

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto de abonos orgánicos en el mejoramiento de la
calidad de suelo en el centro poblado Tinyari - Iscos**

Cesia Pilar Sanchez Veliz
Angelica Tatiana Recuay Izaguirre

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Rony Lázaro Chambergo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 22 de febrero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Efecto de abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad de suelo en el centro poblado Tinyari – Iscos

Autores:

1. Cesia Pilar Sanchez Veliz – EAP. Ingeniería Ambiental
2. Angelica Tatiana Recuay Izaguirre – EAP. Ingeniería Ambiental

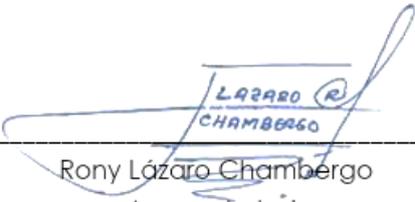
Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 17 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 20 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,


Rony Lázaro Chambergo
Asesor de tesis

AGRADECIMIENTOS

A la universidad por permitirnos pertenecer a la familia Continental y cursar estos años de aprendizaje pleno y a nuestros docentes, quienes con sus lineamientos hicieron de nosotras grandes estudiantes.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación principalmente a nuestro creador, a mis padres y a mi familia por su apoyo incondicional y por enseñarme afrontar las dificultades y superarlas.

Recuay Izaguirre, Angélica Tatiana

A Dios por iluminar mi camino, a mis padres por todo su amor, a mi familia por las ganas de superarme, y a todas aquellas personas que estuvieron involucradas para lograr este gran sueño.

Sanchez Veliz, Cesia Pilar

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Problema general	2
1.1.2. Problemas específicos	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación e importancia	2
1.3.1. Económico	3
1.3.2. Ambiental.....	3
1.3.3. Social.....	4
1.4. Delimitación del proyecto.....	4
1.5. Hipótesis y variable.....	4
1.5.1. Hipótesis	4
1.5.2. Operacionalización de variables	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. El suelo.....	12
2.2.2. Factores que degradan el suelo	22
2.2.3. Uso de la tierra y vegetación.....	24

2.2.4. Cultivos.....	25
2.2.5. Influencia humana.....	25
2.2.6. Abono orgánico.....	26
2.3. Definición de términos básicos.....	27
2.3.1. Abono orgánico.....	27
2.3.2. Fertilizantes.....	27
2.3.3. Calidad de suelo.....	28
2.3.4. Fertilidad.....	28
2.3.5. Eficiencia del abono.....	28
2.3.6. Materia orgánica.....	28
2.3.7. Microorganismo.....	28
2.3.8. Biofertilizantes.....	29
2.3.9. Abono líquido de frutas.....	29
2.3.10. Propiedades físicas del suelo.....	29
2.3.11. Propiedades químicas del suelo.....	29
2.3.12. Densidad aparente.....	29
2.3.13. Porosidad.....	29
2.3.14. Conductividad eléctrica.....	29
2.3.15. Acidez del suelo.....	30
2.3.16. Fósforo disponible.....	30
2.3.17. Potasio disponible.....	30
CAPÍTULO III.....	31
METODOLOGÍA.....	31
3.1. Método y nivel de la investigación.....	31
3.1.1. Método.....	31
3.1.2. Nivel.....	31
3.2. Diseño de la investigación.....	31
3.2.1. Diseño cuasiexperimental.....	31
3.3. Población y muestra.....	32
3.3.1. Tema:.....	32
3.3.2. Población:.....	32
3.3.3. Muestra:.....	32
3.3.4. Selección y ubicación del estudio.....	33
3.4. Procedimiento.....	34

3.4.1. Procedimiento de aplicación abono de restos de frutas	35
3.4.2. Procedimiento para la toma de muestra	36
CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	38
4.1.1. Caracterización de los componentes del suelo del experimento	38
4.1.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo.....	42
4.2. Prueba de hipótesis	46
4.2.1. Nitrógeno	46
4.2.2. Fósforo disponible del suelo	48
4.2.3. Potasio disponible del suelo.....	49
4.2.4. Potencial de hidrógeno.....	51
4.2.5. Conductividad eléctrica.....	52
4.2.6. Materia orgánica del suelo	54
4.2.7. Arena en el suelo.....	56
4.2.8. Limo en el suelo.....	57
4.2.9. Arcilla en el suelo	59
4.3. Discusión de resultados.....	61
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones	64
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	6
Tabla 2. Área de parcelas	32
Tabla 3. Cantidad de dosis de restos de frutas aplicado en las parcelas	35
Tabla 4. Resultados de la caracterización del suelo experimental en el nitrógeno (%)	38
Tabla 5. Resultados de la caracterización del suelo experimental en el fósforo disponible (mg/Kg).....	39
Tabla 6. Resultados de la caracterización del suelo experimental en el potasio disponible(mg/Kg)	39
Tabla 7. Resultados de la caracterización del suelo experimental en el pH(unid.ph).....	42
Tabla 8. Resultados de la caracterización del suelo experimental en la conductividad eléctrica(ms/m)	43
Tabla 9. Resultados de la caracterización del suelo experimental en la materia orgánica (%).....	43
Tabla 10. Resultados de la caracterización del suelo experimental en la arena (%).....	44
Tabla 11. Resultados de la caracterización del suelo experimental en el limo (%).	45
Tabla 12. Resultados de la caracterización del suelo experimental en la arcilla (%)......	46
Tabla 13. Nitrógeno final del suelo experimental	46
Tabla 14. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del nitrógeno del suelo.....	47
Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de Duncan para el nitrógeno final del suelo	47
Tabla 16. Variación del nitrógeno del suelo en comparación al nitrógeno inicial	48
Tabla 17. Fósforo disponible final del suelo experimental	48
Tabla 18. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del fósforo disponible del suelo ..	48
Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Duncan para el fósforo disponible final del suelo.	49
Tabla 20. Variación del fósforo disponible del suelo en comparación al fósforo disponible inicial.	49
Tabla 21. Potasio disponible final del suelo experimental.....	49
Tabla 22. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del potasio disponible del suelo ..	50
Tabla 23. Prueba de comparación múltiple de Duncan para el potasio disponible final del suelo.	50
Tabla 24. Variación del potasio disponible del suelo en comparación al potasio disponible inicial	51
Tabla 25. pH final del suelo experimental	51
Tabla 26. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del pH del suelo	51
Tabla 27. Prueba de comparación múltiple de Duncan para el pH final del suelo	52
Tabla 28. Variación del pH del suelo en comparación al pH inicial.....	52
Tabla 29. Conductividad eléctrica final del suelo experimental	53
Tabla 30. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la conductividad eléctrica del suelo	53
Tabla 31. Prueba de comparación múltiple de Duncan para la conductividad eléctrica final del suelo.....	54
Tabla 32. Variación de la conductividad eléctrica del suelo en comparación a la conductividad eléctrica inicial	54
Tabla 33. Materia orgánica final del suelo experimental	54
Tabla 34. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la materia orgánica del suelo..	55
Tabla 35. Prueba de comparación múltiple de Duncan para la materia orgánica final del suelo..	55

Tabla 36. Variación de la materia orgánica del suelo en comparación a la materia orgánica inicial	56
Tabla 37. Arena final del suelo experimental	56
Tabla 38. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arena del suelo.....	56
Tabla 39. Prueba de comparación múltiple de Duncan para la arena final del suelo.....	57
Tabla 40. Variación de la arena del suelo en comparación a la arena inicial.....	57
Tabla 41. Limo final del suelo experimental	57
Tabla 42. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de limo en el suelo	58
Tabla 43. Prueba de comparación múltiple de Duncan para el limo final del suelo	58
Tabla 44. Variación del limo del suelo en comparación al limo inicial.....	59
Tabla 45. Arcilla final del suelo experimental	59
Tabla 46. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arcilla en el suelo.....	59
Tabla 47. Prueba de comparación múltiple de Duncan para la arcilla final del suelo	60
Tabla 48. Variación de arcilla del suelo en comparación a la arcilla inicial.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de los parámetros físico y químicos del suelo (6).	4
Figura 2. Vista desde un punto.	13
Figura 3. Servicios ambientales que presta el suelo, tomado de “Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín 2017” (17). ...	13
Figura 4. Agrupación según su tamaño, tomado de “Semana de la Ciencia y Tecnología, Jornada de Puertas Abiertas” (16).	14
Figura 5. Composición del suelo, tomado de “Edafología” (19).	15
Figura 6. <i>Diagrama textural de la USDA, tomado de “Textura del suelo” (21).</i>	16
Figura 7. Grupos texturales, tomado de “DECRETO SUPREMO N° 005-2022-MIDAGRI” (22).	17
Figura 8. Tipos de fertilidad del suelo tomado de “DECRETO SUPREMO N° 005-2022- MIDAGRI” (22).	18
Figura 9. <i>Clasificación de nitrógeno, tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT- 2000. Segunda Sección” (24).</i>	18
Figura 10. <i>Clasificación del fósforo disponible, tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021- RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).</i>	19
Figura 11. <i>Clasificación del potasio disponible, tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021- RECNAT-2000. Segunda Sección” (25).</i>	19
Figura 12. Escala de pH, tomado de “Norma Oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).	20
Figura 13. Escala de salinidad, tomado de “Norma Oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).	21
Figura 14. <i>Clasificación de la materia orgánica, tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM- 021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).</i>	22
Figura 15. Clasificación del uso del suelo, “Guía para la descripción del suelo” (30).	25
Figura 16. Códigos recomendados para influencia humana, tomado de “Guía para la descripción del suelo” (30).	26
Figura 17. Mapa de Ubicación.....	33
Figura 18. Mapa de la parcela de donde se sacaron las muestras	34
Figura 19. Puntos de vértice de la parcela total.	34
Figura 20. Puntos de toma de muestra con técnica de zig zag.....	36
Figura 21. Cuarteo de muestras	37
Figura 22. Medias de nitrógeno	38
Figura 23. Medias de fósforo disponible	39
Figura 24. Medias de potasio disponible	40
Figura 25. Medias de pH.....	42
Figura 26. Medias de conductividad eléctrica	43
Figura 27. Medias de materia orgánica.....	44
Figura 28. Medias de arena.....	44
Figura 29. Medias de limo:	45
Figura 30. Medias de arcilla	46

RESUMEN

La tesis que lleva por título “Efectos de abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad de suelo en el centro poblado Tinyari Grande - Iscos”, llevada a cabo con la finalidad de analizar cómo los abonos orgánicos impactan en la optimización del suelo en sus propiedades fisicoquímicas. El diseño de la investigación ha sido experimental. Se aplicaron cáscara de plátano y cáscara de piña directamente en parcelas, ambos llevaron un tratamiento de manera individual en el transcurso doce semanas, obteniendo un suelo rico en nutrientes. Seguidamente, se tomaron las muestras según protocolo de toma de muestras del INIA. En las propiedades físicas, se ha obtenido una textura adecuada, ya que facilita la absorción de nutrientes a las plantas sin intervención de abonos químicos, en el caso de las propiedades químicas, el abono con cascara de plátano tuvo ligera diferencia, que fue el abono con mayor puntaje en conductividad eléctrica (49.933mS/m), y se encontró dentro de una calificación normal. Es decir, en este suelo, no existe restricción para ningún cultivo, en el caso del potencial de hidrógeno, el que obtuvo mejores resultados, ha sido en el tratamiento con cáscara de piña (7.600), pues se ubicó en moderadamente alcalino, en la materia orgánica la cáscara de piña tuvo mayor resultado (4.967%). Un suelo que presenta una elevada cantidad de materia orgánica. En el caso de los componentes (N, P, K), el abono a base de plátano obtuvo mejores resultados. La investigación tiene un gran aporte económico, ambiental y académico, ya que en la actualidad se busca disminuir la utilización de fertilizantes químicos.

Palabras claves: abono orgánico, piña, plátano, propiedades físicas, propiedades químicas

ABSTRACT

The thesis entitled "Effects of organic fertilizers on improving soil quality in the Tinyari Grande - Iscos town center", carried out with the purpose of analyzing how organic fertilizers impact soil optimization. in its physicochemical properties. The research design has been experimental, banana peels and pineapple peels are applied directly to plots, both were treated individually over the course of three months, obtaining a soil rich in nutrients, then samples are taken according to protocol. . of INIA sampling. In the physical properties, an adequate texture has been obtained, since it facilitates the absorption of nutrients to the plants without the intervention of chemical fertilizers, in the case of chemical properties, the fertilizer with banana peel had a slight difference, being the fertilizer with greater score in electrical conductivity (49.933mS/m), being within a normal rating, that is, in this soil there is no restriction for any crop. In the case of hydrogen potential, the one that obtained the best results has been in the peel treatment. of pineapple (7,600) being moderately alkaline, in organic matter the pineapple peel had the highest result (4,967%), A soil that has a high amount of organic matter. In the case of macronutrients (N, P, K), the banana-based fertilizer obtained better results. The research has a great economic, environmental and academic contribution since currently it seeks to reduce the use of chemical fertilizers.

Keywords: organic fertilizer, pineapple, banana, physical properties, chemical properties

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las personas han aumentado el interés en usar abonos orgánicos como alternativa para la fertilización en un suelo agrícola. De esa manera, los productores dan una gran ayuda al entorno natural y al bienestar de los individuos, ya que, en la actualidad, se ha incrementado los precios en los fertilizantes químicos de manera considerable causando un efecto significativo en la economía de los agricultores y por su uso el deterioro en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Por ello, la tesis presenta el análisis de la eficiencia de técnicas y metodologías aplicables para que las propiedades del suelo mejoren y así sean considerados de calidad. Para ello, se realizó una revisión de los antecedentes relacionados a la problemática a estudiarse, con lo indagado se ha planteado cuál sería el efecto de aplicación de abonos orgánicos en el mejoramiento del suelo, así como el análisis de las propiedades fisicoquímicas aplicando abonos orgánicos a base de cáscara de plátano y cáscara de piña en el suelo agrícola del centro poblado Tinyari Grande, distrito de San Juan de Iscos, provincia de Chupaca, región Junín.

Se planteó la hipótesis que si aplicamos el abono orgánico de la cáscara de plátano y piña mejoraran significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo con el objetivo de evaluar los componentes y analizar las propiedades fisicoquímicas del suelo después de la aplicación del abono orgánico en base a cáscara de plátano y piña. El método general aplicado fue el método científico, y el específico hipotético-deductivo, lo cual se muestra a lo largo del estudio, con respecto al procedimiento se ha realizado de la siguiente manera, las cáscaras de plátano y piña fueron aplicadas directamente en parcelas delimitadas para cada una de las variables. Se consideran en total tres parcelas, dos para las variables independientes y una de dónde obtener la muestra control. Se entiende que el suelo constituye el medio en el que crecen los cultivos, aporta nutrientes muy importantes para el desarrollo natural de las plantas. Además, almacena agua para ir aportando a las plantas según lo necesiten; la composición del suelo comprende materia orgánica, arcilla, gases y agua. Tienen diferente textura, en esta tesis, muestra un suelo de textura franco arcilloso con una gran fertilidad con respecto a la materia orgánica, conductividad eléctrica, nitrógeno, potasio y fósforo. Después de obtener los datos analizados por el laboratorio, se ha presentado los resultados resaltando que hubo efectos beneficiosos que sí hubo efectos significativos en la calidad del suelo, así como las discusiones donde se ha comparado otros estudios los cuales indican que los resultados obtenidos se asemejan a los procesos indicados en aquellos estudios. Finalmente, se dieron las recomendaciones de mejora de la tesis en la metodología y análisis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

En la actualidad, se vive en un mundo donde se ve que el crecimiento poblacional es de forma acelerada. Esto conduce a una mayor demanda de consumo de productos agrícolas a nivel nacional, así como internacional, que hace que el suelo se sobrecargue de productos químicos como los fertilizantes los cuales aceleran el proceso de crecimiento de productos agrícolas, pero empobrecen y disminuyen sus nutrientes y calidad.

En la publicación Exportaciones peruanas crecieron un 3.7% y los envíos agrícolas sostienen un crecimiento del 25.1%, informa que la SUNAT publicó que la cifra de exportaciones a inicio de mes enero y mediados del mes de abril de 2022 ha sido el monto de US\$ 18,189 M, cifra que significa un crecimiento del 3.7% con respecto al año anterior. Por ello, se observa de acuerdo a los datos presentados una tendencia de alza de demanda agrícola, para lo cual los suelos agrícolas necesitan y requieren ser mejorados para seguir respondiendo a la demanda de estos productos (1).

Por otro lado, en el Plan de prevención de riesgo de desastres del distrito capital de Chupaca 2022 – 2024, se menciona que, en el Centro Poblado Tinyari Grande, perteneciente al distrito de San Juan de Iscos, el uso de suelo residencial no es de gran densidad, debido a que en su mayoría es habitado por personas adultas y de economía precaria, quienes dedican su tiempo al pastoreo y ganadería debido a que sus suelos muestran pobreza en nutrientes y la población no puede direccionarse a la actividad agrícola como fuente de ingreso primario, como sí lo hacen los distritos de Huamancaca Chico, Tres de Diciembre y Chupaca (2).

En el artículo Impacto a largo plazo de la fertilización sobre la estructura y funcionalidad de la comunidad microbiana del suelo, se menciona que en la ciudad de Buenos Aires 2020 el uso prolongado de fertilizantes químicos causó daños de gran importancia afectando de 5-10 cm de profundidad del suelo, donde la acidez y volumen de suelo generados por los fertilizantes ocasionaron altos valores de fosfatasa y glomalinas (3).

Con base en la situación anterior explicada, se revela que la demanda de productos agrícolas ha superado la regeneración propia y natural del suelo, y con ello se está utilizando productos que regeneran exponencialmente las propiedades del suelo, los cuales causan daños

en su calidad, bajo esta problemática se ha planteado una posible solución de recuperación natural de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el mejoramiento del suelo en el centro poblado Tinyari Grande – Iscos?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto en los componentes del suelo luego de la aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña en el centro poblado Tinyari Grande, San Juan de Iscos?
- ¿Cuál es el efecto en las propiedades fisicoquímicas del suelo luego de la aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña en el centro poblado Tinyari Grande, San Juan de Iscos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el mejoramiento del suelo en el centro poblado Tinyari Grande, San Juan de Iscos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar los componentes del suelo luego de la aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña en el centro poblado Tinyari Grande, San Juan de Iscos.
- Analizar las propiedades fisicoquímicas del suelo luego de la aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña en el centro poblado Tinyari Grande, San Juan de Iscos.

1.3. Justificación e importancia

Arias (4), en su proyecto titulado Propuesta y desarrollo de un modelo de negocio para la venta y comercialización de abono orgánico en el Cantón Pedro Vicente Maldonado en Ecuador 2022, referido al negocio del biol, aborda su estudio por el problema alimenticio del lugar, además el uso de abonos y diferentes fertilizantes químicos, que nos llevaban a un

problema mayor este era la contaminación de suelos. Entonces, la finalidad de ello era la oportunidad de negocio pero cuidando el medio ambiente, con la intención de brindar productos sanos y libre de sustancias químicas. El abono orgánico se utilizó desde hace muchos años con el objetivo de aumentar y mejorar la fertilidad del suelo, además de cambiar y mejorar sus propiedades fisicoquímicas beneficiando el desarrollo de los cultivos. Es así como, en la actualidad, su uso es de gran importancia, pues ha demostrado eficiencia en el incremento de la rendición y calidad de productos agrícolas. Menciona que un 34 % de la población utiliza el abono en cantidades de 51 Kg a 150 Kg, mientras un 20 % de la población utiliza de 151Kg a 300Kg, seguidamente, un 19 % de la población utiliza más de 300 Kg, el mismo porcentaje utiliza de 1Kg a 50 Kg; finalmente, un 8% de la población prefiere no utilizar abonos o fertilizantes.

1.3.1. Económico

Según Vasco (5), en el artículo Determinantes socioeconómicos del consumo de productos ecológicos en Quito, 2015, la importancia del consumo de productos orgánicos y ecológicos, a través de una encuesta se analizaron los datos y determinaron que las personas tienen un mayor consumo de productos orgánicos y productos ecológicos. De esa manera, se enfocaron en promover y fomentar la producción ecológica con el objetivo de disminuir los costos y el precio a ofrecer al consumidor. Por otro lado, se enfocan en difundir los beneficios y ventajas para consumir dichos productos. Además, mencionan que el ingreso de los consumidores de productos agroecológicos supera los \$1,500.00. Esto será de gran beneficio para el centro poblado de Tinyari Grande, ya que sus habitantes podrán tener la capacidad de adquisición de estos productos. También, refiere que, gracias al consumo de estos productos agroecológicos, sus niveles de escolaridad promedio han sido de 15.8, lo que demostró que son muy beneficiosos para los niños y jóvenes en etapa escolar.

1.3.2. Ambiental

El incremento de nitrógeno en el suelo mejora su calidad, aporta al mantenimiento y cuidado del medio ambiente, debido a su inserción agrícola y contribuye a la eficiencia de uso de suelo.

Según Daza (6), en el artículo Beneficios agronómicos y ambientales de fuentes de fertilizantes nitrogenados en *Ocimum basilicum* L, 2018, al comparar dos métodos de obtención de abono orgánico, demuestra que los abonos orgánicos en los suelos agrícolas mejoran la eficiencia del nitrógeno como se puede visualizar en la Figura 1, debido a que se ha obtenido cambios positivos en la porosidad.

Figura 1

Niveles de los parámetros físico y químicos del suelo (6)

Abono	pH	CIC	CO	NT	K	Ca	Mg	C/N
		cmol(+) \cdot kg ⁻¹			%			
L	7,3	24,6	13,0	1,22	1,0	3,8	1,1	13,0
G	7,5	34,5	16,0	1,43	1,2	11,2	0,4	12,3

CIC = capacidad de intercambio catiónico; CO = carbono orgánico; NT = Nitrógeno total; L= lombricompost; G= gallinaza.

1.3.3. Social

En la tesis Influencia del nivel de conocimiento y la valoración de beneficios de los alimentos orgánicos en los consumidores de los NSE A y B en Lima Metropolitana, 2018, se demostró que el propósito consistía en investigar la conexión entre la ingesta humana y el grado de comprensión con la evaluación de productos orgánicos y sus ventajas. En este contexto, es evidente que la preferencia por alimentos saludables está vinculada al nivel educativo de los individuos. También, el precio de los productos depende del transporte de estos. Se debe tener en cuenta que la valoración de las ventajas de consumir productos orgánicos tienden a lo largo de los años a ser mayor, debido a que los consumidores y demás sectores son más sensibles al tema del cuidado de la salud (7).

1.4. Delimitación del proyecto

El proyecto se ejecutó en el centro poblado de Tinyari Grande perteneciente al distrito San Juan de Iscos, provincia de Chupaca, región Junín – Perú.

1.5. Hipótesis y variable

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

H₀: La aplicación de abonos orgánicos no mejora significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo del centro poblado Tinyari Grande - Iscos.

H₁: La aplicación de abonos orgánicos mejora significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo del centro poblado Tinyari Grande - Iscos.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña mejora significativamente los componentes del suelo del centro poblado Tinyari Grande - Iscos.
- La aplicación de abonos orgánicos de plátano y piña mejora significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo del centro poblado Tinyari Grande - Iscos.

1.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento	
Independiente	Abonos de materia orgánica (plátano y piña)	Orgánico: residuo de origen biológico	Abonos orgánicos	Abono orgánico de plátano	%	
Dependiente	Propiedades fisicoquímicas del suelo	Físicas: estado de un sistema que es medible y observable. Químicas: alteración de la estructura interna o molecular de un sistema. Químicas: alteración de la estructura interna o molecular de un sistema.	Propiedades	pH	pH	Potenciómetro
				Conductividad eléctrica	Ds.m-1	Conductómetro
				Materia Orgánica	%	Walkey-Black
				Nitrógeno	%	
				Fósforo disponible	mg/kg	Oisen y colaboradores Bray y Kurtz 1
				Potasio Disponible	mg/kg	Acetato de amonio
				Arena	%	
				Limo	%	
Arcillo	%					

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Fonseca (8), en su artículo Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador, 2019, tradicionalmente, se puede observar en el cultivo del bananero utiliza altas dosis del fertilizante químico, por lo general nitrógeno y potasio, es por ello que busca alternativas que aporten nutrición con plantaciones más sostenibles. La plantación de bananos orgánicos sería buena opción, ya que garantiza la alimentación nutricional; por ello, en dicho artículo, se desarrolló un método experimental con el uso de abono orgánico, la utilización de desechos vegetales para la creación de vermicompost mediante el empleo de lombrices, en este caso con la utilización de restos de plátano como sustrato., estiércol, residuos de poda, etc. Al descomponerse produce humus y el color negruzco que tiene la tierra, se debe a la gran cantidad de carbono que este tiene, que ayuda a la tierra a incrementar sus nutrientes y de esa manera ayuda al cultivo de bananos orgánicos. También, se determinó que el uso de abonos orgánicos demuestra efectividad y eficiencia por que mejora el aprovechamiento de los fertilizantes en el cultivo del banano. El humus elaborado por medio de la lombriz, el estiércol de gallina son excelentes fertilizantes para los cultivos, de manera natural que nos permite dar contenido nutricional al suelo. Teóricamente nos proporciona información sobre el Abono orgánico y la eficiencia que tendrá en el cultivo del banano. Es así como este artículo respalda el presente trabajo de tesis elaborado, ya que demuestra que el abono orgánico de plátano es eficiente y eficaz para el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas.

Según Corredor y Pérez (9), en su artículo Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento en la calidad del ambiente, 2018. La agroindustria fomenta el desarrollo económico, social y ambiental siempre en cuando exista protección del medio ambiente, comenzando desde la materia prima y avanzando hasta alcanzar el producto terminado, su objetivo ha sido realizar una revisión de las diferentes alternativas de tal manera que se pueda aprovechar los residuos agroindustriales.

El agua contenida en los residuos orgánicos ha sido extraída por medios físicos como la deshidratación con el fin de obtener el nivel adecuado para su conservación, existen varias alternativas de secado como el solar controlado, por aspersión, por aire caliente, etc.

Se utilizan los residuos agroindustriales lignocelulósicos para que puedan producir bioetanol empleando procesos biológicos. Sabiendo que el bioetanol se obtiene de la fermentación de azúcares que están presentes en granos y plantas vegetales.

Por otro lado, estos residuos pueden convertirse en mejoradores de calidad del medio ambiente, y porque no de los seres vivos. Después de la revisión que realizaron determinaron que la mayoría de los desechos agroindustriales se destinan principalmente a la mejora de la calidad del entorno ambiental, especialmente aquellos derivados de frutas y vegetales, la industria azucarera, la molinería de arroz, entre otras, lograron producir bioenergéticos como el biodiésel, bioetanol, biogás y biomasa energética, de la misma manera son usadas en el abono orgánico o para alimento de animales, de tal manera que el impacto negativo solo lo generaría su manejo incorrecto.

Al conocer los diferentes caminos que podemos tomar con los residuos agroindustriales se evidencia que, existen mil maneras de poder cambiar el impacto negativo a uno positivo, todos los residuos presentan una composición química diferente que permite utilizarlos de manera distinta, sin desaprovecharlos. En la presente investigación, se realizó el uso de la merma de frutas, con ello elaborar un abono orgánico que ayudará al mejoramiento de la calidad del suelo.

Según Mondragón (10), en su artículo Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano Domínico hartón, en Colombia 2018. El cultivo del plátano se sitió en los tres millones de toneladas, de tal manera que, ha sido reconocido como un cultivo de significativa relevancia debido a su considerable inclusión en la alimentación de la población. Principalmente, los desechos que surgen corresponden a los desechos de plátano, los cuales no son aprovechados de manera efectiva por el productor. El propósito de este estudio ha sido examinar las propiedades fisicoquímicas de las cáscaras y los vástagos que se originan durante la recolección y el período posterior a la cosecha de la fruta. Los materiales para esta investigación ha sido la cáscara y vástago que se obtienen del proceso de comercialización del plátano en diferentes empresas. Ha sido una investigación experimental, ya que la cáscara y el vástago ha sido secados en una estufa, luego molidos y tamizados. Con el estudio, se determinó que la cáscara y el vástago son diferentes alternativas de solución, demostrando eficiencia al ser usados como abono orgánico.

Según Armijos (11), en su artículo Elaboración de biocarbón obtenido a partir de la cáscara de cacao y raquis del banano, 2018, las prácticas humanas que afectan la sostenibilidad agrícola, como la utilización excesiva de pesticidas, la compresión del suelo, la erosión y la conversión de áreas boscosas en terrenos cultivados, ponen en riesgo la viabilidad de la

agricultura a largo plazo. La noción de emplear desechos agrícolas con el propósito de producir fertilizantes está ganando aceptación gradualmente, como un enfoque para mejorar la fertilidad del suelo, rehabilitar áreas degradadas y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas a las prácticas agrícolas. El estudio propuso crear un horno que utilice el proceso de pirólisis para crear carbón vegetal a partir de restos de plátano y cacao. Debido a su alta concentración de lignina, su capacidad para generar biocarbón y su fácil disponibilidad desde plantaciones de cacao, se ha optado por emplear la cáscara de cacao como fuente de material, se recolectaron 500 libras de cáscaras de cacao, las cuales han sido secadas al aire libre durante 15 días en una superficie de cemento para eliminar la humedad, resultando en 144 libras de materia prima seca. Los raquis de plátano, suministrados por la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, ha sido elegidos otro recurso debido a su abundancia y su subutilización por los agricultores. Se recolectaron 550 libras de raquis de plátano, los cuales, también, fueron secados al igual que las cáscaras de cacao, con la particularidad de que se cortaban secciones de 10 cm diariamente para facilitar la pérdida de agua. Al final del proceso de secado, se ha obtenido una sustancia fibrosa de tonalidad gris oscuro. La elaboración del producto siguió un método adaptado de Takolpuckdee, que consistía en introducir diferentes cantidades de raquis de plátano seco junto con mazorcas de cacao secas. El proceso comenzaba con la colocación de la materia prima en un depósito codificado como T1, que medía 70 cm de largo por 40 cm de ancho y tenía una tapa hermética, con un peso total de 16 libras. Posteriormente, el contenido de T1 se transfería al T2, un depósito más grande con dimensiones de 120 cm de alto por 50 cm de ancho, y que contaba con una apertura interna. La leña fue incorporada en el T2 y encendida a través de la apertura inferior para generar calor y mantener la temperatura necesaria. Según los registros técnicos recopilados para esta investigación, se destaca que esta técnica actúa como un tipo de fertilizante que mejora las condiciones del suelo y facilita la absorción de carbono en el suelo.

Según Mestanza (12), en la tesis *Elaboración de un material biosorbente a partir de cáscara de plátano para ser utilizado en la remoción de cromo vi proveniente de las aguas residuales en la industria de curtiembre, 2019, en el Salvador*, se ha convertido en una necesidad imperante abordar soluciones encaminadas a mejorar el tratamiento de las aguas residuales industriales que son vertidas al medio acuático. Esto es crucial debido a que la calidad de los recursos hídricos del país ha experimentado un deterioro notable en tiempos recientes, a causa de diversos tipos de desechos, ya sean naturales, artificiales, domésticos o industriales. En este contexto, es plausible afirmar que la cáscara de plátano puede servir como materia prima en la creación de un material biosorbente, cuyo uso podría ser aplicado en el tratamiento de aguas residuales. Tal enfoque resulta especialmente viable considerando que El Salvador reúne las condiciones ideales para el cultivo de plátanos. La utilización de la cáscara de plátano como

recurso se presenta como un concepto intrigante, y la selección del material biosorbente óptimo dependerá de los recursos disponibles y del nivel de contaminación presente en el material en cuestión. Este estudio ayudaría considerablemente al medio ambiente si todas las empresas agroindustriales harían uso de sus residuos orgánicos. Permite aportar datos importantes sobre la cáscara de plátano y la eficiencia del uso de esta.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Balvin (13), en la tesis *Abono orgánico y su eficiencia en el cultivo del alfalfa basada en residuos orgánicos del mercado La Moderna Chilca Huancayo*, en 2022, la pregunta que surgió ha sido ¿Cuál será la efectividad del abono orgánico elaborado a partir de los desechos del mercado La Moderna Chilca-Huancayo en el cultivo de alfalfa? Huancayo, una provincia de importancia, genera aproximadamente 120 toneladas de residuos anualmente, siendo el comercio informal el principal generador de desechos. El propósito consistió en evaluar la eficacia del abono orgánico obtenido a partir de los desechos orgánicos del mercado para el cultivo de alfalfa. El abono orgánico que arrojó los resultados más favorables ha sido producido a partir de restos de frutas y se completó en un lapso de 11 semanas, alcanzando una temperatura de 36.7°C y un pH de 7. En comparación, el abono orgánico elaborado con residuos de carne demandó 12 semanas para su producción, obteniendo un pH de 6. El abono derivado de los restos de fruta registró los siguientes valores promedio y demostró un mejor desempeño en términos de la aplicación del abono: experimentó un aumento de 3.63 cm a los 0 días, 10.99 cm a los 25 días, 16.10 cm a los 50 días y 22.39 cm a los 75 días. Una ventaja destacada del abono orgánico radica en su capacidad para competir con otros fertilizantes comerciales disponibles en el mercado, lo que sería altamente beneficioso para el medio ambiente al prevenir que estos materiales recuperables sean descartados en vertederos. Entre los diferentes abonos probados, el abono orgánico con mejor desempeño en el cultivo de alfalfa ha sido aquel elaborado a partir de restos de frutas, logrando un peso húmedo promedio de 728.33 g y un peso seco promedio de 202.33 g. Este abono superó al derivado de la carne, que obtuvo un peso húmedo promedio de 588.33 g y un peso seco promedio de 160.47 g.

En la tesis *Eficiencia del abono orgánico elaborado con ceniza de cáscara de arroz y residuos orgánicos domiciliarios para la producción de culantro (Coriandrum sativum L) y lechuga (Lactuca sativa)*, Yantaló - 2019, tuvo como propósito de investigación evaluar la eficacia de un abono orgánico confeccionado a partir de residuos orgánicos domésticos y ceniza de cascarilla de arroz en el fomento del crecimiento de culantro y la lechuga. Al tratarse de una investigación en curso, se empleó una metodología específica que abordaba tanto cuestiones puntuales como aspectos cuantitativos mediante el uso de métodos estadísticos.

El tratamiento más eficaz, designado como T2, mostró una intervención significativa al promover la salud del suelo y el crecimiento del culantro mediante la aplicación de una mezcla de 4 kilogramos de ceniza y 8 kilogramos de abono orgánico. Por otro lado, el tratamiento T3 demostró que el abono orgánico era altamente efectivo al proporcionar las condiciones óptimas para la producción de culantro en un período de 45 días. También, se destacó por su impacto significativo en la preservación de la salud del suelo y en el estímulo a la producción de lechuga.

Utilizando indicadores económicos, se determinaron los costos de producción asociados a la creación del abono orgánico a partir de ceniza de cascarilla de arroz y desechos orgánicos domiciliarios. El costo por kilogramo (kg) de este abono se estableció en S/1.9, mientras que el precio de venta por 1 kg de abono se fijó en S/7.40.

Antes de la implementación del abono orgánico para el cultivo de culantro y lechuga, se evaluaron las características fisicoquímicas del suelo original. Los análisis iniciales revelaron que el suelo contenía un 0.201% de nitrógeno, 34.56 ppm de fósforo y 115.20 ppm de potasio. La textura del suelo era de tipo franco arenosa y presentaba un pH de 5.54. La materia orgánica inicialmente disponible era de un 4.474%. Después de la incorporación del abono orgánico durante la siembra, se realizó un análisis fisicoquímico final del suelo. En esta etapa, los niveles de nitrógeno descendieron un 84%, mientras que los valores de fósforo y potasio aumentaron un 209% y 5785%, respectivamente para el pH hubo un cambio elevándose de 6.5 a 8.2, y la materia orgánica se incrementó en un 84%.

Respecto al abono orgánico desarrollado con ceniza de cascarilla de arroz y desechos orgánicos domiciliarios, los análisis fisicoquímicos indicaron la presencia de un 0.032% de nitrógeno, 106.95 ppm de fósforo y 6,779.20 ppm de potasio, con un pH de 9.56. Se ha observado que los niveles de fósforo y potasio eran notoriamente elevados, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Se pudo comparar que los niveles de fósforo y potasio eran considerablemente altos, lo que son elementos cruciales para el crecimiento de las plantas (14).

El presente estudio demostró la mejoría en las características fisicoquímicas tanto del suelo como de las plantas a través de la utilización de un abono orgánico elaborado a partir de desechos domésticos. Este hallazgo tiene un impacto sustancial en la investigación, ya que sus resultados pueden ser considerados como el punto de partida para comprender los efectos beneficiosos obtenidos.

Según Mallma (15), en la tesis Evaluación de la eficiencia del té de estiércol y abono de frutas elaborados con residuos orgánicos de mercado en el crecimiento de *Raphanus sativus* - Rimac en 2019, el manejo de los desechos orgánicos plantea un reto que demanda atención. De acuerdo con datos proporcionados por la OEFA en 2014, la ciudad de Lima produce más de 7400 toneladas de residuos al día, lo que equivale aproximadamente a 0,65 kg por persona. Frente a esta realidad, el propósito de esta investigación ha sido determinar cuál de los enfoques de tratamiento, ya sea utilizando té de estiércol o abono de frutas obtenido de residuos orgánicos de mercados, logrará un mayor incremento efectivo en el crecimiento de *Raphanus Sativus*.

El objetivo principal se centra en evaluar el impacto del uso del té de estiércol y el abono de frutas en el desarrollo de rábanos. La metodología empleada se basa en un enfoque experimental con variables controladas, donde se observa cómo los tratamientos específicos influyen en las variables que se analizan. Este estudio se clasifica como aplicado, ya que busca generar teorías y conocimientos fundamentales en un campo concreto, validando una teoría preexistente en un nuevo contexto.

Los resultados del análisis muestran que todos los tratamientos ejercieron un efecto significativo en el crecimiento de las plantas. El tratamiento más eficaz resultó ser el abono de frutas, especialmente en las dosis de 5%, 10% y 20%, siendo la dosis del 5% la más destacada. Le siguió en eficacia el uso del té de estiércol en la dosis del 20%. Ambos tratamientos aportaron, de manera sustancial, al crecimiento de *Raphanus sativus*, y superaron a las demás alternativas. Además, los tratamientos aplicados impactaron positivamente en las propiedades del suelo. Se ha observado un incremento en el pH del suelo a 6.68, y se lograron niveles óptimos de nitrógeno, fósforo y potasio, evidenciando así la mejora en las características fisicoquímicas del suelo.

En síntesis, la investigación concluye que la aplicación tanto del té de estiércol como del abono de frutas, obtenidos de residuos orgánicos, genera efectos significativos y beneficiosos en la mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

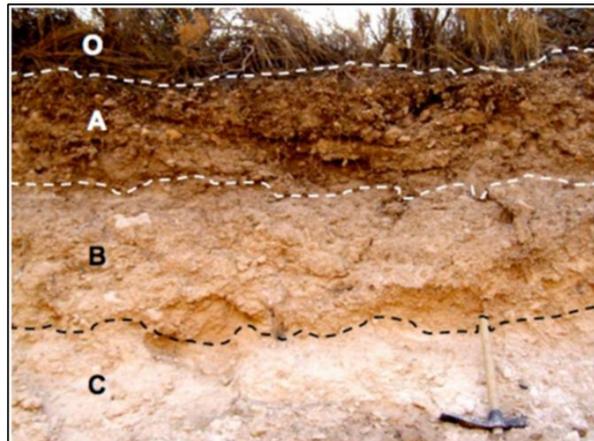
2.2. Bases teóricas

2.2.1. El suelo

El sustrato donde las plantas se desarrollan se denomina suelo, conformando la capa superior de la tierra. Este puede retener el agua de la lluvia y suministrársela a las plantas conforme lo requieran, al mismo tiempo que proporciona los nutrientes vitales para su crecimiento. Además, en el suelo, las raíces obtienen el oxígeno necesario para su

supervivencia. El suelo se distribuye tanto por encima como por debajo de la superficie terrestre, conformando múltiples estratos que son aproximadamente paralelos a la superficie. Las propiedades químicas y físicas de cada estrato se reflejan en su apariencia. Estos estratos del suelo se identifican como perfiles. En un corte de carretera o en un barranco, puede verse el perfil de un suelo. Horizonte A: capa superior, más oscura y fértil, con más raíces. Es la capa arable del suelo. Horizonte B: capa más arcillosa, menos fértil y con menos raíces. Horizonte C: capa más profunda, prácticamente sin raíces como se puede observar en la Figura 2 y 3 (16).

Figura 2
Vista en un corte del suelo en una barranca



Fuente. Semana de la Ciencia y Tecnología, Jornada de Puertas Abiertas” (16, p. 20)

Figura 3
Servicios ambientales que presta el suelo

Servicio ambiental	Descripción
Almacenaje, filtración y transformación	El suelo almacena minerales, materia orgánica, agua y varias sustancias químicas. Sirve de filtro natural de las aguas subterráneas, la principal reserva de agua potable, y libera dióxido de carbono, metano y otros gases a la atmósfera.
Hábitat y reserva genética	El suelo es el hábitat de una cantidad infinita de organismos de todo tipo que viven en el suelo.
Fuente de materias primas	Los suelos proporcionan materias primas tales como las arcillas, las arenas y los minerales.

Nota. Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín 2017” (17).

2.2.1.1. Composición del suelo

El suelo tiene cuatro grupos de componentes:

- Materia mineral
- Materia orgánica
- Agua
- Aire

La mayoría de la estructura del suelo se compone de minerales, conformados por pequeñas rocas y partículas de arcilla que resultan imperceptibles a simple vista y requieren un microscopio para su observación. Los componentes minerales del suelo se organizan en tres categorías basadas en su tamaño como se observa en la siguiente Figura 4 (16).

Figura 4
Agrupación según su tamaño

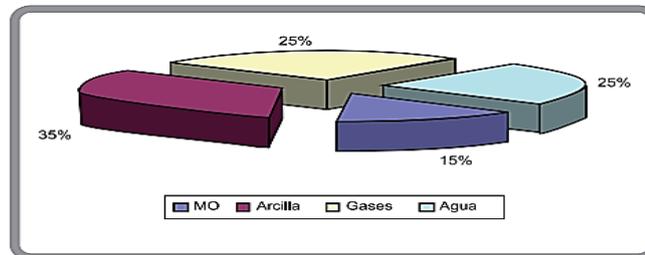
Arena: de 2 a 0.05 mm
Limo: de 0.05 a 0.002 mm
Arcilla: menor a 0.002 mm

Nota. Semana de la Ciencia y Tecnología, Jornada de Puertas Abiertas (16).

Fundamentalmente, el suelo se compone de un componente sólido conocido como la fase sólida del suelo, al que se suman materiales orgánicos y arcillas en menor medida. La fase sólida constituye el 50% del suelo en su totalidad. Aproximadamente, una cuarta parte del suelo se compone de gases, mientras que la cuarta parte restante está principalmente compuesta por agua capilar e higroscópica. Dentro de la fase sólida se pueden discernir dos componentes principales, uno de los cuales es la materia orgánica y el otro son las arcillas.

En la fase sólida, se destacan principalmente dos elementos: la materia orgánica y las arcillas. En la mayoría de los suelos, la fracción de materia orgánica en la fase sólida varía del 0% al 5%, aunque algunos suelos, particularmente, los antroposoles, pueden tener una fracción más elevada que incluso supera el 15%. La cantidad de humedad presente en los suelos varía según el entorno en el que se encuentren y la composición de sus componentes. Esta variación influye en el tipo de agua presente en ellos. (19).

Figura 5
Composición del suelo



Nota. "Edafología" (19).

2.2.1.2. Características del Suelo

a. Textura

Las texturas arcillosas son difíciles de trabajar por ser suelos plásticos. Dada a su elevada capacidad de intercambio catiónico y microporosidad, retienen mucha agua y nutrientes. A pesar de que almacenan mucha agua, tienen una permeabilidad baja, a menos que estén bien construidos y tengan un mecanismo de agrietamiento robusto (20).

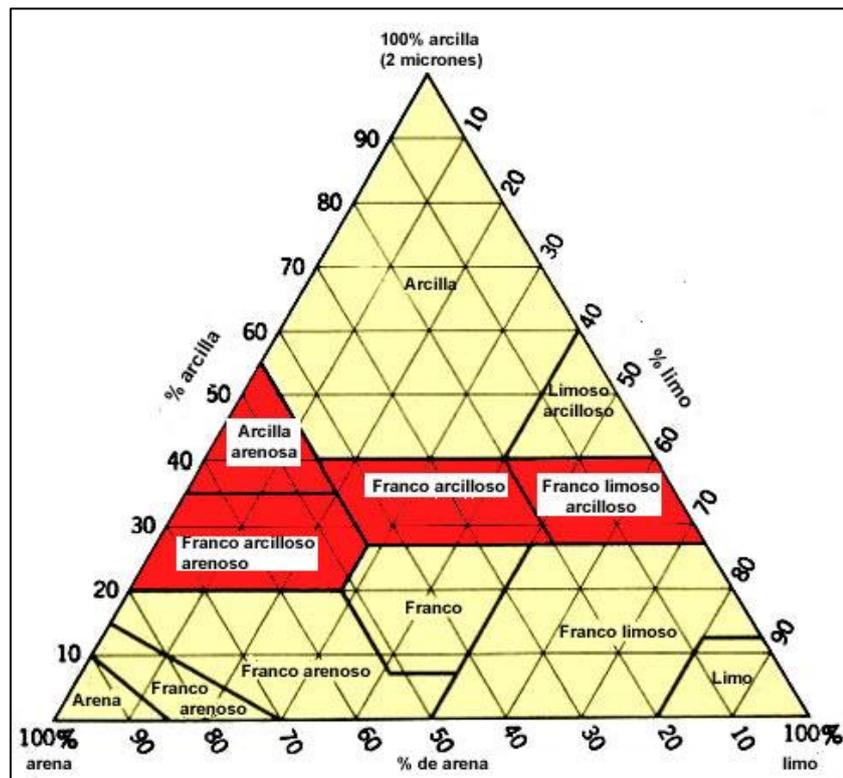
La textura arenosa es lo contrario de arcilloso porque los suelos de textura arenosa se consideran ligeros debido a su escasa flexibilidad y facilidad de trabajabilidad. Debido a que las partículas grandes predominantes facilitan la penetración del aire, presenta una gran aireación. El encharcamiento o la escorrentía sólo pueden producirse en periodos de lluvias intensas, durante los cuales la erosión laminar es crucial. Los restos orgánicos no se acumulan mucho, pero los componentes minerales que se lavan es elevado (20).

La textura limosa muestra escasez de propiedades coloidales esenciales para formar su estructura, debido a ello presenta suelos apelmazados los cuales impiden la aireación y que el agua no circule con fluidez. Las costras superficiales impiden que las plántulas puedan emerger se forman fácilmente (20).

Las texturas francas, también, son llamadas texturas equilibradas sus componente tienen un mayor equilibrio y, por ello, tienen el beneficio de no sufrir defectos como las de textura limosa, el estado de este tipo de textura es considerado como el ideal, los otros tipos de textura que no se asemejan a este tipo, manifiestan mayor inconvenientes en sus propiedades (20).

Estas texturas pueden observarse en la **Figura 6**.

Figura 6
Diagrama textural de la USDA,



Nota. Tomado de "Textura del suelo" (21).

La estructura del suelo está formada por partículas las cuales conjuntamente forman agregados. Las propiedades del suelo como su densidad influyen directamente con la distribución de la vegetación. La distribución de la vegetación se ve afectada por la densidad del suelo, ya que los suelos más densos tienen la capacidad de sostener un mayor volumen de vegetación. Asimismo, la temperatura desempeña un papel crucial en la distribución de la vegetación, especialmente en zonas de mayor altitud. El color del suelo está determinado por los componentes presentes y la cantidad de humedad que contiene (20).

Cada tipo de suelo está compuesto por proporciones particulares de arcilla, limo y arena, siendo las partículas en su mayoría de un diámetro que no supera los 2 mm. La textura predominante se establece en los primeros 100 cm de profundidad, en la **Figura 7** se puede observar los grupos texturales.

Figura 7
Grupos texturales

Símbolo	Grupo	Textura
G	Gruesa	Arena (A)
		Arena franca (AF)
MG	Moderadamente gruesa	Franco arenosa (FA)
M	Media	Franca (F)
		Franca limosa (FL)
		Limo (L)
MF	Moderadamente Fina	Franco arcillosa (FAr)
		Franco arcillo arenosa (FArA)
		Franco arcillo limosa (FArL)
F	Fina	Arcillo arenosa (ArA)
		Arcillo limosa (ArL)
		Arcilla (Ar)

Nota. Tomado de “DECRETO SUPREMO N° 005-2022-MIDAGRI” (22).

b. Fertilidad del suelo

Se puede obtener el contenido de materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superior del suelo, en un espesor de hasta 30 cm. Los valores puntuados se fijaron de acuerdo a la ley del mínimo, es decir que se tomó como referente al valor mínimo obtenido de los resultados presentados, en la **Figura 8** se puede observar los tipos de fertilidad del suelo (22).

Figura 8*Tipos de fertilidad del suelo*

Puntuación	Clase	Descripción
1	Fertilidad alta	Cuando todos los contenidos de materia orgánica, así como fósforo y/o potasio son altos.
2	Fertilidad media	Cuando alguno de los contenidos de materia orgánica, así como fósforo y/o potasio es medio, los demás son altos.
3	Fertilidad baja	Cuando por lo menos uno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es bajo.

Nota. Tomado de “DECRETO SUPREMO N° 005-2022-MIDAGRI” (22).

c. Nitrógeno

Es una molécula que está presente en la composición de aminoácidos, proteínas, enzimas y coenzimas, así como en glico y lipoproteínas, vitaminas, pigmentos, bases nitrogenadas y ácidos nucleicos. Cumple un rol fundamental como componente y activador de todas las enzimas. El nitrógeno participa en diversos procesos, que incluyen la absorción iónica, la respiración, la fotosíntesis, la síntesis y diferenciación celular, así como en los procesos de herencia y multiplicación (23).

Figura 9*Clasificación de nitrógeno*

Clasificación	mg/kg de N
Muy bajo	0 - 10
Bajo	10 -20
Medio	20 – 40
Alto	40 – 60
Muy Alto	> 60

Nota. Tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).

d. Fosforo disponible

Se encuentra en la composición de ésteres de carbohidratos, coenzimas, fosfolípidos y ácidos nucleicos. Desempeña un papel esencial en la almacenamiento y transferencia de energía, además de estar involucrado en la fijación simbiótica de nitrógeno y en otros procesos relacionados con el nitrógeno (23).

Figura 10

Clasificación del fósforo disponible

Clasificación	mg/kg de N
Bajo	< 5.5
Medio	5.5 - 11
Alto	> 11

Nota. Tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).

e. Potasio disponible

Principalmente iónico, componente de quinasa pirúvica, síntesis de glutatión, formación de succinil CoA, producción de glutamilsteína, generación de NAD⁺, actividad de deshidrogenasa aldehído, entre otros procesos. Juega un papel en procesos osmóticos, regulación de la apertura y cierre de estomas, fotosíntesis, transporte de carbohidratos, respiración, y en la fijación simbiótica de nitrógeno, entre otros (23). **figura 11** se visualiza la Clasificación de potasio disponible.

Figura 11

Clasificación del potasio disponible

Clasificación	mg/kg de N
Bajo	< 120
Medio	120 – 240
Alto	240 – 480
Muy Alto	> 480

Nota. Tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (25).

f. pH

El pH es una propiedad química que evalúa el nivel de acidez o alcalinidad de soluciones acuosas. En los suelos, el pH indica el grado de acidez o alcalinidad de la solución, y la absorción de nutrientes por los microorganismos y las raíces depende de las propiedades del suelo. En los suelos, el pH de la solución generalmente varía entre 4.0 y 8.0. Se considera que los suelos con un pH de 7 son alcalinos. En las zonas tropicales húmedas, prevalece una condición ácida, mientras que en las zonas secas o tropicales, la condición del pH es dominante (26). En la **Figura 12** se visualiza la Clasificación de potasio disponible.

Figura 12
Escala de pH

Rangos	Evaluación	Efectos
<5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables
5.1 – 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 -7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 – 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

Nota. Tomado de “Norma Oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).

g. Conductividad eléctrica

Los suelos según su salinidad pueden ser:

Figura 13
Escala de salinidad

Clasificación	Clase	Descripción
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 1600	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	>1600	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota. Tomado de “Norma Oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).

h. Materia orgánica

Son aquellos compuestos como carbohidratos, proteínas y ligninas que están presentes en los residuos de plantas, animales y materiales. Los microorganismos actúan descomponiendo la materia orgánica en dióxido de carbono, en caso de residuos más resistentes los microorganismos lo descomponen en humus. Los microbios atrapan nitrógeno presente en el suelo cuando empieza su descomposición.

Los nutrientes del suelo están almacenados principalmente en la materia orgánica y en el humus. La materia orgánica tiene la capacidad de mejorar las propiedades del suelo como mejorar su estructura, generar arcilla suelta, previene la erosión y retiene con facilidad agua en suelos toscos o arenosos.

Un suelo enriquecido de materia orgánica involucra varios factores que lo benefician como la textura del suelo, el drenaje, si existe laboreo, presencia de vegetación y el clima. Las praderas vírgenes destacan por tener suelos minerales los cuales presentan alta proporción de materia orgánica; por lo contrario, en caso de los bosques y lugares con climas cálidos son característicos por tener una menor cantidad de materia orgánica.

Figura 14
Clasificación de la materia orgánica

Clasificación	mg/kg de N
Muy bajo	< 0.5
Bajo	0.6 – 1.5
Medio	1.6 – 3.5
Alto	3.6 – 6.0
Muy alto	> 6.0

Nota. Tomado de “Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección” (24).

2.2.2. Factores que degradan el suelo

2.2.2.1. Fertilizantes:

El empleo de fertilizantes inorgánicos, a pesar de su importancia en la agricultura contemporánea para alcanzar un elevado rendimiento en los cultivos, puede generar, según las cantidades utilizadas y el método de gestión adoptado, un peligro potencial de degradación del entorno. Dosis bajas o moderadas de fertilizante apenas generan o incluso no generan ningún impacto negativo en el ecosistema, dado que las plantas absorben los nutrientes. No obstante, un exceso en las cantidades que sobrepasa las demandas de las plantas puede dar lugar a la polución. Los nutrientes adicionales pueden ser temporalmente retenidos en el suelo, pero con el tiempo serán arrastrados por el agua o el viento.

2.2.2.2. Plaguicidas

Cualquier sustancia o mezcla de sustancias desarrollada para prevenir, eliminar o gestionar diversas formas de infestación, que incluyen: agentes transmisores de enfermedades en seres humanos o animales, especies no deseadas de plantas o animales que causan daños o interfieren en la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y sus derivados, así como en alimentos para animales. Además, estas sustancias pueden ser aplicadas a animales con el propósito de controlar insectos, arácnidos u otros organismos dañinos que se encuentren en o sobre sus cuerpos (27).

Luchar contra las plagas se configura como una estrategia esencial para elevar la productividad en la agricultura. Las pérdidas originadas por estas plagas son significativas. Se estima que, si los agricultores no recurrieran a productos químicos para contrarrestar los impactos de las plagas en los cultivos, las enfermedades vegetales y la competencia de malezas, aproximadamente un tercio de la producción mundial de alimentos estaría en riesgo. Junto con el incremento en los rendimientos, la reducción de las marcadas fluctuaciones en las cosechas causadas por las plagas es de gran relevancia económica, así como el aprovechamiento de la disminución de la mano de obra a través del uso de pesticidas.

Es crucial señalar que los insectos afectan a la ganadería, causan daños a la madera y a las plantas utilizadas para fines industriales, además de poder transmitir enfermedades a los seres humanos. Como resultado, las ventas de productos químicos agrícolas han crecido rápidamente desde la consolidación de la industria moderna en la década de 1940, con un aumento anual aproximado del 10% en 1981. Globalmente, las ventas alcanzaron los 17.500 millones de dólares, de los cuales alrededor de 14.000 millones correspondieron a productos fitosanitarios. Dos terceras partes de estas ventas tuvieron lugar en regiones con agricultura intensiva, como Europa Occidental, Norteamérica y Japón.

No obstante, el uso de plaguicidas conlleva diversos problemas que deben ser considerados. En primer lugar, estos productos químicos alteran el equilibrio natural de los ecosistemas, lo que impacta profundamente en los sistemas ecológicos. Este aspecto es particularmente relevante en el caso del suelo, un ecosistema complejo donde coexisten diversas poblaciones de organismos, como animales, plantas y microorganismos, que mantienen una delicada armonía con el agua y los minerales del suelo. La introducción de plaguicidas, compuestos químicos de gran actividad,

perturba este equilibrio y origina una serie de efectos diversos que probablemente influyen en varios componentes biológicos del suelo.

Simultáneamente, es plausible que los insectos y otros parásitos desarrollen resistencia a los plaguicidas, lo que exige aumentar las dosis o emplear productos más potentes. Tanto la flora como la fauna pueden resultar afectadas por la aplicación de plaguicidas, tanto en la zona tratada como en áreas más extensas. Los residuos de estos compuestos pueden dispersarse en regiones distantes mediante el viento, corrientes de agua y cadenas tróficas, alcanzando áreas más alejadas de la región de aplicación (28).

2.2.2.4. Agroquímicos

Los compuestos químicos agrícolas, ampliamente utilizados en la actividad agrícola, tienen como objetivo fundamental salvaguardar y proteger los cultivos. Sin embargo, en la búsqueda de lograr este propósito, en ocasiones se pasa por alto los posibles efectos adversos que estos compuestos pueden generar. Los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica liberan nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. Las sustancias tóxicas derivadas del uso de pesticidas son parcialmente descompuestas o utilizadas por organismos como fuentes de energía, lo que resulta en una reducción de la contaminación en el entorno circundante. Además, esta acción contribuye a mejorar la estructura del suelo y, por consiguiente, su capacidad de producción en los cultivos que se cultivan en él (29).

2.2.3. Uso de la tierra y vegetación

La utilización de la tierra involucra su empleo presente, tanto para fines agrícolas como no agrícolas, en la ubicación específica del suelo. La manera en que se utiliza la tierra ejerce una notable influencia sobre cómo se forma el suelo y a qué velocidad ocurre este proceso; la inclusión de esta información realza significativamente la capacidad de interpretar los datos del suelo, en la **Figura 15** se puede observar la clasificación de la tierra según su uso (30).

Figura 15
Clasificación del uso del suelo

Clasificación del uso de la tierra	
A = Agricultura (producción de cultivos)	
AA	= Cultivos anuales
AA1	= Agricultura migratoria (roza, tumba y quema
AA2	= Agricultura de barbecho
AA3	= Ley system cultivation
AA4	= Agricultura de temporal
AA5	= Cultivo de arroz bajo inundación
AA6	= Agricultura bajo riego
AP	= Cultivos perennes
AP1	= Agricultura de temporal
AP2	= Agricultura bajo riego
AT	= Cultivos arbóreos (frutales?) y arbustivos
AT1	= Cultivo arbóreo secanote temporal
AT2	= Cultivo arbóreo bajo riego
AT3	= Cultivo arbustivo de secano
AT4	= Cultivo arbustivo bajo riego
Loa códigos adicionales se pueden usar para especificar con mayor detalle el tipo de uso de la tierra; Por ejemplo:	
AA4	= Agricultura de temporal
AA4T	= Tradicional
AA4I	= Tradicional mejorada
AA4M	= Tradicional mecanizada
AA4C	= Comercial
AA4U	= No especificado
M = Agricultura mixta	
MF	= Agroforestería
MP	= Agropastoril

Nota. “Guía para la descripción del suelo” (30).

Es necesario describir los tipos de plantaciones realizadas en tierras aptas para la agricultura, así como proporcionar detalles completos acerca de cómo se manejan los suelos, la aplicación de fertilizantes, la duración de los intervalos de reposo, los métodos de rotación y los niveles de producción (31).

2.2.4. Cultivos

Las plantas cultivadas tienen un propósito económico al ser sembradas. Conocer qué tipo de cultivo se está realizando resulta crucial, ya que proporciona una comprensión de cómo el suelo se ve afectado debido a las técnicas de gestión utilizadas, así como los nutrientes necesarios y la forma en que se debe tratar el suelo. Esta información puede ser brindada de forma genérica o específica según lo requiera la situación (30).

2.2.5. Influencia humana

Se alude a posibles pruebas de la acción humana que podría haber tenido un impacto en la apariencia del entorno o en las características físicas y químicas del terreno.

Es útil indicar el grado de alteración de la vegetación natural cuando se tiene diferentes medios ambientes. En la sección de vegetación describe la vegetación, en la **Figura 16** puede verse lo respectivos códigos (30).

Figura 16
Códigos recomendados para influencia humana

Códigos recomendados para influencia humana	
N = Sin influencia	BU = Terraplén
NK = No conocida	BR = Incendio
VS = Vegetación ligeramente perturbada	TE = Terraceo
VM = Vegetación moderadamente perturbada	PL = Barbecho
VE = Vegetación fuertemente perturbada	MP = Plaggen
VU = Vegetación perturbada (no especificado)	MR = Orillas elevadas (propósitos agrícolas)
IS = Riego por aspersión	ME = Orillas elevadas (propósitos de ingeniería)
IF = Riego por surcos	MS = Adiciones de arena
ID = Riego por goteo	MU = Adiciones minerales (no especificado)
IP = Riego por inundación	MO = Adiciones orgánicas (no especificado)
IB = Riego por lindera	PO = Contaminación
IU = Riego (no especificado)	CL = Matarrasa o chaqueo
AD = Drenaje artificial	SC = Compactación superficial
FE = Aplicación de fertilizantes	SA = Áreas sin cobertura
LF = Rellenos de tierra (también sanitarios)	BP = Cantera
LV = Nivelación	DU = Vertedero (no especificado)
AC = Arqueológico	MI = Mina (superficie, incluido hoyo abierto, gravilla y explotaciones de canteras)
CR = Impacto del cráter	

Nota. Tomado de "Guía para la descripción del suelo" (30).

2.2.6. Abono orgánico

Los fertilizantes naturales son aquellos derivados del proceso de descomposición y transformación de sustancias orgánicas (como estiércol, residuos de cocina, hierba fresca incorporada al suelo, etc.) y se aplican en suelos agrícolas para estimular y aumentar la actividad de microorganismos en la tierra. Estos fertilizantes poseen altos contenidos de materia orgánica, microorganismos y energía, aunque presentan niveles reducidos de componentes inorgánicos.

2.2.6.1. Uso e influencia

Dado que crean un abono de mayor calidad y son más económicos que los fertilizantes químicos del mercado, los abonos orgánicos se utilizan en todo tipo de cultivos cada vez con más frecuencia en nuestro entorno. Los fertilizantes orgánicos se presentan en dos formas diferentes: fertilizantes líquidos que se aplican inmediatamente y fertilizantes sólidos que necesitan disolverse en agua, combinarse con la tierra o aplicarse directamente.

Para reponer de forma permanente los nutrientes que pierden las tierras cultivadas, son fundamentales los abonos orgánicos como el estiércol animal u otras formas de materia ambiental. Los suelos cultivados experimentan una significativa pérdida de nutrientes, lo que resulta en el agotamiento de la materia orgánica del suelo. La proporción de nutrientes presente en los residuos empleados influencia el valor nutricional de los abonos orgánicos. Fundamentalmente, son las características físicas, químicas y biológicas del suelo donde estos productos ejercen su efecto.

2.2.6.2. Propiedades físicas

El abono orgánico presenta una mayor capacidad de absorción de radiación solar debido a su tonalidad oscura, lo que eleva la temperatura del suelo y facilita la absorción de nutrientes. Asimismo, contribuye a la mejora de la textura y estructura del suelo, volviendo más compactos los suelos arenosos y más ligeros los suelos arcillosos. Además de influir en el drenaje y la aireación del suelo, aumenta su permeabilidad. Consecuentemente, gracias a la mayor capacidad de retención de agua por parte del suelo, este abono contribuye a mantener una mayor humedad en el suelo durante las precipitaciones, reduciendo así la necesidad de riego y mitigando la erosión causada por viento o agua.

2.2.6.3. Propiedades químicas

Los abonos orgánicos incrementan la habilidad de intercambio catiónico y las fluctuaciones en el pH del suelo, lo que amplía su aptitud para la absorción y mejora su nivel de fertilidad.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Abono orgánico

En el artículo *Plan de negocio para la creación de una empresa procesadora de abono orgánico*, explica que el abono orgánico es una sustancia de tipo orgánico que se coloca en la tierra para ayudar a potenciar la fertilidad del suelo. Se elabora a partir de residuos biodegradables (32).

2.3.2. Fertilizantes

Son considerados como un instrumento para la entrega de nutrientes a las plantas y es importante entender su utilización de manera segura.

Es una composición química natural o manufacturada que se utiliza para enriquecer el suelo con nutrientes para mejorar el desarrollo de las plantas (33).

Utilizar productos químicos o fertilizantes que contengan uno o varios de los tres nutrientes químicos que necesitan las plantas es la forma más rápida de aportar nutrientes al suelo. El fertilizante se puede lavar rápidamente, así que no fertilices demasiado pronto antes de plantar. Los fertilizantes son caros y están disponibles en el mercado en forma altamente concentrada. Nunca pongas fertilizante en los agujeros muy cerca de la planta, ya que esto puede quemar las raíces. Lo mejor es esparcir el fertilizante sobre la superficie del suelo y mezclarlo ligeramente (34).

2.3.3. Calidad de suelo

Es una herramienta de análisis que promueve la implementación de métodos de manejo en sistemas agrícolas sustentables. Su propósito es describir las distintas utilidades del terreno y evaluar los marcadores de calidad del suelo para diversas cosechas en variadas condiciones topográficas, basándose en las diversas características físicas y químicas del suelo (35).

2.3.4. Fertilidad

Es la habilidad del suelo para suministrar nutrientes esenciales a las plantas de manera equilibrada, en contraposición a la productividad, que se refiere a la capacidad del terreno para lograr un nivel específico de cosecha dentro de un plan de gestión definido. (23).

2.3.5. Eficiencia del abono

Es la capacidad de manipular a alguien o algo para producir un resultado determinado (36).

2.3.6. Materia orgánica

Es cualquier tipo de origen animal o vegetal que se descompone con la ayuda de microorganismos y luego vuelve al suelo (37).

2.3.7. Microorganismo

Es un ser vivo minúsculo que puede realizar sus funciones esenciales, como crecer, alimentarse, generar energía y reproducirse. La variedad de hábitats en los que pueden habitar es su principal atributo (38).

2.3.8. Biofertilizantes

Son las bacterias responsables de la conversión del fósforo de orgánico a inorgánico, de soluble a insoluble. La quelación, la reducción del hierro y los procedimientos de producción de ácidos orgánicos se utilizan para convertir los fosfatos insolubles en formas útiles para las plantas (39).

2.3.9. Abono líquido de frutas

Los biofertilizantes potentes son los fertilizantes líquidos orgánicos que ayudan al desarrollo completo del cultivo. Obteniendo cosechas más densas en nutrientes, sanas y abundantes de lo que serían con fertilizantes químicos (40).

2.3.10. Propiedades físicas del suelo

Estos aspectos están vinculados con la circulación de aire, la temperatura, el agua, las raíces y los nutrientes que son observables o medibles sin provocar cambios en la composición química del suelo(41).

2.3.11. Propiedades químicas del suelo

Características del suelo que influyen en su estructura química, incluyendo: nivel de pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE) y contenido de materia orgánica (MO) (41).

2.3.12. Densidad aparente

Es el peso de suelo seco por unidad de volumen de suelo inalterado que incluye el espacio poroso y se encuentra en su estado natural (42).

2.3.13. Porosidad

El porcentaje de volumen del suelo en el que puede haber flujo o almacenamiento de agua, nutrientes, aire y gases. Esta propiedad puede influir en la velocidad de transpiración y fotosíntesis de las plantas, y, también, alterar la capacidad de retención de agua del suelo (41).

2.3.14. Conductividad eléctrica

La capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica está influenciada por la cantidad de sales disueltas o ionizadas presentes en la solución del suelo; a medida que la conductividad eléctrica (CE) aumenta, también, lo hace la concentración de sales (41).

2.3.15. Acidez del suelo

La diferencia entre la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y las bases de intercambio (Ca^{++} , Mg^{++} , K^* y Na^+) es lo que determina la acidez total, que incluye el grupo de sustancias capaces de donar protones (H^+) de la fase sólida del suelo. La acidez del suelo se divide en tres categorías: acidez total, acidez intercambiable o sustituible por sales y acidez residual (43).

2.3.16. Fósforo disponible

La disponibilidad de fósforo (P) en el suelo es una cualidad en constante cambio que está influenciada por las particularidades del suelo, las características de las plantas y las condiciones ambientales. Los procesos de deterioro físico, también, impactan tanto en la disponibilidad de nutrientes como en la estructura del suelo (44).

2.3.17. Potasio disponible

Debido a su pronta disponibilidad, el bajo contenido de potasio presente en la solución del suelo es absorbido con rapidez por las plantas. A medida que las plantas absorben y retiran el potasio del suelo, este se regenera y reabastece velozmente a través de la transferencia desde formas menos asimilables ubicadas en las áreas de adsorción de los coloides minerales y orgánicos(45).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y nivel de la investigación

3.1.1. Método

En este estudio el método general aplicado ha sido el método científico, ya que este se define como un conjunto de procesos en los que se plantean problemas científicos y se prueban hipótesis y herramientas de investigación. Tal como se demuestra a lo largo del estudio del correcto manejo de las variables.

El método específico utilizado en la presente investigación es hipotético-deductivo, puesto que la aseveración planteada en la hipótesis es que los abonos orgánicos mejoraran significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo de Tinyari Grande - Iscos.

En el artículo “Popper y el problema de la inducción en epidemiología”, se menciona que este método crea una hipótesis o una idea que a medida que se va observando los resultados se va confirmando una teoría (46).

3.1.2. Nivel

Según Hernández (47), el nivel de la investigación es explicativo, ya que presenta las causas para obtener un resultado esperado como las condiciones en que se produjo los abonos orgánicos para mejorar las propiedades del suelo.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño cuasiexperimental

El diseño de investigación es cuasiexperimental debido a que se ha realizado el experimento aplicando directamente las variables independientes en el suelo, cada una en su respectiva parcela; en la parcela A no se ha aplicado ningún tipo de abono y con ello se ha obtenido la muestra control, en la parcela B se ha aplicado los restos de plátano y en la parcela C los restos de Piña; posteriormente, al tiempo necesario para la descomposición de las cáscaras de fruta, se enviaron las nueve (09) muestras al laboratorio para su análisis.

El diseño es Cuasi experimental como se muestra a continuación:

GC	O ₁
GE ₁	X O ₂
GE ₂	X O ₂

Donde:

GC=Grupo Control

GE₁=Grupo Experimental Plátano

GE₂=Grupo Experimental Piña

X=Variable independiente experimental

O₁, O₂ y O₃= Observación de análisis post test de la variable dependiente

3.3. Población y muestra

3.3.1. Tema:

Uso de abonos orgánicos de restos de frutas en el centro poblado Tinyari Grande.

3.3.2. Población:

Parcela de suelo agrícola de Tinyari Grande.

Tabla 2
Área de parcelas

Parcela	Largo	Ancho	Área
A (Control)	4 m	2 m	8 m ²
B (Plátano)	4 m	2 m	8 m ²
C (Piña)	4 m	2 m	8 m ²
Total	-	-	24

3.3.3. Muestra:

En general se obtuvieron nueve (09) muestras, como se detalla a continuación:

- Grupo Control: Se ha utilizado la técnica de muestreo al azar, se recolectaron en 6 puntos al azar de la parcela A y, posteriormente, la técnica de cuarteo; para aumentar el nivel de confianza de los resultados del análisis de datos se optaron por seleccionar tres (03) muestras representativas las cuales se enviaron al laboratorio del INIA.
- Grupo Piña: Se ha utilizado la técnica de muestreo al azar, se recolectaron en 6 puntos al azar de la parcela B y, posteriormente, la técnica de cuarteo; para aumentar

el nivel de confianza de los resultados del análisis de datos se optaron por seleccionar tres (03) muestras representativas las cuales se enviaron al laboratorio del INIA.

- c. Grupo Plátano: Se ha utilizado la técnica de muestreo al azar, se recolectaron en 6 puntos al azar de la parcela C y, posteriormente, la técnica de cuarteo; para aumentar el nivel de confianza de los resultados del análisis de datos se optaron por seleccionar tres (03) muestras representativas las cuales se enviaron al laboratorio del INIA.

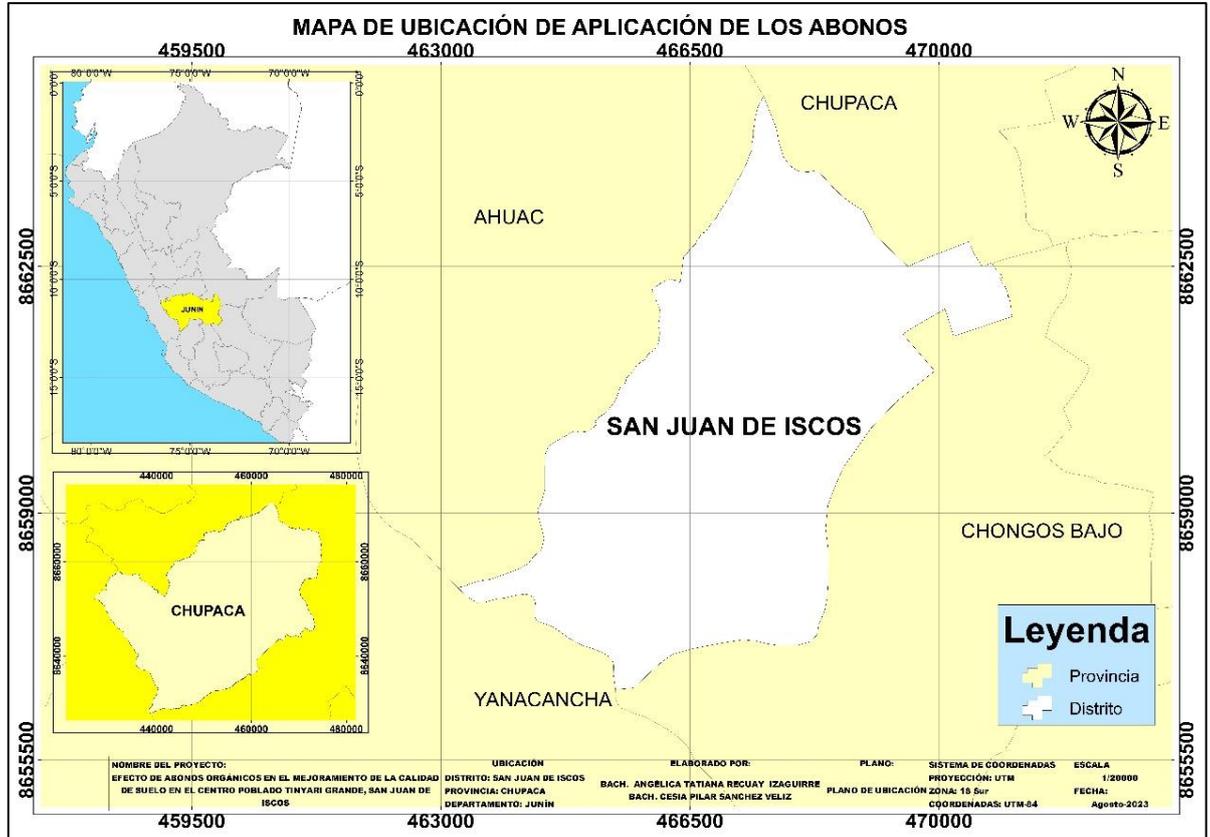
En total, se recolectaron nueve (09) muestras el 04 de junio, se enviaron el 06 de junio y su análisis ha sido el 12 de junio del 2023, por única vez en el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo de Acreditaciones INACAL - DA con registro N° LE – 200; INIA Huancayo.

3.3.4. Selección y ubicación del estudio

3.3.4.1. Mapa de Localización

La **figura 17** muestra el distrito donde se ha llevado a cabo la aplicación de los abonos orgánicos de plátano y piña.

Figura 17
Mapa de Ubicación

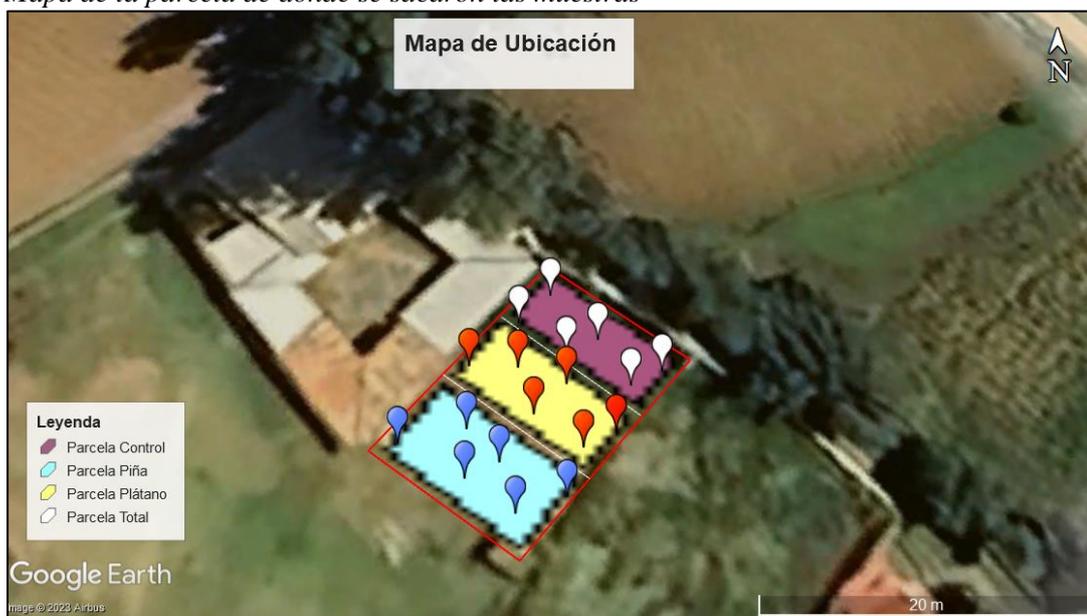


3.3.4.2. Mapa de Ubicación

En la **Figura 18**, se puede observar los puntos referentes de toma de muestra según técnica del protocolo mencionado anteriormente.

Figura 18

Mapa de la parcela de donde se sacaron las muestras



3.3.4.3. Área experimental

Área Total : 24 m²

Área Parcela A : 8 m²

Área Parcela B : 8 m²

Área Parcela C : 8 m²

Georreferenciación del área experimental

Figura 19

Puntos de vértice de la parcela total.

Código	Este	Norte
P_01	467481.44 m	8660469.37 m
P_02	467491.68 m	8660481.80 m
P_03	467500.87 m	8660475.71 m
P_04	467490.31 m	8660463.48 m

3.4. Procedimiento

3.4.1. Procedimiento de aplicación abono de restos de frutas

Para el procedimiento de aplicación de restos y cáscaras de plátano, y piña en las parcelas, se siguieron los siguientes pasos:

- a. Delimitación del área de proyecto
- b. Verificación del área
- c. Delimitar las parcelas
- d. Área sin cultivo, no menor a 06 meses en base al protocolo del INIA
- e. Recolección de restos de fruta de plátano y piña
- f. Picado de restos de frutas para acelerar su descomposición
- g. Cantidad de restos de frutas aplicados a la parcela

Tabla 3

Cantidad de dosis de restos de frutas aplicado en las parcelas

Fecha		Parcela B - Plátano	Parcela C - Piña
Del 12 marzo al 18 marzo	Semana 1	5 Kg	5 Kg
Del 19 marzo al 25 marzo	Semana 2	5 Kg	5 Kg
Del 26 marzo al 01 abril	Semana 3	5 Kg	5 Kg
Del 02 abril al 08 abril	Semana 4	5 Kg	5 Kg
Del 09 abril al 15 abril	Semana 5	5 Kg	5 Kg
Del 16 abril al 22 abril	Semana 6	5 Kg	5 Kg
Del 23 abril al 29 abril	Semana 7	5 Kg	5 Kg
Del 30 abril al 06 mayo	Semana 8	5 Kg	5 Kg
Del 07 mayo al 13 mayo	Semana 9	-	-
Del 14 mayo al 20 mayo	Semana 10	-	-
Del 21 mayo al 27 mayo	Semana 11	-	-
Del 28 mayo al 03 junio	Semana 12	-	-

- h. Aplicación de restos de frutas en toda el área correspondiente a la parcela cada semana
- i. En cada aplicación se ha realizado el volteo para la oxigenación del suelo

- j. En las semanas 09, 10, 11 y 12 no se ha aplicado los restos de frutas debido a que se encontraban en proceso de descomposición.
- k. Terminando la semana 12 se ha realizado la recolección de muestras.

3.4.2. Procedimiento para la toma de muestra

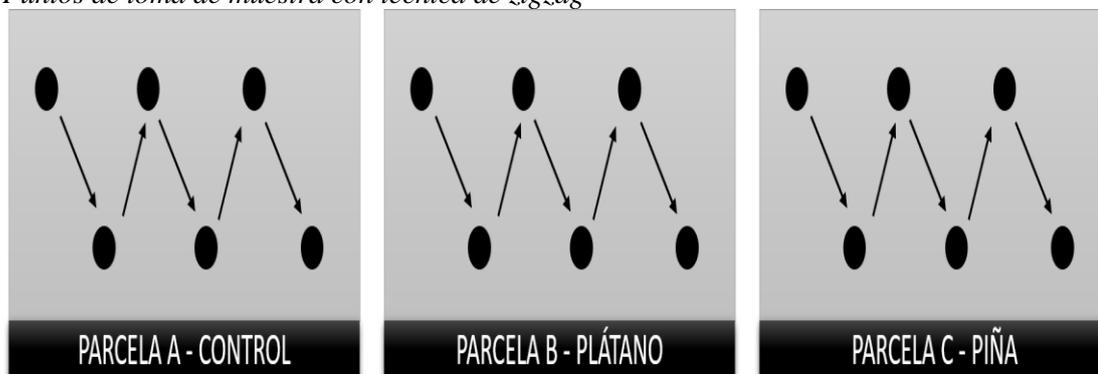
Para la toma de muestra, se realizaron 2 procedimientos, los cuales sirvieron para aumentar el nivel de confianza de las muestras. Se tomaron como referencia dos protocolos de muestreo, el primero del Laboratorio de análisis de muestreo de suelos del INIA La Molina, Lima, y el segundo Muestreo de Suelos referencias sobre análisis e interpretación de resultados del INIA Pichanaki – Junín. Estos se muestran en el Anexo-Nº2.

Primer procedimiento: Recolección de muestras – Técnica de zig zag

- a. Se tomaron seis (06) puntos y se retiraron submuestras aleatorias en cada parcela con secuencia de zigzag, cada una de 2Kg. Obteniendo por parcela 12Kg.

Figura 20

Puntos de toma de muestra con técnica de zigzag

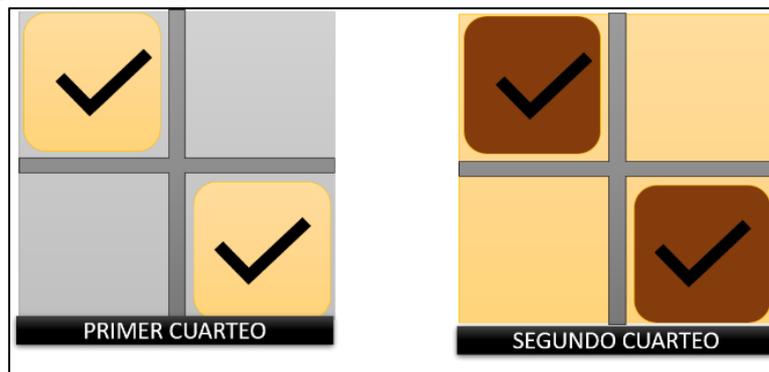


- b. Las submuestras por parcela obtenidas han sido tendidas en tres (03) plásticos y han sido mezcladas.
- c. Se homogenizaron las muestras.

Segundo procedimiento de recolección de muestras – Técnica del cuarteo

- d. Una vez homogenizadas las muestras se ha realizado el procedimiento de cuarteo por dos (02) veces.

Figura 21
Cuarteo de muestras



- e. Una vez obtenidas las muestras finales, se recolectaron:
- 03 muestras para el Grupo Control, cada una de 1kg.
 - 03 muestras para el Grupo Experimental plátano, cada una de 1kg.
 - 03 muestras para el Grupo Experimental piña, cada una de 1kg.

En total, se recolectaron nueve (09) muestras tomando en cuenta el protocolo de toma de muestras “ Laboratorio de análisis de suelo” (48).

Las muestras recolectadas han sido enviadas y analizadas en el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo de Acreditaciones INACAL – DA con registro N° LE – 200; INIA Huancayo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Caracterización de los componentes del suelo del experimento

4.1.1.1. Nitrógeno

Tabla 4

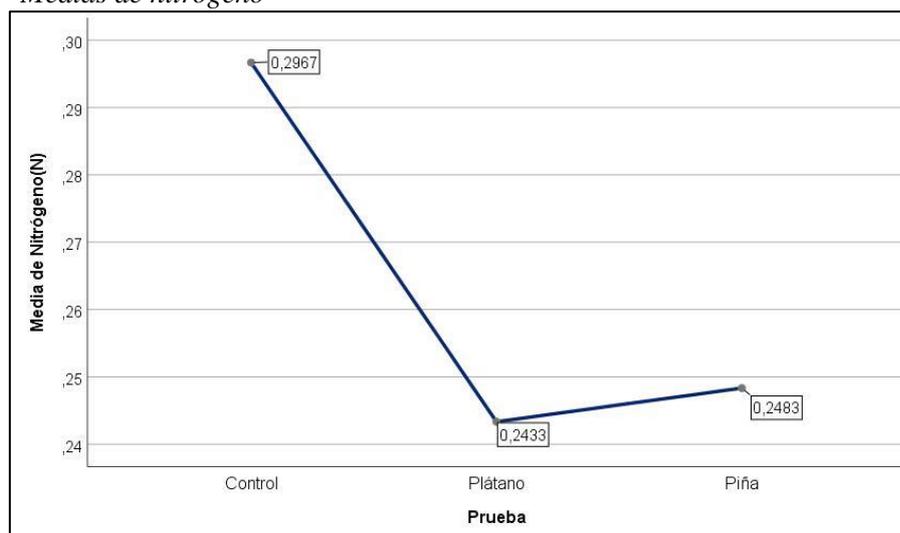
Resultados de la caracterización del suelo experimental en el nitrógeno (%)

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
Nitrógeno	0.297	0.243	0.248

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

El nitrógeno en el suelo ha disminuido en 0.054% por efecto de la aplicación del Abono de plátano y un 0.049% por efecto de la aplicación del Abono de piña, es un suelo con una concentración de nitrógeno en buen estado y tendrá un buen rendimiento, los datos mencionados se muestran en la **Tabla 4** y **Figura 22**.

Figura 22
Medias de nitrógeno



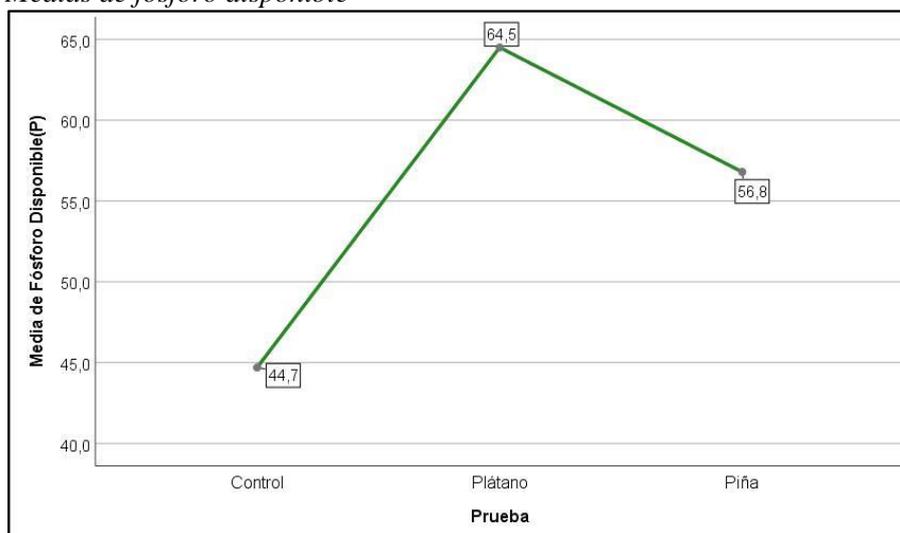
4.1.1.2. Fosforo disponible

Tabla 5*Resultados de la caracterización del suelo experimental en el fósforo disponible (mg/Kg)*

Parámetro	contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
Fósforo disponible	44.700	64.500	56.800

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

El fósforo disponible del suelo se observa en la Tabla 5 que ha incrementado en 19.8 mg/Kg por el efecto de la aplicación de Abono de plátano y 12.1 mg/Kg por el efecto de aplicación del Abono de piña, los datos mencionados son presentados en la Figura 23.

Figura 23*Medias de fósforo disponible*

4.1.1.3. Potasio disponible

Tabla 6*Resultados de la caracterización del suelo experimental en el potasio disponible(mg/Kg)*

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
potasio disponible	988.700	1171.833	899.133

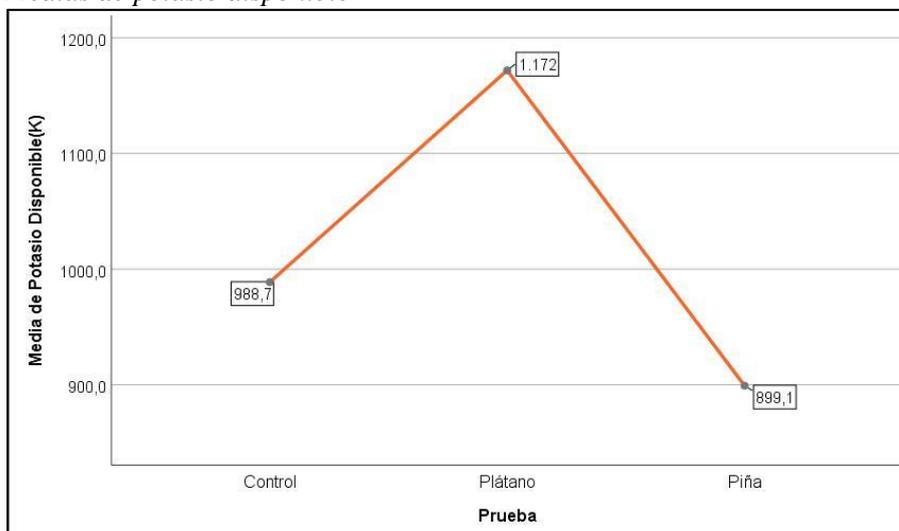
Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

El potasio disponible en el suelo se incrementó en un 183.133 mg/Kg por el efecto de la aplicación del Abono de plátano, el exceso de potasio puede influir en la concentración de

algunos nutrientes (calcio y magnesio), por otro lado, la aplicación de Abono de piña disminuyó en 89.567 mg/Kg, los datos mencionados son presentados en la Tabla 6 y la Figura 24.

Figura 24

Medias de potasio disponible



4.1.1.4. Composición de NPK en el abono

Muestra Control

N prom: 0.297 %

P prom: 44.700 mg/Kg

K prom: 988.700 mg/Kg

Los datos que se ha detallado son los resultados obtenidos del análisis del laboratorio del INIA con respecto a la muestra control, se enviaron 03 muestras de las cuales se han descrito los valores promedios de cada uno de los componentes.

Muestra con aplicación de residuos de plátano

N prom: 0.243 %

P prom: 64.500 mg/Kg

K prom: 1171.833 mg/Kg

Después de la aplicación de los restos de cáscara de plátano se ha obtenido los resultados que se detalla líneas arriba, disminuye el nitrógeno (N) en un 0.056 %, aun así, se sigue manteniendo en un rango alto de nitrógeno, mayor a 0.2% es considerado alto según la

tabla de clasificación del INIA; los beneficios de estos resultados son que las plantas tienen un buen crecimiento, producen el color verde de las plantas y ayuda a regular la asimilación del fósforo y potasio.

En el caso del fósforo (P), tuvo un aumento de 19.8 mg/Kg, que se ubicó en un rango alto según la tabla de clasificación del INIA, demuestra que es esencial para todo proceso metabólico, ayuda a la floración de las plantas y además tendrán un buen desarrollo de las raíces.

En el potasio (K), se ha notado el incremento significativo en 183.133 mg/Kg, lo cual demuestra que es muy bueno, ya que ayuda a regular las actividades en las enzimas, ayuda a la producción de celulosa, fortalece las paredes de las células, convierte al nitrógeno en proteínas y facilita la formación y desplazamiento de almidones, azúcares y aceites.

Muestra con aplicación de restos de piña

N prom: 0.248 %

P prom: 56.800 mg/Kg

K prom: 899.133 mg/Kg

Después de la aplicación de los restos de cáscara de piña, se ha obtenido los resultados, detallados líneas arriba. El nitrógeno (N) ha disminuido en un 0.054%, pero, de igual manera, se mantiene en un rango alto según la tabla de clasificación del INIA, de tal modo que se obtendrá los mismos beneficios que la aplicación del abono de plátano.

En el fósforo (P), tuvo un aumento de 12.1mg/Kg, se ubicó en un rango alto según la tabla de clasificación del INIA, de tal manera que se puede considerar mejor floración y buen desarrollo en las raíces de las plantas.

En el caso del potasio (K), decreció en 89.567mg/Kg, sin embargo, se ubicó en el rango muy alto según la tabla de clasificación del INIA, la disminución se debe a la cantidad de potasio que contiene cada fruta; en el artículo “Composición nutricional y declaraciones nutricionales del plátano de Canarias”, también, presenta como resultado de su análisis que el plátano contiene 419.9mg de potasio por cada 100g de plátano (49).

Según Gabriel Hernández (50), en su publicación “Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña y su potencial emergente para el desarrollo de alimento

funcionales” presenta en sus resultados que la piña contiene 109mg de potasio por cada 100g de piña.

En base a la semejanza de resultados obtenidos en el análisis de composición del Potasio con las fuentes presentadas es que se determina el rango aceptable o favorable de su composición.

4.1.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo

4.1.2.1. Potencial de hidrógeno

Tabla 7

Resultados de la caracterización del suelo experimental en el pH(unid.ph)

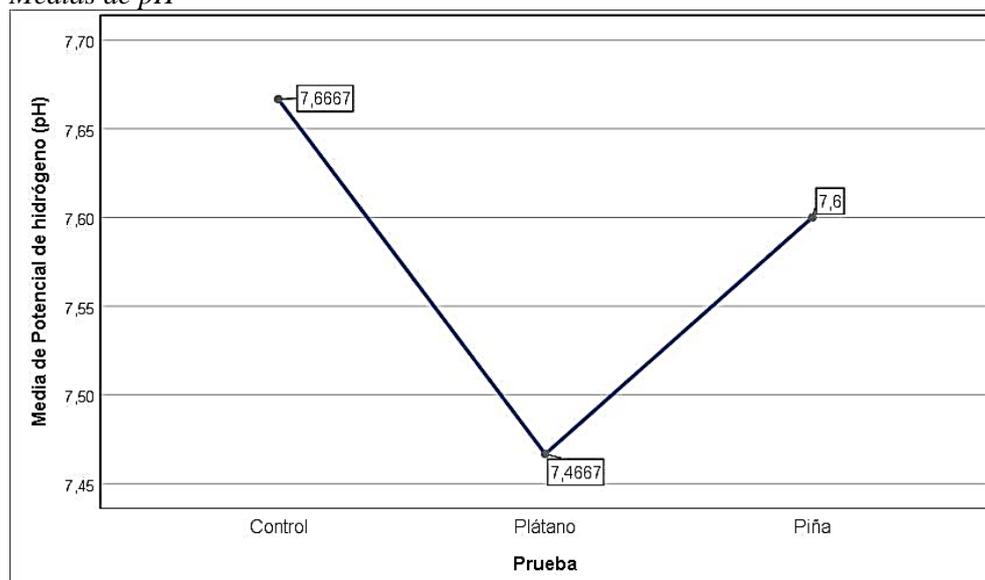
Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
pH	7.667	7.467	7.600

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

El pH del suelo no ha incrementado por efectos de los abonos orgánicos de frutas (plátano y piña) obteniendo en la piña 0.07 menos que la muestra control, y en el caso del plátano ha disminuido en 0.20, los datos mencionados son presentados en la Tabla 7 y la Figura 25.

Figura 25

Medias de pH



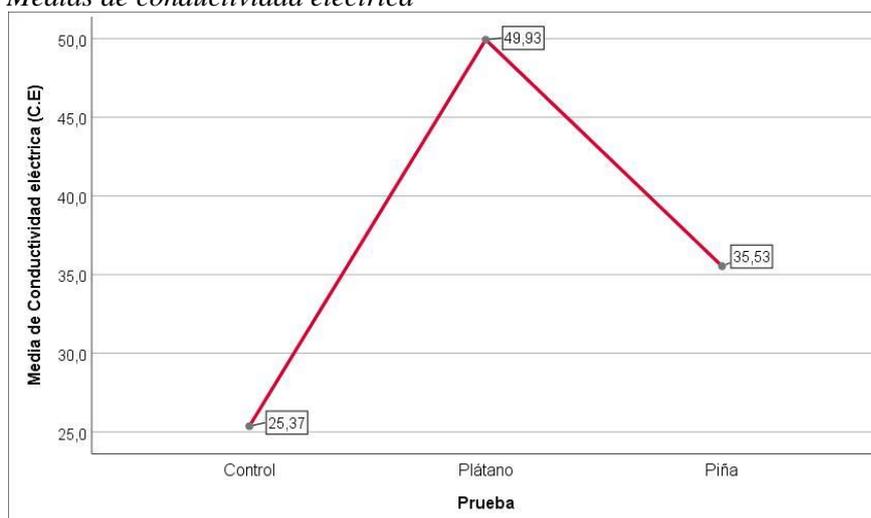
4.1.2.2. Conductividad eléctrica

Tabla 8*Resultados de la caracterización del suelo experimental en la conductividad eléctrica(ms/m)*

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
Conductividad eléctrica	25.367	49.933	35.533

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

La conductividad eléctrica del suelo tuvo un incremento por efecto del Abono de plátano y piña. El tratamiento con Abono de plátano tuvo mayor incremento con respecto al de piña, demostrando que puede mejorar la calidad del suelo, ya que evitará el incremento de sales, los datos mencionados son presentados en la tabla 8 y figura 26.

Figura 26*Medias de conductividad eléctrica*

4.1.2.3. Materia orgánica

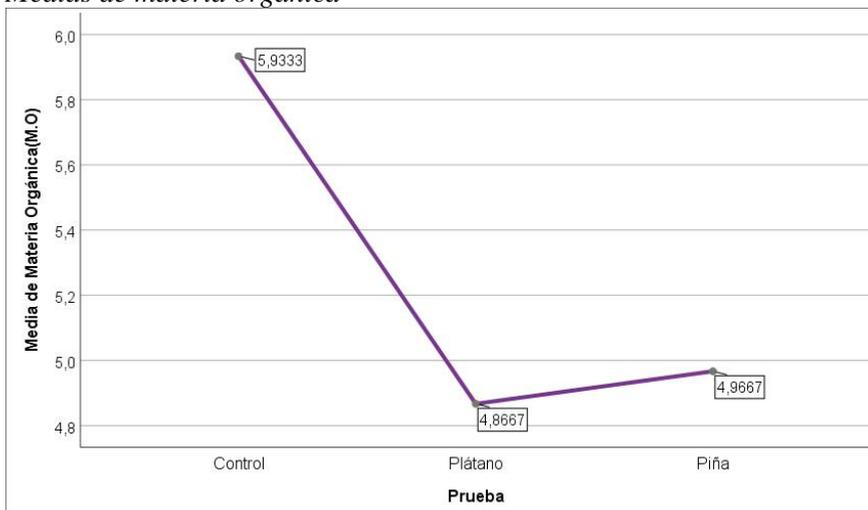
Tabla 9*Resultados de la caracterización del suelo experimental en la materia orgánica (%)*

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
materia orgánica	5.933	4.867	4.967

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

La materia orgánica del suelo no se incrementó con ningún tratamiento, por lo contrario, tuvo una disminución en 1.066% en el caso del plátano y un 0.966% en el caso de la piña, los datos mencionados son presentados en la Tabla 9 y Figura 27.

Figura 27
Medias de materia orgánica



4.1.2.4. Arena

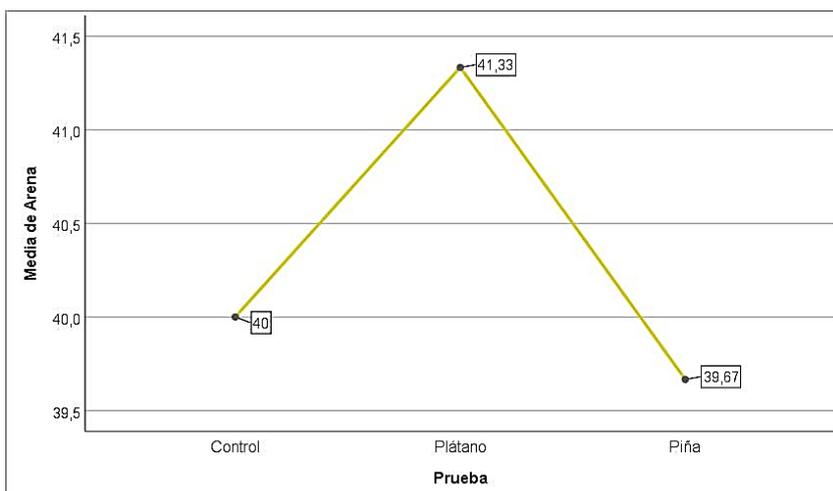
Tabla 10
Resultados de la caracterización del suelo experimental en la arena (%)

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
arena	40.000	41.333	39.667

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

La concentración de arena por la aplicación de Abono de plátano se ha incrementado y en la aplicación de Abono de piña ha disminuido, en los tres casos tuvo una clase textural Franco arcilloso, los datos son presentados en la Tabla 10 y Figura 228 (16).

Figura 28
Medias de arena



4.1.2.5. Limo

Tabla 11

Resultados de la caracterización del suelo experimental en el limo (%).

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
limo	25.667	25.667	26.333

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

La concentración de limo por la aplicación de Abono de plátano no ha variado y en la aplicación de Abono de piña se ha incrementado, en los tres casos tuvo una clase textural Franco arcilloso, los datos son presentados en la Tabla 11 y Figura 29.

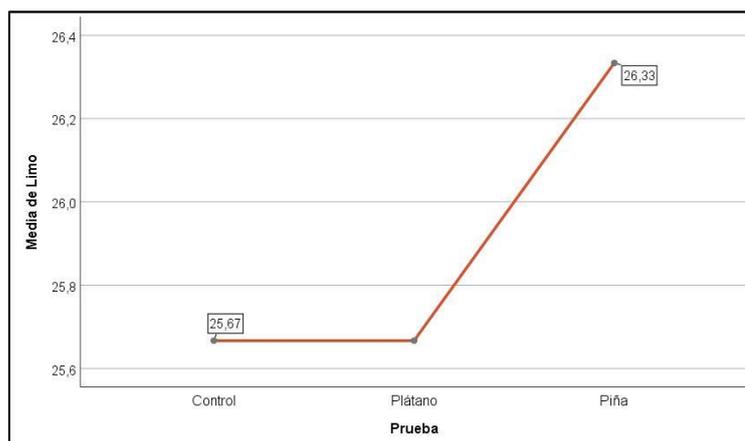


Figura 29. Medias de limo:

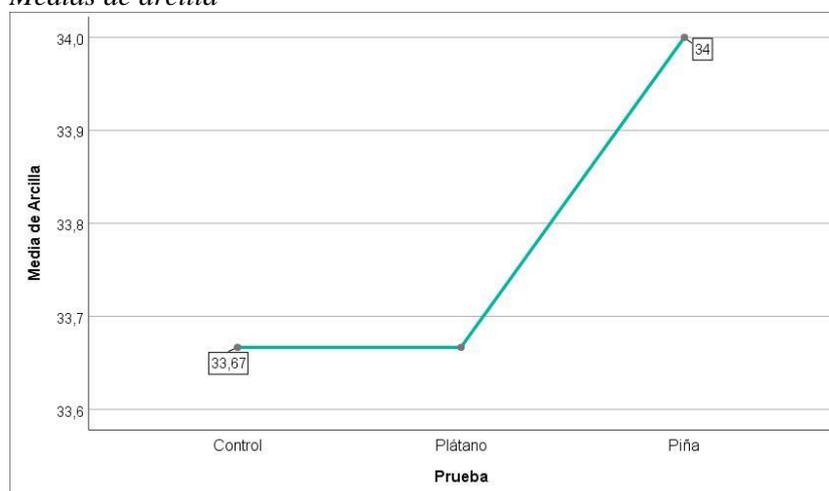
4.1.2.6. Arcilla

Tabla 12*Resultados de la caracterización del suelo experimental en la arcilla (%)*

Parámetro	Contenido promedio		
	Control	Plátano	Piña
Arcilla	33.667	33.667	34.000

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

La concentración de arcilla por la aplicación de Abono de plátano no ha variado y en la aplicación de Abono de piña se ha incrementado, en los tres casos tuvo una clase textural Franco arcilloso, los datos son presentados en la tabla 12 y Figura 30.

Figura 30*Medias de arcilla*

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Nitrógeno

Tabla 13*Nitrógeno final del suelo experimental*

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	0.290	0.295	0.305
T_2: Abono de plátano	0.250	0.230	0.250
T_3: Abono de piña	0.265	0.220	0.260

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.1.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del nitrógeno del suelo

Tabla 14*Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del nitrógeno del suelo*

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Nitrógeno del suelo	9	0.263	0.029	0.951	0.706

H₀: Los datos de la variable nitrógeno tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable nitrógeno no tienen distribución normal

Según la **Tabla 14, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del nitrógeno del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.706) es mayor al nivel de significancia (0.05) entonces se acepta la hipótesis nula (H_a), es decir, se acepta que: (H_a) Los datos de la variable nitrógeno tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.1.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 15*Prueba de comparación múltiple de Duncan para el nitrógeno final del suelo*

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Abono de plátano	0.243±0.007	a
2	Abono de piña	0.248±0.014	a
3	Muestra control	0.297±0.004	b

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra una diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se rechaza la (H₀) aceptando la (H_a) que hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.1.3. Variación del nitrógeno del suelo en comparación al nitrógeno inicial

Tabla 16*Variación del nitrógeno del suelo en comparación al nitrógeno inicial*

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	0.297	Muy bajo	-
T_2: Abono de plátano	0.243	Muy bajo	18.182
T_3: Abono de piña	0.248	Muy bajo	16.499

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).**4.2.2. Fósforo disponible del suelo****Tabla 17***Fósforo disponible final del suelo experimental*

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	51.0	29.7	53.4
T_2: Abono de plátano	65.9	65.2	62.4
T_3: Abono de piña	56.6	59.1	54.7

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.**4.2.2.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del fósforo disponible del suelo****Tabla 18***Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del fósforo disponible del suelo*

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Fósforo disponible del suelo	9	55.333	10.924	0.828	0.042

H₀: Los datos de la variable fósforo disponible tienen distribución normal**H_a:** Los datos de la variable fósforo disponible no tienen distribución normal

Según la **Tabla 18, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del fósforo del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.273) es mayor al nivel de significancia (0.05) entonces se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir, se acepta que (H_a) los datos de la variable

fósforo disponible tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.2.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H_0 : $T_k = T_m$

H_a : $T_k \neq T_m$

Tabla 19

Prueba de comparación múltiple de Duncan para el fósforo disponible final del suelo.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Muestra control	44.700±7.532	a
2	Abono de piña	56.800±1.274	ab
3	Abono de plátano	64.500±1.069	b

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra una diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a que hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.2.3. Variación del fósforo disponible del suelo en comparación al fósforo disponible inicial

Tabla 20

Variación del fósforo disponible del suelo en comparación al fósforo disponible inicial.

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	44.700	Alto	-
T_2: Abono de plátano	64.500	Alto	-44.295
T_3: Abono de piña	56.800	Alto	-27.069

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.3. Potasio disponible del suelo

Tabla 21

Potasio disponible final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C

T_1: Muestra control	993.0	956.1	1017.0
T_2: Abono de plátano	1165.9	1174.1	1175.5
T_3: Abono de piña	1030.4	1029.4	637.6

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.3.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del potasio disponible del suelo

Tabla 22

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del potasio disponible del suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Potasio disponible del suelo	9	1010.889	166.005	0.811	0.27

H₀: Los datos de la variable potasio disponible tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable potasio disponible no tienen distribución normal

Según la **Tabla 22, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del potasio disponible del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.27) es mayor al nivel de significancia (0.05). Entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir se acepta que: Los datos de la variable potasio disponible tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.3.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 23

Prueba de comparación múltiple de Duncan para el potasio disponible final del suelo.

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Abono de piña	899.133±130.767	a
2	Muestra control	988.700±17.711	a
3	Abono de plátano	1171.833±2.994	a

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra que no hay diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se acepta la (H_0) es decir; no hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.3.3. Variación del potasio disponible del suelo en comparación al potasio disponible inicial

Tabla 24

Variación del potasio disponible del suelo en comparación al potasio disponible inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	988.700	Muy alto	-
T_2: Abono de plátano	1171.833	Muy alto	-18.523
T_3: Abono de piña	899.133	Muy alto	+9.059

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.4. Potencial de hidrógeno

Tabla 25

pH final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	7.7	7,7	7.6
T_2: Abono de plátano	7.4	7.5	7.5
T_3: Abono de piña	7.6	7.6	7.6

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.4.1. Prueba de normalidad

Tabla 26

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del pH del suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
pH del suelo	9	7.578	0.0972	0.903	0.273

H_0 : Los datos de la variable pH tienen distribución normal

H_a : Los datos de la variable pH no tienen distribución normal

Según la **Tabla 26, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del pH del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.273) es mayor al nivel de significancia (0.05)

entonces se acepta la hipótesis nula (H_0), es decir, se acepta que los datos de la variable pH tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.4.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H_0 : $T_k = T_m$

H_a : $T_k \neq T_m$

Tabla 27

Prueba de comparación múltiple de Duncan para el pH final del suelo

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Abono de plátano	7.467±0.033	a
2	Abono de piña	7.600±0.00	b
3	Muestra control	7.667±0.033	b

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra una diferencia entre la muestra control y el tratamiento con Abono de plátano. Por ello, se rechaza la H_0 , y se acepta la (H_a) que hay diferencia significativa entre la muestra control y el Abono de plátano.

4.2.4.3. Variación del pH del suelo en comparación al pH inicial

Tabla 28

Variación del pH del suelo en comparación al pH inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	7.667	Medianamente alcalino	-
T_2: Abono de plátano	7.467	Medianamente alcalino	+2.609
T_3: Abono de piña	7.600	Medianamente alcalino	+0.874

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.5. Conductividad eléctrica

Tabla 29
Conductividad eléctrica final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	24.8	22.6	28.7
T_2: Abono de plátano	55.5	46.8	47.5
T_3: Abono de piña	38.0	36.1	32.5

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA.

4.2.5.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la conductividad eléctrica del suelo

Tabla 30
Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la conductividad eléctrica del suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Conductividad eléctrica del suelo	9	36.944	11.156	0.955	0.746

H₀: Los datos de la variable conductividad eléctrica tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable conductividad eléctrica no tienen distribución normal

Según la tabla 30, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la conductividad eléctrica del suelo, como el nivel de significancia obtenido (0.746) es mayor al nivel de significancia (0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir, se acepta que los datos de la variable conductividad eléctrica tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.5.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 31*Prueba de comparación múltiple de Duncan para la conductividad eléctrica final del suelo*

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Muestra control	25.367±1.784	a
2	Abono de piña	35.533±2.793	b
3	Abono de plátano	49.933±4.834	c

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra una diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se rechaza la H_0 , y se acepta (H_a) que hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.5.3. Variación de la conductividad eléctrica del suelo en comparación a la conductividad eléctrica inicial

Tabla 32*Variación de la conductividad eléctrica del suelo en comparación a la conductividad eléctrica inicial*

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	25.367		-
T_2: Abono de plátano	49.933		-96.842
T_3: Abono de piña	35.533		-40.076

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.6. Materia orgánica del suelo

Tabla 33*Materia orgánica final del suelo experimental*

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	5.8	5.9	6.1
T_2: Abono de plátano	5.0	4.6	5.0
T_3: Abono de piña	5.3	4.4	5.2

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA.

4.2.6.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la materia orgánica del suelo

Tabla 34

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la materia orgánica del suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Materia orgánica del suelo	9	5.256	0.583	0.951	0.706

H₀: Los datos de la variable materia orgánica tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable materia orgánica no tienen distribución normal

Según la **Tabla 34, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la materia orgánica del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.706) es mayor al nivel de significancia (0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir se acepta que los datos de la variable materia orgánica tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.6.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 35

Prueba de comparación múltiple de Duncan para la materia orgánica final del suelo

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Abono de plátano	4.867±0.133	a
2	Abono de piña	4.967±0.285	a
3	Muestra control	5.933±0.088	b

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra una diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se rechaza la H₀, y se acepta (H_a) que hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.6.3. Variación de la materia orgánica del suelo en comparación a la materia orgánica inicial

Tabla 36

Variación de la materia orgánica del suelo en comparación a la materia orgánica inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	5.933	Alto	-
T_2: Abono de plátano	4.867	Alto	+0.180
T_3: Abono de piña	4.967	Alto	+0.163

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.7. Arena en el suelo

Tabla 37

Arena final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	39	37	44
T_2: Abono de plátano	38	44	42
T_3: Abono de piña	36	41	42

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.7.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arena del suelo

Tabla 38

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arena del suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Arena del suelo	9	40.333	2.958	0.927	0.457

H₀: Los datos de la variable arena tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable arena no tienen distribución normal

Según la **Tabla 38 Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arena del suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.457) es mayor al nivel de significancia (0.05)

entonces se acepta la hipótesis nula (H_a), es decir, se acepta que los datos de la variable arena tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.7.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H_0 : $T_k = T_m$

H_a : $T_k \neq T_m$

Tabla 39

Prueba de comparación múltiple de Duncan para la arena final del suelo

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Abono de piña	39.667 ±1.856	a
2	Muestra control	40± 2.082	a
3	Abono de plátano	41.333±1.764	a

Decisión: de acuerdo a la significancia, se muestra que no hay diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se acepta la H_0 es decir, no hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.7.3. Variación de la arena del suelo en comparación a la arena inicial

Tabla 40

Variación de la arena del suelo en comparación a la arena inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	40	Franco arcilloso	-
T_2: Abono de plátano	41.333	Franco arcilloso	-3.333
T_3: Abono de piña	39.667	Franco arcilloso	+0.833

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.8. Limo en el suelo

Tabla 41

Limo final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C

T_1: Muestra control	27	27	23
T_2: Abono de plátano	31	23	23
T_3: Abono de piña	29	25	25

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.8.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de limo en el suelo

Tabla 42

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de limo en el suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
Limo del suelo	9	25.889	2.848	0.899	0.246

H₀: Los datos de la variable limo tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable limo no tienen distribución normal

Según la Tabla 42, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) del limo en el suelo, como el nivel de significancia obtenido (0.246) es mayor al nivel de significancia (0.05) entonces se acepta la hipótesis nula (H_a), es decir, se acepta que los datos de la variable limo tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

4.2.8.2. Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 43

Prueba de comparación múltiple de Duncan para el limo final del suelo

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Muestra Control	25.667±1.333	a
2	Abono de plátano	25.667±2.667	a
3	Abono de piña	26.333±1.333	a

Decisión: de acuerdo con la significancia, se muestra que no hay diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se acepta la hipótesis nula (H_0) es decir; no hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

4.2.8.3. Variación del limo del suelo en comparación al limo inicial

Tabla 44

Variación del limo del suelo en comparación al limo inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	25.667	Franco arcilloso	-
T_2: Abono de plátano	25.667	Franco arcilloso	0
T_3: Abono de piña	26.333	Franco arcilloso	2.595

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

4.2.9. Arcilla en el suelo

Tabla 45

Arcilla final del suelo experimental

Tratamiento	Repeticiones		
	A	B	C
T_1: Muestra control	33	35	33
T_2: Abono de plátano	31	34	36
T_3: Abono de piña	35	34	33

Fuente. Laboratorio Santa Ana – INIA Huancayo.

4.2.9.1. Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arcilla en el suelo

Tabla 46

Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de la arcilla en el suelo

Variable	N	Media	D.E.	W*	p-valor
----------	---	-------	------	----	---------

Arcilla del suelo	9	33.778	1.4814	0.950	0.687
-------------------	---	--------	--------	-------	-------

H₀: Los datos de la variable arcilla tienen distribución normal

H_a: Los datos de la variable arcilla no tienen distribución normal

Según la **Tabla 46, Prueba de normalidad de varianza (Shapiro-Wilks) de arcilla en el suelo**, como el nivel de significancia obtenido (0.687) es mayor al nivel de significancia (0.05) entonces se acepta la hipótesis nula (H₀), es decir se acepta que: Los datos de la variable arcilla tienen distribución normal, por consiguiente, se ha optado por realizar una prueba paramétrica.

Prueba de Duncan para el promedio de tratamientos:

Hipótesis: $\alpha=0.05$ (k, m: tratamientos)

H₀: $T_k = T_m$

H_a: $T_k \neq T_m$

Tabla 47

Prueba de comparación múltiple de Duncan para la arcilla final del suelo

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	Muestra de control	33.667±0.667	a
2	Abono de plátano	33.667±1.453	a
3	Abono de piña	34.000±0.578	a

Decisión: de acuerdo a la significancia, se muestra que no hay diferencia entre la muestra control y los tratamientos. Por ello, se acepta la H₀ es decir; no hay diferencia significativa entre la muestra control y los tratamientos.

Variación de arcilla del suelo en comparación a la arcilla inicial

Tabla 48

Variación de arcilla del suelo en comparación a la arcilla inicial

Tratamiento	Promedio	Calificación*	Variación (%)
T_1: Muestra control	33.667	Franco arcilloso	-
T_2: Abono de plátano	33.667	Franco arcilloso	0
T_3: Abono de piña	34.000	Franco arcilloso	-0.989

Fuente. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (24).

Discusión de resultados

En el potencial de hidrógeno(pH), se ha obtenido un pH de 7.467 en el tratamiento con el compost de cáscara de plátano y 7.600 en el tratamiento con el compost de cáscara de piña frente a la muestra control que obtuvo 7.667, en ambos casos ubicándose en moderadamente alcalino, dentro de la clasificación de suelo según la Norma oficial Mexicana NOM-021 segunda edición, el decrecimiento del resultado es beneficioso, ya que el suelo más adecuado para la asimilación es ligeramente ácido según la tabla de clasificación del IINIA.

Conductividad eléctrica (C.E), en el tratamiento con cáscara de plátano, se ha obtenido 49.933mS/m, en el caso del tratamiento con cáscara de piña 35.533 mS/m frente a la muestra control que se ha obtenido 25.367 mS/m, se ha observado un incremento de conductividad eléctrica, encontrándose en una calificación normal, demostrando que en estos suelos no existe restricción para ningún cultivo, aunque puede presentarse cultivos muy sensibles que pueden ser afectados en sus rendimientos. Materia orgánica (M.O), en el tratamiento con cáscara de plátano se ha obtenido 4.867%, en el caso del tratamiento con cáscara de piña 4.967% frente a la muestra control que se ha obtenido 5.933%, se ha observado una disminución en materia orgánica, pero a pesar de la disminución se sigue teniendo un suelo rico en materia orgánica, ya que según la norma oficial mexicana muestra que a partir de 3.6 ya es un suelo con alta concentración de materia orgánica. En los componentes NPK, sus resultados ha sido los

siguientes, en nitrógeno (N) el resultado con mayor porcentaje ha sido con tratamiento con cáscara de piña 24.8%; fósforo (P), el mejor tratamiento con cáscara de plátano 64.500mg/Kg y en potasio(K) el mejor resultado se ha obtenido en el tratamiento con cáscara de plátano 1171.833mg/Kg. Según Pardo, Paolini y Cantero en su artículo “Biomasa microbiana y respiración basal del suelo bajo sistemas agroforestales con cultivos de café”, menciona que un suelo con alta materia orgánica ayuda a mantener altos niveles de carbono, mejorando la fertilidad y la actividad microbiana del suelo (51).

De la misma forma, en comparación con la presente investigación, los resultados han sido similares a la tesis “Abono orgánico y su eficiencia en el cultivo de alfalfa basado en residuos orgánicos del Mercado La Moderna Chilca - Huancayo”, su objetivo ha sido evaluar el abono orgánico y su eficiencia en el cultivo de alfalfa, elaborando abono a base de residuos de frutas en 11 semanas, el cual ha tenido un buen resultado en el pH (7), similar al resultado que se ha obtenido de 7.46 en pH con el abono de cáscara de plátano.

Con los resultados obtenidos, se puede manifestar que los abonos orgánicos, en especial con el plátano tiene una mejor composición química, por lo que ayuda a mejorar las propiedades químicas como el incremento de macronutrientes (potasio), por lo tanto, los pobladores de Tinyari Grande pueden hacer uso de abono orgánico a base de plátano, para la mejora en su cultivo.

Para corroborar la textura de los abonos, se evaluó el contenido en porcentaje de arena, arcilla y limo en las muestras obtenidas. Para la arena la muestra control, ha obtenido el puntaje de 40.000 y de las muestras de plátano y piña ha sido 41.333 y 39.667 respectivamente, en caso del abono de plátano ha presentado incremento en 1.333, pero para el abono de piña ha disminuido en 0.333, con los resultados en conjunto la arena ha tenido una clase textural de Franco arcilloso. Para el Limo, la muestra control ha tenido de puntaje 25.667 y de las muestras de plátano y piña ha sido 25.667 y 26.333 respectivamente, en caso del abono de plátano no presenta incremento ni disminución, pero para el abono de piña sí presenta un incremento, superando en 1.333 a la muestra control, con los resultados en conjunto la arcilla se ubica en la clase textural de Franco arcilloso. Para la Arcilla, la muestra control ha tenido un puntaje de 33.667 y de las muestras de plátano y piña han sido 33.667 y 34.000 respectivamente, en caso del abono de plátano no presenta aumento ni disminución, pero para el abono de piña sí se ha incrementado, que supera en 0.333 a la muestra control, con los resultados en conjunto la arcilla se ha ubicado en la clase textural de Franco arcilloso. Con los resultados obtenidos, se determina que éstos se alinean a los objetivos planteados en la tesis.

Según la norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000, la clase franco arcilloso presenta propiedades como infiltración de agua nivel medio, aireación media, retención de agua alta, erosión media, retención de nutrientes alta, facilidad para formar buena estructura nivel alto, los resultados cumplen con los objetivos planteados y ha demostrado mejora en las propiedades del suelo. La presente investigación es de gran aporte económico, ambiental y académico, ya que en la actualidad se busca la menor intervención de productos químicos en la producción de la agricultura.

Los resultados tienen similitud con los antecedentes recopilados para demostrar que sí mejoraron las propiedades del suelo y se puede aceptar y verificar la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se ha elaborado abono orgánico a partir de las cáscaras de plátano y piña, ya que estas frutas tienen alta demanda de consumo en el mercado, estas frutas se encuentran en los hogares y tiene una recolección accesible; además, poseen alto contenido nutricional para el suelo.
- La composición de NPK del suelo obtenido después de la aplicación de restos de frutas han sido favorable, ya que se alinea a la tabla de clasificación del INIA.
- Su elaboración ha tomado 12 semanas, las cuales han sido suficientes y fundamentales para lograr la degradación total de las cáscaras de plátano y piña, con ello se pudo lograr el mejoramiento de los componentes y de las propiedades fisicoquímicas del suelo.
- El resultado del análisis de suelo después de la aplicación de restos de frutas de plátano y piña cumple con los estándares de clase textural que propone y menciona la norma mexicana NOM-021-RECNAT-2000, donde menciona que ese tipo de suelo con textura franco arcilloso proporciona nutrientes a las plantas sin la intervención de abonos químicos.
- El pH promedio al aplicar el abono de plátano ha sido 7.467 y al aplicar el abono de piña 7.600, el resultado de las muestras ha disminuido con respecto a la muestra control, de tal manera que ayudará a una mejor asimilación de nutrientes, evitará la fijación y, también, la contaminación del suelo, ya que para un suelo franco arcilloso es beneficioso tener un pH ligeramente ácido.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que los restos de comida como la cáscara de plátano y piña deben ser utilizados como abono orgánico natural, así como otros residuos o materiales para que aumenten el porcentaje de materia orgánica para mejorar la calidad del abono.
- Se recomienda llevar un control adecuado de la cantidad de cascara de frutas a utilizar y el tiempo, ya que si se aplicase una proporción mayor, éste ocasionaría deterioro de las propiedades del suelo, como el aumento o disminución excesiva del pH, materia orgánica, textura, etc.

- Se recomienda tener en cuenta la técnica adecuada al realizar la aplicación de restos de frutas en el suelo, y que éstos sean cubiertos totalmente con una capa de tierra, con ello evitar presencia de vectores, malos olores y generación de un lugar infeccioso.
- Realizar reuniones de sensibilización para un buen uso de abono orgánico y explicar los beneficios en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas en un suelo degradado.

REFERENCIAS

1. COMEX PERÚ. Exportaciones peruanas crecieron un 3.7% y los envíos agrícolas sostienen un crecimiento del 25.1%. *COMEX - Sociedad de Comercio Exterior del Perú*. Online. 2022. [Accessed 4 October 2022]. Available from: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-peruanas-crecieron-un-37-y-los-envios-agricolas-sostienen-un-crecimiento-del-251>
2. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUPACA. Plan de prevención de riesgo de desastres del distrito capital de Chupaca 2022 - 2024. Online. 2021. [Accessed 4 October 2022]. Available from: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/12506>
3. ORTIZ, Jimena, FAGGIOLI, Valeria Soledad, GHIO, Hugo, BOCCOLINI, Monica Fabiola, IOELE, Juan Pablo, TAMBURRINI, Pablo, GARCIA, Fernando O. and GUDELJ, Vicente. Impacto a largo plazo de la fertilización sobre la estructura y funcionalidad de la comunidad microbiana del suelo. *Ciencia del suelo*. July 2020. Vol. 38, no. 1, p. 45–55.
4. ARIAS, JAVIER. Propuesta y desarrollo de un modelo de negocio para la venta y comercialización de abono orgánico (Biol) en el Cantón Pedro Vicente Maldonado en Ecuador. Online. 2018. [Accessed 28 September 2022]. Available from: <https://riunet.upv.es/handle/10251/153421>
5. VASCO, Cristian, PALACIOS, Gabriela, PASPUEL, Susana, VASCO, Cristian, PALACIOS, Gabriela and PASPUEL, Susana. Determinantes socioeconómicos del consumo de productos ecológicos en Quito. *Siembra*. December 2015. Vol. 2, no. 1, p. 23–28. DOI 10.29166/siembra.v2i1.112.
6. DAZA-TORRES, Martha Constanza, LADINO-TABARQUINO, Greydy Selene, URRUTIA-COBO, Norberto, DAZA-TORRES, Martha Constanza, LADINO-TABARQUINO, Greydy Selene and URRUTIA-COBO, Norberto. Beneficios agronómicos y ambientales de fuentes de fertilizantes nitrogenados en *Ocimum basilicum* L. *DYNA*. September 2018. Vol. 85, no. 206, p. 294–303. DOI 10.15446/dyna.v85n206.69103.
7. NARRO RÍOS, Roger Manuel. *Influencia del nivel de conocimiento y la valoración de beneficios de los alimentos orgánicos en los consumidores de los NSE A y B en Lima Metropolitana*. Online. Licenciatura. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. [Accessed 5 October 2022].
8. FONSECA, Edgar Lenin Valverde, BATISTA, Rigoberto Miguel García, HERRERA, Alexander Moreno and CASTRO, Alejandro Rafael Socorro. Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. 8 April 2019. Vol. 2, no. 1, p. 151–159.
9. CORREDOR, Yury Alexandra Vargas and PÉREZ, Liliana Ibeth Pérez. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 15 April 2018. P. 59–72. DOI 10.18359/rfcb.3108.
10. JUAN MONDRAGÓN, Johanna Serna. Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano *Dominico hartón*. Online. 2018. [Accessed 5 October 2022]. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2018000100021
11. ARMIJOS, Javier Marín, BATISTA, Dr C. Rigoberto Miguel García and BARREZUETA-UNDA, Dr C. Salomón. Elaboración de biocarbón obtenido a partir de la

cáscara del cacao y raquis del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*. 7 December 2018. Vol. 6, no. 3, p. 75–81.

12. MESTANZA, Laura Marilyn Hernández, ABREGO, Gabriela Esmeralda Majano and MARTÍNEZ, Elba Alejandra Mira. Elaboración de un material biosorbente a partir de la cáscara de plátano (*musa sp.*) para ser utilizado en la remoción de cromo vi proveniente de las aguas residuales de la industria de curtiembre. . 2019. P. 216.

13. BALVIN HUAMAN, Paul. Abono orgánico y su eficiencia en el cultivo de alfalfa basado en residuos orgánicos del Mercado La Moderna Chilca - Huancayo. *Repositorio Institucional - UCV*. Online. 2021. [Accessed 5 October 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61878>Accepted: 2021-05-29T03:48:48Z

14. MEGO PINEDO, Yuliño. Eficiencia del abono orgánico elaborado con ceniza de cáscara de arroz y residuos orgánicos domiciliarios para la producción de culantro (*Coriandrum sativum L*) y lechuga (*Lactuca sativa*), Yantaló - 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. Online. 2019. [Accessed 5 October 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43755>Accepted: 2020-06-15T23:21:57Z

15. MALLMA BENDEZU, Preciosa Diana. Evaluación de la eficiencia del té de estiércol y abono de frutas elaborados con residuos orgánicos de mercado en el crecimiento de *Raphanus Sativus* - Rímac, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. Online. 2019. [Accessed 5 October 2022]. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51202>Accepted: 2021-01-05T22:22:01Z

16. *El Suelo 20 de mayo.pdf*. Online. [Accessed 9 August 2023]. Available from: <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BABlicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>

17. RODAS, Izquierdo and JOSÉ, Juan. Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín. . 2017.

18. *El Suelo 20 de mayo.pdf*. Online. [Accessed 19 May 2023]. Available from: <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BABlicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>

19. *edafologia.pdf*. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

20. *3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf*. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/98/27598/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf>

21. 6. TEXTURA DEL SUELO. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

22. Decreto Supremo N.º 0005-2022-MIDAGRI. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2979424-0005-2022-midagriDECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE CALIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYO. #gobpe>

23. ALVAREZ, Roberto. *La fertilidad de los suelos pampeanos*. Online. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, 2021. [Accessed 5 October 2022].

ISBN 978-987-3738-32-6. Available from:

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/136864>Accepted: 2021-07-24T01:47:34Z

24. NOM-021-RECNAT-2000: Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. | FAOLEX. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC050674/>
25. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. . 2002.
26. OSORIO, N W. pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. . Vol. 1, no. 4.
27. *Control-de-Plagas-y-Vectores.pdf*. Online. [Accessed 20 August 2023]. Available from: <https://ogabogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2020/10/Control-de-Plagas-y-Vectores.pdf>
28. SÁNCHEZ MARTÍN, M. Jesús and SÁNCHEZ CAMAZANO, M. *Los Plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo*. Online. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), 1985. [Accessed 20 August 2023]. ISBN 978-84-00-06106-7. Available from: <https://digital.csic.es/handle/10261/12919>Temas Monográficos, 14
29. *Impacto-de-los-agroquimicos-en-el-suelo-y-la-salud.pdf*. Online. [Accessed 19 May 2023]. Available from: <https://lossuelosdemipais.crea.org.ar/wp-content/uploads/2020/11/Impacto-de-los-agroquimicos-en-el-suelo-y-la-salud.pdf>
30. BLANCO, Víctor Bouzas. *Guía para la descripción de los suelos*. Online. 2016. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://tysmagazine.com/libro-gratuito-guia-para-la-descripcion-de-los-suelos/>
31. FAO. *Guía para la descripción de suelo.pdf*.
32. OSORIO, Zapata and JOHANA, Ivy. Plan de negocio para la creación de una empresa procesadora de abono organico a partir de los desechos biodegradables en el municipio de Barrancabermeja, Santander. Online. 13 September 2017. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/7425>
33. INFOAGRONOMO. Manual de fertilizantes y enmiendas - InfoAgronomo. Online. 27 November 2018. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://infoagronomo.net/manual-de-fertilizantes-y-enmiendas/>
34. FAO. ROMA, ITALIA (ed.). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. . Roma : FAO. Roma, Italia, 2000. E30
35. LEÓN, Jenner Barrera, UNDA, Salomón Barrezueta and BATISTA, Rigoberto Miguel García. Evaluación de los índices de calidad del suelo de diversos cultivos en diferentes condiciones topográficas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. 31 March 2020. Vol. 3, no. 1, p. 182–190.
36. ROJAS, M., JAIMES, L. and VALENCIA, M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista ESPACIOS*. Online. 15 February 2018. Vol. 39, no. 06. [Accessed 5 October 2022]. Available from: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>

37. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR: experiencias en america latina*. . S.I. : FOOD & AGRICULTURE ORG, 2022. ISBN 978-92-5-307844-8.
38. *Libro IMII Microbiologia - Microorganismos y enfermedades Libro de Apoyo al Profesor de Ciencias - Studocu*. Online. [no date]. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-san-juan-bautista/teoria-de-la-comunicacion/libro-imii-microbiologia/58660488>
39. INTAGRI S.C. Los Biofertilizantes en la Agricultura. Online. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
40. Cómo Hacer Abono De Frutas **【Rico Fósforo / Potasio】** . Online. 20 October 2021. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://estoessagricultura.com/como-hacer-abono-de-frutas/Abono de frutas es un abono de elaboración artesanal que resulta de la fermentación aeróbica o anaeróbica de frutas y melaza. Recomendado en engorde de fruto.>
41. *NTF-19-012-Propiedades-fisicoquimicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas.pdf*. Online. [Accessed 20 May 2023]. Available from: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-012-Propiedades-fisicoquimicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas.pdf>
42. RUBIO GUTIÉRREZ, A. M^a. La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural Los Alcornocales. Online. 2010. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://digital.csic.es/handle/10261/57951> Accepted: 2012-10-14T12:52:43Z
43. INTAGRI S.C. Manejo y Corrección de la Acidez de los Suelos. Online. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo>
44. JUAN MARTÍN GUEÇAIMBURU ET AL. Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. May 2019. Vol. 35, no. 1, p. 81–89. DOI 10.4067/S0719-38902019005000203.
45. INTAGRI S.C. Fijación de Potasio en el Suelo. Online. 11 January 2019. [Accessed 2 August 2023]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>
46. BANEGAS, José R., RODRÍGUEZ ARTALEJO, Fernando and REY CALERO, Juan del. Popper y el problema de la inducción en epidemiología. *Revista Española de Salud Pública*. August 2000. Vol. 74, no. 4, p. 00–00.
47. *2. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf*. Online. [Accessed 26 November 2023]. Available from: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
48. Laboratorio de Análisis de Muestreo de Suelos – Instituto Nacional de Innovación Agraria. Online. [Accessed 21 August 2023]. Available from: <https://www.inia.gob.pe/laboratorio-de-analisis-de-muestreo-de-suelos/>
49. FERNÁNDEZ CRUZ, Edwin, LÓPEZ PLAZA, Bricia, SANTURINO, Cristina and GÓMEZ CANDELA, Carmen. Composición nutricional y declaraciones nutricionales del

plátano de Canarias. *Nutrición Hospitalaria*. December 2021. Vol. 38, no. 6, p. 1248–1256. DOI 10.20960/nh.03614.

50. IBARRA, Edú Ortega, RAMÍREZ, Gabriel Hernández and IBARRA, Ilse Haide Ortega. Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 5 July 2021. Vol. 7, no. 14, p. 24–28. DOI 10.29057/icap.v7i14.7232.

51. PARDO-PLAZA, Yuri Janio, GÓMEZ, Jorge E. Paolini and CANTERO-GUEVARA, Miriam Elena. Biomasa microbiana y respiración basal del suelo bajo sistemas agroforestales con cultivos de café. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Online. 24 May 2019. Vol. 22, no. 1. [Accessed 21 August 2023]. DOI 10.31910/rudca.v22.n1.2019.1144.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis de suelo del laboratorio Santa Ana – INIA- Huancayo



inía
Instituto Nacional de Innovación Agraria

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INACAL
DA - Perú
Accreditado

INFORME DE ENSAYO
N° 061727-23/SU/ LABSAF - SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Sanchez Veliz Cesia Pilar
Propietario / Productor	:	Sanchez Veliz Cesia Pilar
Dirección del cliente	:	Jr. Santos Chocano N° 998-Chilca-Huancayo
Solicitado por	:	Sanchez Veliz Cesia Pilar
Muestreo por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	05 muestras
Producto declarado	:	Suelo (Suelo Agrícola)
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	San Juan de Iscos-Chupaca-Junin
Fecha(s) de muestreo	:	2023-06-04 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2023-06-06
Lugar de ensayo	:	Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2023-06-12
Cotización del servicio	:	156-23-SA
Fecha de emisión	:	2023-06-27

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5		
Código de Laboratorio	SU2543-SA-23	SU2544-SA-23	SU2545-SA-23	SU2546-SA-23	SU2547-SA-23		
Matriz Analizada	Suelo (Suelo Agrícola)						
Fecha de Muestreo	2023-06-04	2023-06-04	2023-06-04	2023-06-04	2023-06-04		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	16:40:00	16:40:00	16:40:00	16:40:00	16:40:00		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	1	2	3	4	5		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unid. pH	0.1	7.7	7.7	7.6	7.4	7.5
Conductividad Eléctrica	mS/m	0.1	24.8	22.6	28.7	55.5	46.8
Materia Orgánica	%	0.2	5.8	5.9	6.1	5.0	4.6
Nitrógeno (**)	%	-	0.290	0.295	0.305	0.250	0.230
Fósforo Disponible (**)	mg/Kg	-	51.0	29.7	53.4	65.9	65.2
Potasio Disponible (**)	mg/Kg	-	993.0	956.1	1017.0	1165.9	1174.1
Arena (**)	%	-	39	37	44	38	44
Limo (**)	%	-	27	27	23	31	23
Arcilla (**)	%	-	33	35	33	31	34
Clase Textural (**)	-	-	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso





Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



LABSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

Dirección: Carretera Saños Grande - Hualahoyo km. 8 Santa Ana, El Tambo - Huancayo - Junin

Página 1 de 2
F-46 / Ver.04
www.inia.gob.pe

INFORME DE ENSAYO
N° 061728-23/SU/ LABSAF - SANTA ANA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-09. 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994, First Edition/Cor1 1996. Soil Quality - Determination of the Specific Electrical Conductivity - Technical Corrigendum 1
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black).
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-10. 2000. Fosforo extraible, en suelos de neutros a alcalinos (Procedimiento de Olsen y colaboradores).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.11, AS-11. 2000. Fosforo extraible, en suelos de ácidos a neutros (Procedimiento de Bray y Kurtz 1).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.12. 2000. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo, con acetato de amonio.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing. Lidiana Alejandro Mendez - Responsable del laboratorio LABSAF Santa Ana.



Firma
Ing. Ivana Cortéz Juro
Directora EEA Santa Ana

FIN DE INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO
N° 061728-23/SU/ LABSAF - SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Sanchez Veliz Cesia Pilar
 Propietario / Productor : Sanchez Veliz Cesia Pilar
 Dirección del cliente : Jr. Santos Chocano N° 998-Chilca-Huancayo
 Solicitado por : Sanchez Veliz Cesia Pilar
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 04 muestras
 Producto declarado : Suelo (Suelo Agrícola)
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : San Juan de Iscos-Chupaca-Junín
 Fecha(s) de muestreo : 2023-06-04 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-06-06
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Santa Ana
 Fecha(s) de análisis : 2023-06-12
 Cotización del servicio : 156-23-SA
 Fecha de emisión : 2023-06-27

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5		
Código de Laboratorio	SU2548-SA-23	SU2549-SA-23	SU2550-SA-23	SU2551-SA-23	-		
Matriz Analizada	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	-		
Fecha de Muestreo	2023-06-04	2023-06-04	2023-06-04	2023-06-04	-		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	16:40:00	16:40:00	16:40:00	16:40:00	-		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	-		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	6	7	8	9	-		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unid. pH	0.1	7.5	7.6	7.6	7.6	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	0.1	47.5	38.0	36.1	32.5	-
Materia Orgánica	%	0.2	5.0	5.3	4.4	5.2	-
Nitrógeno (**)	%	-	0.250	0.265	0.220	0.260	-
Fósforo Disponible (**)	mg/Kg	-	62.4	56.6	59.1	54.7	-
Potasio Disponible (**)	mg/Kg	-	1175.5	1030.4	1029.4	637.6	-
Arena (**)	%	-	42	36	41	42	-
Limo (**)	%	-	23	29	25	25	-
Arcilla (**)	%	-	36	35	34	33	-
Clase Textural (**)	-	-	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	-





INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)				CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH			
CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos	Resultado	pH	Evaluacion	Efectos	Resultado
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.		<5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables	
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.		5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos	
Moderadamente salino	210 – 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.		6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos	
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.		7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes	
Fuertemente salino	810 - 1600	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.		>8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes	
Muy fuertemente salino	> 1600	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.					

MATERIA ORGANICA			NITROGENO			POTASIO			FÓSFORO	
Clasificación	%MO	Resultado	Clasificación	mg/Kg de N	Resultado	Clasificación	ppm de K	Resultado	Clasificación mg/Kg de P	Resultado
Muy Bajo	<0.5		Muy Bajo	0 - 10		Bajo	<120		Bajo	<5.5
Bajo	0.6 - 1.5		Bajo	10 - 20		Medio	120 - 240		Medio	5.5 - 11
Medio	1.6 - 3.5		Medio	20 - 40		Alto	240 - 480		Alto	>11
Alto	3.6 - 6.0		Alto	40 - 60		Muy alto	>480		Nota: ppm = mg/kg	
Muy Alto	> 6.0		Muy Alto	> 60					Nota: 1 dS/m = 100 mS/m	

Referencia: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)

Anexo 2. Protocolos de muestreo

<p>A) Delimitación de las áreas</p> <p>Recorra el fundo y haga un plano o croquis sencillo de las superficies más o menos homogéneas, en cuanto al relieve del suelo, color, apariencia física y clase de manejo recibido anteriormente, donde ubique los detalles más importantes de la finca como lo son partes altas o bajas, planas o inclinadas, coloración del suelo, si es arenoso o pesado, vegetación alta, media o baja, riesgo de aniego, áreas que no se han trabajado ni fertilizado, y áreas trabajadas y fertilizadas. En todo caso, procure tomar siempre en forma separada, muestras de áreas que usted ha observado le producen diferentemente. Se realizará un croquis del campo.</p> <p>B) Época de Muestreo</p> <p>En suelos no sembrados anteriormente, haga el muestreo de dos a tres meses antes de la siembra; en cultivos de ciclo corto dos meses antes, y en cultivos permanentes, dos meses antes de la fertilización.</p> <p>C) Herramientas y materiales necesarios</p> <p>Para la toma de muestra en cada lote utilice los implementos necesarios como pala de corte, machete y balde</p> <p>D) Toma de la muestra</p> <p>Recorra los lotes al azar en forma de zig-zag y cada 15 o 30 pasos tome una submuestra, limpiando la superficie del terreno y depositándola en el balde. Las submuestras deben ser tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad tratando de mantener las profundidades uniformes entre ellas. Luego de tener todas las submuestras en el balde (de 20 a 30 por hectárea) se mezclan homogéneamente y se toma 1 kg aproximadamente. Esta es la muestra compuesta requerida para el análisis.</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Forma de recorrer el campo.✓ Se hará un hueco en forma de "V" de 20 a 30 cm de profundidad. De uno de sus lados tome una porción de 2 o 3 cm de espesor.✓ Con un cuchillo o machete quite los bordes, dejando una parte de 5 cm de ancho✓ Deposite la parte separada (submuestra), en el balde. Hacer todo lo anterior en cada punto de submuestreo.✓ Mezcle bien en el balde limpio las 20 o 30 submuestras así obtenidas. Use guantes o bolsas para aislar sus manos del suelo.✓ Para enviar al laboratorio, tome del balde una porción de 1kg (muestra compuesta).✓ Las muestras se colocan en cajitas de cartón o en bolsas plásticas y son enviadas al laboratorio.	<p>E) Identificación de la muestra</p> <p>Para identificar la muestra se debe colocar una etiqueta donde este escrito: el nombre del propietario, nombre del fundo, ubicación geográfica (departamento, provincia, distrito y localidad), número de muestra y lote, superficie que representa en hectáreas y algunas informaciones complementarias como por ejemplo: pendiente del terreno, cultivo anterior, rendimiento obtenido, riesgo de aniego, color del suelo, tipo de vegetación, disponibilidad de residuos, tipo de fertilizante usado, si encaló y forma y época de aplicación.</p> <p>Frecuencia de muestreo</p> <p>Cultivos anuales en rotación o cultivo permanente: cada tres años.</p> <p>Cultivos intensivos con aplicaciones regulares de abonos químicos y orgánicos (hortalizas): cada dos años.</p> <p>F) Factores a considerar en el muestreo de suelos</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Tamaño de la unidad de muestreo: El tamaño dependerá de la variabilidad del terreno y de la intensidad y tipo de uso del lote. En áreas muy uniformes, con el mismo uso agrícola y vegetación, el lote puede estar representado hasta por 10 ha. En áreas de uso muy intensivo con fuertes aplicaciones de fertilizantes, abonos orgánicos y con riego (hortalizas) el lote no debe ser mayor de dos hectáreas.✓ Número de submuestras: Dependerá del tamaño del lote de muestreo y de la intensidad de uso. Mientras mayor sea el lote, mayor número de submuestras serán necesarias. El mínimo puede ser entre 15 a 30 y lo ideal entre 30 a 40 submuestras.✓ Precauciones a tomar cuando se muestrea para análisis de suelos: Evite muestrear suelos muy mojados. Esperar unas 8 a 12 horas después de una lluvia fuerte.✓ Use bolsas plásticas nuevas y limpias, no de papel.✓ No fume ni coma durante la recolección de muestras, para evitar contaminarlas con las cenizas del cigarro, ricas en potasio y restos de comida.✓ No tome muestras en áreas recién fertilizadas (si se usó productos químicos esperar tres meses y se usó productos orgánicos esperar cinco meses), sitios próximos a viviendas, galpones, corrales, cercas, caminos, lugares pantanosos o erosionados, áreas quemadas, lugares donde se amontonan estiércol, fertilizantes, cal u otras sustancias que pueden contaminar la muestra.
---	--



ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA PICHANAKI

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y SUELOS

MUESTREO DE SUELOS

REFERENCIAS SOBRE EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



2016



**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA PICHANAKI**

C. INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

Es la tercera etapa y su éxito está estrechamente ligado a los dos primeros procesos. Por lo general se emplean programas de cómputo especialmente desarrollados para interpretar los resultados y tiene gran importancia la experiencia e información que disponga el especialista a la hora de brindar recomendaciones en base a ellos.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

AN	INDICADOR	UNIDAD	VALOR	VALOR REFERENCIAL	VALOR CRÍTICO	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CRÍTICO	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CRÍTICO
1	PH		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
2	CE	CMH	15	15	15	15	15	15	15
3	CA	CMH	10	10	10	10	10	10	10
4	MA	CMH	5	5	5	5	5	5	5
5	MG	CMH	2	2	2	2	2	2	2
6	MO	CMH	1	1	1	1	1	1	1
7	MT	CMH	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	ME	CMH	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
9	MD	CMH	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	MS	CMH	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05



RECOMENDACIONES DEL MANEJO DE FERTILIZACIÓN

AN	INDICADOR	UNIDAD	VALOR	VALOR REFERENCIAL	VALOR CRÍTICO	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CRÍTICO	VALOR DE REFERENCIA	VALOR CRÍTICO
1	PH		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
2	CE	CMH	15	15	15	15	15	15	15
3	CA	CMH	10	10	10	10	10	10	10
4	MA	CMH	5	5	5	5	5	5	5
5	MG	CMH	2	2	2	2	2	2	2
6	MO	CMH	1	1	1	1	1	1	1
7	MT	CMH	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	ME	CMH	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
9	MD	CMH	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	MS	CMH	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

RECOMENDACIONES DEL MANEJO DE FERTILIZACIÓN

1. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

2. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

3. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

4. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

5. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

6. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

7. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

8. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

9. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

10. MANEJO DE FERTILIZACIÓN

Recomendaciones de fertilización, esto es lo que realmente usa el agricultor, pero es una consecuencia de todos los procesos anteriores.

ASPECTOS BÁSICOS INHERENTES A LOS SUELOS AMAZÓNICOS

La mayor parte de los suelos amazónicos son pobres en nutrientes y tienen un bajo potencial de retención, especialmente en lo referente al calcio, al potasio y al fósforo. Sin embargo, sobre los suelos pobres crece una tupida vegetación, lo que ha llegado a confundir a muchos, porque se supone "que debajo de un bosque ubérrimo existen suelos fértiles". Sin embargo la verdad es todo lo contrario.

A diferencia de otras regiones más templadas, los nutrientes no se encuentran en su mayor parte en el suelo sino en el bosque, o sea, en la biomasa. Lo que sucede es que el bosque tiene una alta capacidad de reabsorber los nutrientes de la materia orgánica caída y descompuesta, y controla de esta manera la pérdida de los nutrientes.

El bajo contenido de nutrientes se debe a dos causas: (a) a las altas temperaturas y precipitaciones, y (b) a la historia geológica de la región.

La fuerte meteorización y lavado (lixiviación) a través de millones de años ha removido los nutrientes de los minerales que forman los materiales parentales del suelo. La pérdida de los nutrientes por lavado o erosión no puede ser reemplazada por la meteorización del subsuelo, como sucede en las regiones más templadas.

Los suelos amazónicos también tienen una muy baja capacidad de retención de los nutrientes, que se originan de la descomposición de la materia orgánica. Esto se debe, en parte, a la alta concentración de aluminio e hidrógeno, que ocupan los espacios en que los nutrientes deberían ser retenidos. El aluminio comprende un alto porcentaje de los minerales del suelo. El hidrógeno proviene de los ácidos orgánicos formados en la materia orgánica de la capa superior del suelo.

A pesar de la poca capacidad del suelo de retener los nutrientes, la sobrevivencia del bosque no está amenazada, porque las especies de árboles de la Amazonia se han adaptado a suelos altamente meteorizados y lavados. Una de las adaptaciones más importantes es la concentración de raíces en la superficie del suelo, que permiten capturar los nutrientes provenientes de la descomposición de la materia orgánica y evitar que se pierdan por lavado.

Basándonos en lo anterior, podemos establecer tres conclusiones prácticas en cuanto a suelos amazónicos:

- 2) En el bosque amazónico los nutrientes se encuentran en su mayor parte en la biomasa (plantas y animales) y no en el suelo.
- 3) Las plantas arbóreas tienen una alta capacidad de recapturar los nutrientes provenientes de la descomposición de la materia orgánica por las raíces superficiales y por la participación de hongos (Mycorriza). Este sistema es de alta eficiencia y permite la conservación de los nutrientes en el ecosistema.
- 4) En consecuencia, cuando se destruye el bosque (tala y quema) los suelos producen por un corto periodo (2 a 3 años) y pierden su fertilidad, porque es interrumpido el reciclaje de los nutrientes y los que existen (benizas y materia orgánica) son lavados por las intensas lluvias.

Bajo estas conclusiones, las formas de conservar y recuperar los nutrientes en un suelo amazónico y mantener su fertilidad se lograría a través de tres estrategias de manejo:

- a. Dejar crecer nuevamente el bosque en los suelos empobrecidos y reponer el ciclo de nutrientes, a través de prácticas de alternancia entre cultivos y barbecho forestal (tala-cultivo-purma-cultivo-purma) practicado en la región.
- b. Realizar cultivos con la mayor cobertura forestal posible (prácticas agroforestales) para mantener un reciclaje de nutrientes lo más eficiente posible.
- c. Aportar continuamente fertilizantes sintéticos, lo que resulta impracticable en muchas zonas por la distancia y los altos precios, además de la falta de capital para su adquisición.

En la práctica, se debe considerar combinar adecuadamente estas tres estrategias de forma tal que permita armonizar lo mejor posible la producción con la conservación del recurso suelo, por lo que la aplicación de materia orgánica complementada con fertilización química (en casos necesarios) y procurar la mayor conservación del bosque mediante la agroforestería constituyen ejes fundamentales para la orientación de las recomendaciones para suelos amazónicos.

4

Incluye los siguientes parámetros:

PROPIEDADES FÍSICAS

- % Arena
- % Limo
- % Arcilla
- Clase Textural
- Densidad Aparente

PROPIEDADES QUÍMICAS

- pH
- Conductividad Eléctrica
- Carbonatos
- Materia Orgánica
- Nitrógeno Total
- Fósforo Disponible
- Potasio Cambiable
- Cationes Cambiables (Ca, Mg, K, Na)
- Acidez Cambiable (Al+H)
- Capacidad de Intercambio Catiónica
- Suma de Bases
- Porcentaje de Saturación de Bases
- Porcentaje de saturación de Aluminio con respecto a CIC.

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO

Todo el conjunto de procesos físicos y químicos que se han hecho a la muestra de suelo finalizan con la obtención del llamado REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS, el cual es un documento que contiene los resultados ordenados y con sus respectivas unidades de medida; éste suele ser de escasa utilidad para el agricultor si no cuenta con un profesional que lo interprete y lo convierta en recomendaciones específicas para el cultivo. Aquí es justamente donde se suele encarecer este servicio, puesto que muchos profesionales imponen altos costos para la interpretación y recomendaciones, elevando el valor del servicio a niveles que muchos productores se rehúsan a pagar.



17

B. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Se realiza en instalaciones especialmente acondicionadas que cuentan con equipos y programas de cómputo apropiados, empleando métodos desarrollados a través de diversos trabajos de investigación. Por lo general se practica un análisis de caracterización.



- **Análisis de Caracterización:** Es un análisis que brinda información de parámetros físicos y químicos que determinan la fertilidad del suelo, suficientes para la planificación de la fertilización y además para plantear el manejo más adecuado para el suelo en el corto, mediano y largo plazo.

16

IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE SUELOS PARA LA AGRICULTURA

El análisis de suelos encuentra su importancia fundamentalmente, porque se convierte en una herramienta informativa sobre la fertilidad del suelo, vital para elaborar los planes de manejo y fertilización que garanticen el adecuado rendimiento de los cultivos y la conservación de los suelos, incrementando la rentabilidad y disminuyendo la migración de los agricultores por el deterioro de la productividad de sus campos, favoreciendo su economía y contribuyendo a reducir la deforestación.

En forma práctica, los beneficios del análisis de suelos están relacionados directamente con los beneficios que brindan a los agricultores y el ambiente y se pueden definir en los siguientes:

- a) Evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo: De esta manera se puede hacer un seguimiento de los niveles de fertilidad del suelo y evitar las variaciones inesperadas en el rendimiento del cultivo. Los principales nutrientes que influyen en el desarrollo de los cultivos son el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; asimismo otros elementos que les resultan perjudiciales son el Cloro y el Aluminio, por lo que el análisis nos dirá cuan urgente es tomar alguna acción que nos ayude a su incremento y/o reducción hasta niveles adecuados para el cultivo.
- b) Establecer programas de fertilización adecuados: Esto nos permite asegurar un adecuado rendimiento a través del tiempo, ya que teniendo los resultados del análisis de suelos se puede planificar las necesidades de aplicación de elementos nutricionales al suelo para complementar lo que ahí existe y cubrir correctamente las necesidades del cultivo, manteniendo y mejorando en forma gradual la fertilidad del suelo.
- c) Disminución de costos de producción: Al conocer las necesidades reales de nutrientes a aplicarse, el agricultor podrá invertir sus recursos en forma eficiente y con un mayor conocimiento de sus necesidades de inversión en fertilizantes o abonos en función a un determinado rendimiento, puede proyectar rendimientos que eleven su rentabilidad.
- d) Disminución de la contaminación de las fuentes de agua: Al disminuir el uso de insumos químicos y elevar el uso de abonos orgánicos se reduce la liberación de sustancias contaminantes desde los fertilizantes químicos hacia las fuentes de agua, en beneficio de las personas y la naturaleza.

5

A. MUESTREO DE SUELOS

El muestreo de suelo es la fase preliminar al análisis de suelo, el proceso efectuado para determinar las características físicas y químicas del suelo mediante métodos analíticos químicos y físicos.

La metodología básica para el muestreo de suelos fue definida hace más de 50 años por Cline (1944). Siempre se ha reconocido que los mayores errores son de muestreo más que el propio error analítico. Cline estableció: **"El límite de exactitud está dado por el muestreo no por el análisis"**. La mayor probabilidad de cometer errores se presenta en el momento que se toman las muestras para análisis. La recolección de una muestra realmente representativa es un paso crucial. Entonces se podrá entender la importancia de efectuar un muestreo apropiado.

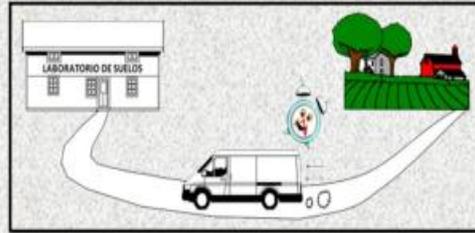
Por otro lado, si bien la metodología no ha cambiado mucho a través del tiempo, si es posible brindar información referida a los mejores métodos y variantes a aplicarse para efectuar esta importante labor.

PRINCIPIOS RELACIONADOS CON EL MUESTREO DE SUELOS:

- 1) **Heterogeneidad:** El suelo no es homogéneo y lo caracterizan diferentes tipos de variaciones. Las propiedades del suelo, incluyendo la fertilidad, varían de un lugar a otro, e inclusive a través de los diferentes horizontes de un mismo perfil. Dado que es impracticable muestrear el campo entero, debemos confiar en extraer submuestras para estimar el nivel de fertilidad de un lote. La intensidad del muestreo para una exactitud dada, dependerá de cuan variable sea la fertilidad del campo. La fertilidad del suelo no es constante en el espacio y en el tiempo, pero además existen otros factores como la profundidad y el momento de muestreo que tienen un gran efecto sobre el resultado final.
- 2) **Representatividad:** Al muestrear un suelo para una recomendación de fertilización, el punto central es obtener una muestra que represente precisamente el lote donde fue tomada. El objetivo es proveer una medida del nivel promedio de fertilidad del campo y una medida de la variabilidad de la fertilidad.

ENVÍO DE LA MUESTRA AL LABORATORIO

Se tienen que llevar las muestras al laboratorio lo más pronto posible, se recomienda hacerlo dentro de las 12 horas siguientes a haberse realizado el muestreo, pero podemos hacerlo hasta 1 a 2 días después como máximo.



PRECAUCIONES DURANTE EL MUESTREO

Durante el muestreo debemos evitar fumar, comer, o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra y obtener resultados inexactos. No tomes muestras cerca de los caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estiércol, estanques, bajo árboles, sobre bordos o de lugares donde se almacenen productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemas recientes y se ha acumulado ceniza.



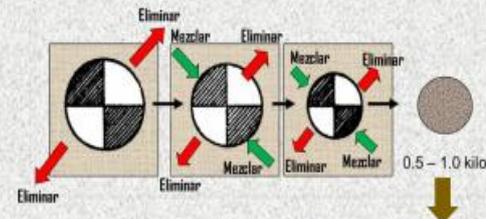
6

15

PASO 5: PREPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA COMPUESTA

Una vez tomadas las submuestras de la unidad de muestreo, estas se han ido uniendo en el balde, donde han formado una muestra grande, la cual representa la unidad muestreada; esta se debe reducir a un peso entre medio y un kilo a través del sistema de "cuarteos diagonales". Durante el proceso de reducción de la muestra se debe eliminar los restos vegetales o de materia orgánica, grava y piedras. Luego transferimos esta cantidad de suelo (0.5 - 1 Kg) a una bolsa bien limpia.

La muestra puede secarse un poco si es necesario, lo que debe hacerse a la sombra.



Cada bolsa con una muestra compuesta debe llevar un código o número que la distinga de las demás para evitar que se confundan.

MUESTRA N°

Nombre del Agricultor:

Ubicación del terreno:

Profundidad de Muestreo:

Cultivo actual:

Cultivo a instalar:

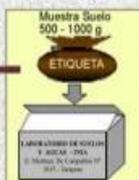
Fertilizantes aplicados:

Fecha de Muestreo:

Área:

Rendimiento actual:

Se debe llenar una tarjeta o una etiqueta que se adjuntará a la muestra la cual debe contener información básica para el laboratorio, según el ejemplo adjunto.



DEFINICIONES IMPORTANTES

UNIDAD DE MUESTREO: Se llama así al área de terreno considerada uniforme e independiente que puede ser identificado con base en sus características de relieve, material originario, uso y manejo.

SUBMUESTRA: Es una pequeña cantidad de suelo que posee información específica de la fertilidad del área reducida de terreno de la cual ha sido extraída.

MUESTRA COMPUESTA: Es el conjunto de varias submuestras que se considera representativa de la unidad de muestreo de la cual ha sido tomada y que al ser analizada brindará información de la condición promedio de fertilidad del área de la que procede. Es la forma más aconsejable y económica para investigar y proponer alternativas de manejo y fertilización para un campo agrícola.

HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL MUESTREO

No se requiere herramientas muy especializadas, en general se debe contar con las siguientes:



PALA RECTA MACHETE, CUCHILLO O ESPÁTULA BALDE

Adicionalmente, para preparar nuestra muestra compuesta se necesitará lo siguiente:



LIBRETA DE APUNTES Y LÁPIZ BOLSAS PLÁSTICAS COSTAL O MANTA

14

7

PASOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS

PASO 1: SECTORIZACIÓN DEL ÁREA A MUESTREAR

Sectorizar es dividir el área total en áreas homogéneas, basado en aspectos observables. De esta manera se obtienen unidades de muestreo independientes, que pueden ser muestreadas en forma separada para obtener resultados analíticos aplicables a sus características particulares. La sectorización se basa en subdividir un área en función al relieve (plano, ondulado, pendiente), rocosidad (ninguna, poca, regular, frecuente), coloración, utilización (cultivo anual, permanente, forestal, pasto, etc.), edad del cultivo, especie cultivada, distanciamiento de siembra, etc.

Al momento de efectuar esta tarea, es importante dibujar un croquis del área total e identificar adecuadamente sus subdivisiones, asignando un código o clave para su fácil distinción en el mismo, el cual debe acompañar a las muestras correspondientes, para evitar confusiones.

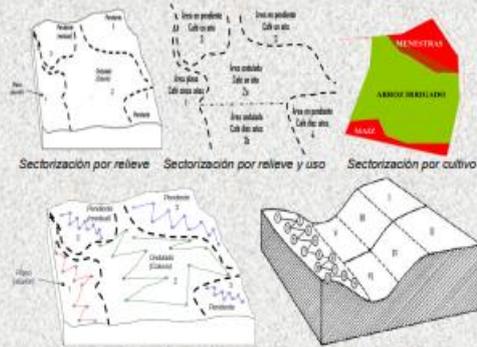


Diagrama de muestreo de suelos. Las unidades de muestreo están separadas por la línea intermitente gruesa. Note que se definen tres unidades de muestreo (1, 2, 3). Note que tres muestras se toman en este caso. Cada punto, representado por un círculo abierto es una submuestra.

PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE MUESTRA DE SUELO CON PALA RECTA



8

13

En cada sitio de submuestreo se recomienda limpiar de plantas y de hojarasca fresca (1-3 cm de profundidad) en un área de 40 cm x 40 cm aproximadamente (Fig. 1)

Se debe abrir un hoyo en forma de V hasta los 20 cm de profundidad (casi toda la pala) y luego, de una de las paredes del hoyo cortamos una tajada de unos 3 cm de grosor, a la cual se le eliminan los bordes con un machete, cuchillo o espátula en la misma pala, de manera que la parte que quede tenga de 3 a 5 cm de ancho, luego se deposita en el balde. (Figs. 2-14)



Una vez extraída la submuestra, se rellena el hoyo con el suelo sobrante, y se avanza hacia el siguiente punto. (Fig. 15)

PASO 2: DEFINICIÓN DEL NÚMERO DE SUBMUESTRAS

Se debe tomar en cuenta que cuanto mayor es el número de submuestras extraídas mayor será el detalle y aproximación de la muestra compuesta obtenida, por lo que se sugiere tratar de encontrar un balance entre este criterio y el tiempo disponible para efectuar la tarea en la práctica, a fin de evitar pérdidas de tiempo innecesarias.

El número de submuestras que se deben considerar para formar una muestra compuesta no debe ser menor de 15 submuestras por unidad de muestreo, cualquiera sea el tamaño de la misma.

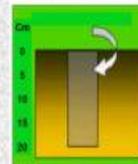
Esto se basa en el número de puntos de submuestreo que permite elevar la calidad de la muestra compuesta a niveles estadísticamente confiables para cualquier clase de suelo, sea éste arcilloso, arenoso, limoso, orgánico, volcánico, etc.

PASO 3: ELECCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL MUESTREO

Se relaciona fundamentalmente con la movilidad y presencia de cada elemento de interés para el análisis (N, P, K, Ca, Mg, etc.), así como también con la profundidad que alcanzan las raíces absorbentes del cultivo en cuestión.

En general, se recomienda que para el caso de cultivos anuales se efectúe hasta una profundidad de 20 cm y para el caso de cultivos permanentes sea de 25 a 30 cm de profundidad. Se puede tomar en consideración lo siguiente:

- Pastos 0 - 10 cm.
- Cultivos anuales (arroz, maíz, monestras) 0 - 20 cm.
- Cultivos permanentes (cacao, café, palma) 0 - 30 cm.
- Frutales (cítricos) dividido en estratos Hasta 70 cm

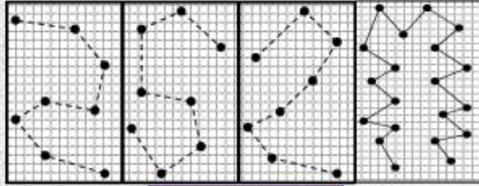


12

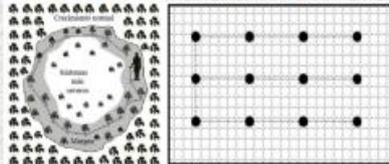
9

PASO 4: EXTRACCIÓN DE LAS SUBMUESTRAS

Para ello hacemos un recorrido sobre el terreno (usualmente en zigzag), tomando submuestras en cada punto donde se cambie la dirección en el recorrido y según sea el caso, en una plantación permanente se elegirán los puntos siempre al lado de una planta y en un campo para cultivos anuales en forma libre dentro del área, en el caso de cultivos como el arroz, será siempre dentro de las pozas, nunca en los bordos.



Variantes del recorrido en zigzag en plantaciones permanentes



Muestreo en áreas problema y sistemático para cultivos permanentes.



Ejemplo de recorrido para el muestreo en campos sin cultivo



Diferentes recorridos para el muestreo en arrozales

“LO IMPORTANTE ES TOMAR PORCIONES DE SUELO RECORRIENDO TODA EL ÁREA DEL TERRENO O UNIDAD DE MUESTREO. A LO LARGO Y ANCHO DEL MISMO”

Anexo 3. Elección del terreno en el distrito de Tinyari Grande.



Anexo 4. Fotografías del proceso



Preparación del área de trabajo



Preparación del área de trabajo



Recolección de cáscara de piña y plátano



Proceso de homogenización de las cáscaras de frutas



Rotulado de las 09 muestras para el Laboratorio