



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

**Elaboración de un abono orgánico a partir de residuos agropecuarios de la zona
de Nabón**

**Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Química**

Autoras:

Julia Mercedes González González.
C.I 0302751086
Jhuly769@gmail.com

Jamileth del Cisne Toro Fernández.
C.I 0705638849
jamilenth.torof@ucuenca.edu.ec

Director:

Ing. Servio Rodrigo Astudillo Segovia Mgt.
C.I 0101488609

CUENCA - ECUADOR

04-enero-2021



RESUMEN

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de vegetales, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada, así en la zona del cantón Nabón existe una cantidad considerable de residuos agropecuarios, los cuales no reciben un tratamiento óptimo que genere un beneficio para los propietarios de los terrenos que contengan estos residuos. El abono orgánico se obtiene por la descomposición de la materia orgánica (MO) debido a la existencia de ciertos microorganismos los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos mismos que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas. El presente trabajo de titulación tiene como objetivo: “Elaborar un abono orgánico con residuos agropecuarios de la zona de Nabón” mismo que está fundamentado en dos pilares de investigación experimental y descriptiva. Es experimental porque se manipuló diferentes parámetros con el propósito de obtener un abono orgánico y se realizó la determinación de los parámetros físicos- químicos del abono. Es descriptivo porque se detalló el estudio de las materias primas a emplear, así como los procesos de elaboración y caracterización del abono. Como resultado se logró elaborar y caracterizar el abono orgánico a partir de los residuos agropecuarios de la zona de Nabón y en base a ello se obtuvo las dosificaciones de las materias primas que se deben utilizar para obtener el abono orgánico que cumpla con los parámetros establecidos.

PALABRAS CLAVE: Abono orgánico. Residuos agropecuarios. Salvado de trigo. Hojarasca de montaña. Micorrizas. Limos.



ABSTRACT

Annually, a considerable amount of vegetable waste is produced, but only a certain part of this production is used, thus in the area of Nabón there is a considerable amount of agricultural waste, which does not receive an optimal treatment that generates a benefit for the owners of the land containing this waste. Organic fertilizer is the material resulting from the natural decomposition of organic matter by the action of the microorganisms present in the environment, which digest the materials, transforming them into other beneficial ones that, applied correctly to the soil, improve the physical, chemical and microbiological conditions. The objective of this degree work is: “To prepare an organic fertilizer with agricultural residues of the area of Nabón”, which is based on two pillars of experimental and descriptive research. It is experimental because different parameters were manipulated in order to obtain an organic fertilizer and the physical-chemical parameters of the fertilizer were determined. It is descriptive because the study of the raw materials to be used was detailed, as well as the processes for preparing and characterizing the fertilizer. As a result, it was possible to elaborate and characterize the organic fertilizer from the agricultural residues of the area of Nabón and based on this, the dosages of the raw materials that must be used to obtain the organic fertilizer that meets the established parameters were obtained.

KEY WORDS: Organic fertilizer. Agricultural residues. Wheat bran. Mountain fallen leaves. Mycorrhizae. Limos.



ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
ÍNDICE.....	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	6
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	7
ÍNDICE DE ANEXOS	7
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	8
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	9
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	10
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	11
DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTO	13
1.INTRODUCCIÓN	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo General	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2.CONTENIDO TEÓRICO.....	17
2.1 Abono orgánico.....	17
2.2 Materias primas.....	25
2.2.1 Residuos agropecuarios:.....	25
2.2.2 Otras	34



3.METODOLOGÍA	44
3.1 Tipo de investigación:	44
3.2 Lugar de investigación:	44
3.3 Caracterización de las materias primas y del abono:	44
3.4 Formulación del abono:.....	62
3.5 Elaboración del abono.....	67
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
4.1 Comparación de parámetros:	74
4.2 Caracterización del abono orgánico	77
5.CONCLUSIONES	82
6.RECOMENDACIONES.....	82
7.BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	83
8.ANEXOS	92
.....	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Abono Orgánico	17
Ilustración 2: Tipos de abonos orgánicos	18
Ilustración 3: Salvado de trigo	25
Ilustración 4: Hojarasca	26
Ilustración 5: Micorrizas	28
Ilustración 6: Limos	30
Ilustración 7: Estiércol de cuy	32
Ilustración 8: Estiércol vacuno	33
Ilustración 9: Caolín.....	34
Ilustración 10: Melaza	35
Ilustración 11: Carbón activado.....	37
Ilustración 12: Levadura	38
Ilustración 13: Cal Agrícola.....	40
Ilustración 14: Zeolita.....	41



Ilustración 15: Roca fosfórica.....	43
Ilustración 16: Recolección y selección de la materia prima.....	67
Ilustración 17: Triturado de materias primas	68
Ilustración 18: Pesado de materias primas.....	68
Ilustración 19: Mezclado de materias primas	69
Ilustración 20: Mezclado	69
Ilustración 21: Reposado de la mezcla	69
Ilustración 22: Agregado de otras materias primas.....	70
Ilustración 23: Mezclado	70
Ilustración 24: Reposado de la mezcla	70
Ilustración 25: Envasado del abono	70
Ilustración 26: Etiquetado y almacenado.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles óptimos de abonos orgánicos	24
Tabla 2: Niveles óptimos de los parámetros microbiológicos	24
Tabla 3: Composición química del salvado de trigo.....	26
Tabla 4: Composición de la hojarasca	28
Tabla 5: Composición de los limos.....	32
Tabla 6: Composición del estiércol de cuy	33
Tabla 7: Composición del estiércol vacuno	34
Tabla 8: Composición del caolín	35
Tabla 9: Composición de la melaza	36
Tabla 10: Composición del carbón activado.....	38
Tabla 11: Composición de la levadura	39
Tabla 12: Composición de la zeolita.....	43
Tabla 13: Caracterización de las materias primas.....	45
Tabla 14: Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico.....	45
Tabla 15: Materiales y equipos para la determinación de densidad del abono orgánico	47
Tabla 16: Materiales y equipos para la determinación de pH del abono orgánico.....	49
Tabla 17: Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico.....	50
Tabla 18: Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico.....	53
Tabla 19: Materiales para la determinación de potasio del abono orgánico.....	56



Tabla 20: Equipo para la determinación de fósforo en el abono orgánico	57
Tabla 21: Materiales equipos y reactivos para determinar Ca y Mg	60
Tabla 22: Alternativa 1 para el Abono Orgánico.....	63
Tabla 23: Alternativa 2 para el Abono Orgánico.....	64
Tabla 24: Alternativa 3 para el Abono Orgánico.....	65
Tabla 25: Alternativa 4 para el Abono Orgánico.....	66
Tabla 26: Materiales para la elaboración del abono orgánico	67
Tabla 27: Resultados de densidad.....	78
Tabla 28: Resultados de pH.....	78
Tabla 29: Resultados de humedad	78
Tabla 30: Resultados de nitrógeno.....	79
Tabla 31: Resultados de fósforo	79
Tabla 32: Resultados de potasio	80
Tabla 33: Resultados de calcio	80
Tabla 34: Resultados de magnesio.....	80
Tabla 35: Resultados de materia orgánica	81

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de bloque para determinar la humedad del abono orgánico.....	47
Diagrama 2: Diagrama de bloque para determinar la densidad del abono orgánico	48
Diagrama 3: Diagrama de bloque para determinar el pH del abono orgánico.....	50
Diagrama 4: Diagrama de bloque para determinar la materia orgánica del abono.....	52
Diagrama 5: Diagrama de bloque para determinar el contenido de nitrógeno del abono.	55
Diagrama 6: Diagrama de bloque para determinar el contenido de potasio del abono. .	56
Diagrama 7: Diagrama de bloque para determinar el contenido de fósforo del abono ..	59
Diagrama 8: Diagrama de bloque para determinar Ca y Mg en el abono.....	62
Diagrama 9: Diagrama de bloque para la elaboración del abono orgánico	72
Diagrama 10: Diagrama de proceso de la elaboración del abono orgánico.....	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Porcentaje de humedad	46
Ecuación 2: Densidad del abono.....	48



Ecuación 3: % Carbón oxidado	51
Ecuación 4: Materia orgánica	51
Ecuación 5: Porcentaje de nitrógeno	54
Ecuación 6: Ecuación para determinar el % de fósforo.....	58
Ecuación 7: Ecuación para determinar la cantidad de cada componente	62

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Porcentaje de materia orgánica de las materias primas	74
Gráfica 2: Porcentaje de nitrógeno de las materias primas.....	74
Gráfica 3: Porcentaje de fósforo de las materias primas.....	75
Gráfica 4: Porcentaje de potasio de las materias primas.....	75
Gráfica 5: Porcentaje de calcio de las materias primas	76
Gráfica 6: Porcentaje de magnesio de las materias primas.....	76
Gráfica 7: Porcentaje de humedad de las materias primas	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Etiqueta de la alternativa 1	92
Anexo 2: Etiqueta de la alternativa 2.....	92
Anexo 3: Etiqueta de la alternativa 3.....	93
Anexo 4: Etiqueta de la alternativa 4.....	93
Anexo 5: Análisis físico-química del abono orgánico.....	94
Anexo 6: Análisis microbiológica del abono orgánico.....	94



Cláusula de Propiedad Intelectual

Julia Mercedes González González, autor/a del trabajo de titulación "Elaboración de un abono orgánico a partir de residuos agropecuarios de la zona de Nabón", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de enero del 2021

Julia González

Julia Mercedes González González

C.I: 0302751086



Cláusula de Propiedad Intelectual

Jamileth del Cisne Toro Fernández, autor/a del trabajo de titulación "Elaboración de un abono orgánico a partir de residuos agropecuarios de la zona de Nabón", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de enero del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. del Cisne', written over a horizontal line.

Jamileth del Cisne Toro Fernández

C.I: 0705638849



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Julia Mercedes González González en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Elaboración de un abono orgánico a partir de residuos agropecuarios de la zona de Nabón", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de enero del 2021

Julia Mercedes González González

C.I: 0302751086



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Jamileth del Cisne Toro Fernández en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Elaboración de un abono orgánico a partir de residuos agropecuarios de la zona de Nabón", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de enero del 2021

Jamileth del Cisne Toro Fernández

C.I: 0705638849



DEDICATORIA

- *Este proyecto investigativo lo dedico con sentimientos de AMOR y GRATITUD a mis padres, quienes de manera incansables han constituido el pilar fundamental en mi preparación estudiantil; con su esfuerzo y sacrificio me brindaron los recursos físicos, económicos, morales, y emocionales necesarios para lograrlo, por las palabras de aliento que no me permitieron decaer, por confiar en mí y porque ellos quisieron darme la educación como la mejor herencia para alcanzar la meta deseada y asegurar un porvenir mejor.*
- *También dedico a mis hermanos Isabel y José por haber estado siempre junto a mí apoyándome y compartiendo sus vidas estudiantiles y personales llegando a ser mis mejores compañeros de vida.*

Julia Mercedes González González

- *Dedico esta tesis a Dios por la vida y por haberme permitido llegar a cumplir uno de mis objetivos.*
- *A mi abuelita María Cuenca que supo criarme y guiarme por el camino del bien con sus valores y enseñanzas; a mi abuelito Nelson Fernández (+) que, aunque Dios no le brindo el tiempo necesario para verme cumplir mi meta, sé que desde el cielo está festejando conmigo. Gracias padres de crianza desde pequeña su apoyo siempre fue fundamental y por ello estaré eternamente agradecida con ustedes.*
- *A mis padres Jorge Toro y Arcelia Fernández por apoyarme en cada paso, por confiar en mis decisiones, por preocuparse de que siempre me encuentre bien tanto económicamente como moralmente y sobre todo por enseñarme que si se quiere algo en la vida se debe luchar por obtenerlo, esta tesis ha sido producto de un esfuerzo conjunto.*
- *A mis hermanos Emily y Jordy por siempre esperar lo mejor de mí y confiar en que lograría cumplir mi meta.*

Jamileth del Cisne Toro Fernández



AGRADECIMIENTO

- *Principalmente quiero agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de cursar la carrera de Ingeniería Química con todas las experiencias positivas y negativas y darme dones como sabiduría, inteligencia para desarrollar y terminar este trabajo investigativo.*
- *También, a esos seres únicos e irremplazables mis padres y hermanos que siempre estuvieron ahí durante el transcurso de mi vida estudiantil apoyándome, fomentando así el deseo de superación, perseverancia, constancia y el anhelo de triunfo en la vida como la mejor herencia que me brindan.*
- *Como no agradecer a todas/os los docentes que compartieron sus conocimientos durante el trayecto universitario y de manera especial al Ing. Servio Rodrigo Astudillo Segovia director del proyecto investigativo por sus conocimientos, esfuerzo, dedicación y paciencia para orientarnos, corregirnos y brindarnos su apoyo y enseñanza de forma permanente para poder culminar la investigación.*
- *Finalmente, mi gratitud a Jamileth Toro compañera de tesis por aceptar compartir el desarrollo de este trabajo investigativo deseándole éxitos en su vida personal y profesional.*

Con gratitud Julia

- *Un agradecimiento muy especial a la Universidad de Cuenca, a sus autoridades y a su personal administrativo.*
- *Agradezco infinitivamente a todos los docentes que me supieron guiar a lo largo de mi carrera universitaria, pero de manera muy especial al Ing. Servio Rodrigo Astudillo Segovia quien con su sabiduría y su gran corazón nos ha ayudado en cada paso de esta tesis, le estaré eternamente agradecida por su apoyo.*
- *Gracias a mi compañera de tesis Julia González quien ha sido una persona muy dedicada, inteligente y responsable; de corazón deseo que todo en su vida marche siempre de maravilla.*
- *Gracias a mi familia y amigos por su cariño y su apoyo constante.*
- *No ha sido fácil el proceso, pero gracias a sus aportes y a su gran cariño hemos logrado culminar el desarrollo de esta tesis.*

Con amor Jamileth



1.INTRODUCCIÓN

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de vegetales, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente, estos son considerados un problema para el productor, ya que no conocen alternativas para poderles dar un uso apropiado. En algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación. (Ramos & Terry, 2014)

El abono orgánico se obtiene por la descomposición de la materia orgánica (MO) debido a la existencia de ciertos microorganismos los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo, lo que ayudará al crecimiento de las plantas. (Ramos & Terry, 2014)

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. Los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas. Así Contribuye a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes esenciales para las plantas entre los cuales se destacan el Nitrógeno (N), el Fósforo (P), el Azufre (S). (Aguñaga, Medina, Garruña, Latournerie & Ruíz, 2020)

Así en Uruguay en la propiedad de la Universidad Nacional de Cajamarca se realizó la Elaboración de abono orgánico (biol) mediante la utilización de estiércol de vacuno, suero de leche, agua, chancaca, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, clorato de calcio, bórax, y como elementos complementarios: sangre de vacuno, harina de huesos, vísceras de pollo y de pescado. A los 45 días de su elaboración, se cosechó el biol, tomándose una muestra que fue enviada al laboratorio para el análisis químico de minerales investigación que concluyó en que la aplicación de biol orgánico permite la optimización del recurso forrajero (alfalfa) y al mismo tiempo se alza como una alternativa para mitigar el impacto ambiental causado por la ganadería. (Gutiérrez, Díaz, Rojas, Gutiérrez & Vallejos, 2019)



Además, en Perú en el Centro Ecológico la Lombriz Feliz, se realizó una investigación orientada a la elaboración de abono orgánico mediante el chanchito de tierra a partir de residuos orgánicos (frutas verduras) provenientes del mercado Cruz de Motupe y casas aledañas al Centro Ecológico la Lombriz Feliz. En este estudio se realizó un diseño experimental descriptivo cuyo objetivo fue elaborar abono orgánico mediante el chanchito usando residuos orgánicos y ver qué características este poseía, la metodología consistió en el acopio de estos residuos en una caja de madera con tres divisiones donde se realizaron las repeticiones de acuerdo al tratamiento que fue aplicado para su procesamiento inicial y final. Los resultados obtenidos fueron en cuanto a pH: 7,57, Conductividad Eléctrica: 3,36 ds/m, Humedad: 44,75%, Nitrógeno: 1,31%, Fósforo: 1,68%, Potasio: 1,72% y Materia Orgánica: 38,91%, en síntesis, el tratamiento tuvo buenos resultados, concluyendo que si es posible elaborar abono orgánico de alta calidad mediante el chanchito de tierra. (Balcazar, 2017)

Así en el cantón Nabón perteneciente a la provincia del Azuay existe una cantidad considerable de residuos agropecuarios como (salvado de trigo, hojarasca de montaña, micorrizas y limos) los cuales no reciben un tratamiento óptimo que genere un beneficio para los propietarios de los terrenos que contengan estos residuos. En este sentido se pretende realizar la elaboración de un abono orgánico utilizando estos residuos el mismo que debe cumplir con los requisitos establecidos en la FAO y en el BOE. Al concluir el presente proyecto de investigación se espera tener un estudio que brinde la formulación de un abono orgánico elaborado con residuos agropecuarios, que cumpla con los parámetros de: densidad, contenido de humedad, pH, cantidad de materia orgánica, contenido de nitrógeno, contenido de fósforo, contenido de calcio, contenido de magnesio y contenido de potasio. Este abono será utilizado por los propietarios de los terrenos para sus propios cultivos o como fuente de ingreso económico mediante la venta a otras personas, mejorando así el cultivo de los terrenos reemplazando el uso de abonos químicos por el uso de abonos orgánicos que son amigables con el medio ambiente.



1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Elaborar un abono orgánico con residuos agropecuarios de la zona de Nabón.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir el abono orgánico y las materias primas.
- Caracterizar la materia prima que se utilizará para la elaboración del abono.
- Describir los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos y químicos.
- Formular el abono orgánico a partir de los requerimientos establecidos en el BOE y en la FAO.

2.CONTENIDO TEÓRICO

2.1 Abono orgánico



Ilustración 1: Abono Orgánico

Fuente: Autoras

2.1.1 Definición: Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de aumentar las propiedades físicas, químicas y biológicas. Los residuos pueden ser cultivos resultantes de las cosechas, estiércol de animales, residuos domésticos y compost obtenida de la mezcla de las materias antes indicadas. (Mosquera, 2010)

2.1.2 Historia: Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada ampliamente. (Ayala & Castro, 2018). Además, se sabe que el hombre comenzó a cultivar las tierras desde hace miles de años, pero la historia de la fertilización con abonos orgánicos se inició cuando los agricultores primitivos descubrieron que determinados suelos dejaban de producir rendimientos aceptables si se cultivaban continuamente, y que al añadir estiércol o residuos vegetales se restauraba la fertilidad. El origen de la industria mundial de abonos orgánicos se inició a mediados del siglo XIX. En general gracias a los abonos orgánicos se puede lograr: mejor rendimiento de los cultivos, mejorar la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad del suelo, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y la disminuye en suelos arcillosos, mejora la capacidad de retención de humedad y el pH, también aumenta el potasio disponible, el calcio, el magnesio, la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos y sus nutrientes se mantienen por más tiempo. Además, la obtención de productos agrícolas orgánicos

beneficia a los agricultores, ya que el precio de fertilizantes químicos en el mercado es mayor que los fertilizantes orgánicos (Sabana & Sanchez, 2019).

2.1.2 Tipos: Los abonos orgánicos generalmente son de dos tipos: sólidos y líquidos. Los sólidos son llamados compost y los líquidos son los caldos Trofobióticos. Estos productos, además de generar beneficios para el suelo, son económicos: un saco de abono orgánico cuesta tres dólares, un saco de abono químico oscila entre 30 y 50 dólares dependiendo de la marca y del fabricante. (Mosquera, 2010)

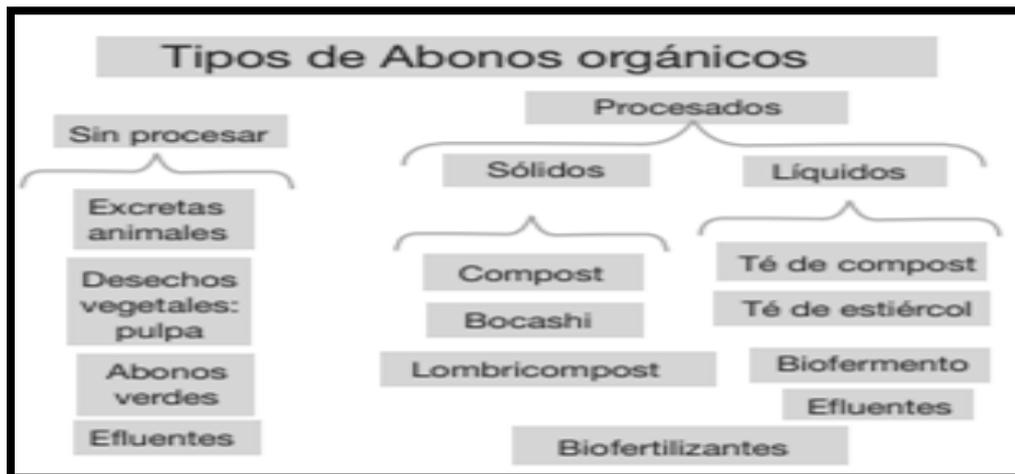


Ilustración 2: Tipos de abonos orgánicos
Fuente: (Soto & Meléndez, 2005)

2.1.3 Beneficios del uso de abono orgánico

Debido a su color oscuro tiene una mayor capacidad de absorber las radiaciones emitidas por el sol, lo que ayuda a una mayor absorción de nutrientes en el suelo, mejora la permeabilidad, la textura, la estructura del mismo. Además, permite que exista una mayor retención de agua en la época de lluvia disminuyendo el uso del agua que se utiliza con fines de riego. (Mosquera, 2010)

Debido al incremento del poder de absorción se minimizan las variaciones de pH lo que ayuda a un incremento del intercambio catiónico dando lugar a una mejor fertilidad. (Mosquera, 2010)

Benefician el proceso de aireación y oxigenación dando lugar a una buena actividad radicular, así como también un aumento de microorganismos aerobios. A su vez generan sustancias que permiten el crecimiento de microorganismos favorecedores de la descomposición de la MO. (Mosquera, 2010)



2.1.4 Parámetros: Dentro de los abonos orgánicos podemos identificar parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

2.1.4.1 Parámetros físicos

2.1.4.1.1 Color: Un abono bien realizado tiene un color oscuro y parduzco en el cual es difícilmente reconocible los componentes originales que se usaron para la elaboración del abono orgánico. (Guerrero, 2018)

2.1.4.1.2 Olor: El aroma debe ser agradable a tierra de monte. Si presenta un aroma a podrido o desagradable, se reconocerá que el proceso de fermentación fue incompleto, del mismo modo si el abono no tiene olor, se trata de un abono muy descompuesto. (Guerrero, 2018)

2.1.4.1.3 Temperatura: Puede variar en base a la etapa del proceso; en la elaboración del abono orgánico se inicia con una temperatura ambiente y esta temperatura puede tener un valor máximo de 65°C sin la existencia de calentamiento para que durante la fase de maduración vuelva a tener la temperatura ambiente. (Saucedo, 2017)

A temperaturas muy bajas los microorganismos disminuyen la actividad metabólica. Existen muchas variedades de termómetros para marcar la temperatura. (Román, Martínez & Patoja, 2013)

2.1.4.1.4 Humedad: Parámetro fuertemente ligado a los microorganismos ya que estos al igual que la mayoría de seres vivos requieren el agua como medio para su supervivencia. El abono orgánico debe presentar alrededor del 55 % de humedad, esto puede cambiar en base al estado físico de las partículas y al sistema utilizado para el compostaje. Cuando la humedad es baja se tiene una deficiente actividad microbiana por lo que no existe el tiempo suficiente para que se den todas las reacciones de degradación por lo que el producto es inestable. Por el contrario, si la humedad tiene un valor muy alto producirá una saturación de los poros afectando la oxigenación. Cuando se tiene procesos en los cuales los materiales son húmedos (residuos de frutas, residuos de verduras, etc.) no se requiere mucho riego como en el caso en que se tenga materiales secos (paja, aserrín, etc.). (Román, Martínez & Patoja, 2013)

El abono orgánico debe presentar una humedad entre 30 – 40 %. (FAO, 2015)



2.1.4.1.5 Densidad: Sirve para evaluar la naturaleza química de las partículas sólidas más abundantes en el suelo. Se la define como la relación entre la masa del abono seco y el volumen ocupado por las partículas sólidas es decir el volumen del abono descontando los poros. Esta se fundamenta en el principio de Arquímedes que dice que todo cuerpo al ser sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado. (Melo, Sánchez, & Martínez, 2016). La densidad real por lo general en los abonos tiene que ser $< 700 \text{ kg/m}^3$. (FAO, 2015). Para medir la densidad se utiliza el método del Picnómetro.

2.1.4.2 Parámetros químicos

2.1.4.2.1 pH: Este va a variar en función de las materias presentes entre 4,5 y 8,5. En los primeros estadios este tiende a acidificarse debido a que existe la presencia de algunos ácidos orgánicos. En la etapa media se obtiene el amoníaco como resultado de la conversión del amonio por lo que existirá un pH alto. En la etapa final se tendrá valores próximos al pH neutro. Cada grupo de microorganismos presenta un pH adecuado para su crecimiento y multiplicación. (Román, Martínez & Patoja, 2013). El abono orgánico debe presentar un pH entre 4 – 9. (INCOTEC, 2004). Para la medición del pH se utiliza el método potenciométrico.

2.1.4.2.2 Materia orgánica: El contenido de la materia orgánica (MO), está conformado por todos los residuos de plantas, animales superiores y de origen microbiano, los cuales están constituidos por carbono (C), nitrógeno (N), hidrógeno (H), oxígeno (O) y azufre (S), cuyas proporciones influyen en las propiedades físicas, químicas y biológicas. (Barrezueta & Paz, 2017). La adición de la materia orgánica favorece la proliferación de los microorganismos benéficos, como son las bacterias, hongos y actinomicetos. Estos microorganismos participan en los diferentes procesos de degradación de la materia orgánica, oxidación y reducción de nutrientes e inhibición de algunos patógenos del suelo. (Trinidad & Velasco, 2016). El contenido de materia orgánica en el abono orgánico debe estar entre 5 -65 %. (INTAGRI, 2016).

Para determinar el contenido de materia orgánica se utiliza el método de Walkley conocido también como método del dicromato en el cual el carbono orgánico es determinado por oxidación de carbono a CO_2 . Este método utiliza un agente fuertemente oxidante que es el $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en medio ácido. Para lo cual en este proceso se



mide el exceso del agente oxidante mediante titulación con el sulfato ferroso amoniacal. (Méndez, E. 2016)

2.1.4.2.3 Nutrientes de los abonos orgánicos: Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio disponible, el calcio y el magnesio. Los abonos orgánicos dado su alto contenido en nitrógeno y alta velocidad de liberación pueden ser interesantes para cubrir el déficit en elementos nutritivos de las enmiendas orgánicas en períodos críticos de altas exigencias nutritivas. (Ramos & Terry, 2014).

En el caso que sea necesaria la aportación de fertilizantes orgánicos que posean minerales de fósforo potasio y magnesio se seleccionan lo más adecuados en cuanto a contenido de iones potencialmente tóxicos como los cloruros. Las plantas para estar sanas, requieren una cantidad constante y diversa de nutrientes. Ellas pueden obtener el 96% de estos nutrientes del aire, el agua y el sol. Sin embargo, si no obtienen el 4% restante no crecerán bien ni podrán proveernos de un alimento sano. El compost mezclado con tierra puede proveer estos importantes nutrientes, si los materiales que lo integran los tienen. (Arriagada, 2019).

Los nutrientes en el suelo, se dividen en macro y micro nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio. Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. (Román, Martínez & Patoja, 2013)

2.1.4.2.3.1 Nitrógeno: Es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes. (Román, Martínez & Patoja, 2013).

En la determinación del contenido de nitrógeno se utiliza el método ideado por Kjeldahl. El análisis de nitrógeno por Kjeldahl es una medida clásica en química analítica y ha sido extensamente usada durante los pasados 130 años. La continua



aparición de nuevas evidencias y novedades justifica su valoración. El método de Kjeldahl implica una digestión ácida y destilación. En el método original, se usa ácido sulfúrico solo como medio de digestión. El método de Kjeldahl se ha aplicado a casi todas las formas de nitrógeno orgánico a través de varios pretratamientos y procedimientos modificados. (Sáez, Asuero & Martín, 2019). El contenido de nitrógeno en el abono orgánico debe estar entre 0,3 – 1,5 %. (FAO, 2015).

2.1.4.2.3.2 Fósforo: Juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación. (Román, Martínez & Patoja, 2013). El contenido de fósforo en el abono orgánico debe estar entre 0,1 – 1,0 %. (FAO, 2015).

Según la norma NTE INEN 233 para la determinación del fósforo total se utiliza el Método Gravimétrico que consiste en precipitar el fósforo con ayuda de molibdato de quinolina. Secar el precipitado y determinar el peso. (NTE INEN 233, 2013). También puede ser utilizado el método OLSEM.

2.1.4.2.3.3 Potasio: Juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren de menos enfermedades (Román, Martínez & Patoja, 2013). El contenido de potasio en el abono orgánico debe estar entre 0,3 – 1,0 %. (FAO, 2015).

El método de fotometría de llama también denominada espectroscopía de emisión de llama, tiene gran aplicación en la determinación de potasio, sodio, litio; que suelen ser difíciles de determinar por medio de otras técnicas. La fotometría de llama permite un análisis rápido y con una relativa falta de interferencias. La instrumentación de la fotometría de llama es similar a la de absorción, con la diferencia de que, en el caso de la fotometría, la llama actúa como fuente de excitación y no es necesaria la lámpara de cátodo hueco. (González, 2017)

2.1.4.2.3.4 Calcio: Es un elemento fundamental en distintas etapas de desarrollo del cultivo y para diferentes procesos metabólicos y fisiológicos. El calcio se absorbe como Ca^{+2} y es abastecido a las raíces vía flujo de masa o intercepción. Se caracteriza por ser inmóvil en la planta. Su concentración promedio en las plantas es de 0,2-1 %. Es el



constituyente principal de las paredes y membranas celulares (estructura y estabilidad), es igualmente necesario para la división y elongación celular y es regulador de las enzimas. El contenido del calcio difiere principalmente por los materiales de origen. (Castro, 2017). El contenido de calcio en el abono orgánico debe estar entre 1,2 - 4,8 %. (INTAGRI, 2016). El calcio en el abono orgánico debe tener al menos una concentración de 1 % (BOE, 2013).

La cuantificación espectrofotométrica del calcio consiste en la extracción de este elemento mediante la digestión de la muestra con HCl concentrado y su posterior determinación por espectrofotometría de absorción atómica. Durante el análisis de calcio por esta técnica pueden producirse interferencias químicas si en la muestra se encuentran presentes ciertos aniones como fosfatos, sulfatos y silicatos. La interferencia de los aniones en la determinación de calcio se reduce o se elimina añadiendo a la muestra un exceso de iones lantano ya que estos reaccionan de preferencia con el interferente y evitan su interacción con el analito al hacer que se formen sales de lantano en lugar de formarse compuestos de calcio. (Ruiz, Arrieche, Aular, Mora, Castillo, Noguera, Silva, Tovar, Martínez, Reverón, Ortega, Belloso, Rodríguez & Fernández, 2014).

2.1.4.2.3.5 Magnesio: Además de su carácter esencial para las plantas, este nutriente interviene en la captación, transformación y transporte de la energía. Forma parte de la clorofila, pigmento de color verde que permite la fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas transforman la energía del sol en los azúcares necesarios para sostener los procesos metabólicos. Por otra parte, actúa en el transporte de los azúcares. Como consecuencia, en plantas deficientes de Mg el crecimiento de los frutos se ve afectado y produce una acumulación de azúcares, lo que a su vez condiciona la fotosíntesis y estimula los procesos oxidativos. (Blackhall, Curetti & Colavita, 2018). El contenido de magnesio en el abono orgánico debe estar entre 0,3 - 1,0 %. (INTAGRI, 2016).

La cuantificación espectrofotométrica del magnesio consiste en la extracción de este elemento mediante la digestión de la muestra con HCl concentrado y su posterior determinación por espectrofotometría de absorción atómica. Durante el análisis por esta técnica pueden producirse interferencias químicas si en la muestra se encuentran presentes ciertos aniones como fosfatos, sulfatos y silicatos. La interferencia de los aniones en la determinación de magnesio se reduce o se elimina añadiendo a la muestra



un exceso de iones lantano ya que estos reaccionan de preferencia con el interferente y evitan su interacción con el analito al hacer que se formen sales de lantano en lugar de formarse compuestos de magnesio. (Ruiz, Arrieché, Aular, Mora, Castillo, Noguera, Silva, Tovar, Martínez, Reverón, Ortega, Belloso, Rodríguez & Fernández, 2014).

2.1.5 Niveles óptimos: Un abono orgánico debe tener determinados niveles así:

Tabla 1: Niveles óptimos de abonos orgánicos

Características o componente	Nivel Óptimo	Unidad
Color	Negro a café oscuro	-
Olor	Tierra	-
pH	4-9	-
Humedad	40-60	%
Densidad	< 700	kg/m ³
Nitrógeno	0,3 – 1,5	%
Fosforo	0,1 – 1,0	%
Potasio	0,3 – 1,0	%
Materia orgánica	5 – 65	%
Calcio	1,2 - 4,8	%
Magnesio	0,3 - 1,0	%

Fuente: (Guerrero, 2018) (FAO, 2015) (INCOTEC, 2004) (INTAGRI, 2016) (BOE, 2015)

2.1.4.3 Parámetros microbiológicos

Según (Aldana, 2015) en los productos orgánicos y orgánicos minerales empleados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores se puede determinar coliformes totales, coliformes fecales, salmonella, huevos de helmintos y Escherichia coli. En la siguiente tabla se muestra el rango permitido de los mismos.

Tabla 2: Niveles óptimos de los parámetros microbiológicos

Parámetro	Rango permitido	Unidad
Coliformes totales	1x10 ³	NMP
Coliformes fecales	1x10 ³	NMP
Salmonella	Ausencia	(P/A)
Huevos de helmintos	< 1,0 o ausencia	(P/A)
Escherichia coli	< 1,0	NMP

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2014) (Aldana, 2015) y (BOE, 2015)

2.2 Materias primas

2.2.1 Residuos agropecuarios: Podemos definir como aquellos generados en las actividades agrarias, ganaderas silvícolas. Estos residuos son utilizados habitualmente en el marco de las explotaciones donde se generan y en la mayoría de los casos tienen una vocación de materia prima, ya sea con fines de abonado o con destino a la alimentación animal. (Generalitat Valenciana, 2011)

2.2.1.1 El salvado de trigo



Ilustración 3: Salvado de trigo

Fuente: Autoras

- **Definición:** El salvado de trigo es el resultado de una parte de la molienda de los granos, se procesa de las cinco capas más externas del grano, que contiene: celulosa, polisacáridos, proteínas, grasas, minerales y agua. El salvado de trigo es un subproducto generado mientras se extrae la harina del grano de trigo y libre de productos químicos nocivos (Fernández, Romero, Villarreal & Castillo, 2018). Dependiendo del cultivar, el salvado de trigo contiene entre 9.9 % y 18.6 % en peso de proteínas (Ruiz & Calvo, 2015)
- **Composición:** La composición química del salvado de trigo es compleja. Entre los componentes más representativos se destacan la fibra dietaria total, principalmente fibra insoluble lignificada, las proteínas y, en menor proporción, lípidos y cenizas. Así mismo presenta un nivel relativamente alto de ácido fítico, que constituye la reserva de fósforo del grano y el cual es considerado un factor anti nutricional, ya que puede interferir con la absorción de minerales como Fe, Mg, Zn y Ca. Entre los compuestos fenólicos, el ácido ferúlico es importante y se encuentra esterificando algunos residuos de arabinosa de los arabinoxilanos, los cuales son polisacáridos que representan mayormente a la fibra dietaria en el salvado de trigo. (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018).

Tabla 3: Composición química del salvado de trigo

Análisis proximal	% (p/p)
Proteína	18,6
Humedad	14,5
Lípidos	5 a 63
Cenizas	5,7 a 6,5
Almidón	21,1 a 38,9
Minerales	(mg/100 g)
Fe	19
Mg	640
Zn	14,1
Mn	14
P	1500
Ca	150
Na	41
K	1900

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (Borrás, Valiño & Elías, 2017)

2.1.1.2 Hojarasca de montaña



Ilustración 4: Hojarasca

Fuente: Autoras

- **Definición:** Las hojarasca de montaña, llamadas también Microorganismos de Montaña Activados conocido como MMA, incluye toda la materia vegetal muerta cuya masa leñosa es inferior a 10 cm de diámetro o cualquier otro (X cm). Este incluye las raíces vivas de menos de 2 mm de diámetro. Es un determinante fundamental del crecimiento de los árboles y de la producción de madera. (FAO, 2015)



- **Propiedades:**

- La hojarasca determina la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema, constituye la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrimentos entre las plantas y el suelo; su contenido depende del balance entre los procesos de acumulación y descomposición, lo cual está determinado por la especie vegetal y su composición química, por citar algunos factores. La cantidad de bioelementos contenidos en la hojarasca constituye la principal fuente de nutrimentos incorporados al suelo, una vez que esta se descompone. La hojarasca representa la mayor ruta de retorno de materia orgánica para la biota acuática y terrestre de los bosques como fuente de suministro y mantenimiento de la fertilidad del suelo, que satisface las necesidades nutricionales de las especies vegetales (Pérez, 2019).
- La hojarasca de montaña es utilizada para mejorar la materia orgánica en el suelo a largo plazo y la incorporación de N. Además, los residuos de hojarasca, al permanecer en el suelo, contribuiría de manera directa a disminuir la erosión y la escorrentía del suelo. (Rodríguez, Tarifa, Francia, Gálvez, Mamani, García & Durán, 2018).
- La hojarasca constituye la fuente más importante en el reciclaje de elementos en cualquier ecosistema como el carbono, nitrógeno y fósforo, entre otros. Además, actúa como un estrato aislante que protege al suelo de cambios extremos de temperatura y humedad, disminuye la erosión y favorece la infiltración del agua. (Pando, Mendoza, Cuéllar & Jurado, 2018).

- **Composición:** Las hojarascas poseen valores muy similares de pH y % lignina, destacando las hojas de eucalipto por su elevado % C. En comparación con las hojas, las acículas son más pobres en N, cenizas y cationes básicos. También presentan, en general, más Al (>0.02 %) y valores más elevados de las relaciones C/N y lignina/N (> 80 en ambos casos). En cuanto a las frondosas, las hojas de roble se diferencian de las de eucalipto por su riqueza en N y P. Los otros elementos presentan porcentajes inferiores, por lo que el contenido de cenizas es menor. Los valores de las relaciones C/N y lignina/N son también inferiores. (García, 2009). Según (Vargas & Parra, 2007) la humedad de la hojarasca de montaña es de 85,9 %.

Tabla 4: Composición de la hojarasca

Determinación	C _{qi} (%)	Métodos
Nitrógeno total (mg/kg)	2,90	Espectrometría
Fósforo (g/kg)	0,50	Espectrometría
Potasio (g/kg)	4,30	Potasio
Calcio (g/kg)	1,00	Calcio total (Ab.At)
Magnesio total (g/kg)	0,50	Magnesio (Ab.At)
Azufre (g/kg)	0,20	Turbidimetría
Carbono total (g/kg)	42,50	C-orgánico total
Lignina (FAD) (g/kg)	11,90	Lignina
Carbono/nitrógeno C/N (g/kg)	14,40	
Lignina/nitrógeno L/N (g/kg)	4,06	

Fuente: (García, Ríos & Molina, 2010).

2.1.1.3 Micorrizas



Ilustración 5: Micorrizas

Fuente: Autoras

- **Definición:** Las micorrizas (del griego myces, hongo y rhiza, raíz) representan la asociación entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes). Se trata de una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas sino, también porque pueden estar presentes en la mayoría de los hábitats naturales. En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un microhábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el



hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos. Ambos, hongo y planta, salen mutuamente beneficiados, por lo que la asociación se considera como un mutualismo. (Camargo, Montaña, Mera & Montaña, 2012)

- **Clasificación:** Dependiendo del tipo de hongo involucrado en esta asociación y de la integración morfológica existente entre los hongos y las raíces de las plantas hospederas, la asociación se ha clasificado como: a) Micorrizas con manto fúngico y b) Micorrizas sin manto fúngico. (Camargo, Montaña, Mera & Montaña, 2012)
- **Propiedades:**
 - La función principal de la micorriza es facilitarle a la planta la adquisición y absorción de agua, fósforo y nitrógeno, principalmente; sin embargo, esta asociación proporciona otros beneficios a las plantas, entre los que destacan: la protección ante el ataque de parásitos, hongos patógenos y nemátodos, el aumento de su resistencia a la herbívora, influyendo en la producción de sustancias defensivas por parte de la misma planta, la limitación de la absorción de metales pesados tóxicos como el zinc y el cadmio que son alojados en sus hifas, aumento del área de exploración de la raíz, lo que incrementa el flujo de agua del suelo a la planta. Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo mediante el enriquecimiento de materia orgánica y la formación de agregados por medio de la adhesión de partículas debida a una proteína exudada por el micelio, la glomalina, contribuyendo a darle estructura y estabilidad al suelo, lo que reduce su erosión y mejora su capacidad de retención de agua. (Camargo, Montaña, Mera & Montaña, 2012)
 - Los hongos formadores de micorrizas arbusculares son uno de los componentes de los ecosistemas naturales, representan entre el 5 a 50% de la biomasa de los microbios del suelo y son considerados como una comunidad biológica diversa y activa esencial para incrementar la sostenibilidad de los agroecosistemas. Las asociaciones con hongos micorrízicos representan las simbiosis de mayor relevancia en los sistemas agroecológicos. (Pérez & Verte, 2020).
 - Las micorrizas confieren a las plantas una mayor capacidad de resistencia/tolerancia a situaciones que pueden causarles estrés, como son salinidad, sequía, contaminación, ataque de patógenos, etc. Por estas razones el

uso racional de los hongos micorrícicos como inoculantes en agricultura puede representar una reducción sustancial de agroquímicos tales como productos fitosanitarios, por lo se les reconoce un gran potencial en el contexto de la agricultura sostenible. (Barea, Pozo & Azcón, 2016).

2.1.1.4 Limos



Ilustración 6: Limos

Fuente: Autoras

- **Definición:** Son suelos cuyas partículas tienen tamaños comprendidos entre 0,002 y 0,005 mm como mínimo y de 0.06 a 0.075mm como máximo, es decir con una composición granulométrica intermedia entre la de las arenas y la de las arcillas. El limo está compuesto por sedimentos de rocas preexistentes, ricas en nutrientes. Dado su tamaño tan pequeño y liviano, es transportado a través de las corrientes de aire y de los ríos y es depositado en distintas zonas, especialmente en aquellas cercanas a los cauces de los ríos. Los limos reúnen las mejores cualidades de retener bien el agua y el aire. (Grass, 2017)
- **Clasificación:** El limo se clasifica en orgánico e inorgánico. El limo orgánico se forma en el suelo de ecosistemas húmedos. Es una mezcla de residuos vegetales, animales y minerales, útil en la preparación de los suelos para la agricultura. El limo inorgánico está compuesto sólo por polvo rocoso. Y cuando se presenta en forma de roca se denomina limolita y lutita, de acuerdo a su consolidación. (Méndez & Monje, 2007)
- **Propiedades:**
 - La incorporación de limo o dolomita en la capa superior del suelo de cultivo es un método eficaz para el mejoramiento de los suelos ácidos. La granulación o aplicación en bandas de limo encima de la semilla durante la siembra

también es una práctica común utilizada para desarrollar las leguminosas de pradera en zonas templadas. El limo también se puede aplicar como un tratamiento de prevención ante la baja fertilidad del suelo y para el suministro de calcio y magnesio en suelos con deficiencia. El limo incrementa el pH del suelo ácido, por lo cual la acción de la bacteria fijadora del nitrógeno se desinhibe y la fijación del nitrógeno aumenta. Se ha documentado aumentos de la mineralización del nitrógeno en los residuos vegetales y en la materia orgánica del suelo tras la incorporación del limo en el suelo ácido. Aunque de preferencia se aplica para elevar el pH del suelo y modificar toxicidades asociadas con la acidez del suelo, también se ha incorporado para mejorar la estructura del suelo. (FAO, 2020)

- Su color depende de la composición de los granos, también de las manchas del agua subterránea. Puede observarse limo blanco, crema, anaranjado, rojo, verde, púrpura e inclusive negro. El tamaño de sus partículas varía, son más grandes que las partículas de arcilla (0,0039 mm). Pero más pequeñas que las de la arena fina (0,0625 mm). (Grass, 2017)
- Las partículas de limo tienden a ser irregulares, distintas en forma y raras veces lisas o pulidas. Son en su mayoría partículas microscópicas, siendo el cuarzo el mineral dominante. La fracción limo posee alguna plasticidad, cohesión y adsorción debido a una película de arcilla que recubre las partículas de la fracción, pero desde luego, en mucho menor grado que la propia fracción de arcilla. (Rucks, García, Kaplán, Ponce & Hill, 2004)
- Los limos permiten que los procesos químicos sean rápidos debido a que presentan una mayor superficie entre los espacios de las partículas. El limo, limus o sedimento es un material de apariencia sólida pero débil. Sin embargo, por su naturaleza enriquecida en agua y nutrientes es empleado en la agricultura como agregado de los suelos. El limo favorece el desarrollo en el campo de cítricos, cereales (arroz, trigo) y hortalizas. También el de otras plantas ávidas de calor y humedad. (Méndez & Monje, 2007)
- **Composición:**

Las fracciones del suelo no son uniformes en composición química, como se puede deducir de las diferencias que presentan en composición mineralógica. Debido a que el cuarzo (SiO_2) es dominante en la arena y limo, estas dos

fracciones son, por lo general, inactivas químicamente. Incluso los minerales primarios que pueden contener elementos nutrientes en su composición química son, en general, tan insolubles como para hacer esencialmente nula su asimilación, o muy a largo plazo. Una excepción a esta regla general es la fracción de algunos limos que contienen minerales de potasio, tales como las micas, las cuales ya se sabe que abandonan el potasio, con suficiente rapidez para abastecer, al menos en parte las necesidades de la planta. (Rucks, García, Kaplán, Ponce & Hill, 2004)

Tabla 5: Composición de los limos

Fracciones	%				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Limo fino	0,07	0,001	12,00	0,32	2,22

Fuente: (Rucks, García, Kaplán, Ponce & Hill, 2004) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009)

2.1.1.5 Estiércol de cuy



Ilustración 7: Estiércol de cuy

Fuente: Autoras

Definición: Es un abono orgánico con múltiples beneficios por su alto contenido de nutrientes especialmente de elementos menores. (Córdova, 2014). El estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo. (Pantoja, 2014).

Composición: El estiércol de cuy está formado por los siguientes parámetros físicos químicos.

Tabla 6: Composición del estiércol de cuy

Componente	Cantidad
Nitrógeno	2,39 %
Fósforo	2,81 %
Potasio	2,69 %
Calcio	6,04 %
Magnesio	1,99 %
Materia orgánica	69,16 %
Humedad	39,91 %
pH	7,97

Fuente: (Córdova, 2014) (Leiva, 2018)

2.1.1.6 Estiércol vacuno



Ilustración 8: Estiércol vacuno

Fuente: Autoras

Definición: El estiércol no es sólo materia fecal, es un subproducto de la producción ganadera que incluye excremento animal, material de cama, agua de lavado, alimento salpicado, limpiadores y pelos. La cantidad y composición depende de la edad, clase y características de los animales, cantidad y digestibilidad del forraje, alimentos concentrados consumidos por el ganado, cantidad y tipo de cama, duración, forma de almacenamiento y método de manejo del estiércol, condiciones ambientales, pérdidas gaseosas y la velocidad de disposición. (Leiva, 2018)

Composición: El estiércol vacuno está formado por los siguientes parámetros físico-químicos.

Tabla 7: Composición del estiércol vacuno

Componente	Cantidad
Nitrógeno	2,27 %
Fósforo	0,99 %
Potasio	1,12 %
Calcio	2,21 %
Magnesio	1,25 %
Materia orgánica	75,35 %
Humedad	48 %
pH	8,48

Fuente: (Leiva, 2018) (Albanell, Plaixats, Cabrero & Capellas, 1988)

2.2.2 Otras

2.2.2.1 Caolín:



Ilustración 9: Caolín

Fuente: Autoras

- **Definición:** El caolín es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina minerales tipo caolinita, halloysita, nacrita, dickita, acompañados por otros componentes denominados impurezas tales como cuarzo, feldespatos, micas, ferritas, entre otros. (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo, & Constanza, 2016)
- **Composición:** Un caolín comercial puede estar compuesto de caolinita, haloisita o una mezcla de ambos, con pequeñas cantidades de minerales como la mica, cuarzo/cristobalita, feldespato, alunita, esmectita y varias formas de óxidos de Fe y Ti. (Bartolomé, 2011). Según (Perera, Trujillo & Medina, 2015) el caolín presenta una humedad de 55,76 %.

Tabla 8: Composición del caolín

Componente	(%)
SiO ₂	46.61
Al ₂ O ₃	33.69
TiO ₂	1.94
Fe ₂ O ₃	1.18
CaO	0.39
MgO	0.21
K ₂ O	0.04
S	0.80
Pérdida al fuego (1000°C)	13.54

Fuente: (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo & Constanza, 2016)

2.2.2.2 Melaza

**Ilustración 10:** Melaza

Fuente: Autoras

- **Definición:** Es un líquido espeso derivado de la caña de azúcar, proveniente de la cristalización del jugo concentrado, y sus principales componentes son el agua y los carbohidratos. (Santaella, Ochoa, Nuñez, Siva, Ramos, Nuñez & Gascue, 2018).
- **Usos:** La melaza ha sido suministrada al ganado de carne y de leche por muchos años, principalmente como aditivo para incrementar la gustosidad o facilitar la reducción a comprimidos de las raciones convencionales mezclados en seco. Es utilizada como vehículo en varios tipos de alimentos líquidos; como suplemento para el ganado en pastoreo solo o adicionado con otros componentes como urea y ácido fosfórico. Igualmente ha sido común como ingrediente alimenticio para pollos y cerdos, en donde constituye un subproducto de primer orden para su alimentación, ya que puede ser utilizada a niveles hasta de 40%, logrando

alimentación adecuada en los animales. Por otro lado, se usa como fertilizante para suelos, mezclada con bagazo y otros componentes, en casos especiales de abundancia y frecuentemente utilizada como combustible, para la preparación de pavimentos. (Fajardo & Sarmiento, 2007).

- **Composición:**

- La melaza posee algunos macronutrientes y micronutrientes lo que ayuda a la multiplicación de la actividad microbiológica. (FAO, 2015)
- La composición de las melazas es muy heterogénea y puede variar considerablemente dependiendo de la variedad de caña de azúcar, suelo, clima, periodo de cultivo, eficiencia de la operación de la fábrica, sistema de ebullición del azúcar, tipo y capacidad de los evaporadores, entre otros. Los principales azúcares en la melaza son la sacarosa (60-63 % en peso), la glucosa o dextrosa (6-9 % en peso), y la fructosa o levulosa (5-10 % en peso); estas dos últimas constituyen la mayor porción de los azúcares reductores. Los no azúcares están compuestos por 33 % de sustancias inorgánicas, el 42 % corresponde a sustancias nitrogenadas y el 25 % a sustancias orgánicas libres de nitrógeno. (Barrera, 2011).

Tabla 9: Composición de la melaza

Componentes	Constituyentes	Contenido (%)
	Materia seca	78
	Proteínas	3
	Sacarosa	60 – 63
Componentes mayores	Azúcares reductores	3 – 5
	Azúcares disueltos	4 – 8
	Agua	26,4
	Grasas	0,4
	Cenizas	9
Minerales	Calcio	0,74
	Magnesio	0,35
	Fósforo	0,08
	Potasio	3,67

Fuente: (Barrera, 2011) (Fajardo & Sarmiento, 2007)

2.2.2.3 Carbón activado



Ilustración 11: Carbón activado

Fuente: Autoras

- **Definición:** El carbón activado es un término general que denomina a toda una gama de productos derivados de materiales carbonosos. Es un material que tiene un área superficial excepcionalmente alta. El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna. (Lapo, 2014)
- **Clasificación:** Podemos clasificar el carbón activo en granular y polvo, dependiendo del tamaño de grano del mismo (grano grueso o grano fino). (Lapo, 2014)
- **Propiedades:**
 - Presenta un elevado grado de porosidad lo que favorece a la actividad macrobiológica y microbiológica del abono y del suelo; y este a su vez actúa como esponja para guardar, filtrar y expulsar poco a poco los nutrientes que la planta necesite. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2011)
 - Mejora la circulación del aire, la absorción de humedad y el calor en el suelo (características físicas). Su porosidad beneficia las actividades macro y microbiológicas; es capaz de retener, filtrar y liberar poco a poco los nutrientes necesarios para las plantas, reduciendo pérdidas por lixiviación. Las partículas de carbón deben ser uniformes, entre uno y dos centímetros. (PRONARG, 2011)
 - Las características fundamentales en las que se basan las aplicaciones del carbón activado: elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención. (Lapo, 2014)

- **Usos:** Con el pasar de los años el uso del carbón activado en procesos industriales ha influenciado en varios sectores económicos tales como la industria alimenticia, farmacéutica, química, petrolera, hidrometalúrgica, nuclear, automovilística y hasta el sector agrícola. (Lapo, 2014)
- **Composición:** La composición del carbón activado aproximadamente es de:

Tabla 10: Composición del carbón activado

Constituyente	Contenido
Densidad (g/ml)	0,39
Humedad (%)	5,9
Cenizas (%)	20,9
pH	3,04
M.O (%)	-

Fuente: (Rojas, Gutiérrez & Colina, 2016) (Castellar, Viloría, Morrinson, Angulo & Zambrano, 2019).

2.2.2.4 Levadura



Ilustración 12: Levadura

Fuente: Autoras

- **Definición:**
 - El nombre levadura se utiliza como nombre genérico para determinar a una agrupación de organismos unicelulares. Las levaduras son seres vivos de tipo unicelulares que pertenecientes al reino de los hongos, siendo utilizados desde la antigüedad en los procesos fermentativos, como es la panificación, vinificación, nutrición, usos farmacéuticos, usos cerveceros y destilería. En todos los casos, la levadura más comúnmente utilizada es la levadura de



cerveza, cuyo nombre científico, *Saccharomyces cerevisiae*. (Andrade & Lizardo, 2019).

- **Usos:** Se utiliza como fuente de ingredientes en la industria cosmética, en la industria de protección y fertilización de cultivos. Las levaduras juegan también un importante papel en la llamada química verde, especialmente en lo relacionado con la producción de biocombustibles de segunda generación. (Coronel & Taubas, 2018).
 - **Composición:** Los constituyentes macromoleculares de las levaduras incluyen proteínas, glicoproteínas, polisacáridos, polifosfatos, lípidos y ácidos nucleicos. Su pared celular comprende entre 15 y 25 % de la masa seca de la célula y sus principales componentes son polisacáridos (80-90 %), esencialmente glucanos y mananos, con una menor contribución de quitina, además de proteínas y lípidos. El contenido de proteínas en las levaduras varía entre el 40 y el 50 % de su peso seco y tienen una excelente calidad en función de su perfil de aminoácidos esenciales. Las levaduras deben tener un pH de 4,5 – 6,5 aunque la mayoría de estas resisten a un pH ente 3 – 10. Son capaces de competir con la bacteria *Streptococcus bovis*, el principal productor de ácido láctico en el rumen, por azúcares solubles. (Suárez, Garrido & Guevara, 2016).

Tabla 11: Composición de la levadura

Características o componente	Nivel Óptimo	Unidad
pH	4,5 – 5,5	-
Humedad	70	%
Nitrógeno	7,5 – 8,5	%
Fosforo	1,31	%
Potasio	1,6	%
Calcio	0,22	%
Magnesio	0,22	%

Fuente: (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Picado, Mendieta, Porras & Martínez, 2002)

2.2.2.5 Cal agrícola



Ilustración 13: Cal Agrícola
Fuente: Autoras

- **Definición:** Es una roca caliza o roca calcárea que se muele y cierce y sirve para neutralizar el suelo alcalino y salino mejorando la estructura y permeabilidad del suelo. En su forma pura contiene un total de 40 % de Ca. (Rivera, 2018). Según (Romero, 2017) la cal agrícola posee una humedad de 5 %.
- **Propiedades:**
 - Es la principal reguladora de acidez en la fermentación, durante el proceso de fabricación del abono. Propicia las mejores condiciones para que exista una buena reproducción de microorganismos. (FAO, 2015)
 - El carbonato de calcio ayuda a proteger la planta contra las enfermedades de numerosos hongos y bacterias que secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales, investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos, en el control de bacterias actúa como bacteriostático y oxigenador metabólico, inhibe la germinación de esporas, y actúa contra bacterias gram positivas. (Males, 2019).
 - La cal que con mayor regularidad se utiliza en los cultivos agrícolas, es un polvo de color blanco grisáceo, completamente estable a la intemperie. Su manejo no requiere de protección especial. La cal normalmente se aplica al aire libre incorporándola de inmediato al suelo. Se obtiene de la trituración y cribado de rocas calcáreas y minerales tipo calcitas que contienen carbonato de calcio, cuya fórmula química es CaCO_3 , aporta calcio. (Romero, 2017)

- La cal agrícola mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, mejora la fijación simbiótica del Nitrógeno (N) en las leguminosas, influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta, Mayor disponibilidad de fósforo (P), reduce la toxicidad de algunos elementos minerales, mejora la efectividad de ciertos herbicidas. La cal agrícola puede ser aplicada en cualquier momento entre la cosecha de un cultivo y la siembra de otro. Sin embargo, debe incorporarse al suelo durante las operaciones de labranza. (Males, 2019).
- **Usos:** El uso más generalizado en la agricultura por su propiedad de reducir la acidez de los suelos, es como enmienda química. (Males, 2019).
- **Composición:** Este elemento se encuentra formado por: 12 % de carbonato, 40,04 % de calcio y 47,95 % de oxígeno, su fórmula química es CaCO_3 . (Males, 2019).

2.2.2.6 Zeolita



Ilustración 14: Zeolita

Fuente: Autoras

- **Definición:** La zeolita es un aluminosilicato hidratado cristalino (arcilla) con estructuras tridimensionales, caracterizados por la habilidad de retener y liberar agua e intercambiar iones sin modificar su estructura atómica, intercambian cationes como Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y NH_4^+ , así como diversos compuestos de fosfatos, amonio y componentes de la materia orgánica. (Toro, Benítez & Herrera, 2006)
- **Propiedades:**
 - La adición de zeolitas a los suelos incrementa, tanto la CIC como el pH en la mayoría de los casos en que es utilizada. Los rendimientos se incrementaron hasta en un 79 % frente a tratamientos sin adición de zeolitas. La retención



de agua por parte de las zeolitas coadyuva a disminuir la concentración de nitratos presentes en la lixiviación del suelo. La retención de agua por parte de la zeolita propicia un medio de mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas ya que el agua es el vehículo de transporte en la absorción radicular. La adición de zeolita permite remover la contaminación causada con P, Cu y Zn hasta niveles inocuos para plantas y otros organismos. (Toro, Benítez & Herrera, 2006)

- Poseen sistemas regulares de canales y cavidades de dimensiones moleculares. Debido a que el diámetro cinético de las moléculas determina que éstas puedan acceder o abandonar el sólido, las zeolitas actúan como tamices moleculares, discriminando entre moléculas con una precisión menor a 1 Å. La elevada porosidad de las estructuras confiere a las zeolitas altos valores de área específica y volumen de microporo. (Franco, 2019).
- **Usos:** En la acuicultura y agricultura es usado para la filtración de amonio, control del olor, aditivos de alimentación para ganados, es inocuo y seguro para su uso. (Berrones & Stalin 2019).
- **Composición:**
 - Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos de elevada microporosidad, incluidos en el grupo de los tectosilicatos. Poseen una red tridimensional compuesta por tetraedros SiO_4 y AlO_4 que se encuentran compartiendo los vértices (átomos de oxígeno), de forma que cada oxígeno forma parte de dos unidades tetraédricas. (Franco, 2019). Según (Alonso, Tejada, Moreno, Rubio, & Mendel, 2013) las zeolitas tienen una humedad de 14,3 %
 - La zeolita es un mineral compuesto de aluminio, silicio, y oxígeno, altamente hidratado, tiene una elevada porosidad ya que presenta una estructura cristalina similar a ventanas o jaulas, con un sistema de cavidades y canales. Las zeolitas se forman principalmente en entornos altamente alcalinos, como lagos cuyos valores de pH se encuentren entre 9,5 - 10. (Berrones & Stalin 2019).

Tabla 12: Composición de la zeolita

Componente	Resultados (%)
SiO ₂	61,98
Al ₂ O ₃	12,26
Fe ₂ O ₃	2,4
CaO	4,89
MgO	0,78
Na ₂ O	2,28
PbO	< 0,01
CdO	<0,001
Cr ₂ O ₃	0,01
NiO	0,01
MnO	0,04

Fuente: (Céspedes, Rodríguez, Petranovskii, Rizo & Aguilera, 2011)

2.2.2.7 Roca fosfórica



Ilustración 15: Roca fosfórica

Fuente: (Rendón, 2013).

- **Definición:** Se denomina Roca Fosfórica (RF) al producto obtenido de la extracción de una mina, el cual contiene altas concentraciones de minerales fosfatados y posteriormente es sometido a procesamiento metalúrgico. (Laguna & Penagos, 2019).
- **Propiedades**
 - Al ser productos naturales, las rocas fosfóricas pueden ser utilizadas en la agricultura biológica.



- Bajo ciertas condiciones, las rocas fosfóricas reactivas pueden ser más eficientes que los fertilizantes fosfatados solubles en agua en base a la recuperación del fósforo por las plantas.
- En base al costo por unidad de fósforo, las rocas fosfóricas locales son normalmente los productos más económicos.
- Las rocas fosfóricas desempeñan una función importante contribuyendo al mejoramiento de la fertilidad del suelo (FAO, 2007)
- **Composición:** La fosforita contiene entre el 26 – 30 % de P_2O_5 , el contenido de $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ no debe superar 2 – 2.5 % y el SiO_2 de 2 – 15 %, para su uso industrial. Las RF pueden ser utilizadas, ya sea como materia prima para la fabricación industrial de fertilizantes (fosfatos totalmente solubles en agua o parcialmente acidulados), o bien como fuentes de fósforo para la aplicación directa en la agricultura. (Laguna & Penagos, 2019). Según (Sierra, 2019) la roca fosfórica tiene una humedad 12,43 %.

3.METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación: El presente trabajo de titulación está fundamentado en dos pilares de investigación experimental y descriptiva. Es experimental porque se manipuló diferentes parámetros con el propósito de obtener un abono orgánico. Es descriptivo porque se detalló el estudio de las materias primas a emplear, así como los procesos de elaboración y caracterización del abono.

3.2 Lugar de investigación: La recolección de las materias primas y la elaboración del abono orgánico se realizó en la zona de Nabón. La caracterización del abono orgánico obtenido se realizó en el laboratorio MSV de Análisis de Alimentos, Agua y Suelo ubicado en la ciudad de Cuenca.

3.3 Caracterización de las materias primas y del abono: En la caracterización se utilizó datos de estudios previamente realizados para los parámetros de las materias primas existentes. En la tabla 13 se presenta un consolidado de las características.

La caracterización del abono que el productor elaboró se envió a realizar en el laboratorio MSV de Análisis de Alimentos, Agua y Suelo ubicado en la ciudad de Cuenca y en función de los resultados del laboratorio (Anexo 5, 6) se observó que los

parámetros físico-químicos y microbiológicos no se encontraban dentro de los niveles óptimos. En base a ello se procedió a establecer 4 alternativas utilizando las materias primas con las que dispone el productor.

Tabla 13: Caracterización de las materias primas

	pH	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Potasio (%)
Salvado de trigo	-	14,5	3,8	18,6	1,5	0,15	0,64	1,9
Hojarasca de montaña	-	85,9	42,50	2,90	0,50	1	0,50	4,30
Caolín	-	55,76	-	-	-	0,39	0,21	0,04
Melaza	5,5	26,4	61,7	3	0,08	0,74	0,35	3,67
Carbón activado	3,04	5,9	-	0,9	-	-	-	-
Levadura	4,5	70	-	7,5	1,31	0,22	0,22	1,6
Cal agrícola	-	5	-	-	-	40,4	-	-
Limos	-	33	1,5	-	-	0,32	2,22	-
Zeolitas	-	14,3	-	-	-	4,76	0,75	-
Roca fosfórica	-	12,43	-	-	30	-	-	-
Estiércol de cuy	7,97	39,91	69,16	2,39	2,81	6,04	1,99	0,18
Estiércol vacuno	8,48	48	75,35	2,27	0,99	2,21	1,25	1,12

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018). (García, Ríos & Molina, 2010). (Rucks, García, Kaplán, Ponce & Hill, 2004) (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo & Constanza, 2016) (Barrera, 2011). (Rojas, Gutiérrez & Colina, 2016). (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Males, 2019). (Céspedes, Rodríguez, Petranovskii, Rizo & Aguilera, 2011), (Leiva, 2018), (Córdova, 2014), (Albanell, Plaixats, Cabrero & Capellas, 1988)

3.3.1 Descripción de técnicas: Para la caracterización de las materias primas y del abono en el laboratorio según la bibliografía revisada se utiliza las siguientes técnicas.

3.3.1.1 Determinación de la humedad.

Según (INEN, 2013) la determinación de la humedad se realiza de la siguiente manera.

3.3.1.1.1 Materiales y equipos

Tabla 14: Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	3 g
Pesa sustancias, vidrios de reloj	1
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
Estufa eléctrica	1
Desecador de vacío	1

Fuente: (INEN, 2013)



3.3.1.1.2 Procedimiento para determinar la humedad del abono orgánico.

- Activar la sílice, colocarlo en la estufa de desecación, mantenerlo a 105 °C por 2 horas y colocar el envase con su contenido en un desecador. Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Preparar la muestra de ensayo sin moler, si es necesario se puede machacar, en una atmósfera de 40 % a 60 % de humedad preferiblemente.
- Colocar el vidrio de reloj o recipiente en la estufa para desecación a 105 °C por 2 horas, dejar que se enfríe en un desecador hasta que llegue a temperatura ambiente. Trabajar con 2 g de muestra preparada con aproximación de 0.001 g, colocarla en el vidrio de reloj tarado y anotar la lectura.
- Repartir uniformemente la muestra en el vidrio de reloj y colocarla en la estufa a 105 ±2°C por 5 horas.
- Si se usa nitrato de sodio, sulfato de amonio o sales de potasio, debe emplearse la estufa a 130±1°C durante 5 horas.
- Posteriormente se debe trasladar inmediatamente el vidrio de reloj junto con el desecante al desecador y dejarlo alcanzar la temperatura ambiente. Pesarse con aproximación de 0,001 g y tomar la lectura.
- Repetir las operaciones anteriores, reduciendo el período de calentamiento, hasta que la diferencia entre resultados de pesaje sucesivos no exceda 0,002 g.
- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Para mezclas físicas y fórmulas complejas que contengan fosfato de amonio debe emplearse la estufa, con una presión de 487 ± 13 mm Hg, durante 2 horas a 50°C.

$$\%H_2O = \frac{m_0 - m_1}{m_0} * 100$$

Ecuación 1: Porcentaje de humedad

Fuente: (INEN, 2013)

En donde:

- ✓ H₂O= contenido de humedad, en porcentaje de masa.
- ✓ m₀ = masa del pesa filtro con la muestra (antes del tratamiento) en g.
- ✓ m₁ = masa del pesa filtro con la muestra (después del tratamiento) en g.

3.3.1.1.3 Diagrama de bloques para determinar la humedad del abono

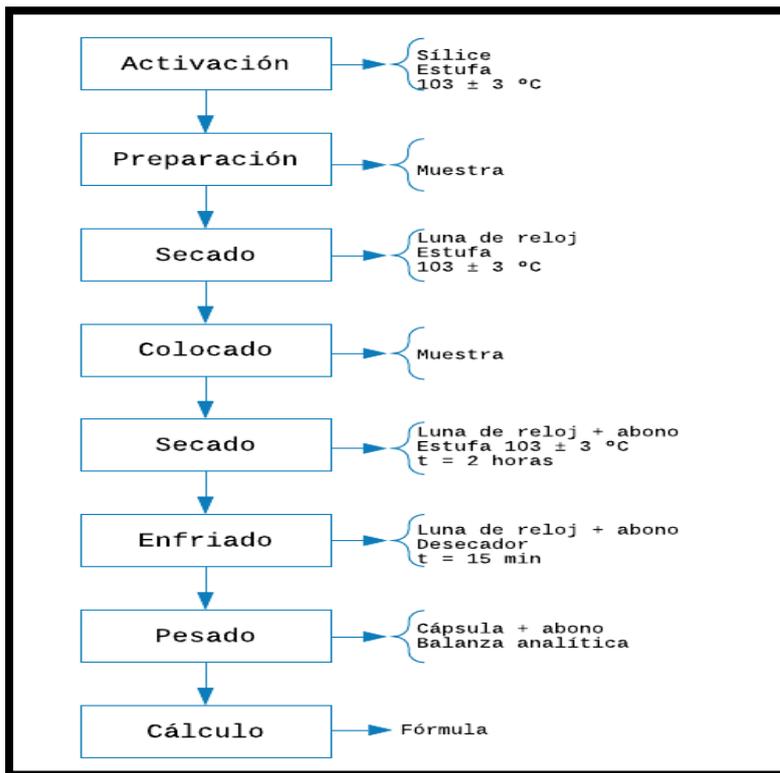


Diagrama 1: Diagrama de bloque para determinar la humedad del abono orgánico

Fuente: Autoras

3.6.1.2 Determinación de la densidad real

Según (Atarés, 2011) la determinación de la densidad se realiza utilizando el método del picnómetro.

3.3.1.2.1 Materiales y equipos

Tabla 15: Materiales y equipos para la determinación de densidad del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	10 g
Agua destilada	-
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
Picnómetro	1

Fuente: (Atarés, 2011)

3.3.1.2.2 Procedimiento para determinar la densidad del abono orgánico.

- Pesar el picnómetro limpio vacío y seco, rotular como P_1
- Pesar entre 3 a 10 g de abono orgánico y agregar al picnómetro, rotular como P_2 .

- Luego se agrega agua destilada hasta el borde y se pesa. Rotular como P₃.
- Se vacía el picnómetro se llena con agua destilada y se pesa. Rotular como P₄.
- Determinar la densidad utilizando la siguiente ecuación.

$$\delta = \frac{P_2 - P_1}{\frac{P_4 + P_2 - P_3 + P_1}{\delta_{\text{Agua}}}}$$

Ecuación 2: Densidad del abono

Fuente: (Atarés, 2011)

En donde:

- ✓ P₁: Peso del picnómetro vacío
- ✓ P₂: Peso del picnómetro + muestra
- ✓ P₃: Peso del picnómetro + muestra + agua destilada
- ✓ P₄: Peso del picnómetro + agua destilada

3.3.1.2.3 Diagrama de bloques para determinar la densidad del abono.

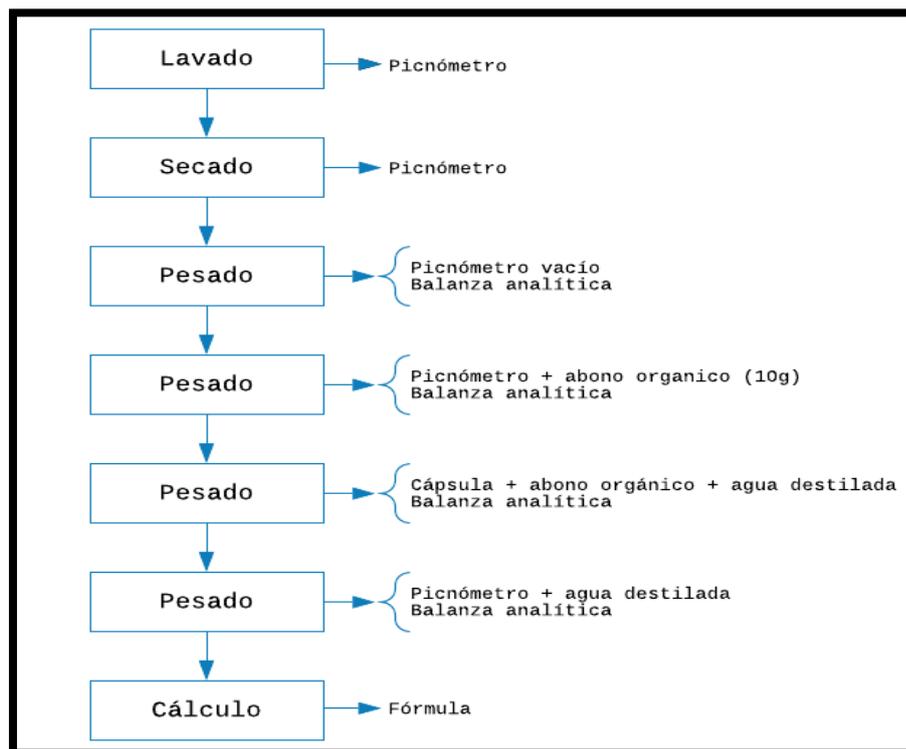


Diagrama 2: Diagrama de bloque para determinar la densidad del abono orgánico

Fuente: Autoras



3.3.1.3 Determinación del pH.

Según (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010) la determinación del pH se realiza utilizando el método potenciométrico.

3.3.1.3.1 Materiales y equipos

Tabla 16: Materiales y equipos para la determinación de pH del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	20 g
Agitador	1
Agua destilada	---
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
pHmetro	1

Fuente: (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010)

3.3.1.3.2 Procedimiento para determinar el pH del abono orgánico.

- Se pesó 20 g de la muestra de AO seco al aire.
- Se transfirió a un vaso de precipitación de 150 ml.
- Se añadió 100 ml de agua destilada.
- Se agitó con un agitador de vidrio por 2 min hasta formar una mezcla homogénea.
- Se maceró a temperatura ambiente por una hora.
- Al finalizar este tiempo con un electrodo previamente calibrado se realizó la lectura del pH y se registró los datos.
- Una vez finalizado el ensayo se limpió adecuadamente el electrodo.

3.3.1.3.3 Diagrama de bloques para determinar el pH del abono

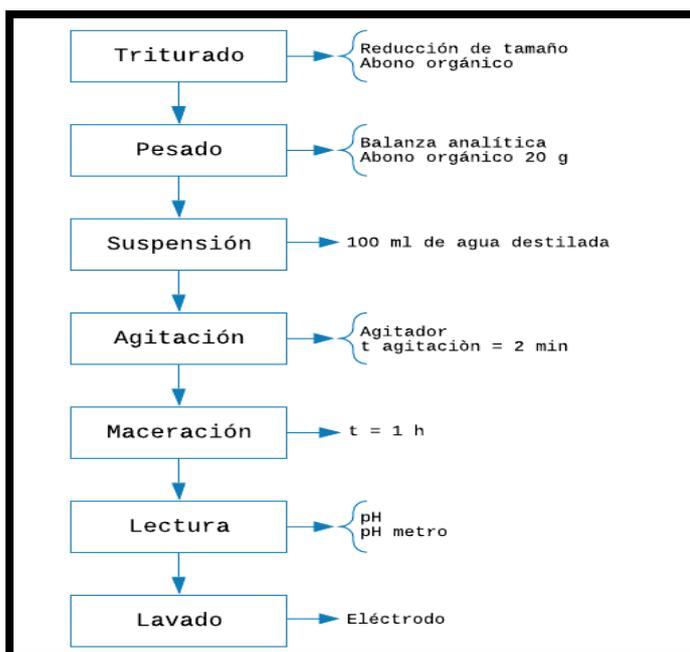


Diagrama 3: Diagrama de bloque para determinar el pH del abono orgánico
Fuente: Autoras

3.3.1.4 Determinación de la materia orgánica

Según (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010) la determinación de la humedad se realiza utilizando el método de Walkley.

3.3.1.4.1 Materiales y equipos

Tabla 17: Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	3 g
K ₂ Cr ₂ O ₇	10 cm ³
H ₂ SO ₄	20cm ³
NaF	1 cm ³
Ácido fosfórico	1cm ³
Sulfato ferroso amoniacal	-
Indicador difenil amina	2 gotas
Vaso de precipitación	1
Balón de aforo de 100 ml	1
Agua destilada	-



Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1

Fuente: (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010)

3.3.1.4.2 Procedimiento para determinar la materia orgánica del abono orgánico.

- Pesar entre 2 a 5 g de abono orgánico en función del abono.
- Adicionar 10 cm³ de K₂Cr₂O₇, 20 cm³ de H₂SO₄ y dejar a que reaccione por 30 minutos.
- Una vez terminado la reacción se debe esperar a que enfríe y se afora con agua destilada a 100 cm³, y se espera que sedimente.
- Tomar una alícuota de 10 cm³ y añadir 1 cm³ de fluoruro de sodio, 1 cm³ de ácido fosfórico y 2 gotas de indicador de difenil amina.
- Valorar con el sulfato ferroso amoniacal hasta que la solución pase de color azul a verde brillante.
- Para realizar esta técnica es importante realizar un blanco en el cual se hace el mismo procedimiento, pero sin muestra.
- Determinar el porcentaje de materia orgánica utilizando las siguientes ecuaciones.

$$\% \text{ C oxidado} = (V_B - V_M) * 0,1 * \text{meq C} * \frac{100}{P_m} * \frac{100}{77} * \frac{100}{V_{\text{alícuota}}}$$

Ecuación 3: % Carbón oxidado

Fuente: (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010)

$$\% \text{ de MO} = \% \text{ de C oxidado} * \frac{100}{58}$$

Ecuación 4: Materia orgánica

Fuente: (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010)

Donde

- ✓ V_B = Volumen del blanco.
- ✓ V_M = Volumen de la muestra.
- ✓ P_M = Peso de la muestra.

✓ $V_{\text{alícuota}} = \text{Volumen de la alícuota.}$

3.3.1.4.3 Diagrama de bloques para determinar la materia orgánica del abono orgánico.

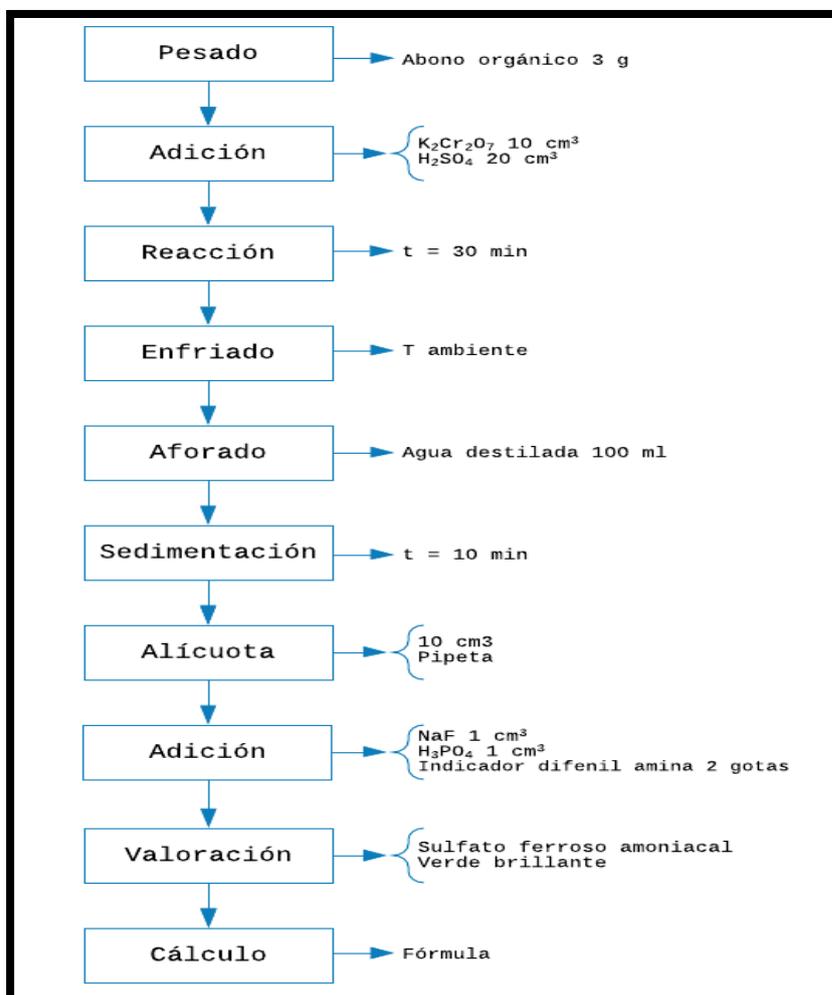


Diagrama 4: Diagrama de bloque para determinar la materia orgánica del abono.
Fuente: Autoras

3.3.1.5 Determinación del contenido de nitrógeno

Según (INEN, 2013) la determinación del nitrógeno se realiza utilizando el método de Kjeldahl.

3.3.1.5.1 Materiales y equipos**Tabla 18:** Materiales para la determinación de humedad del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	3 g
H ₂ SO ₄	25 ml
Mezcla catalizadora	1,5 g
Pipetas	3
Pera de succión	1
Matraces Kjeldahl	2
Franela	1
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
Destilador	1
Cocineta	1

Fuente: (INEN, 2013)

3.3.1.5.2 Procedimiento para determinar el contenido de nitrógeno del abono orgánico.**Mineralización**

- Pesar 2-3 g de muestra seca y colocar en el balón de Kjeldahl.
- Adicionar 25 ml H₂SO₄ concentrado
- Adicionar 1,5 g de la mezcla catalizadora.
- Homogenizar y someter a calentamiento.
- Dejar en digestión durante al menos 3 horas o hasta que se produzca el aclaramiento de la muestra.
- Dejar 30 minutos más después del aclaramiento para asegurar la fase de digestión.
- Realizar un blanco siguiendo el mismo procedimiento

Destilación

- Enfriar la muestra obtenida luego que esté translúcida.
- Una vez que la muestra este fría, trasvasar el contenido a un balón de aforo de 250 ml y con cuidado aforar con agua destilada a 250 ml.



- Tomar una alícuota de 20 ml y colocar en tubos de digestión, adicionar alrededor de 40-50 ml de NaOH al 50 %, y colocar en el equipo de destilación durante 10 minutos.
- El destilado debe recogerse en un Erlenmeyer con 20 ml HCl 0,1 N, teniendo la precaución que la manguera esté completamente sumergida en el líquido.
- Anadir 2 gotas de indicador shiro tashiro en el Erlenmeyer antes de recoger el destilado.
- Una vez obtenido el destilado valorar con NaOH 0,1 N hasta un cambio de color de violeta a verde malva.
- Determinar el contenido de nitrógeno utilizando la siguiente ecuación.

$$\% N_2 = \frac{\{(V * K)_{HCl} - (V * k)_{NaOH}\}_M - \{(V * K)_{HCl} - (V * k)_{NaOH}\}_B * N * meq_{N_2} * 100}{P_m}$$

Ecuación 5: Porcentaje de nitrógeno

Fuente: (INEN, 2013)

Donde

M: Muestra

B: Blanco

3.3.1.5.3 Diagrama de bloques para determinar el contenido de nitrógeno del abono

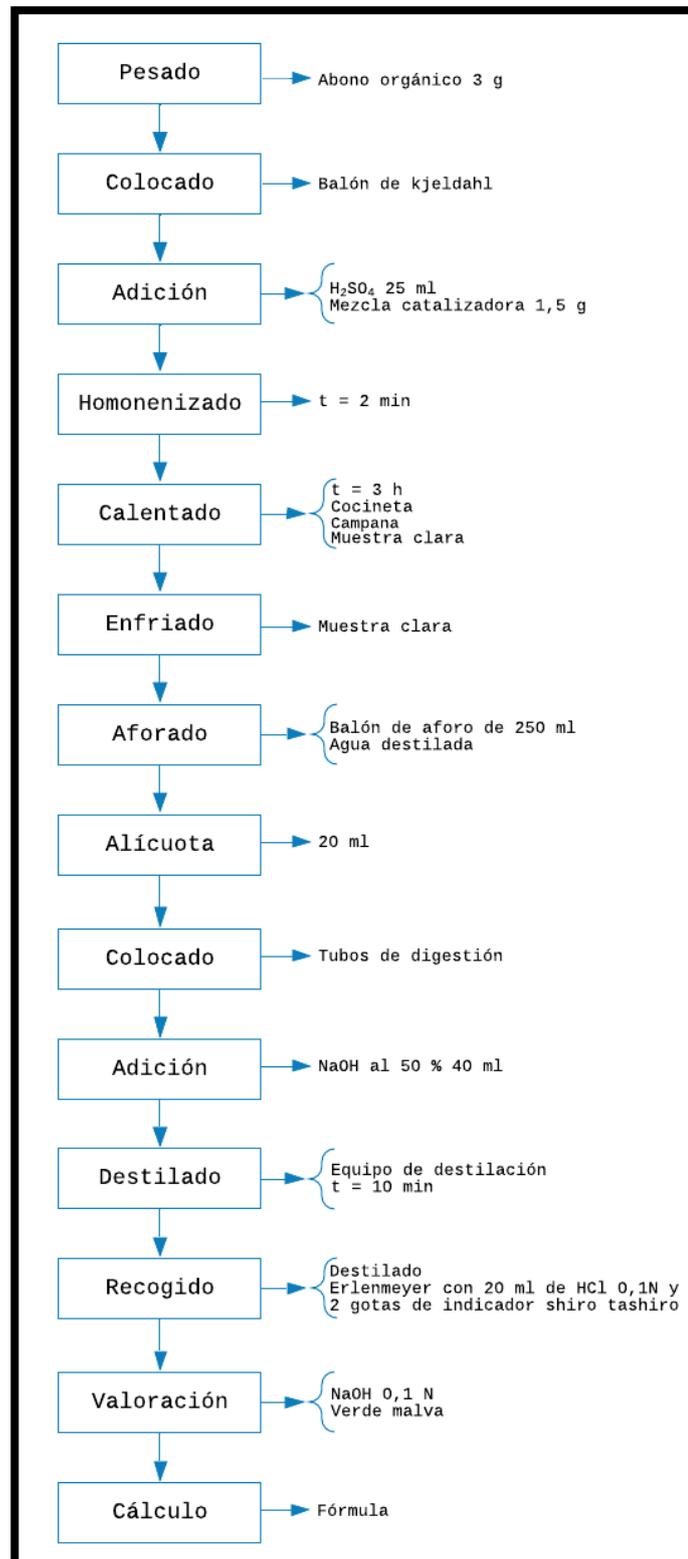


Diagrama 5: Diagrama de bloque para determinar el contenido de nitrógeno del abono.

Fuente: Autoras

3.3.1.6 Determinación del contenido de potasio

Según (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010) la determinación de potasio se realiza utilizando el método de fotometría de llama.

3.6.6.1 Materiales y equipos

Tabla 19: Materiales para la determinación de potasio del abono orgánico

Materiales	Cantidad
Solución obtenida en la digestión de AO	20 ml
Vaso de precipitación	1

Equipos	Cantidad
Fotómetro de llama	1

Fuente: (Paneque, Calaña, Calderón, Borges, Hernández & Caruncho, 2010)

3.3.1.6.2 Procedimiento para determinar el contenido de potasio del abono orgánico.

- En un vaso de precipitación o Erlenmeyer de 15-20 ml tomar una porción de la solución que se obtuvo en la digestión de la muestra del AO.
- Llevar al fotómetro de llama, ajustado según las especificaciones del equipo y después quemar la muestra problema y anotar la lectura que se obtenga.
- Con esa lectura determinar en gráfico la concentración de K de muestra en ppm.

3.3.1.6.3 Diagrama de bloques para determinar el contenido de potasio del abono.

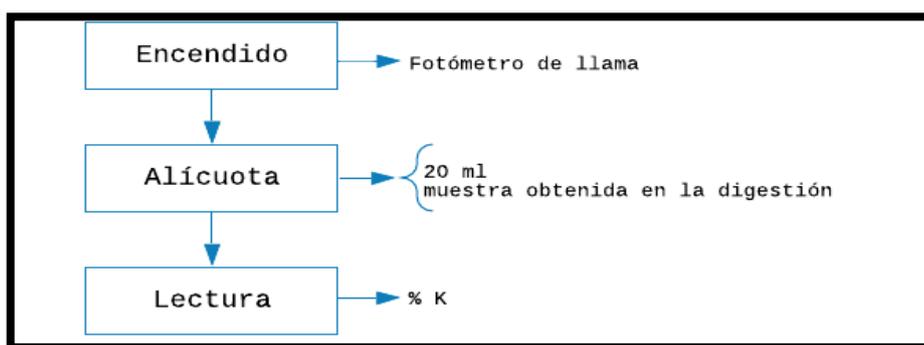


Diagrama 6: Diagrama de bloque para determinar el contenido de potasio del abono.

Fuente: Autoras

3.3.1.7 Determinación del contenido de fósforo

Según (INEN, 2013) la determinación de fósforo se realiza utilizando el método gravimétrico.

3.3.1.7.1 Materiales y equipos**Tabla 20:** Equipo para la determinación de fósforo en el abono orgánico

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	1 g
Ácido nítrico	20 ml
Ácido perclórico	10 ml
Ácido cítrico – ácido molíbdico	30 ml
Solución de quinolina	10 ml
Agua destilada	-
Papel filtro Whatman # 40	-
Filtro de Gooch	-
Agitador	1
Crisol	1
Matraz	1
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
Desecador	1

Fuente: (INEN, 2013)

3.3.1.7.2 Procedimiento para determinar el contenido de fósforo del abono orgánico.

- Pesar 1g de abono con precisión de 0,1 mg
- Hervir por 30 min a 45 min con 20 ml a 30 ml de ácido nítrico, hasta oxidar la materia orgánica. Las muestras con gran contenido de materia orgánica deben ser hervidas en balones Kjeldahl.
- Enfriar y adicionar de 10 ml a 20 ml de ácido perclórico con 70 % a 72 % de concentración.
- Hervir suavemente hasta lograr una solución incolora y emanación de gases blancos y densos. No hervir a sequedad nunca.
- Enfriar ligeramente y adicionar 50 ml de agua destilada. Ebulir por unos minutos. Dejar enfriar, trasvasar a un matraz de 200 ml o 250 ml, diluir y enrasar con agua destilada, mezclar y filtrar con papel filtro Whatman No. 40 o su equivalente.



- Colocar una alícuota de la solución preparada que no contenga más de 25 mg de pentóxido de fósforo en un matraz de 500 ml. Diluir a 100 ml con agua.
- Agregar 30 ml de reactivo ácido cítrico – ácido molíbdico y hervir suavemente por 3 min. No debe haber precipitado.
- Retirar del calor y agitar cuidadosamente.
- Agregar 10 ml de solución de quinolina agitando constantemente, los primeros 2 ml a 4 ml en gotas y lo restante en chorro continuo
- enfriar a temperatura ambiente, agitando 3 o 4 veces durante el enfriamiento, filtrar con ayuda de un filtro de Gooch y un papel de fibra de vidrio secado a 250 °C y pesado,
- lavarlo 5 veces con 25 ml de agua.
- Secar el crisol junto con el contenido por 30 min a 250 °C. Enfriar en un desecador a peso constante, y se pesa como fosfomolibdato de quinolina.
- De forma paralela se realizan los ensayos en blanco. El peso obtenido se resta del encontrado en la muestra y se obtiene el peso del precipitado corregido.
- Determinar el contenido de fósforo total utilizando la siguiente ecuación:

$$\% P_2O_5 = \frac{0,01400 * P * V}{A * m} * \frac{142}{62} * 100$$

Ecuación 6: Ecuación para determinar el % de fósforo
Fuente: (INEN, 2013)

Donde

P = peso en gramos del precipitado corregido

A = volumen en mililitros de la alícuota tomada

m = peso en gramos de la muestra tomada en la alícuota

V = volumen final en mililitros

142 = peso molecular del fosfato

62 = 2 veces el peso molecular del fósforo 0,01400 = porcentaje de fósforo presente en el fosfomolibdato de quinolina

3.3.1.7.3 Diagrama de bloques para determinar el contenido de fósforo del abono.

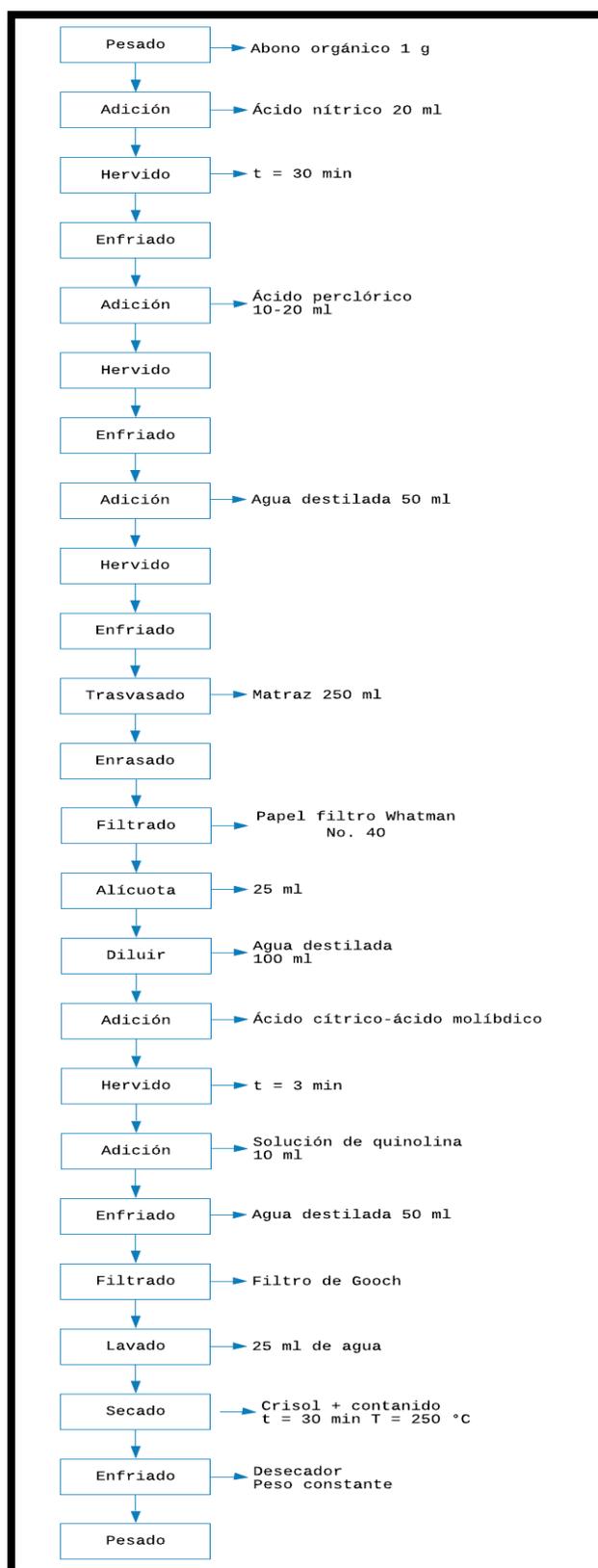


Diagrama 7: Diagrama de bloque para determinar el contenido de fósforo del abono

Fuente: Autoras

3.3.1.8 Determinación del contenido de calcio y magnesio

Según (Carrillo, Ruiz, Arrieche, Aular, Mora, Castillo, Noguera, Silva, Tovar, Martínez, Reverón, Ortega, Belloso, Rodríguez & Fernández, 2014) la determinación de calcio y magnesio se realiza utilizando el método de espectrofotometría de llama.

3.3.1.8.1 Materiales y equipos

Tabla 21: Materiales equipos y reactivos para determinar Ca y Mg

Materiales	Cantidad
Abono orgánico	0,5 g
HCl concentrado	10 ml
HCl 2M	20 ml
Solución lantano	-
Agua destilada	-
Papel filtro Whatman	-
Embudo	1
Agitador	1
Probeta	1
Vasos de precipitación	4
Espátula	1
Balones de aforo	-
Equipos	Cantidad
Balanza analítica	1
Espectrofotómetro de absorción atómica	1

Fuente: (Carrillo, Ruiz, Arrieche, Aular, Mora, Castillo, Noguera, Silva, Tovar, Martínez, Reverón, Ortega, Belloso, Rodríguez & Fernández, 2014)

3.3.1.8.2 Procedimiento para determinar el contenido de calcio y magnesio del abono orgánico.

Preparación de la muestra

- Pesar 0,5 gramos de muestra
- Añadir 10 ml de HCl concentrado la cual se va a calentar hasta ebullición logrando que se evapore la solución casi hasta sequedad.
- Disolver el residuo en 20 ml de HCl 2M.



- Trasvasar el extracto a un balón de aforo de 250 ml y enrasar con agua destilada.
- Mezclar y filtrar a través de papel de filtro una cantidad suficiente para las determinaciones posteriores.
- Tomar una alícuota de 1 ml y colocar en un balón aforado cuyo volumen permita obtener una dilución tal que proporcione una lectura adecuada en el espectrofotómetro de absorción atómica.
- Para eliminar las posibles interferencias aniónicas agregar un volumen de solución de lantano al 2,5 % p/v, con el que se logre una concentración final aproximada de 0,1 % de La. Se enrasa con agua destilada.
- Determinar la concentración de calcio y magnesio en las muestras mediante espectrofotometría de absorción atómica

Preparación de los patrones

Para los análisis de calcio preparar una solución madre de 1000 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ del elemento usando carbonato de calcio y obtener una solución de 50 $\mu\text{g. mL}^{-1}$, con la que se hacen las diluciones apropiadas para obtener una serie de patrones de 0, 1, 2, 4, 10, 15 y 20 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ de calcio.

Para los análisis de magnesio preparar una solución madre de 500 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ de este elemento, empleando virutas de magnesio metálico y obtener una solución de trabajo de 10 $\mu\text{g. mL}^{-1}$, con la cual se obtienen mediante la dilución adecuada, patrones de 0; 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ de Mg, a los que se agrega un volumen de solución de Lantano al 2,5 % p/v, para alcanzar una concentración aproximada de La de 0,1 %. Se puede utilizar una solución de estroncio al 2 % p/v, en lugar de lantano. (Carrillo, Ruiz, Arrieche, Aular, Mora, Castillo, Noguera, Silva, Tovar, Martínez, Reverón, Ortega, Belloso, Rodríguez & Fernández, 2014)

3.3.1.8.3 Diagrama de bloques para determinar el contenido de calcio y magnesio del abono.

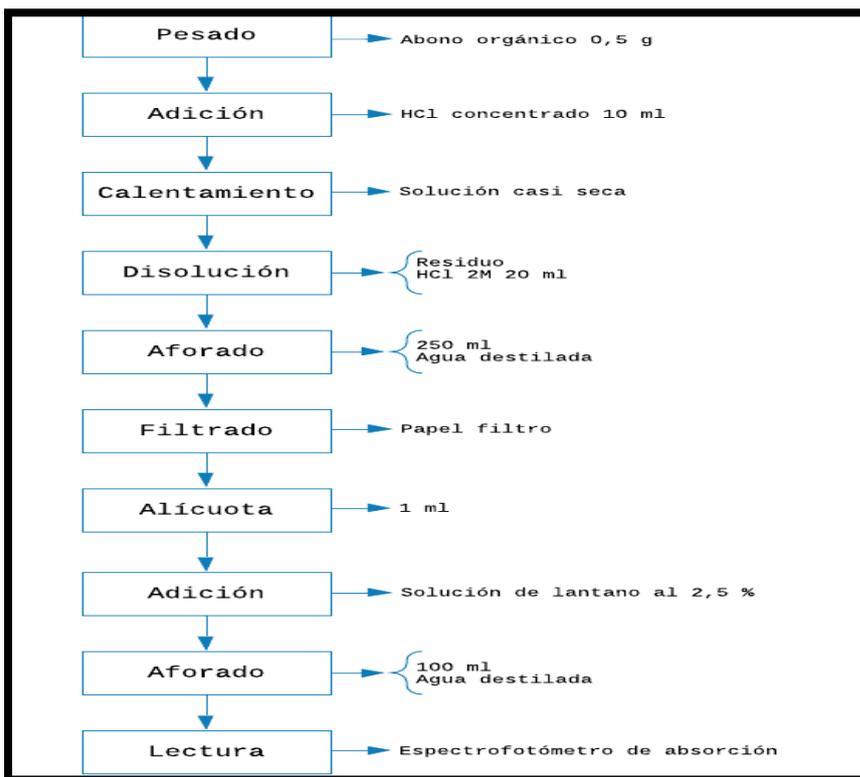


Diagrama 8: Diagrama de bloque para determinar Ca y Mg en el abono
Fuente: Autoras

3.4 Formulación del abono: La formulación del abono se realizó de tal manera que se cumpla con los requisitos determinados por la FAO y por el Boletín Oficial del Estado, España (BOE) en función de lo indicado por bibliografía sobre la caracterización de las materias primas que se dispone, para lo cual se estableció 4 alternativas. En la alternativa 1 no se utilizó ningún tipo de estiércol. En la alternativa 2 se reformuló la hojarasca de montaña a 2,2 kg y se le adicionó 1 kg de estiércol vacuno a la alternativa 1. En la alternativa 3 se reformuló la hojarasca de montaña a 1,2 kg y se adicionó 2 kg de estiércol de cuy a la alternativa 1. En la alternativa 4 se reformuló la hojarasca de montaña a 1,2 kg y se adicionó 1 kg de estiércol vacuno y 1 kg de estiércol de cuy a la alternativa 1.

Para determinar los kg de cada componente se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{kg de Componente} = (\text{kg de materia prima} * \% \text{ de componente}) / 100$$

Ecuación 7: Ecuación para determinar la cantidad de cada componente

Tabla 22: Alternativa 1 para el Abono Orgánico

Ingrediente	Cantidad (kg)	Nitrógeno (kg)	Fósforo (kg)	Potasio (kg)	Calcio (kg)	Magnesio (kg)	Humedad (kg)	Materia orgánica (kg)
Hojarasca de montaña	3,2	$9,28 \cdot 10^{-2}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$	$1,38 \cdot 10^{-1}$	$3,20 \cdot 10^{-2}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$	2,75	1,36
Salvado de trigo	0,05	$9,30 \cdot 10^{-3}$	$7,50 \cdot 10^{-4}$	$9,50 \cdot 10^{-4}$	$7,50 \cdot 10^{-5}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-3}$
Limos	3,2	$2,24 \cdot 10^{-3}$	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$2,56 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$7,10 \cdot 10^{-2}$	1,06	$4,80 \cdot 10^{-2}$
Levadura	0,05	$3,75 \cdot 10^{-3}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$8,00 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$3,50 \cdot 10^{-2}$	-
Melaza	0,8	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	-	$5,92 \cdot 10^{-3}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-1}$	$4,94 \cdot 10^{-1}$
Caolín	3,2	-	-	$1,28 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$6,72 \cdot 10^{-3}$	1,78	-
Zeolitas	3,2	-	-	-	$1,52 \cdot 10^{-1}$	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$4,58 \cdot 10^{-1}$	-
Roca fosfórica	0,2	-	$6,00 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	$2,49 \cdot 10^{-2}$	-
Carbón activado	2	$1,80 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	-	$1,18 \cdot 10^{-1}$	-
Cal agrícola	0,4	-	-	-	$1,62 \cdot 10^{-1}$	-	$2,00 \cdot 10^{-2}$	-
Total	16,30	0,15	0,08	0,14	0,37	0,12	6,46	1,90

Fuente: Autoras

Tabla 23: Alternativa 2 para el Abono Orgánico

Ingrediente	Cantidad (kg)	Nitrógeno (kg)	Fósforo (kg)	Potasio (kg)	Calcio (kg)	Magnesio (kg)	Humedad (kg)	Materia orgánica (kg)
Hojarasca de montaña	2,2	$6,38 \cdot 10^{-2}$	$1,10 \cdot 10^{-2}$	$9,46 \cdot 10^{-2}$	$2,20 \cdot 10^{-2}$	$1,10 \cdot 10^{-2}$	1,89	$9,35 \cdot 10^{-1}$
Salvado de trigo	0,05	$9,30 \cdot 10^{-3}$	$7,50 \cdot 10^{-4}$	$9,50 \cdot 10^{-4}$	$7,50 \cdot 10^{-5}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-3}$
Limos	3,2	-	-	-	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$7,10 \cdot 10^{-2}$	1,06	-
Levadura	0,05	$3,75 \cdot 10^{-3}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$8,00 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$3,50 \cdot 10^{-2}$	-
Melaza	0,8	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	-	$5,92 \cdot 10^{-3}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-1}$	$4,94 \cdot 10^{-1}$
Caolín	3,2	-	-	$1,28 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$6,72 \cdot 10^{-3}$	1,78	-
Zeolitas	3,2	-	-	-	$1,52 \cdot 10^{-1}$	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$4,58 \cdot 10^{-1}$	-
Roca fosfórica	0,2	-	$6,00 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	$2,49 \cdot 10^{-2}$	-
Carbón activado	2	$1,80 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	-	$1,18 \cdot 10^{-1}$	-
Cal agrícola	0,4	-	-	-	$1,62 \cdot 10^{-1}$	-	$2,00 \cdot 10^{-2}$	-
Estiércol vacuno	1	$2,27 \cdot 10^{-2}$	$9,90 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,21 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$4,80 \cdot 10^{-1}$	$7,54 \cdot 10^{-1}$
Total	16,30	0,14	0,08	0,11	0,39	0,13	6,08	2,18

Fuente: Autoras

Tabla 24: Alternativa 3 para el Abono Orgánico

Ingrediente	Cantidad (kg)	Nitrógeno (kg)	Fósforo (kg)	Potasio (kg)	Calcio (kg)	Magnesio (kg)	Humedad (kg)	Materia orgánica (kg)
Hojarasca de montaña	1,2	$3,48 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$	$5,16 \cdot 10^{-2}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$	1,03	$5,10 \cdot 10^{-1}$
Salvado de trigo	0,05	$9,30 \cdot 10^{-3}$	$7,50 \cdot 10^{-4}$	$9,50 \cdot 10^{-4}$	$7,50 \cdot 10^{-5}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-3}$
Limos	3,2	-	-	-	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$7,10 \cdot 10^{-2}$	1,06	-
Levadura	0,05	$3,75 \cdot 10^{-3}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$8,00 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$3,50 \cdot 10^{-2}$	-
Melaza	0,8	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	-	$5,92 \cdot 10^{-3}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-1}$	$4,94 \cdot 10^{-1}$
Caolín	3,2	-	-	$1,28 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$6,72 \cdot 10^{-3}$	1,78	-
Zeolitas	3,2	-	-	-	$1,52 \cdot 10^{-1}$	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$4,58 \cdot 10^{-1}$	-
Roca fosfórica	0,2	-	$6,00 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	$2,49 \cdot 10^{-2}$	-
Carbón activado	2	$1,80 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	-	$1,18 \cdot 10^{-1}$	-
Cal agrícola	0,4	-	-	-	$1,62 \cdot 10^{-1}$	-	$2,00 \cdot 10^{-2}$	-
Estiércol de cuy	2	$4,78 \cdot 10^{-2}$	$5,62 \cdot 10^{-2}$	$3,60 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-1}$	$3,98 \cdot 10^{-2}$	$7,98 \cdot 10^{-1}$	1,38
Total	16,30	0,14	0,12	0,06	0,48	0,15	5,54	2,39

Fuente: Autoras

Tabla 25: Alternativa 4 para el Abono Orgánico

Ingrediente	Cantidad (kg)	Nitrógeno (kg)	Fósforo (kg)	Potasio (kg)	Calcio (kg)	Magnesio (kg)	Humedad (kg)	Materia orgánica (kg)
Hojarasca de montaña	1,2	$3,48 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$	$5,16 \cdot 10^{-2}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$	1,03	$5,10 \cdot 10^{-1}$
Salvado de trigo	0,05	$9,30 \cdot 10^{-3}$	$7,50 \cdot 10^{-4}$	$9,50 \cdot 10^{-4}$	$7,50 \cdot 10^{-5}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-3}$
Limos	3,2	$2,24 \cdot 10^{-3}$	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$2,56 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$7,10 \cdot 10^{-2}$	1,06	$4,80 \cdot 10^{-2}$
Levadura	0,05	$3,75 \cdot 10^{-3}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$8,00 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$3,50 \cdot 10^{-2}$	-
Melaza	0,8	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$6,40 \cdot 10^{-4}$	-	$5,92 \cdot 10^{-3}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-1}$	$4,94 \cdot 10^{-1}$
Caolín	3,2	-	-	$1,28 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$6,72 \cdot 10^{-3}$	1,78	-
Zeolitas	3,2	-	-	-	$1,52 \cdot 10^{-1}$	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$4,58 \cdot 10^{-1}$	-
Roca fosfórica	0,2	-	$6,00 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	$2,49 \cdot 10^{-2}$	-
Carbón activado	2	$1,80 \cdot 10^{-2}$	-	-	-	-	$1,18 \cdot 10^{-1}$	-
Cal agrícola	0,4	-	-	-	$1,62 \cdot 10^{-1}$	-	$2,00 \cdot 10^{-2}$	-
Estiércol de cuy	1	$2,39 \cdot 10^{-2}$	$2,81 \cdot 10^{-2}$	$1,80 \cdot 10^{-3}$	$6,04 \cdot 10^{-2}$	$1,99 \cdot 10^{-2}$	$3,99 \cdot 10^{-1}$	$6,92 \cdot 10^{-1}$
Estiércol vacuno	1	$2,27 \cdot 10^{-2}$	$9,90 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,21 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$4,80 \cdot 10^{-1}$	$7,54 \cdot 10^{-1}$
Total	16,3	0,13	0,11	0,07	0,43	0,14	5,62	2,50

Fuente: Autoras

3.5 Elaboración del abono

Procedimos a elaborar el abono en base a la cantidad de las materias primas que se dispone para lo cual se utilizo la siguiente técnica.

3.5.1 Materiales y equipos

Tabla 26: Materiales para la elaboración del abono orgánico

Materiales
Salvado de trigo
Hojasca de montaña
Limos
Caolín
Melaza
Carbón activado
Levadura
Cal agrícola
Zeolitas
Estiércol de cuy
Estiércol vacuno
Equipos
Balanza analítica
Agitador
Lienzo

Fuente: Autoras

3.5.2 Procedimiento para la elaboración

- **Recolección:** Se procedió a recolectar cada una de las materias primas.



Ilustración 16: Recolección y selección de la materia prima

Fuente: Autoras

- **Triturado:** En el caso de las materias primas como la hojarasca de montaña, el salvado de trigo y las micorrizas se procedió a triturar con el fin de reducir el tamaño de las mismas y favorecer el tiempo de descomposición.



Ilustración 17: Triturado de materias primas
Fuente: Autoras

- **Dosificado:** Se procedió a pesar cada una de las materias primas por separado en función de la dosificación obtenida.



Ilustración 18: Pesado de materias primas
Fuente: Autoras

- **Premezclado:** Colocar en capas según el tipo de alternativa. En la alternativa 1 el salvado de trigo, la hojarasca de montaña, las micorrizas, los limos, la levadura y la melaza. En la alternativa 2 el estiércol vacuno, el salvado de trigo, la hojarasca de montaña, las micorrizas, los limos, la levadura y la melaza. En la alternativa 3 el estiércol de cuy, el salvado de trigo, la hojarasca de montaña, las micorrizas, los limos, la levadura y la melaza. En la alternativa 4 el estiércol de cuy, el estiércol vacuno, el salvado de trigo, la hojarasca de montaña, las micorrizas, los limos, la levadura y la melaza.



Ilustración 19: Mezclado de materias primas

Fuente: Autoras

- **Mezclado:** Revolver la mezcla con una pala.



Ilustración 20: Mezclado

Fuente: Autoras

- **Cubierto y Reposado:** Cubrir con un plástico negro y dejar reposar la mezcla por 3 días.



Ilustración 21: Reposado de la mezcla

Fuente: Autoras

- **Agregado:** Agregar a los 3 días la cal agrícola, la zeolita, la roca fosfórica, el carbón activado, el caolín y mezclar.



Ilustración 22: Agregado de otras materias primas

Fuente: Autoras



Ilustración 23: Mezclado

Fuente: Autoras

- **Reposado:** Dejar la mezcla cubierta con el plástico negro en reposo por 5 meses, hasta obtener el abono moviendo una vez a la semana.



Ilustración 24: Reposado de la mezcla

Fuente: Autoras

- **Caracterizado y envasado:** Una vez obtenido el abono se procedió a caracterizar y envasar el abono orgánico.



Ilustración 25: Envasado del abono

Fuente: Autoras

- **Etiquetado y almacenado:** se procedió a elaborar la etiqueta y colocar, para posteriormente almacenar a temperatura ambiente protegido del sol y de la lluvia.



Ilustración 26: Etiquetado y almacenado

Fuente: Autoras

3.5.3 Diagrama de bloque del proceso de elaboración del abono orgánico.

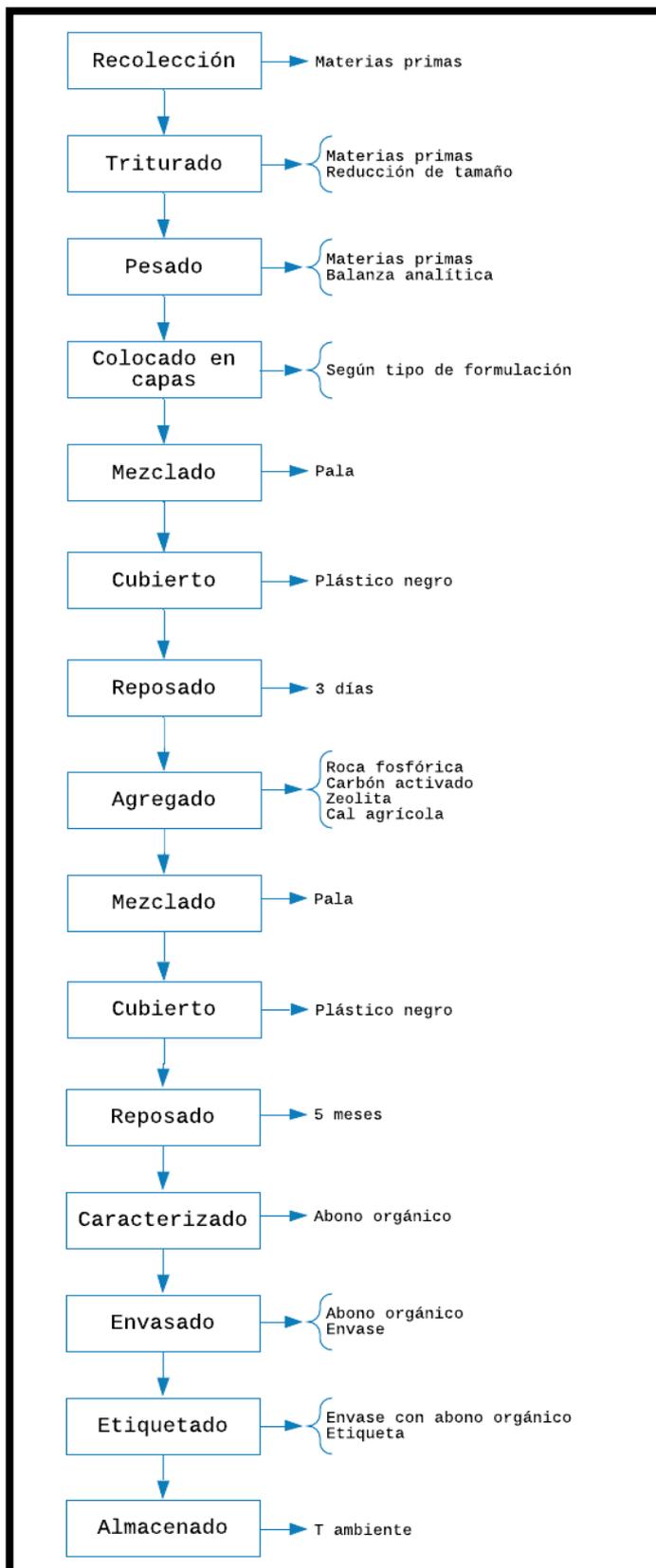


Diagrama 9: Diagrama de bloque para la elaboración del abono orgánico

Fuente: Autoras

3.5.4 Diagrama de procesos de la elaboración del abono orgánico.

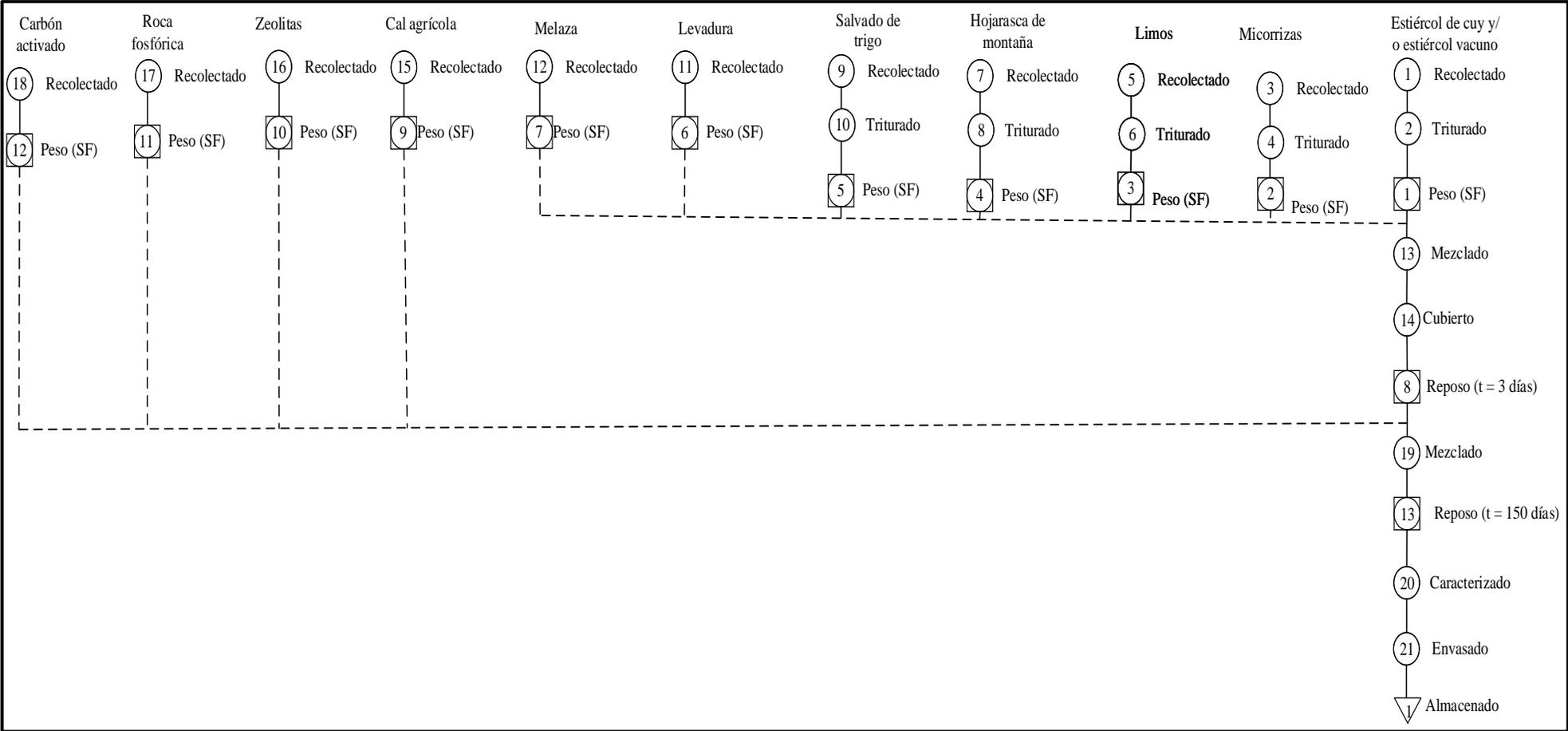
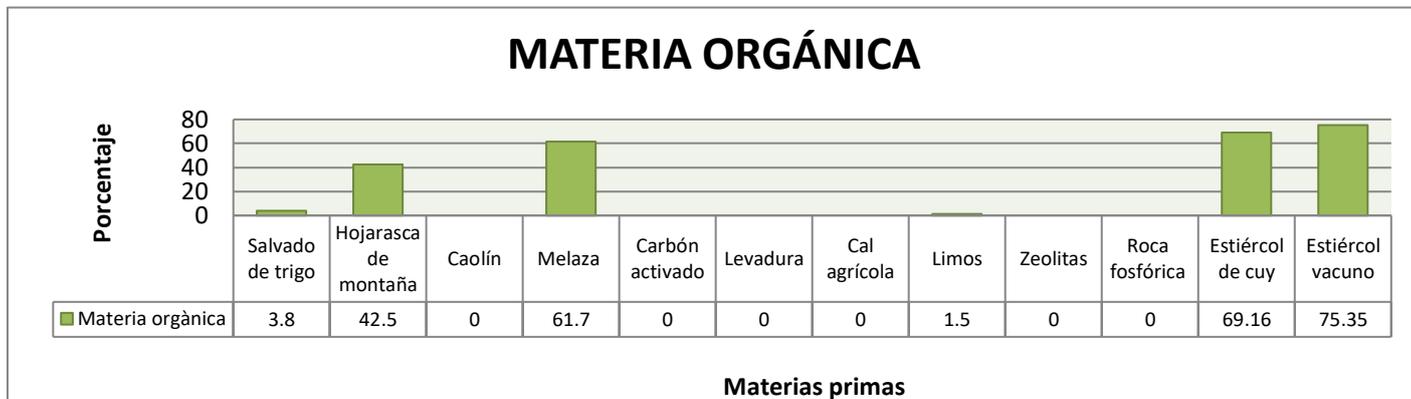


Diagrama 10: Diagrama de proceso de la elaboración del abono orgánico
Fuente: Autoras

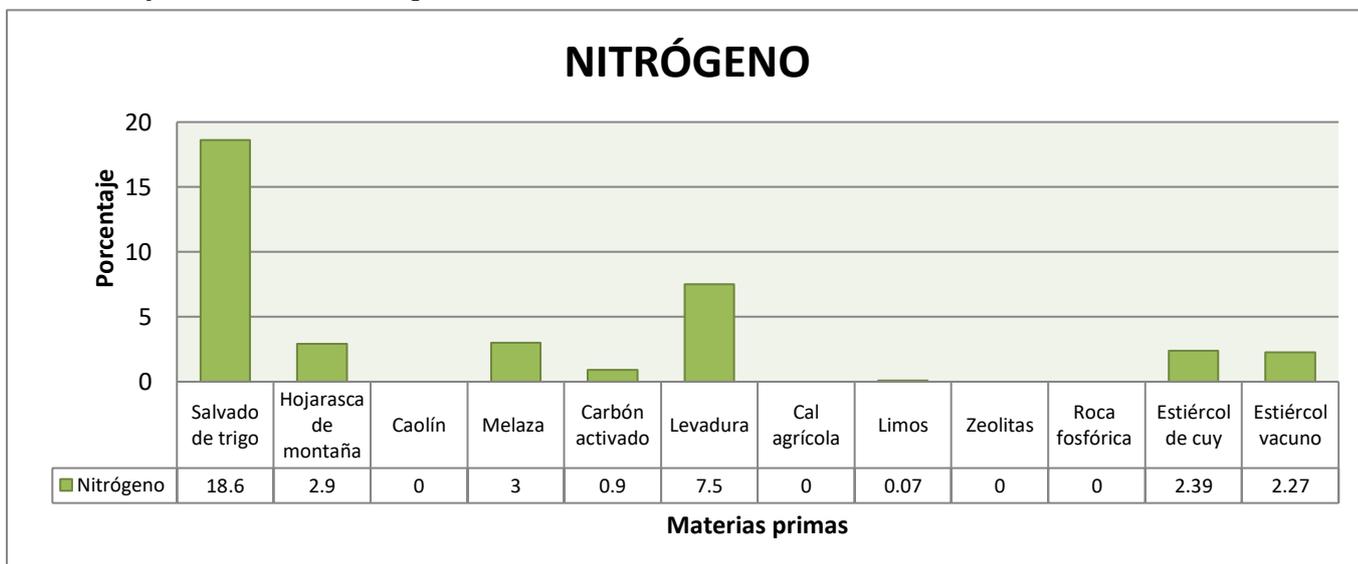
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comparación de parámetros: Según la bibliografía revisada las materias primas están compuestas por diferentes parámetros físico-químicos que varían en porcentajes, por ello resulta importante realizar una comparación.



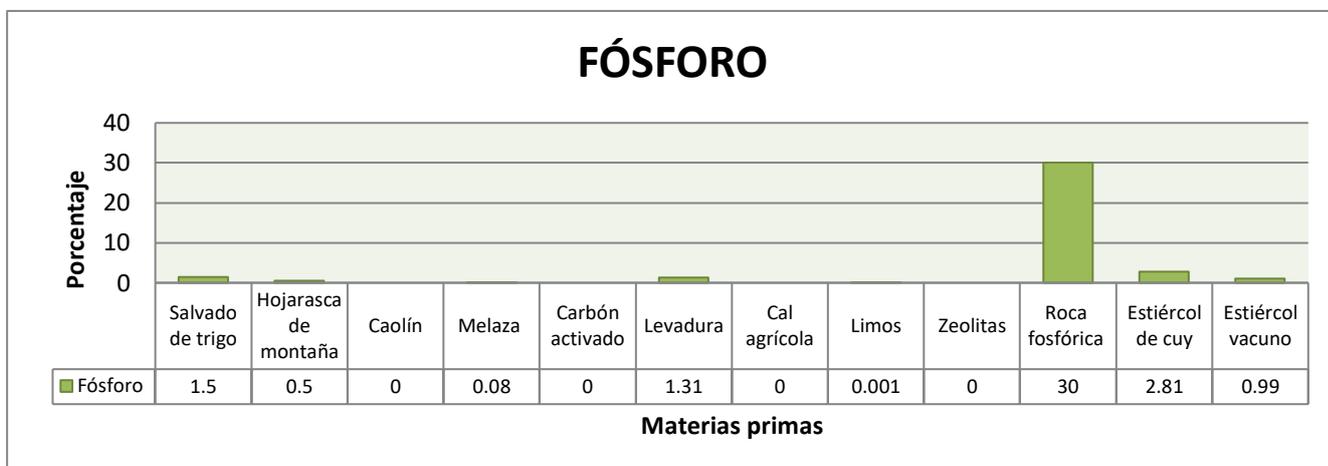
Gráfica 1: Porcentaje de materia orgánica de las materias primas
Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018)

En la gráfica 1 se observa que la materia orgánica se encuentra en mayor porcentaje en las siguientes materias primas; en el estiércol vacuno que contiene 75,35 %, en el estiércol de cuy que contiene 69,16 %, en la melaza que contiene el 61.7 % y en la hojarasca de montaña que contiene el 42.5 %.



Gráfica 2: Porcentaje de nitrógeno de las materias primas
Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018) (Barrera, 2011) (Blas, Mateos & Rebolgar, 2010)

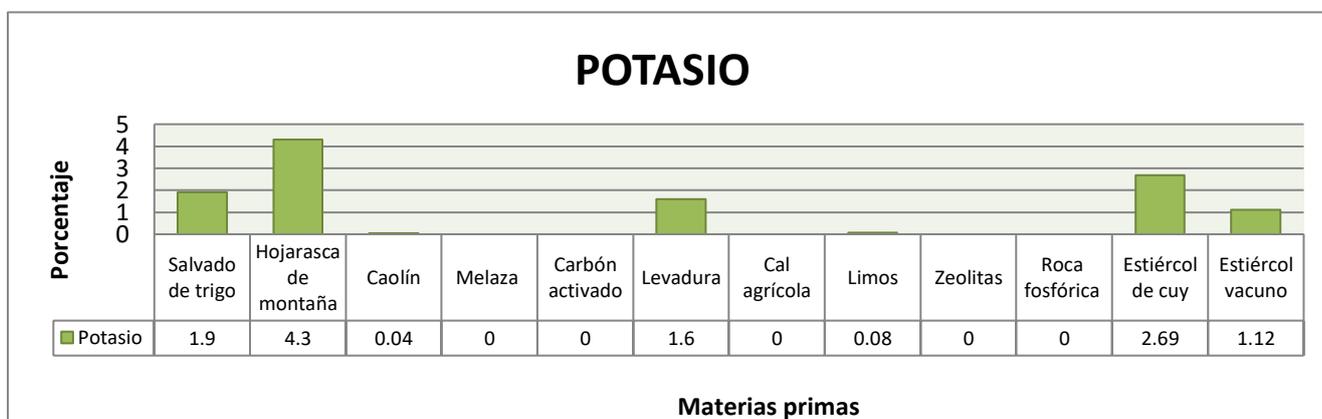
En la gráfica 2 se observa que el contenido de nitrógeno se encuentra en mayor porcentaje en dos materias primas; en el salvado de trigo que contiene el 18,6 % y en la levadura que contiene el 7.5%.



Gráfica 3: Porcentaje de fósforo de las materias primas

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Barrera, 2011) (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018) (Laguna & Penagos, 2019) (Córdova, 2014)

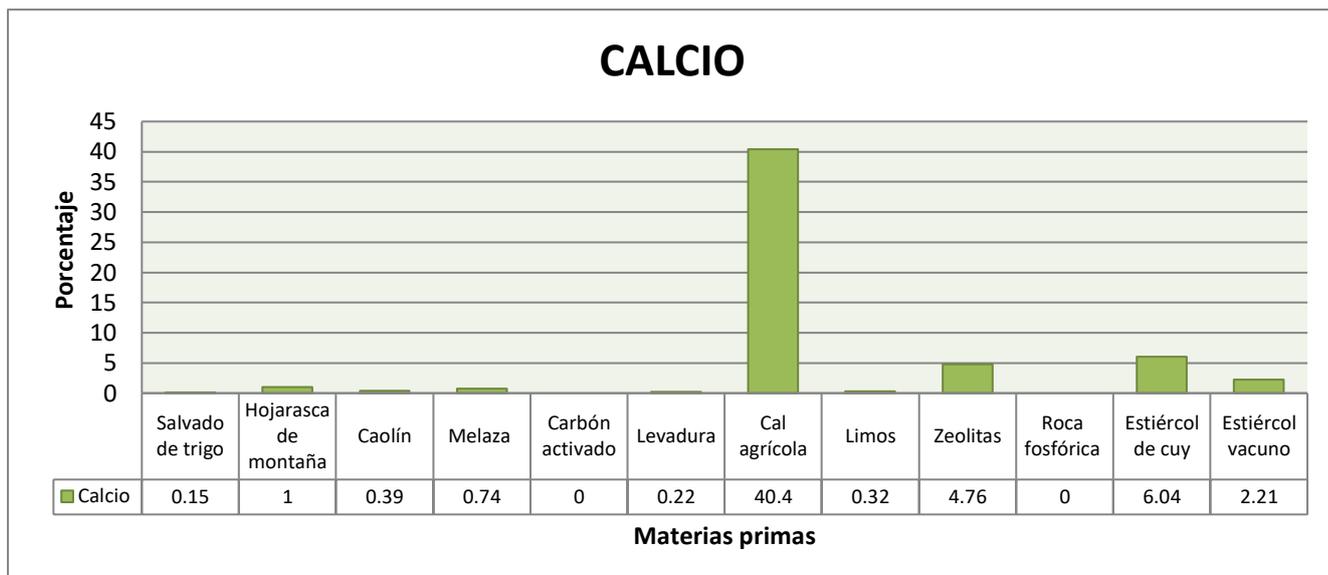
En la gráfica 3 se observa que el fósforo se encuentra en mayor porcentaje en la roca fosfórica que contiene el 30 %, seguida del estiércol de cuy que tiene 2,81 %.



Gráfica 4: Porcentaje de potasio de las materias primas

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018) (Córdova, 2014) (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo & Constanza, 2016)

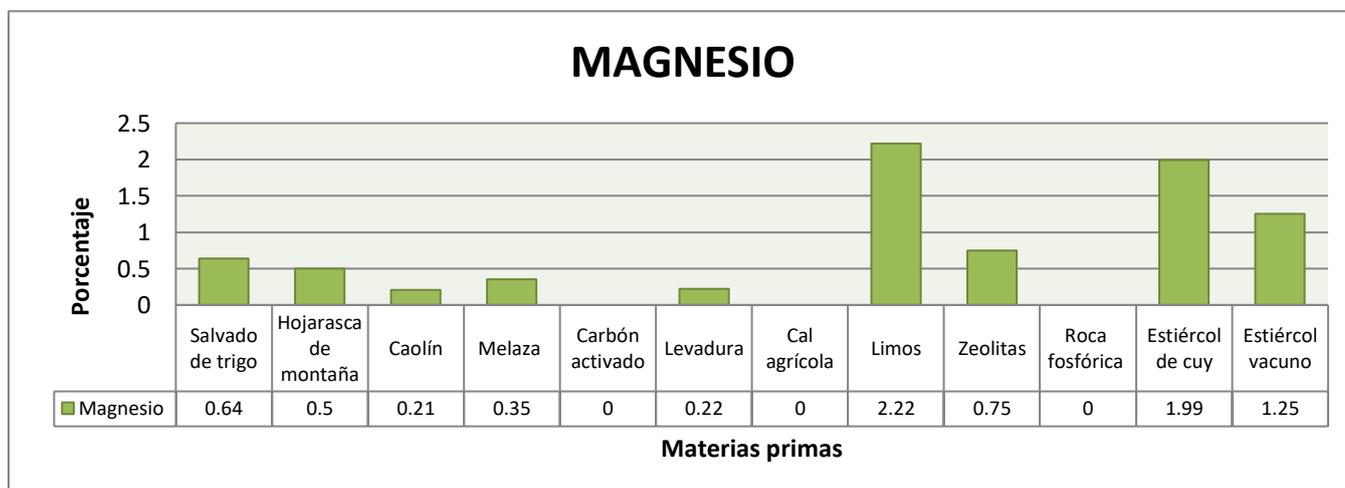
En la gráfica 4 se observa que el potasio se encuentra en mayor porcentaje en las siguientes materias primas; en la hojarasca de montaña que contiene 4,3 % y en el salvado de trigo que contiene 1,9 %.



Gráfica 5: Porcentaje de calcio de las materias primas

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo & Constanza, 2016) (Barrera, 2011) (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018) (Rivera, 2018) (Céspedes, Rodríguez, Petranovskii, Rizo & Aguilera, 2011)

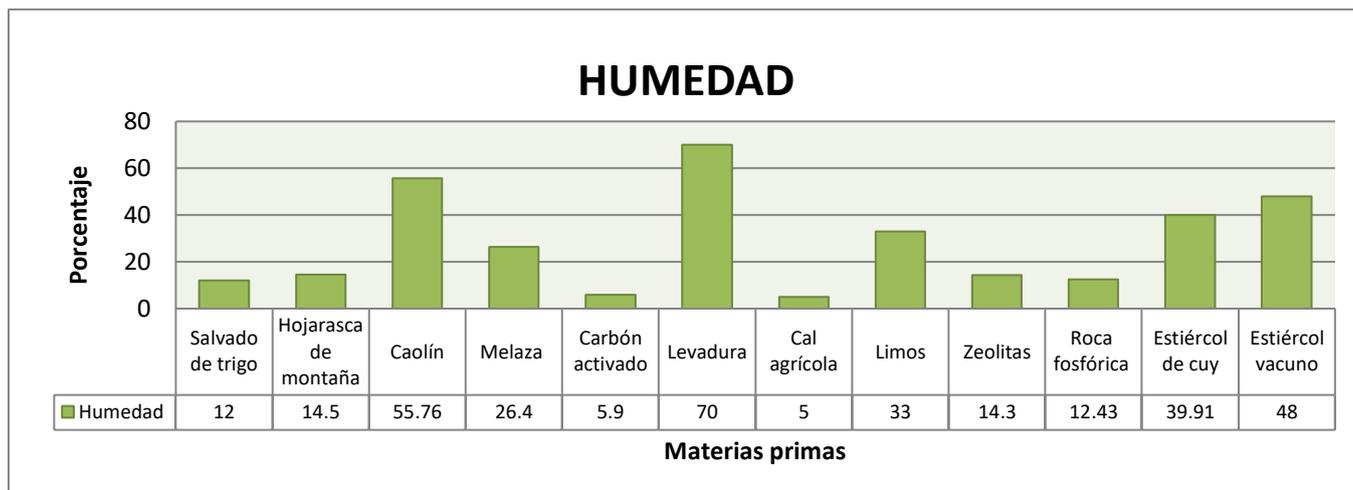
En la gráfica 5 se observa que el calcio se encuentra en mayor porcentaje en la cal agrícola con un 40%, seguida del estiércol de cuy con un 6,04%.



Gráfica 6: Porcentaje de magnesio de las materias primas

Fuente: (Chaquilla, Balandrán, Mendoza & Mercado, 2018) (García, Ríos & Molina, 2010) (Villaquirán, Gutiérrez, Gordillo & Constanza, 2016) (Barrera, 2011) (Blas, Mateos & Rebollar, 2010) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Leiva, 2018) (Céspedes, Rodríguez, Petranovskii, Rizo & Aguilera, 2011)

En la gráfica 6 se observa que el magnesio se encuentra en mayor porcentaje en los limos con un 2,22 %, seguida del estiércol de cuy con un 1,99 %.



Gráfica 7: Porcentaje de humedad de las materias primas

Fuente: (Sierra, 2019) (Alonso, Tejada, Moreno, Rubio, & Mendel, 2013) (Romero, 2017) (Picado, Mendieta, Porras & Martínez, 2002) (Castellar, Vilorio, Morrison, Angulo & Zambrano, 2019) (Fajardo & Sarmiento, 2007) (Leiva, 2018) (Albanell, Plaixats, Cabrero & Capellas, 1988) (Chamizo, Ferrera, González, Ortiz, Santizo, Varela & Alarcón, 2009) (Vargas & Parra, 2007) (Perera, Trujillo & Medina, 2015) (Borrás, Valiño & Elías, 2017)

En la gráfica 7 se observa que la humedad se encuentra en mayor porcentaje en las siguientes materias primas: en la levadura que tiene un 70 %, en el caolín que tiene 55,76 %, en el estiércol vacuno con un 48 %, en el estiércol de cuy con un 39,91 % y en la melaza con un 26,4 %.

4.2 Caracterización del abono orgánico

4.2.1 Color: El color que se apreció mediante la observación fue café oscuro, color que al comparar con la literatura de (Guerrero, 2018) que manifiesta que el abono orgánico debe tener un color de negro a café oscuro; se puede decir que el abono obtenido cumple con las especificaciones.

4.2.2 Olor: El olor que se apreció mediante la olfacción fue a tierra, que al comparar con la literatura de (Guerrero, 2018) que manifiesta que el abono orgánico debe tener un olor de tierra de monte; se puede decir que el abono obtenido cumple con las especificaciones.

4.2.3 Densidad:**Tabla 27:** Resultados de densidad

	Resultado (kg/m³)	Rango permitido (kg/m³)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	340	< a 700	Cumple
Alternativa 2	334	< a 700	Cumple
Alternativa 3	315	< a 700	Cumple
Alternativa 4	312	< a 700	Cumple

Fuente: Autoras (FAO, 2015)

Según (FAO, 2015) manifiesta que el abono orgánico debe tener una densidad < a 700 kg/m³ así en la tabla 27 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.4 pH:**Tabla 28:** Resultados de pH

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	5,53	4 – 9	Cumple
Alternativa 2	7	4 – 9	Cumple
Alternativa 3	6,75	4 – 9	Cumple
Alternativa 4	7,32	4 – 9	Cumple

Fuente: Autoras (ICONTEC, 2004)

Según (ICONTEC, 2004) manifiesta que el abono orgánico debe tener un pH de 4 a 9 así en la tabla 28 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.5 Humedad:**Tabla 29:** Resultados de humedad

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	39,65	30 – 40	Cumple
Alternativa 2	37	30 – 40	Cumple
Alternativa 3	34,01	30 – 40	Cumple
Alternativa 4	35	30 – 40	Cumple

Fuente: Autoras (FAO, 2015)



Según (FAO, 2015) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de humedad de 30 a 40 %, así en la tabla 29 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.6 Nitrógeno:

Tabla 30: Resultados de nitrógeno

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	0,92	0,3 a 1,5	Cumple
Alternativa 2	0,88	0,3 a 1,5	Cumple
Alternativa 3	0,86	0,3 a 1,5	Cumple
Alternativa 4	0,85	0,3 a 1,5	Cumple

Fuente: Autoras (FAO, 2015)

Según (FAO, 2015) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de nitrógeno de 0,3 a 1,5 %, así en la tabla 30 se observa que todas las f alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.7 Fósforo:

Tabla 31: Resultados de fósforo

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	0,48	0,1 a 1,0	Cumple
Alternativa 2	0,51	0,1 a 1,0	Cumple
Alternativa 3	0,76	0,1 a 1,0	Cumple
Alternativa 4	0,65	0,1 a 1,0	Cumple

Fuente: Autoras (FAO, 2015)

Según (FAO, 2015) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de fósforo de 0,1 a 1,0 %, así en la tabla 31 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.8 Potasio:**Tabla 32:** Resultados de potasio

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	0,88	0,3 a 1,0	Cumple
Alternativa 2	0,68	0,3 a 1,0	Cumple
Alternativa 3	0,37	0,3 a 1,0	Cumple
Alternativa 4	0,43	0,3 a 1,0	Cumple

Fuente: Autoras (FAO, 2015)

Según (FAO, 2015) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de potasio de 0,3 a 1,0 %, así en la tabla 32 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.9 Calcio**Tabla 33:** Resultados de calcio

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	2,30	1,2 – 4,8	Cumple
Alternativa 2	2,37	1,2 – 4,8	Cumple
Alternativa 3	2,92	1,2 – 4,8	Cumple
Alternativa 4	2,68	1,2 – 4,8	Cumple

Fuente: Autoras (INTAGRI, 2016)

Según (INTAGRI, 2016) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de calcio de 1,2 – 4,8 %, y el (BOE, 2013) manifiesta que el abono orgánico debe tener al menos una concentración de 1 %, así en la tabla 33 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.10 Magnesio:**Tabla 34:** Resultados de magnesio

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	0,74	0,3 – 1	Cumple
Alternativa 2	0,79	0,3 – 1	Cumple
Alternativa 3	0,93	0,3 – 1	Cumple
Alternativa 4	0,88	0,3 – 1	Cumple

Fuente: Autoras (INTAGRI, 2016)



Según (INTAGRI, 2016) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de magnesio de 0,3 - 1 %, así en la tabla 34 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.

4.2.11 Materia orgánica:

Tabla 35: Resultados de materia orgánica

	Resultado (%)	Rango permitido (%)	Cumple/No cumple
Alternativa 1	11,68	5 – 65	Cumple
Alternativa 2	13,69	5 – 65	Cumple
Alternativa 3	14,95	5 – 65	Cumple
Alternativa 4	15,33	5 – 65	Cumple

Fuente: Autoras (INTAGRI, 2016)

Según (INTAGRI, 2016) manifiesta que el abono orgánico debe tener un contenido de materia orgánica de 5 - 65 %, así en la tabla 35 se observa que todas las alternativas cumplen con el rango permitido.



5.CONCLUSIONES

- Mediante la caracterización bibliográfica de las materias primas se logró identificar que se encuentran formadas por diferentes parámetros físico-químicos, entre los de interés de estudio se encontraron: humedad, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y potasio.
- En base a la bibliografía revisada se logró describir los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físicos y químicos.
- Se logró determinar mediante la caracterización que se envió a realizar en el laboratorio, que el abono orgánico elaborado por el productor, no cumplió con los parámetros físico-químicos óptimos.
- Se estableció 4 alternativas para la elaboración del abono orgánico en base a los resultados obtenidos en la caracterización de las materias primas, de tal manera que el abono cumpla con los parámetros óptimos establecidos por la FAO Y el BOE. Así, para la alternativa 1 se utilizó: hojarasca de montaña, salvado de trigo, limos, levadura, melaza, caolín, zeolitas, roca fosfórica, carbón activado, cal agrícola. Para la alternativa 2 se utilizó las mismas materias primas que la alternativa 1 y se añadió estiércol vacuno. Para la alternativa 3 se utilizó las mismas materias primas que la alternativa 1 y se añadió estiércol de cuy. Para la alternativa 4 se utilizó las mismas materias primas que la alternativa 1 y se añadió estiércol vacuno y estiércol de cuy.

6.RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar aprovechando los diferentes residuos de la zona para la elaboración de abonos ya que con esto se reduce la contaminación generada
- Sería interesante que además de los residuos utilizados en este proyecto se utilicen otros residuos que no están siendo aprovechados en la zona, como: residuos orgánicos provenientes de hogares, restaurantes, mercados, etc.
- Almacenar el abono orgánico en un ambiente fresco protegido de la lluvia y del sol a fin de evitar la sequedad o putrefacción.
- Se recomienda realizar el análisis físico-químico y microbiológico de las alternativas propuestas.
- Se recomienda utilizar la alternativa 4 ya que con esta se aprovecha mas residuos agropecuarios que se dispone en la zona de Nabón.



7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Aceves, O. (2019). Consideraciones técnicas para la preparación de abonos foliares de fabricación casera. *Pensamiento Actual*, 19(33), 106-120.
- Aguñaga, A., Medina, K., Garruña, R., Latournerie, L., & Ruíz, E. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta Universitaria*, 30(1), 2007-9721. Instituto Tecnológico de Conkal.
- Albanell, E., Plaixats, J., Cabrero, T., & Capellas, M. (1988). Composición Química del Estiércol de Vaca Fresco y Maduro Durante el Vermicompostaje. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Aldana, J. (2015). Evaluación de la Calidad Microbiológica del Compostaje de Plumitas de Gallina y Desechos Sólidos de Agua Residual del Municipio de Ventaquemada. Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
- Alonso, A., Tejada, E., Moreno, F., Rubio, M., & Mendel, E. (2013). Estudio de laboratorio sobre utilización de zeolita natural versus zeolita sintética en la fabricación de mezclas semicalientes. *Revista Científica Materiales de Construcción*, 63(310), 195-217.
- Andrade, F., & Lizardo, M. (2019). Diseño de un bioreactor para la producción de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) de panificación, utilizando como sustrato melaza para la empresa panificadora LEFSKI-PAN. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Arriagada, A. (2019). Abono orgánico Compost. *Revista Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso*.
- Atarés, L. (2011). Determinación de la densidad con el método del picnómetro. Universidad Politécnica de Valencia
- Ayala, M., & Castro, C. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Revista Anales Científicos*, 79(2), 415-419. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Balcazar, E. (2017). "Elaboración de abono orgánico mediante el chanchito de tierra (*Porcellio scaber*), a partir de Residuos Orgánicos en Sjl-2017". Universidad César Vallejo, Lima.
- Barea, M., Pozo, J., & Azcón C. (2016). Micorrizas. *AGRICULTURA*. Abril 22, 2020, de Departamento de Microbiología del Suelo. Sitio web: <https://www2.eez.csic.es/pozo/Agricultura-divulgacion%20micorrizas.pdf>
- Barrera, R. (2011). Producción de ácido láctico mediante el uso de *Lactobacillus rhamnosus*, a partir de melaza. Universidad Técnica de Ambato.



- Barrezueta, S., & Paz, A. (2017). Estudio comparativo de la estructura elemental de materia orgánica de suelo y mantillo cultivados de cacao en El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 54-62.
- Bartolomé, F. (2011). El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones. Abril 24, 2020, de Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), CSIC. Cantoblanco-28049 MADRID. Sitio web: <http://boletines.secv.es/upload/111222333.199736007.pdf>
- Bejarano, S., & Luna J. (2020). Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso. Universidad Piloto de Colombia.
- Berrones, B., & Stalin, J. (2019). Evaluación de la capacidad de adsorción de ketoconazol en una zeolita de origen natural de tipo clinoptilolita y su liberación utilizando fluidos gastrointestinales simulados. Universidad Central del Ecuador.
- Blackhall, V., Curetti, M., & Colavita, G. (2018). Deficiencia de magnesio en manzano. *Revista Fruticultura & Diversificación*, 24(81), 10-12. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/2984>
- Blas, C., Mateos, G., & Rebollar, G. (2010). Concentrados de Proteína Vegetal de Alta Calidad. Mayo 15, 2020, de Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. Sitio web: http://fundacionfedna.org/sites/default/files/Levadura_Nov2011.pdf
- BOE. (2013). Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes. Mayo 24, 2020, de pdf. Sitio web: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-7540-consolidado.pdf>
- Borrás, L., Valiño, E., & Elías, A. (2017). Evaluación del efecto de la inclusión de materiales fibrosos en la fermentación en estado sólido de residuos poscosecha de papa (*Solanum tuberosum*) inoculado con preparado microbial. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(8), 1-16. Veterinaria Organización
- Camargo, S., Montaña, N., Mera, C., & Montaña, S. (2012) Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 1067-6079. Recuperado a partir de http://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2038/art72_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrillo, C., Ruiz, M., Arrieché, I., Aular, L., Mora, R., Castillo, L., Noguera, R., Silva, C., Tovar, M., Martínez, A., Reverón, A., Ortega, B., Belloso, M., Rodríguez, M., & Fernández, S., (2014). Cuantificación de calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica en fertilizantes. *VENESUELOS*, 22(1), 31-39. Recuperado a partir



de

https://www.researchgate.net/publication/303858852_Cuantificacion_de_calcio_y_magnesio_por_espectrofotometria_de_absorcion_atomica_en_fertilizantes

Castellar, C., Vilorio, C., Morrison, C., Angulo, E., & Zambrano, A. (2019). Evaluación de un carbón activado comercial en la remoción del colorante DB2. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 9(2), 164-170. Universidad de Sucre.

Castro, S. (2017). El calcio es un nutriente limitante en cafetales bajo manejo intensivo de fertilizantes en Ultisoles. *Revista Agronomía Costarricense*, 41(1), 105-119.

Céspedes, M., Rodríguez, I., Petranovskii, V., Rizo, R., & Aguilera, L. (2011). Zeolitas Naturales de Diferentes Yacimientos Cubanos: Composición y Estabilidad Química y Térmica. *Revista Cubana de Química*, 23(1), 80-88. Universidad de Oriente.

Chamizo, A., Ferrera, R., González, C., Ortiz, A., Santizo, A., Varela, L., & Alarcón, A. (2009). Inoculación de alfalfa con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en dos tipos de suelo. *Revista Terra Latinoamericana*, 27(3), 197-205. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Chaquilla, G., Balandrán, R., Mendoza, M., & Mercado, N. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *CienciaUAT*, 12(2), 137-147. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582018000100137&script=sci_arttext

Córdova, P. (2014). "Efecto de diferentes dosis de estiércol de cuy, sobre las características agronómicas y rendimiento de LA Brassica oleracea L. Coliflor, Var. Botrytis, sub. var. Snow White, En un suelo de baja fertilidad, en la localidad de zúngaro cocha, loreto". Univesidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Coronel, C., & Taubas, J. (2018). La levadura *Saccharomyces cerevisiae*: De la Cerveza a la Biología de Sistemas. *Revista Bitácora Digital*, 1(9). Recuperado a partir de <https://revistas.psi.unc.edu.ar/index.php/Bitacora/article/view/24262>

Fajardo, E., & Sarmiento, S. (2007). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Pontificia Universidad Javeriana.

FAO (2007). Utilización de las Rocas Fosfóricas para una Agricultura Sostenible. Mayo 20, 2020, de Boletín FAO Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>



- FAO (2007). Utilización de las Rocas Fosfóricas para una Agricultura Sostenible. Junio 20, 2020, de Boletín FAO Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>
- FAO (2015). Guía de Campo para una Evaluación Rápida de las Funciones Protectoras del Bosque del Suelo y el Agua. Mayo 20, 2020, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sitio web: <http://www.fao.org/forestry/42754-0dbaf420c0be95c6cb7663e129e35d512.pdf>
- FAO. (2015). Elaboración y Uso del Bocashi. Mayo 22, 2020, de Ministerio De Agricultura Y Ganadería. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>.
- FAO. (2020). Suelos Ácidos. Mayo 22, 2020, de Portal de Suelos de la FAO. Sitio web: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/>
- Fernández, L., Romero, Á., Villarreal Chavarría, V., & Castillo, Á. (2018). Envases de salvado de trigo. Junio 05, 2020, de pdf Sitio web: http://200.37.102.150/bitstream/USIL/8518/1/2018_Fernandez-Lagos.pdf
- Franco, J. (2019). Síntesis y caracterización de zeolitas ZSM-5 preparadas en medio fluoruro empleando distintos agentes orgánicos directores de estructura. Universidad Politécnica de Valencia.
- García, A. (2009). Influencia de la Composición Química de la Hojarasca en su Descomposición en Sistemas Forestales. Mayo 20, 2020, de Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Santiago de Compostela.
- García, L., Ríos, A., & Molina, L. (2010). Estructura, composición vegetal y descomposición de hojarasca en el suelo, en dos sitios de un bosque nublado andino (reforestado y en sucesión espontánea), en Peñas Blancas, Calarcá (Quindío), Colombia. *Revista Actualidades Biológicas*, 32(93), 147-164. Universidad de Quindío.
- Gómez, Y., González, M., & Chiroles, S. (2004). Microorganismos presentes en el compost. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, 4(7), 1683-8904
- González, N. (2017). Determinación de metales en tabaco y cenizas mediante técnicas espectroscópicas. Universidad de Burgos.
- Grass, A. (2017). Optimización de Mezclas de Suelo Cemento y Espesores del Estrato de Reemplazo Con Limos Inorgánicos Para Cimentaciones Superficiales. Universidad Industrial de Santander.



- Guerrero, O. (2018). Sistematización en la producción de abono orgánico a partir de los residuos de frutas y verduras en la planta de compostaje de la Municipalidad de Comas. Universidad César Vallejo.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2004). Productos para la Industria Agrícola Productos Orgánicos Usados como Abonos o Fertilizantes y Enmiendas de Suelo. En Norma Técnica Colombiana 5167. Bogotá – Colombia.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2013). NORMA INEN 2025:2013 Primera revisión FERTILIZANTES O ABONOS. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL CONTENIENDO NITRATOS.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2013). NORMA INEN 222:2013 Primera revisión FERTILIZANTES. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (2013). NORMA INEN 233:2013 Primera revisión FERTILIZANTES O ABONOS. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL FÓSFORO.
- Intagri. (2016). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. Mayo 24, 2020, de pdf. Sitio web: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales?fbclid=IwAR2YiPuHbmkFincGwnqZ6u2qxXg62ZXkLDTWq46zz5m8R-3KaxhWpg0CApI>
- Laguna, A., & Penagos, R. (2019). Evaluación de la Eficiencia de Roca Fosforica Micorrizada en Pasto Bracharia Decumbens CV. en un Suelo de San Juan de Arama, Meta. Universidad de los Llanos.
- Lapo, J. (2014). Reactivación del carbón activado del tipo calgon americano 6x12 utilizado en la Sociedad Minera Promine para el proceso de adsorción de metales preciosos. Universidad Técnica de Machala.
- Leiva, F. (2018). Elaboración de biofertilizante a partir de estiércol de ganado vacuno y efluente del proceso de fermentación cervecera mediante fermentación homoláctica. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Males, F. (2019). “Incidencia de la aplicación del carbonato de calcio (CaCO₃) como enmienda química en suelos de las comunidades Canchaguano, El Capulí, La Delicia y Fernández Salvador, pertenecientes al Cantón Montúfar, Provincia del Carchi”. Universidad Técnica de Babahoyo.



- Melo, L., Sánchez, R., & Martínez, G. (2016). Dificultades del aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(4), 1806-9126. Recuperado a partir de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172016000400501&script=sci_arttext&tlng=es
- Méndez, E. (2016). Validación del método analítico walkley y black de materia orgánica en suelos arcillosos, francos y arenosos del Ecuador. Universidad Central del Ecuador.
- Méndez, V., & Monje, J. (2007). *Historia Natural*. (Primera Edición). Costa Rica: EUNED.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). Decreto 1287. Mayo 24, 2020, de República de Colombia. Sitio web: <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-1287-de-2014.pdf>
- Mosquera, B. (2010). Abonos Orgánicos Protegen al Suelo y Garantizan Alimentación Sana. Junio 05, 2020, de pdf Sitio web: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Pando, M., Mendoza, D., Cuéllar, G., & Jurado, E. (2018). Descomposición de la hojarasca del Matorral Espinoso Tamaulipeco y de una especie vegetal introducida. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(50), 174-200.
- Paneque, M., Calaña, J., Calderon, M., Borges, Y., Hernandez, t (2010). Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Mayo 28, 2020, de Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Sitio web: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_de_t%C3%B3rica_y_pr%C3%A1ctica_de_metodologia.pdf
- Pantoja, R. (2014). “Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi”. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Perera, S., Trujillo, L., & Medina, G. (2015). Efecto de la Aplicación de Caolín en Olivo en el Sur de Tenerife (Ii). Mayo 20, 2020, de Cabildo de Tenerife Sitio web: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/frut_586_caolin.pdf
- Pérez, A., & Vertel, M. (2020). Evaluación de la colonización de Micorrizas arbusculares en pasto *Bothriochloa pertusa* (L) A. camus. Universidad de Sucre.



- Pérez, M. (2019). Contribución de la hojarasca a los componentes del suelo en rodales de Pinus caribaea var. Caribaea. Revista Científico estudiantil Ciencias Forestales y Ambientales, 4(1), 45-54. Universidad de Pinar del Río.
- Picado, A., Mendieta, R., Porras, L., & Martínez, J. (2002). Diseño de un Sistema para la Recuperación de Cerveza Residual y Secado de la Levadura Sobrante. Universidad Nacional de Ingeniería
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultrop, 35(4), 52-59. Recuperado a partir de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rendón, A. (2013). Elaboración De Abono Orgánico Tipo Biol a Partir de Estiércol de Codorniz Enriquecido con Alfalfa y Roca Fosfórica para elevar su Contenido de Nitrógeno y Fósforo. Universidad Técnica de Ambato.
- Rivera, E. (2018). Tratamiento del suelo salino en el distrito de Chilca, usando cal agrícola y sangre de res-Lima, 2018. Universidad César Vallejo.
- Rojas, L., Gutiérrez, C., & Colina, G. (2016). Obtención y caracterización de carbón activado obtenido de lodos de plantas de tratamiento de agua residual de una industria avícola. Revista Ingeniería, investigación y tecnología, 17(4), 453-462. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Mayo 20, 2020, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Romero M. (2017). Cal para uso Agrícola. West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce, J., & Hill, M. (2004) Propiedades Físicas del Suelo. Mayo 22, 2020, de Facultad de Agronomía Universidad de la República. Sitio web: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Ruiz, C., Arrieche, I., Aular, L., Mora, R., Castillo, L., Noguera, R., Silva, C., Tovar, M., Martínez, A., Reverón, A., Ortega, B., Belloso, M., Rodríguez, M., & Fernández, S. (2014). Cuantificación de calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica en fertilizantes. Revista Venesuelos, 22(1), 31-39. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Magaly_Ruiz4/publication/303858852_Cuantificacion_de_calcio_y_magnesio_por_espectrofotometria_de_absorcion_atomica_en_fertiliz



- antes/links/575cb1bc08aed88462133cfa/Cuantificacion-de-calcio-y-magnesio-por-espectrofotometria-de-absorcion-atmica-en-fertilizantes.pdf
- Sabana, M., & Sanchez, A. (2019). Proyecto de Inversión Para la Instalación de una Planta Productora de Abono Orgánico a Partir de la Vinaza en el Departamento Lambayeque. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Sáez, P., Asuero, A., & Martín, J. (2019). Una anotación sobre el método de Kjeldahl. *Revista Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 85(1), 14-19. Universidad de Sevilla.
- Sánchez, P., Cobos, A., Hernández, D., Alvarado, A., Espinosa, D., & Herrera, G. (2016). Uso de carbón activado para conservar bacterias celulolíticas liofilizadas. *Agrociencia*, 50(5), 575-582. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000500575&script=sci_arttext
- Santaella, J., Ochoa, L., Nuñez, J., Siva, J., Ramos, J., Nuñez, J., & de Gascue, B. (2018). Estudio Computacional y Caracterización de Espumas de Poliuretanos Elaboradas a Base de Melaza de Caña (Computational Study And Characterization Of Polyurethane Foams Developed To Based Cane Molasses). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 38(2), 150-162. Recuperado a partir de <http://www.rlmm.org/ojs/index.php/rlmm/article/view/896>
- Saucedo, A. (2017). Producción de Abono Orgánico a Partir de Cachaza para Mejorar la Calidad de Suelos Agrícolas. Universidad César Vallejo.
- Sierra, G. (2019). Análisis y Aplicación de Métodos no Destructivos para la Estabilidad de Pilares en Minas de Roca Fosfórica. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Soto, G., & Meléndez, G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. *Revista de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 48(1), 91-97. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/318/A1909E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suárez, C., Garrido, A., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revista ICIDCA*, 50(1), 20-28. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
- Toro, C., Benítez, L., & Herrera, Á. (2006). La zeolita en la mitigación ambiental. *Revista Lasallista de investigación*, 3(1), 30-34. Corporación Universitaria Lasallista.



- Trinidad, A., & Velasco, J. (2016). Importancia De La Materia Orgánica en el Suelo. Revista de Agroproductividad, 9(8), 52-58. Colegio de postgraduados
- Vargas, L., & Parra, A. (2007). Producción De Hojarasca De Un Bosque De Niebla En La Reserva Natural La Planada (Nariño, Colombia). Revista Universitas Scientiarum Edición especial, 12(1), 35-49. Pontificia Universidad Javeriana
- Villaquirán, A., Gutiérrez, D., Gordillo, M., & Constanza, N. (2016). Producción de zeolitas de baja sílice a partir de caolín colombiano. Revista Ingeniería, investigación y tecnología, 17(1), 109-118. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432016000100109&script=sci_arttext

8.ANEXOS

Anexo 1: Etiqueta de la alternativa 1



AGROPECUARIS

Ingredientes

- Hojarasca de montaña
- Salvado de trigo
- Limos
- Levadura
- Melaza
- Caolín
- Zeolitas
- Roca fosfórica
- Carbón activado
- Cal agrícola

Precauciones

- Mantener en un lugar fresco y seco
- Fuera del alcance de los niños

Composición

- Nitrógeno.....0,92 %
- Fósforo.....0,48 %
- Potasio.....0,88 %
- Calcio.....2,30 %
- Magnesio.....0,74 %
- Humedad.....39,65 %
- M.O.....11,68 %

Peso neto: 25 kg

NABÓN-ECUADOR **ABONO ORGÁNICO**

Fecha elab: 25/11/2019
Fecha exp: 25/11/2020

Fuente: Autoras

Anexo 2: Etiqueta de la alternativa 2



AGROPECUARIS

Ingredientes

- Hojarasca de montaña
- Salvado de trigo
- Limos
- Levadura
- Melaza
- Caolín
- Zeolitas
- Roca fosfórica
- Carbón activado
- Cal agrícola
- Estiércol vacuno

Precauciones

- Mantener en un lugar fresco y seco
- Fuera del alcance de los niños

Composición

- Nitrógeno.....0,88 %
- Fósforo.....0,51 %
- Potasio.....0,68 %
- Calcio.....2,37 %
- Magnesio.....0,79 %
- Humedad.....3,7 %
- M.O.....13,69 %

Peso neto: 25 kg

NABÓN-ECUADOR **ABONO ORGÁNICO**

Fecha elab: 25/11/2019
Fecha exp: 25/11/2020

Fuente: Autoras

Anexo 3: Etiqueta de la alternativa 3



AGROPECUARIS

Ingredientes

- Hojarasca de montaña
- Salvado de trigo
- Limos
- Levadura
- Melaza
- Caolín
- Zeolitas
- Roca fosfórica
- Carbón activado
- Cal agrícola
- Estiércol de cuy



Peso neto: 25 kg

Composición

- Nitrógeno.....0,86 %
- Fósforo.....0,76 %
- Potasio.....0,37 %
- Calcio.....2,92 %
- Magnesio.....0,93 %
- Humedad.....34,01 %
- M.O.....14,95 %

ABONO ORGÁNICO

Fecha elab: 25/11/2019
Fecha exp:25/11/2020

NABÓN-ECUADOR

Fuente: Autoras

Anexo 4: Etiqueta de la alternativa 4



AGROPECUARIS

INGREDIENTES

- Hojarasca de montaña
- Salvado de trigo
- Limos
- Levadura
- Melaza
- Caolín
- Zeolitas
- Roca fosfórica
- Carbón activado
- Cal agrícola
- Estiércol de cuy
- Estiércol vacuno



Peso neto: 25 kg

COMPOSICIÓN

- Nitrógeno.....0,85 %
- Fósforo.....0,65 %
- Potasio.....0,43 %
- Calcio.....2,68 %
- Magnesio.....0,88 %
- Humedad.....3,5 %
- M.O.....15,33 %

ABONO ORGÁNICO

Fecha elab: 25/11/2019
Fecha exp:25/11/2020

NABÓN-ECUADOR

Fuente: Autoras

Anexo 5: Análisis físico-química del abono orgánico



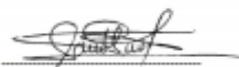
INFORME DE RESULTADOS

Informe N°: MSV-IE 957-20
Orden de Ingreso: OI-369-20

<p>CLIENTE: JULIA GONZALES DIRECCIÓN: QUINTA CHICA IDENTIFICACION: ABONO ORGANICO PROCEDENCIA: QUINTA CHICA TIPO DE MUESTRA: ABONO CODIGO DE LA MUESTRA: 36920 TIPO DE ENVASE: BOLSA PLASTICA; 1000 g LOTE: N/A FECHA DE RECEPCIÓN: 01/07/2020</p>	<p>FECHA DE ANALISIS: 02/07/2020 – 10/07/2020 FECHA DE ENTREGA: 15/07/2020 FECHA DE ELAB/TOMA: 30/06/2020 FECHA DE CAD: N/A FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO MUESTREO: CLIENTE REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)</p>
---	--

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
HUMEDAD	GRAVIMETRICO	%	69.81
pH	EPA 9045 D	UNIDADES DE PH	5.53
MATERIA ORGANICA	CALCINACIÓN	%	4.53
DENSIDAD	METODO INTERNO	g/ml	0.34
NITROGENO ORGANICO	APHA 4500 Norg B	mg/kg	1640
CLORUROS	APHA 4500 Cl B	mg/kg	1240.8
CALCIO	APHA 3500 Ca B	mg/kg	12.0
MAGNESIO	APHA 3500 Mg B	mg/kg	8.0



Dra. Sandra Cuasaca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no está reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. MSV se responsabiliza exclusivamente de los análisis realizados. Regla de decisión: **Pass:** el valor medido está por debajo del límite de tolerancia. **Fail:** el valor medido está por encima del límite de tolerancia; se tomará en cuenta la incertidumbre asociada al resultado. (riesgo < 50% de probabilidad de aceptación falsa, se aplicará solo en los ensayos dentro del alcance de la acreditación del SAG). MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema).

FMC2101-07
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhualco (Redondeo Miraflores 3er Piso)
Tel: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

Página 1 de 1

Anexo 6: Análisis microbiológica del abono orgánico



MSV
LABORATORIO
Análisis de alimentos, aguas y suelos

INFORME DE RESULTADOS

Informe N°: MSV-IE 958-20
Orden de Ingreso: OI-368-20

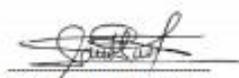
***CLIENTE:** JULIA GONZALES
***DIRECCIÓN:** QUINTA CHICA
***IDENTIFICACION:** ABONO ORGANICO
***PROCEDENCIA:** QUINTA CHICA
***TIPO DE MUESTRA:** ABONO
CODIGO DE LA MUESTRA: 36920
***TIPO DE ENVASE:** BOLSA PLASTICA; 1000 g
***LOTE:** N/A
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/07/2020
FECHA DE ANALISIS: 02/07/2020 – 10/07/2020

FECHA DE ENTREGA: 15/07/2020
***FECHA DE ELAB/TOMA:** 30/08/2020
***FECHA DE CAD:** N/A
***FORMA DE CONSERVACION:** AMBIENTE FRESCO Y SECO
MUESTREO: CLIENTE
REALIZACION DE ENSAYOS: LABORATORIO
NUMERO DE MUESTRAS: UNA (1)

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U(K=2)
COLIFORMES TOTALES	NMP	NMP	1.3×10^4	N/A
COLIFORMES FECALES	NMP	NMP	< 1.8	N/A
E. COLI	NMP	NMP	< 1.8	N/A
SALMONELLA	BAM CAP 65	PRESENCIA/AUSENCIA	AUSENCIA	N/A
*PARASITOS	MICROSCOPICO	PRESENCIA/AUSENCIA	AUSENCIA	N/A

** Resultado proporcionado por laboratorio subcontratado "LEM" que no está acreditado para realizar dichas actividades**, cuya competencia para la ejecución de este ensayo ha sido evaluada mediante la sección 5 del Manual de la calidad de laboratorio-MSV.



Dra. Sandra Guazaca Maldonado
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio. Este informe no será reproducido sin la aprobación de MSV. Información proporcionada por el cliente. MSV se responsabiliza exclusivamente de los análisis realizados. Regla de decisión: *Pasa: el valor medido está por debajo del límite de tolerancia. *Falla: el valor medido está por encima del límite de tolerancia; se tomará en cuenta la incertidumbre asociada al resultado, riesgo < 50% de probabilidad de aceptación falsa, se aplicará solo en los ensayos dentro del alcance de la acreditación del SAC. MSV está comprometido con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (este informe representa la aceptación de la política declarada de MSV en relación al tema)

FMC2101-07
LD

Dirección: Avda. Las Américas y Turuhualco (Redonda Miraflores 3er Piso)
Telf: 4045127 Cel: 0995 354 172 e-mail: sandraegm@hotmail.com

Página 1 de 1