.3 Almacenamiento de las muestras de suelo

- Las muestras recolectadas serán almacenadas y conservadas a temperatura ambiente con un 3% de humedad, luego el suelo será expandido en bandejas de aluminio ya sea como estén identificadas por diferentes sistemas productivos dejaremos reposar por 24 h, para luego emplearlas en la práctica de laboratorio.

Figura 5: Muestras almacenadas



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.2.4 Preparación de la Muestra

- Los suelos deben procesarse mínimamente, en suelos pesados utilizaremos rodillos de suelos o tamices evitando el daño de la estructura del suelo en este caso se utilizó un tamiz de 6 mm con un marco y malla de acero inox marca “Tyler”, para remover rocas, raíces o cualquier otro material del suelo a medir.

Figura 6: Muestras Tamizadas



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.3 Fase de laboratorio Test de Solvita®

9.3.1 Identificación de la tasa respiratoria del Test de Solvita

- Una vez que la muestra ha sido tamizada, se coloca 30cc de suelo en los frascos pequeños de cada frasco hermético de poli estireno de 475ml con tapas de rosca.

Figura 7: Suelo preparado agregado en frascos herméticos.



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Añadimos 9 ml de agua destilada por la pared del vaso esto se lo hace con el fin de que todo el suelo se humedezca es decir activaremos el suelo y se reducirá la variación.

Figura 8: Absorción del agua destilada en el suelo



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Se coloca la sonda en la muestra de suelo ya puesta en los tarros herméticos, se cierra el frasco y se deja reposar por 24 h a temperatura ambiente.

Figura 9: Absorción del agua destilada en el suelo



Elaborado por: Mangui J. (2024).

Identificación de la escala de Colorimétrica Solvita®

La escala de Color Solvita® es un índice de Fertilidad biológica o la capacidad del suelo para producir dióxido de carbono en un rango de aproximadamente 0 -250 mg/kg (ppm)/día. Se puede interpretar a partir de un método visual.

Figura 10: Escala Colorimétrica

COLOR	CO ₂ -C Range	2019	2016
0	0 - 3	LOW	LOW
1	4 - 9		
2	10 - 14		
2.5	15 - 22	MED LOW	MED
3	23 - 34		
3.5	35 - 55	MED HIGH	HIGH
4	56 - 85		
4.5	86 - 125	HIGH	HIGH
5	126 - 195		
5.5	> 196 -	Excessive	

Elaborado por: (Muñoz, 2022)

9.4 Fase laboratorio Incubación del Hidróxido de Potasio (KOH)

La mineralización de carbono a corto plazo es una medida de cantidad de C esta se basa en la cantidad de CO₂ liberada de un suelo por la respiración del suelo durante un periodo de incubación en este caso la concentración de CO₂ se mide por conductividad eléctrica.

9.4.1 Preparación de las muestras de suelo para incubación

- Tamizar el Suelo para quitar todo tipo de escombros, materia orgánica.

Figura 11: Suelo Tamizado



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Pesar 20 g de suelo preparado en las bandejas de aluminio

Figura 12: *Pesaje del suelo tratado*

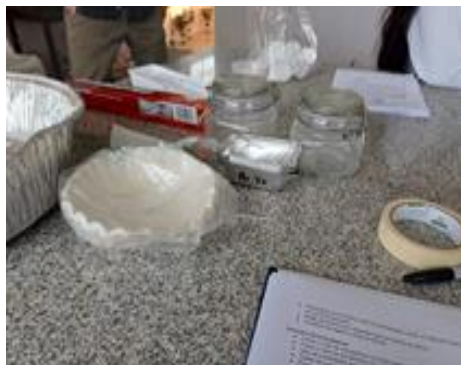


Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.4.2 Preparar los frascos para la incubación

- Esterilización de frascos para inicio de incubación.
 - Bandejas de pesaje de aluminio.
 - Cinta de identificación.

Figura 13: *Materiales listos*



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Colocar los materiales ya listos dentro de los vasos para incubación

Figura 14: Preinstalación de incubación.



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.4.3 Preparación de la solución Hidróxido de Potasio (KOH)

- Se Calculará el Hidróxido de Potasio al 0.5 mol como ya sabemos el peso del KOH es de 56,1056 g/mol, a continuación, se mostrará el cálculo para la solución del KOH:

Pesos moleculares:

$$\mathbf{K} = 39.09$$

$$\mathbf{O} = 15.99$$

$$\mathbf{H} = 1$$

$$= 56.08 \approx$$

Peso total del KOH

56.1056

Formulas:

$$N = \frac{n \rightarrow \text{moles}}{v \rightarrow \text{volumen}}$$

$$N = n * v$$

$$\frac{1000}{1000} = 1$$

$$N = 0,05 * \mathbf{1}$$

$$N = 0.05 \text{ moles}$$

$$N = \frac{gr \rightarrow \text{sustancia}}{p \rightarrow \text{peso mole}}$$

$$g = N * p$$

$$g = 0.05 * 56.1056$$

$g = 28.0528 \text{ KOH}$

9.4.4 Calibración del Conductiometro

- Para calibrar el Conductiometro seguiremos el manual indicado, introducir la punta del conductiometro al frasco (14-13 US) luego secamos la punta y observamos en la pantalla una carita con una numeración de 66 secamos y dejamos reposar.
- Luego de la misma manera introducimos la punta en el segundo frasco (12.88 ms/cm) y dejamos reposar.

Figura 15: Calbrar al 12.88mS



Elaborado por: Mangui J. (2024).

Lavamos la punta del conductiometro en agua destilada y en la pantalla nos reflejara una numeración de 12.78 con un emoji con un máximo de 19.99Ms.

Figura 16: Calibrar al 12.78mS



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.4.5 Configuración de Incubaciones

- Colocar toallas de papel en un espacio limpio e identificar como “KOH - 9 ml” y el otro como “ddH₂O – 7,5 ml”.

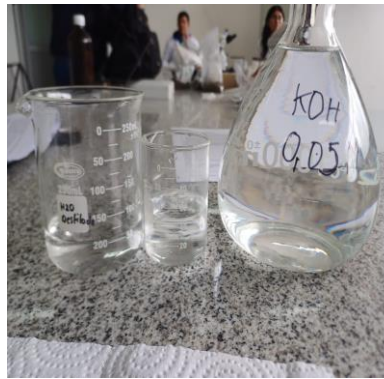
Figura 17: Identificación de cada solución



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Colocar el KH almacenado en un vaso de precipitación limpio y seco de 500 ml, identificamos como “KOH 0,05 M” y en otro vaso precipitado agregamos el H₂O destilada lo identificamos como “ddH₂O” cubrir los vasos hasta utilizarlos.

Figura 18: Etiquetado de cada solución



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Agregar 9 ml de KOH 0,05 M en los vasos pequeños que están dentro de los frascos de vidrio.

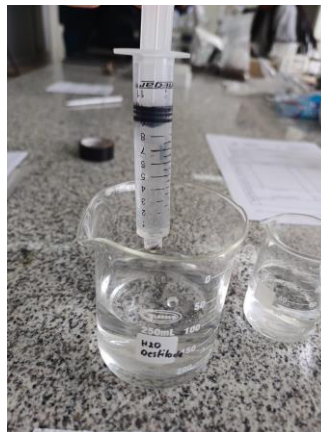
Figura 19: Inicio de Incubación KOH



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Agregar 7,5 ml ddH₂O en cada frasco a través de la pared interior del frasco, tan abajo como se pueda, sostener la punta de pipeta de manera segura sin que se derrame en el frasco.

Figura 20: Inicio de Incubación ddH₂O



Elaborado por: Mangui J. (2024).

- Tapar y entornillar cada uno de los frascos para hacer un sello hermético acomodarlos en un lugar a temperatura ambiente evitando regar los ensamblajes de las trampas, anotar fecha y hora de instalación y dejamos reposar con un tiempo de incubación de 4 días.

Figura 21: Incubación de KOH



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.4.6 Lectura de la Conductividad Eléctrica

- Medir la EC de cada frasco esto se lo realiza con la ayuda del conductiometro, con el fin de identificar cada resultado si es un valor mayor o menor en este caso un valor menor tiene una buena respiración de CO₂ en el suelo.

Figura 22: Lectura de la EC en KOH



Elaborado por: Mangui J. (2024).

9.4.7 Formula propuesta para la lectura del KOH

Reemplazar la fórmula propuesta en los resultados obtenidos de la medición de la Conductividad Eléctrica para así obtener los resultados finales en mg/l de cada sitio de muestreo. Según (Luters & Salazar, 1999) nos dice que debemos hacer coincidir los resultados donde expresa la siguiente fórmula:

$$((EC_{\text{Craw}} - EC_{\text{muestra}}) / (EC_{\text{Craw}} - EC_{\text{sat}})) = P$$

Donde:

ECraw: Conductividad eléctrica de la muestra en su estado crudo o inicial

ECmuestra: Conductividad eléctrica de la muestra de un estado específico que se está midiendo

ECsat: Conductividad eléctrica de la Muestra en un estado saturado

P: Capacidad de la trampa en mg = mg de CO₂ absorbidos por la trampa en cuestión.

10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

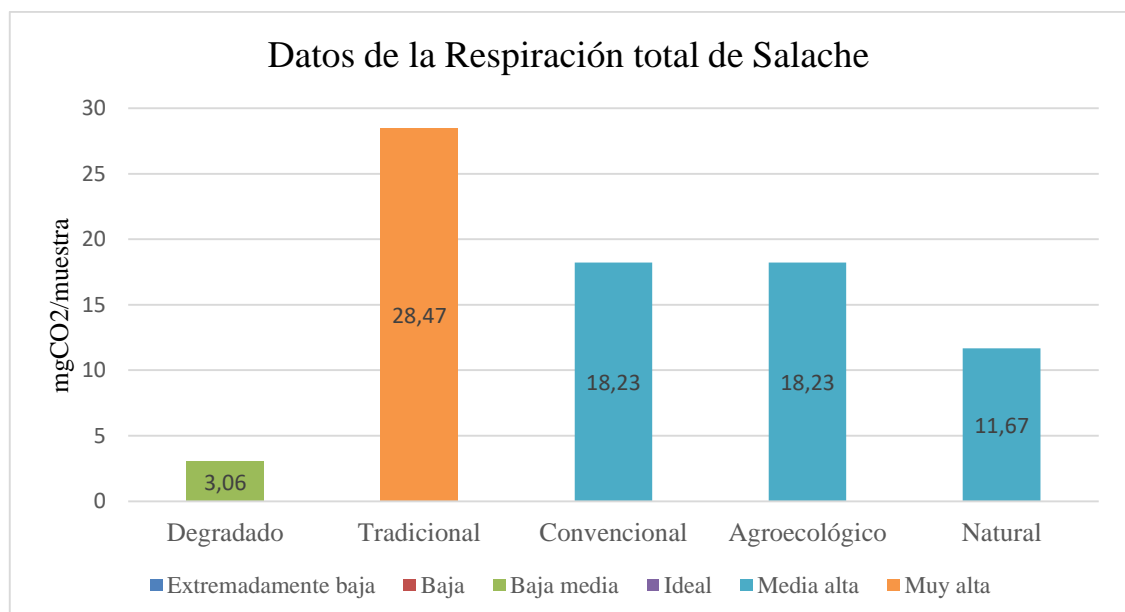
10.1 Respiración del Suelo mediante el Test de Solvita

Las siguientes graficas de valores obtenidos después del análisis, de cada uno de los sistemas propuestos, mediante el Test de solvita cada valor indica la capacidad del suelo para producir dióxido de carbono, cada rango y valor estará identificada como actividad baja, actividad baja media, actividad ideal, actividad media alta y actividad muy alta, donde afirma Yáñez Díaz et al., (2017) que la respiración del suelo varía, considerablemente, a escalas diarias y estacionales cuando presenta mayor cantidad de precipitación. El DCR reporta dos valores el número de color Solvita basado en la densidad óptica, medida del gel de la prueba.

10.1.1 Respiración de la Zona Salache

Se puede observar que en el sector Salache la respiración de CO₂ de cada sistema es identificado con el rango de fertilidad del suelo en este caso el sistema degradado con un valor 3,06 mgCO₂/muestra, mientras que en el sistema productivo convencional y agroecológico tiene un valor de 18,23 mgCO₂/muestra, el sistema productivo tradicional tiene un valor 28,47 mgCO₂/muestra y en el sistema productivo natural dando un valor de 11,67mgCO₂/muestra, donde nos dice (Solvita®, n.d.-b) que las sondas responden a la concentración de CO₂ en el volumen del aire (espacio libre +espacio de poros) se cuantifica en base a la ley de gases .

Gráfica 1: Respiración total de CO₂ en el suelo.

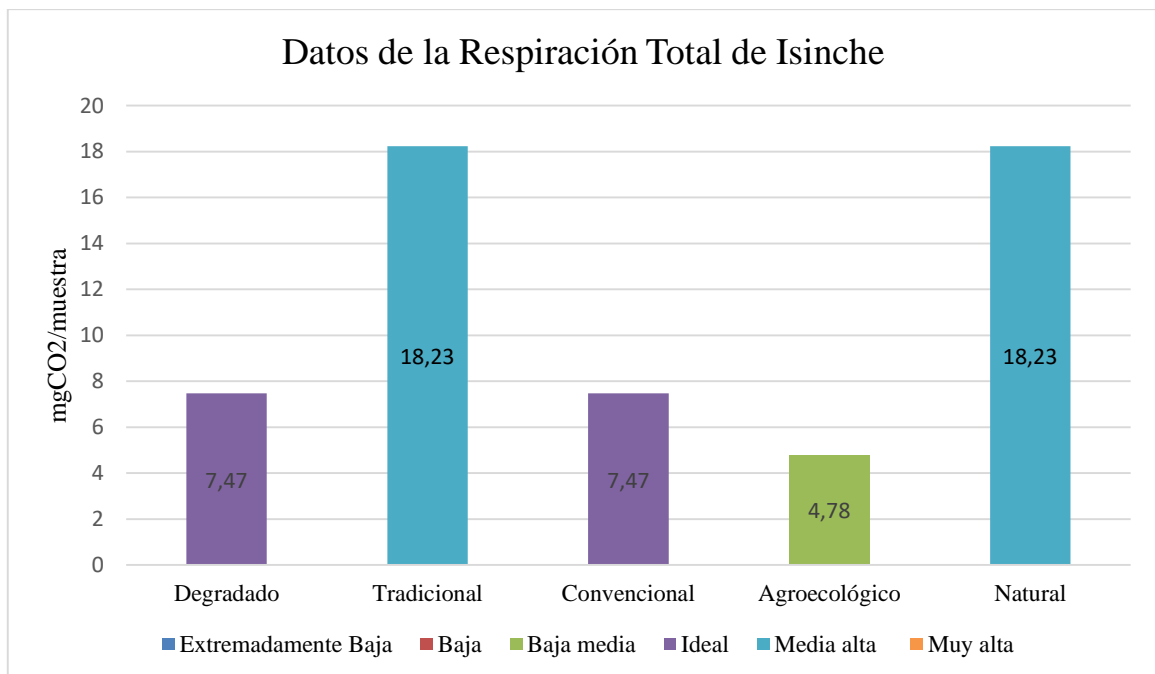


Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.1.2 Respiración de la Zona Isinche de Infantes

Podemos observar que el sector Isinche de los cinco sistemas productivos tienen una respiración de CO₂ dando un valor en el manejo degradado y convencional con un valor de 7,47 mgCO₂/muestra, mientras que en el sistema productivo tradicional y natural dando un valor de 18,23 mgCO₂/muestra y el sistema productivo agroecológico con un valor de 4,78 mgCO₂/muestra esto se da a que este tipo de suelo franco arenoso blanquecino por la falta de retención de agua y al no contener materia orgánica viva hace que este suelo sea infértil, además es una zona desértica que no dispone de agua de regadío.

Gráfica 2: Respiración Total de Isinche de Infantes

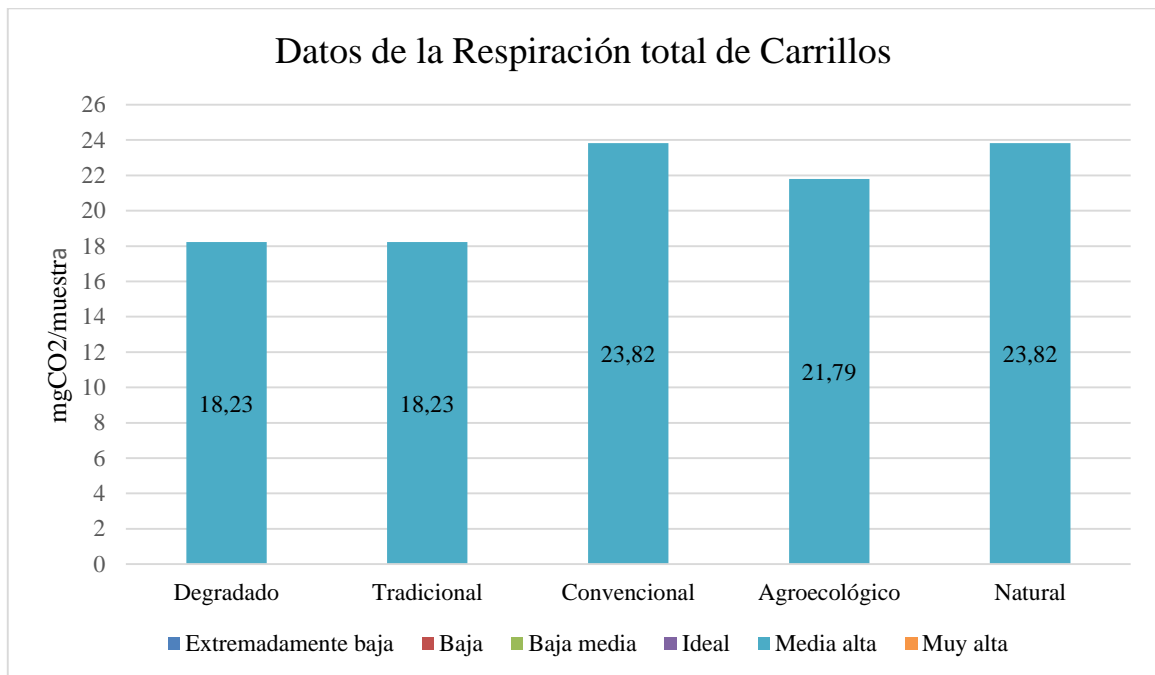


Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.1.3 Respiración de la Zona Carrillos

Se observa que en el sector de Carrillos el sistema productivo degradado y tradicional con un valor de 18,23 mgCO₂/muestra dando un rango de captación de CO₂ bajo, en el sistema productivo convencional y natural con un valor de 23,82 mgCO₂/muestra este tiene un rango de fertilidad medio y el sistema productivo agroecológico con un valor de 21,79mgCO₂/muestra, los resultados obtenidos se da gracias a los cambios climáticos que producen afectando a la salud del suelo.

Gráfica 3: Respiración total de Carrillos



Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.2 Respiración del Suelo mediante la Incubación de KOH

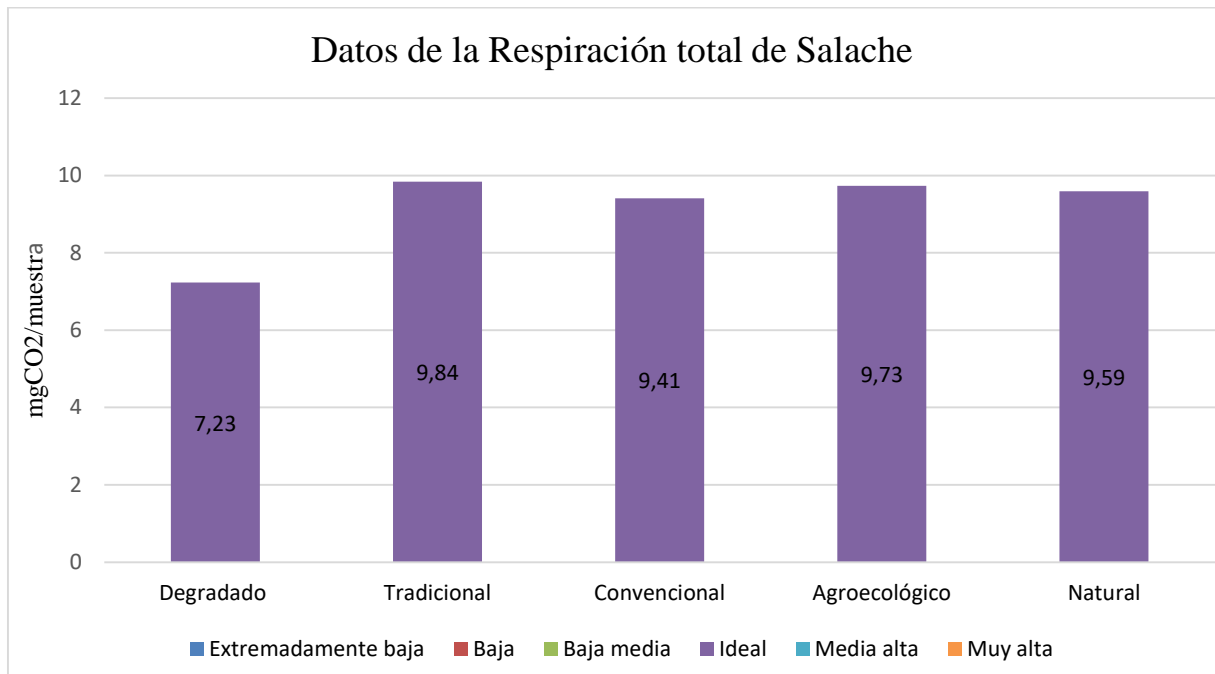
Los resultados obtenidos mediante el método se basa en la capacidad de Hidróxido de Potasio (KOH) para absorber el dióxido de carbono producida durante la respiración del suelo, donde Cueva-Rodríguez et al., (2012) afirma que la reacción de CO₂ con KOH forma el carbonato de potasio (K₂CO₃), dando a conocer que el valor alto de mgCO₂/muestra indica una alta actividad microbiana de la EC en el suelo, esto se refleja un signo de un suelo saludable y fértil, con una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos activos y los valores bajos sugiere menor actividad microbiana. Esto puede ser indicativo de un suelo pobre de nutrientes, menos condiciones favorables como la compactación y degradación.

10.2.1 Respiración de la Zona Salache

La estimación en la Zona Salache mediante la incubación de Hidróxido de Potasio en el sistema degradado con un valor de 7,26mgCO₂/muestra su captación de CO₂ es ideal, en el sistema productivo tradicional con un valor de 9,48mgCO₂/muestra con un rango de captación de CO₂ ideal, el sistema productivo convencional dando un valor de 9,41mgCO₂/muestra su rango de captación CO₂ es ideal, el sistema productivo agroecológico con un valor de 9,73mgCO₂/muestra, la captación de CO₂ es ideal y en el sistema productivo natural con un valor de 9,59mgCO₂/muestra con un captación de CO₂ ideal, según (Osorio, 2012) afirma que

el rango ideal es de 6 – 10 , donde nos dice que estos sistemas tienen una buena Captación de CO₂.

Gráfica 4: Respiración total de Salache

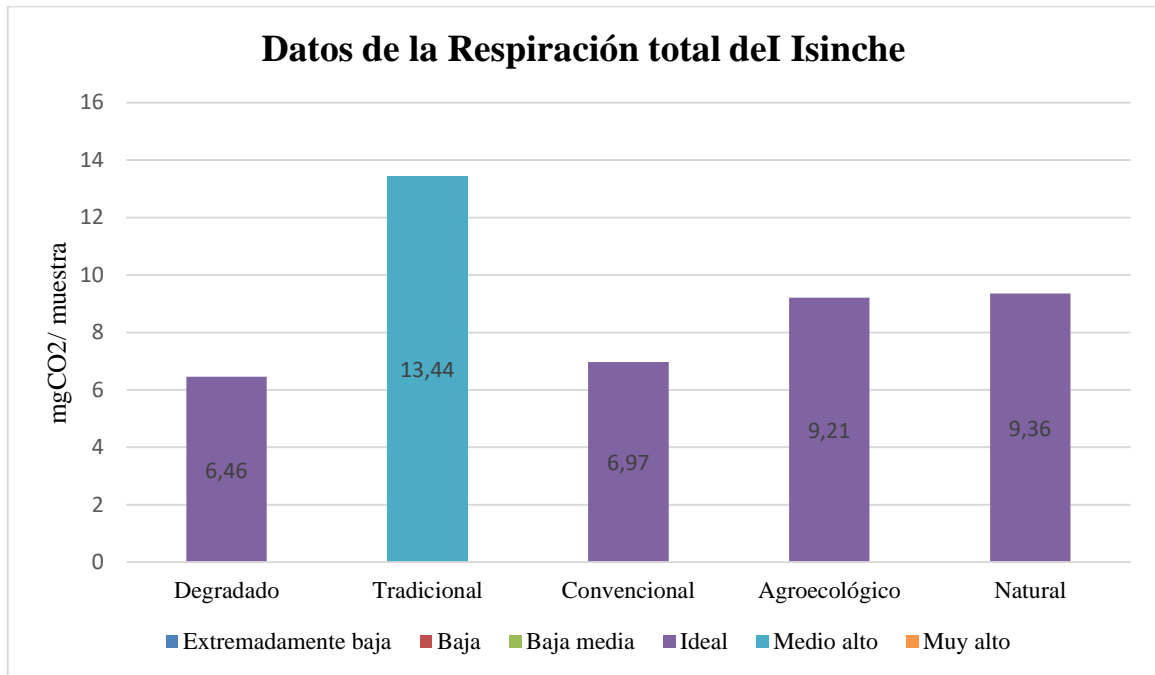


Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.2.2 Respiración de la Zona Isinche de Infantes

La estimación de la zona Isinche los resultados varían, el sistema productivo tradicional dando un valor de 13,44 mg CO₂/muestra con una tasa de respiración media alta, el sistema productivo convencional con un valor de 6,79 mgCO₂/muestra su respiración y captación de CO₂ es Ideal , el sistema productivo agroecológico tiene un valor de 9,21mgCO₂/muestra su respiración de CO₂ es ideal, el sistema degradado da un valor de 6,46 mgCO₂/muestra la respiración de CO₂ es ideal y el sistema productivo natural con un valor de 9,36mgCO₂/muestra con sus rango de fertilidad ideal.

Gráfica 5: Respiración total de Salache

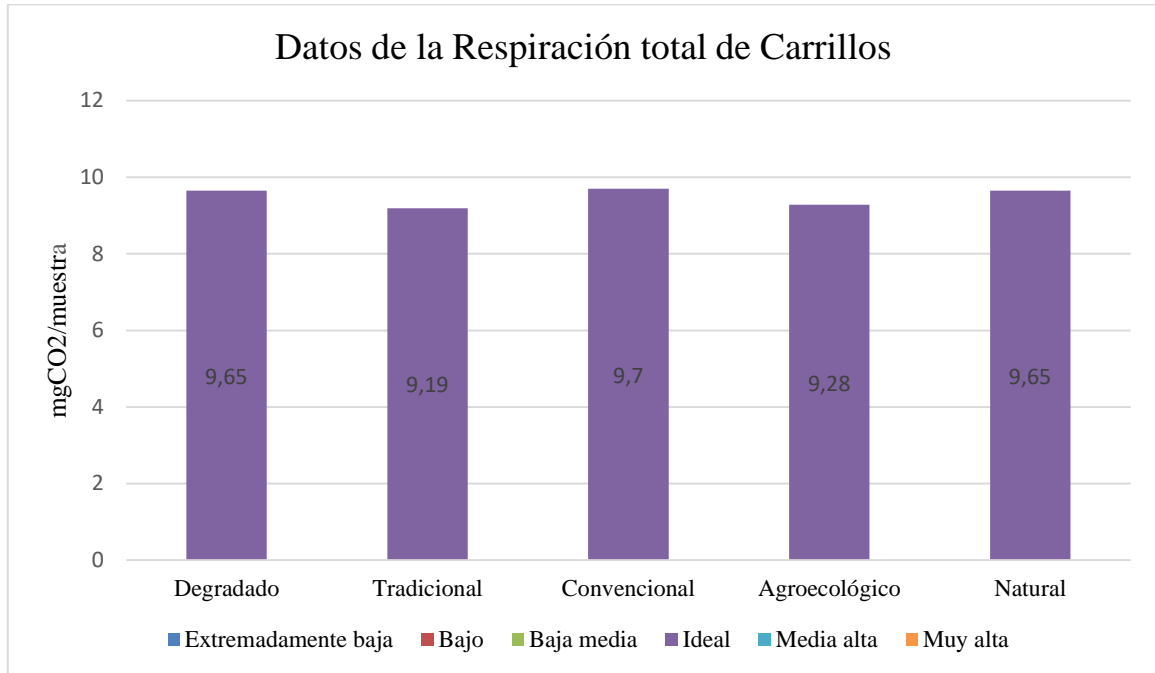


Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.2.3 Respiración de la zona Carrillos

La estimación de la zona Carrillos refleja los datos ya transformados en mgCO₂/muestra, en el sistema productivo tradicional dando un valor de 9,19mgCO₂/muestra su captación de CO₂ es ideal, el sistema productivo convencional dando un valor de 9,70mgCO₂/muestra la captación de CO₂ es ideal, el sistema productivo agroecológico con un valor de 9,28 mgCO₂/muestra, el sistema degradado tiene como valor de 9,65mgCO₂/muestra dando un rango ideal y el sistema productivo natural refleja un valor de 9,65 mgCO₂/muestra con un rango ideal.

Gráfica 6: Respiración total de Carrillos



Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.3 Análisis comparativo entre Solvita y Hidróxido de Potasio

10.3.1 Relación Solvita y KOH zona Salache

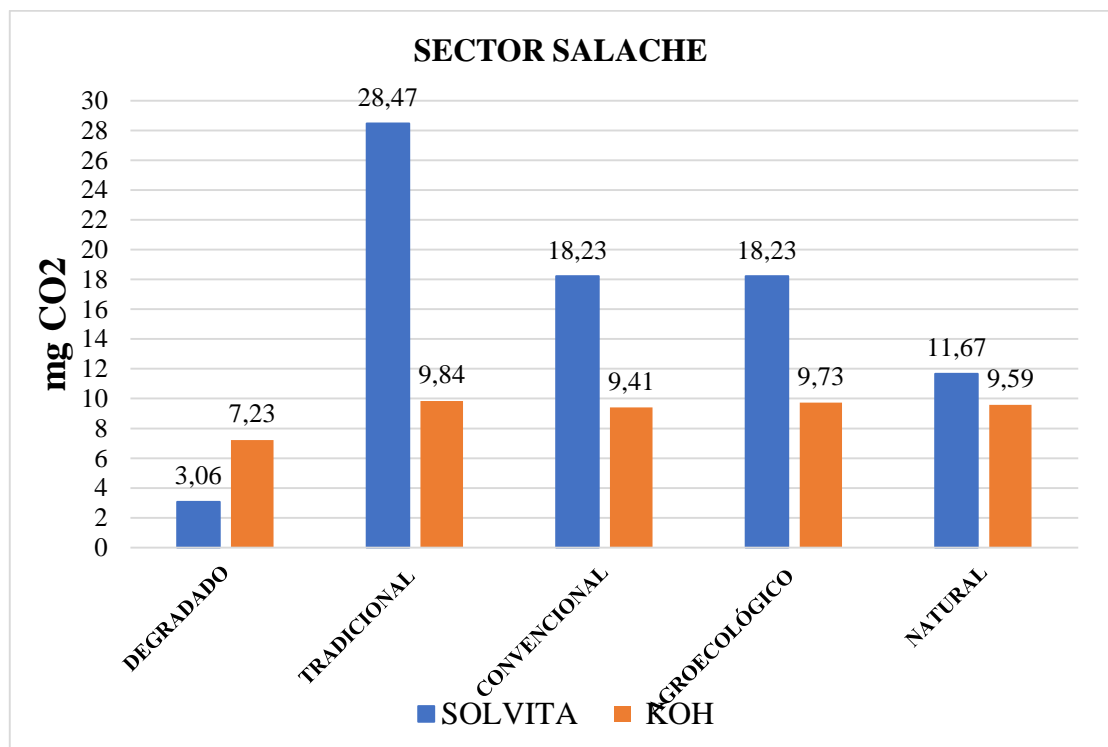
Según Osorio, (2012) menciona que el rango de fertilidad depende de la capacidad de captación de CO₂ del suelo, además, afecta la pérdida de sus propiedades químicas principalmente la materia orgánica y nutrientes del suelo y la disminución de fuente energética CO₂ fundamentalmente para el desarrollo de los microorganismos que son los encargados de transformar los residuos orgánicos y la detoxificación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades terminan afectando a la salud del suelo (Angélica, 2019).

Cada sistema es identificado con el rango de fertilidad del suelo en este caso el sistema convencional, agroecológico y natural tienen un rango de respiración baja, donde (Solvita®, n.d.-b) nos dice que las sondas responden a la concentración de CO₂ en el volumen del aire (espacio libre + espacio de poros) se cuantifica en base a la ley de gases. Mientras que la conductividad eléctrica según (Simón et al., 2013) es la variabilidad espacial de los suelos es causada por interacciones entre procesos físicos, químicos y biológicos que actúan con diferente intensidad, con el objetivo de mejorar la eficiencia productiva del suelo y optimizar el uso de productos químicos. La Fao, (1996) nos dice

que este proceso de la agricultura moderna ha afectado en mayor extensión a la pérdida de la calidad del suelo.

En la zona Salache podemos observar la relación entre respiración del suelo Solvita y Hidróxido de Potasio, medición de EC, donde evidencia que KOH en los sistemas degradado (7,23 mg CO₂/ muestra), convencional (9,41 mg CO₂/ muestra), agroecológico (9,73 mg CO₂/ muestra) y natural (9,59 mg CO₂/ muestra) con un rango ideal sus datos en si varían donde (Osorio, 2012) menciona que el sistema productivo que prevalece es el tradicional con (9,84 mg CO₂/ muestra) dando un rango ideal este método es comprobado para la respiración de CO₂. Mientras que en el método de Solvita de los sistemas productivos pasan el límite de rango de fertilidad, pero el prevalece más es el sistema Natural con valor de 11,67mgCO₂/muestra con un rango medio alto. Esta relación permite demostrar una buena respiración de CO₂, tomando en cuenta que pudo existir un mal manejo agrícola en este tipo de suelo donde Steelers, (2012) nos dice que uno de los problemas más graves son la autosuficiencia y la seguridad alimentaria es la pérdida de fertilidad del suelo, erosión, degradación, desertificación, acidificación, etc.

Gráfica 7: Relación de la respiración del suelo CO₂ del sector Salache

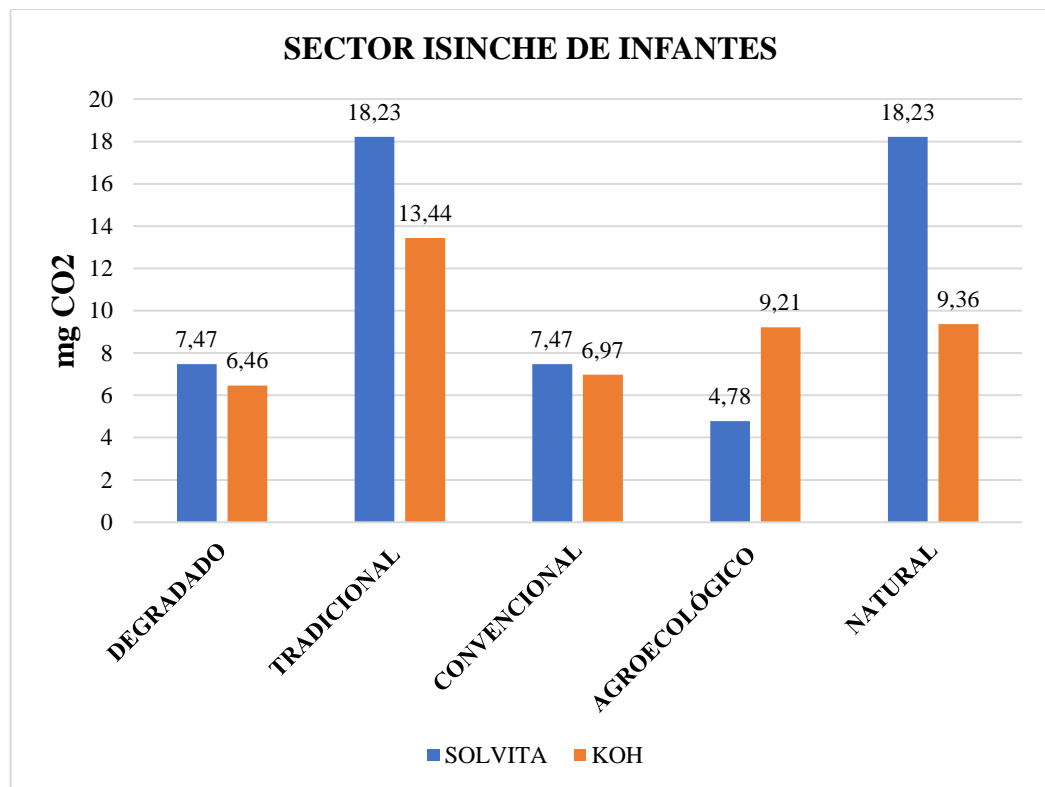


Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.3.2 Relación Solvita y KOH de la zona Isinche de Infantes

En la zona Isinche de Infantes encontramos una relación entre respiración del suelo Solvita y Hidróxido de Potasio, medición de EC, donde evidencia que los sistemas (degradado y tradicional) en el test de Solvita es de (7,47 mg CO₂/muestra) dando como rango ideal, mientras que en la incubación de KOH en los sistemas degradado (6,46 mgCO₂/muestra), convencional (6,97mgCO₂/muestra), agroecológico (9,21 mgCO₂/muestra) con rango Ideal, pero el sistema que prevalece es el sistema natural (9,36 mgCO₂/muestra) dando un rango ideal, donde Yáñez Díaz et al., (2017) menciona que la respiración del suelo es un componente crucial en el ciclo del carbono que es considerado como el mayor flujo de carbono entre la tierra y la atmósfera.

Gráfica 8: Relación de la respiración del suelo CO₂ del sector Isinche de Infantes



Elaborado por: Mangui J. (2024).

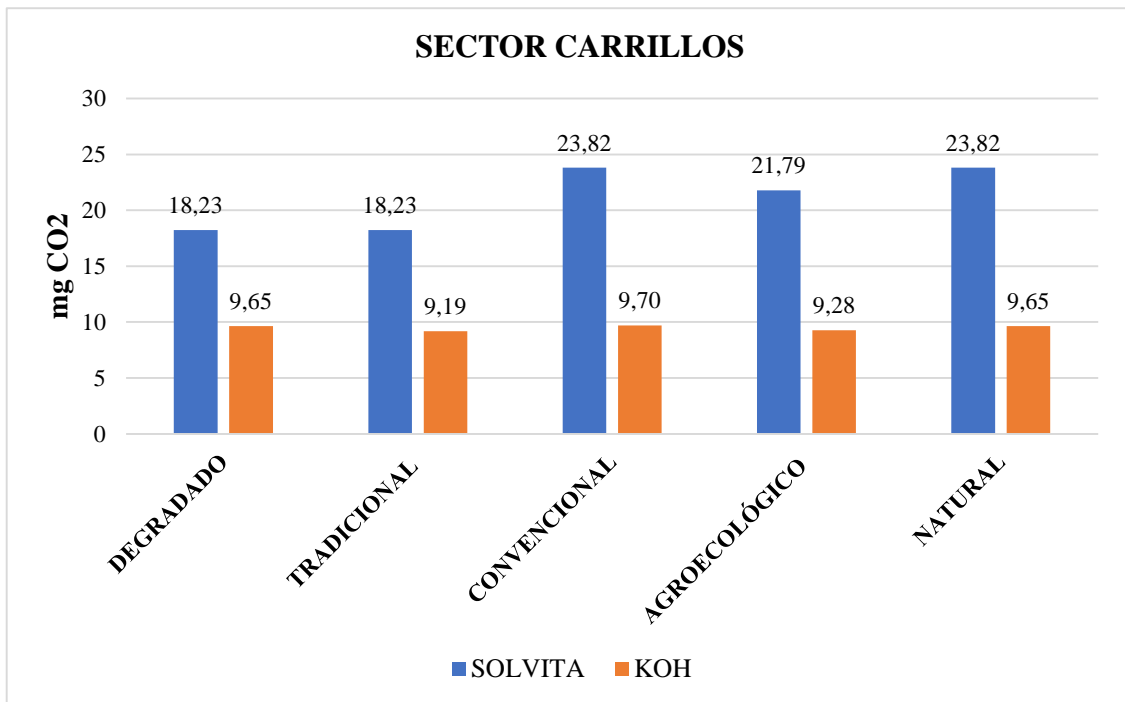
10.3.3 Relación Solvita y KOH de la zona Carrillos

En la zona Carrillos observamos una relación entre respiración del suelo Solvita y Hidróxido de Potasio, medición de EC, donde se evidencia que todos los sistemas productivos pasan el límite de rango dicho en el test de Solvita, donde Vásquez et al., (2013) menciona que el dato

que prevalece más o está próximo es el sistema degradado y tradicional dando un valor similar en ambos de 18,23 mgCO₂ /muestra, con un rango media alta, es decir este tipo de suelo es franco es muy valorado en la agricultura por el uso excesivo de insumos químicos debido a su composición y retención de nutrientes. En la incubación de KOH de los sistemas productivos como

degradado(9,65mgCO₂/muestra),tradicional(9,19mgCO₂/muestra),agroecológico(9,28mgCO₂/muestra) y el natural (9,65mgCO₂/muestra)sistema dando como rango Ideal donde Acosta et al., (2006) menciona que el sistema convencional prevalece más dando un valor de (9,70 mgCO₂/ muestra) con un rango Ideal para la captación de CO₂, en este caso cada sistema es identificado con el rango de fertilidad.

Gráfica 9: Relación de la respiración del suelo CO₂ del sector Carrillos



Elaborado por: Mangui J. (2024).

10.4 Comparación de los métodos con su rango de fertilidad

Tabla 7: Comparación del método factible para la respiración de CO₂

	Degradado				Discusión
	Solvita	Rango	KOH	Rango	
Salache	3,06	baja media	7,23	Ideal	Smith et al., (2020) afirma que el mejor método es KOH con un rango ideal, es indicativo de un suelo ha perdido su estructura y fertilidad.
Isinche de Infantes	7,47	Ideal	6,46	Ideal	Según García et al., (2021) menciona que los dos métodos tienen un rango ideal, esto se debe a que son factibles para la agricultura.
Carrillos	18,23	media alta	9,65	Ideal	Vásquez et al., (2013) redacta que el método factible es KOH ya que se encuentra en un rango ideal, gracias la necesidad de prácticas de manejo más efectivas.
	Tradicional				Discusión
	Solvita	Rango	KOH	Rango	
Salache	28,47	muy alta	9,84	Ideal	Lobato Fraile, (1997) indica que el KOH supera a los demás tratamiento ya que presenta un rango ideal, esto se debe una mayor disponibilidad de nutrientes.
Isinche de Infantes	18,23	media alta	13,44	media alta	Estos rangos no concuerdan con Osorio, (2012) ya que presenta un rango alto en KOH Y Solvita.
Carrillos	18,23	media alta	9,19	Ideal	(Osorio, 2012) afirma que obtuvo un rango ideal en el método del KOH, porque tiene una buena respiración de CO ₂ .

Convencional					
	Solvita	Rango	KOH	Rango	Discusión
Salache	18,23	media alta	9,41	Ideal	(Osorio, 2012) obtiene un rango ideal en KOH esto se debe a una aplicación moderada del nutrientes para maximizar su rendimiento.
Isinche de Infantes	7,47	Ideal	6,97	Ideal	Brown et al., (2019) presenta un rango ideal en KOH y solvita, esta combinación sugiere un equilibrio positivo en la calidad del suelo, que coincide con la literatura que aboga por prácticas de manejo que promuevan una buena calidad del suelo.
Carrillos	23,82	media alta	9,7	Ideal	tiene un índice Solvita alto en KOH- Aunque el pH es adecuado, la calidad del suelo según Solvita podría ser un área de mejora, (Smith et al., 2020).
Agroecológico					
	Solvita	Rango	KOH	Rango	Discusión
Salache	18,23	media alta	9,73	Ideal	Según Brown y Adams (2018) presenta un rango ideal en KOH, quienes encontraron que los suelos en sistemas tradicionales pueden deteriorarse significativamente si no se aplica prácticas de manejo adecuado.
Isinche de Infantes	4,78	baja media	9,21	Ideal	El método de KOH (Osorio, 2012) es la actividad ideal requiere aplicar una dosis alta a través de un fertilizante o una enmienda orgánica.

Carrillos	21,79	media alta	9,28	Ideal	Estos datos no concuerdan con Osorio, (2012) ya que presenta un rango alto
	Natural				
	Solvita	Rango	KOH	Rango	Discusión
Salache	11,67	media alta	9,59	Ideal	Thompson et al., (2019) presenta un rango ideal en KOH indicando así estabilidad y salud del suelo en sistemas naturales.
Isinche de Infantes	18,23	media alta	9,36	Ideal	Williams et al., (2022). presenta un rango ideal en KOH, esto se debe a la calidad del suelo ya que es aceptable, y el pH se mantiene en el rango ideal, indicando un sistema natural eficaz para mantener el equilibrio del suelo.
Carrillos	23,82	media alta	9,65	ideal	Jones y colaboradores, (2022) concuerda que obtiene un rango ideal en KOH, ya que refleja una buena gestión en términos de acides del suelo

Elaborado por: Mangui J. (2024).

Tabla 8: Rango de fertilidad en mgCO₂/muestra

Rango de fertilidad en mgCO ₂	
0.2 - 0.4	Actividad extremadamente baja
0.4 - 2	Actividad baja
2 - 6	Actividad baja media
6 - 10	Actividad ideal
10 - 25	Actividad media alta
25 - 65	Actividad muy alta

Elaborado por: Ekorural.org 2024

10.5 Interpretación –Respiración de CO₂.

Tabla 9: Curva de Actividad del Suelo

A	<i>Color 0-1.0</i> <i>Azul-Gris</i>	<i>Color 1,0-2,5</i> <i>Gris-Verde</i>	<i>Color 2,5- 3,5</i> <i>Verde</i>	<i>Color 3,5-4,0</i> <i>Verde-amarillo</i>	<i>Color 4,0-5,0</i> <i>Amarilla</i>	<i>Color 5,0-6,0</i> <i>Amarillo brillante</i>
B	ACTIVIDAD EXTREMADAMENTE BAJA Asociada a suelos extremadamente agotados	ACTIVIDAD BAJA Actividad biológica con baja MO	ACTIVIDAD BAJA-MEDIA Mediamente te activa y puede acumular MO	ACTIVIDAD IDEAL Población microbiana activa y buen suministro de MO	ACTIVIDAD MEDIA ALTA Suelo muy activo biológicamente con un alto recambio de MO	ACTIVIDAD MUY ALTA Elevada actividad biológica con excelente aporte de OM
	EMISIONES ESTIMADAS (FLUJO) DE CO₂-C en kg/ha o lb/acre					
C	0.5 -1	1 - 5	5 - 15	15 - 25	25 -60	60 -160
	EMISIONES INTERNACIONALES (FLUJO) DE CO₂ en gramos / m² / día					
D	0.2 – 0.4	0.4 - 2	2 - 6	6 - 10	10 - 25	25 - 65

Elaborado por: Ekorural.org

11. CONCLUSIONES

La respiración del suelo es un indicador importante de la actividad microbiana y la salud del suelo los métodos del Test de Solvita y KOH son dos métodos válidos para medir este parámetro en suelos.

- Se determinó que en el sector de Salache se obtuvo el mayor nivel es de Respiración celular en el Test de Solvita, el sistema que prevalece es el Natural con valor de 11,67mgCO₂/muestra con un rango medio alto, y en la incubación de KOH del sistema tradicional con (9,84 mg CO₂/ muestra) dando un rango ideal este método es comprobado para la respiración de CO₂.
- Se determinó que en el sector de Isinche de Infantes se obtuvo el mayor nivel de respiración en el Test de Solvita, donde evidencia que los sistemas (degradado y tradicional) en el test de Solvita es de (7,47 mg CO₂/muestra) dando como rango Ideal. En la incubación de KOH del sistema que prevalece es el natural (9,36 mgCO₂/muestra) con un rango ideal.
- Se determinó que, en el sector de Carrillos, el mayor nivel de respiración en el Test de Solvita, con el sistema degradado y tradicional dando un valor similar en ambos de 18,23 mgCO₂ /muestra, con un rango media alta convencional y natural dando un valor de 23,82 mgCO₂/muestra. Mientras que, en la incubación de KOH del sistema convencional, dando un valor de 9,70mgCO₂/muestra con un rango ideal.

12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar en distintos cultivos ya sea brócoli, lechuga, etc., para analizar la captación de CO₂ del suelo de cada cultivo.
- Se recomienda seguir comprobando el test con otros sistemas productivos.
- Evaluar los test de Solvita y KOH con otros sistemas de respiración.

13. BIBLIOGRAFÍAS

- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D., & García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *MULTICIENCIAS*, 6, 220–227.
- Agr Carlos Gonzaga Aguilar, I., & Presutti, M. (2014). *Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador*.
<https://doi.org/10.35537/10915/34487>
- Álvarez, D. O. (n.d.). *Conductividad Eléctrica - Concepto y tipos de conductividad*. Retrieved July 19, 2024, from <https://concepto.de/conductividad-electrica/>
- Andrés, Á., Palacio, R., Humberto, F., & Hurtado, M. (2008). RESPIRACIÓN MICROBIAL Y DE RAÍCES EN SUELOS DE BOSQUES TROPICALES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS (PORCE, COLOMBIA). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4381–4393.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Angélica, L. (2019). *Phytoremediation of Metal-Contaminated Soils*.
- Autónoma del Estado de México México Álvarez-Arteaga, U., & Estela, M. (2020). Cómo citar el artículo Número completo Más información del artículo Universidad Autónoma del Estado de México México. *Revista de Estudios Territoriales*, 22(2), 5–19.
- Bejarano E., W. (1989). *Como tomar muestras de suelos para su análisis químico*.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2554>
- Caicedo-Rosero, L. C., Méndez-Ávila, F. de J., Gutiérrez-Zeferino, E., & Flores-Cuautle, J. de J. A. (2021). Medición de humedad en suelos, revisión de métodos y características. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 9(17), 1–8.
<https://doi.org/10.29057/ICBI.V9I17.7035>
- Caviedes, M., Gangotena, D. P., Albán, M. G., & Pantoja, J. L. (2023). II Simposio de manejo y fertilidad de suelos. *Archivos Académicos USFQ*, 45.
<https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi45.2905>

- Cecilia Céspedes Michael W Wolff, M. L. (n.d.). *Capítulo 1 La materia orgánica como eje del manejo sustentable de los suelos*.
- Costantini, L., Nwafor, C., Lorenzi, S., Marrano, A., Ruffa, P., Moreno-Sanz, P., Raimondi, S., Schneider, A., Gribaudo, I., & Grando, M. S. (2018). Caratterizzazione di varianti apirene di cultivar di vite. *7° Convegno Nazionale Di Viticoltura, Piacenza, 9-11 Luglio 2018*, 22, p.43. <https://doi.org/10.4/JQUERY-UI.MIN.JS>
- Cueva-Rodríguez, A., Yépez, E. A., Garatuzza-Payán, J., Watts, C. J., & Rodríguez, J. C. (2012). *Design and Use of a Portable System for Measuring Soil Respiration in Ecosystems*.
- Degradación/restoración | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. (n.d.). Retrieved July 18, 2024, from <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Delgado de la Flor Badaracco, F., Nava Cueto, H., Maezono Yamashita, L., Canto Saenz, M., Infantas Mesias, D., Barrera Arroyo, V., Ortiz Sarabia, A., Campos Gutierrez, D., Abel Mejía Marcacuzco, J., Henry Orrego Albañil, A., Rosemberg Barrón, M., & Camarena Mayta, F. (2002). *LOMO: ANALES CIENTIFICOS*.
- Erraez, R. M. M., & Vásquez, E. (2023). Enmienda de cal en suelos degradados por la ganadería en la parroquia Panguintza, cantón Zumbi, provincia de Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 13(1), 49–67. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1539>
- Fao. (1996). *Ecdogra y enseñanza rural*.
- FAO. (n.d.-a). 4. *Propiedades Químicas Del Suelo*. Retrieved July 19, 2024, from https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm
- FAO. (n.d.-b). *Propiedades Biológicas | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved July 19, 2024, from <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-biologicas/es/>
- FAO. (2015). Consistencia del Suelo. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 6–11. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s

/x6706s08.htm

- García Lorenzo, M., Vogt, H., Viñuela Sandoval, E., & Jacas Miret, J.-A. (2002). Efectos secundarios de los plaguicidas en los enemigos naturales: necesidad de su estudio para la autorización de productos en Producción Integrada y otros modernos sistemas productivos (II parte). *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, ISSN 1131-8988, N° 136, 2002, Págs. 26-33, 136, 26–33.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=243944&info=resumen&idioma=SPA>
- Gilley, J. E. (2004). Erosion - Water-Induced. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 4, 463–469. <https://doi.org/10.1016/B0-12-348530-4/00262-9>
- Group. (2022). ¿Cuáles son las aplicaciones del hidróxido de potasio y dónde se puede comprar? - PCC Group Product Portal. <https://www.products.pcc.eu/es/blog/cuales-son-las-aplicaciones-del-hidroxido-de-potasio-y-donde-se-puede-comprar/>
- Jassal, R. S., Black, T. A., Cai, T., Morgenstern, K., Li, Z., Gaumont-Guay, D., & Nesic, Z. (2007). Components of ecosystem respiration and an estimate of net primary productivity of an intermediate-aged Douglas-fir stand. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(1–2), 44–57. <https://doi.org/10.1016/J.AGRFORMET.2007.01.011>
- Liliana San Martino. (2022). ¿Cómo realizar el referéndum? www.inta.gob.ar/santacruz
- Lobato Fraile, C. (1997). *Hacia una comprensión del aprendizaje coo-perativo*. 59–76.
- Luters, A., & Salazar, J. C. (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*.
- Maciej Serda, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, ...)2013(.فاظمی, ح. Synteza i aktywność biologiczna nowych analogów tiosemikarbazonowych chelatorów żelaza. *Uniwersytet Śląski*, 7(1), 343–354.
<https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Martínez Castillo, R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología En Marcha*, ISSN 0379-3982, ISSN-e 2215-3241, Vol. 21, N°. 3, 2008, Págs. 3-13, 21(3), 3–13.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835774&info=resumen&idioma=SPA>
- Muñoz, E. (2022). *ESTIMACIÓN DE LA TASA DE RESPIRACIÓN DEL SUELO*

UTILIZANDO DOS MÉTODOS.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/4930>

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61–72.

<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>

Osorio, N. W. (2012). *3763770001\000 \0006\000 \000C\000o\000m\000o\000*

\000i\000n\000t\000e\000r\000p\000r\000e\000t\000a\000r\000

\000a\000n\000a\000l\000i\000s\000i\000s\000 \000d\000e\000

\000s\000u\000e\000l\000o\000s\000 \000 \000W\000a\000l\000t\000e\000r\000

\000O\0. 1(6).

Perdomo, J., Croplife, E., & America, L. (n.d.). *Ventajas y desventajas de los sistemas de producción convencionales, orgánicos y transgénicos.*

Ricardo Piedra Naranjo. (1989). *D EYECCIÓN DE NEMATODOS POR EL MÉTODO DE LA BOLSA PLÁSTICA 00213. Y.*

Simón, M., Peralta, ; Nahuel, & Costa, J. L. (2013). Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes. *Ciencia Del Suelo*, 31(1), 45–55.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-

[20672013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=en](https://doi.org/10.24245/1850-20672013000100005)

Solvita®. (n.d.-a). *INSTRUCCIONES SOLVITA ® SOIL MASTER KIT DE RESPIRACIÓN NATURAL DE SUELOS.*

Solvita®. (n.d.-b). *Prueba de suelo - Prueba de suelo de campo Solvita - para medir la respiración de CO2 del suelo.* Retrieved July 29, 2024, from <https://solvita.com/fieldtest/>

Steelers, M. (2012). *Capítulo 4 Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola " A nation that destroys its soil destroys itself "*.

<https://www.researchgate.net/publication/304581117>

Valenzuela, R., Riquelme, C., de la Maza, V., Álvarez, A. M., Contardo, V., Ducasse, K., Payá, E., Claverie, X., Venegas, M., Santolaya, M. E., Valenzuela, R., Riquelme, C., de la Maza, V., Álvarez, A. M., Contardo, V., Ducasse, K., Payá, E., Claverie, X., Venegas, M., & Santolaya, M. E. (2024). Microorganismos aislados de hemocultivos y su perfil de resistencia en niños con cáncer y neutropenia febril de alto riesgo. *Red PINDA*, Chile,

2016-2021. *Andes Pediatrica*, 95(2), 143–150.

<https://doi.org/10.32641/ANDESPEDIATR.V95I2.5012>

Vásquez, J. R., Macías, F., & Menjivar, J. C. (2013). Respiración del suelo según su uso y su relación con algunas formas de carbono en el Departamento del Magdalena, Colombia. *Bioagro*, 25(3), 175–180. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Yáñez Díaz, M. I., Cantú Silva, I., González Rodríguez, H., Marmolejo Monsiváis, J. G., Jurado, E., Gómez Meza, M. V., Yáñez Díaz, M. I., Cantú Silva, I., González Rodríguez, H., Marmolejo Monsiváis, J. G., Jurado, E., & Gómez Meza, M. V. (2017). Respiración del suelo en cuatro sistemas de uso de la tierra. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(42), 123–149.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000400123&lng=es&nrm=iso&tlng=es