



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto:

**OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS A
PARTIR DE DESECHOS DE PULPA DE FRUTA, MEDIANTE LA
OPTIMIZACIÓN DE AIRE CALIENTE, EN LA EMPRESA “MIS
FRUTALES”, PARROQUIA SAN LUIS, CANTÓN RIOBAMBA.**

Autor:

Luis Fernando Arboleda Álvarez.

Directora - Coautora:

Ing. Patricia Andrade. MsC.

Riobamba – Ecuador

2010

CALIFICACIÓN

Los miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa del trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Patricio Carrillo. MsC.

Presidente del Tribunal

Ing. Patricia Andrade. MsC.

Coautora de Tesis

Ing. Sonia Rodas. MsC.

Miembro del Tribunal

Nota: _____ (SOBRE DIEZ)

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Luis Fernando Arboleda Álvarez, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente proyecto, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, a mis padres Eduardo Arboleda y Laura Álvarez por su lucha incansable y amor eterno conmigo.

Luis Fernando

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber creado la sabia naturaleza y permitirme formar parte de ella.

Agradezco infinitamente a mis padres quienes desde el primer día de mi vida me brindaron amor y todo su apoyo incondicional para mi formación no solo profesional sino como persona.

También agradezco a mis hermanos que me apoyaron directa e indirectamente en mi formación y realización de este trabajo.

Con mucho amor a Silvana Vinueza quien marca un paso importante en mi vida, en mi formación como persona y brindándome todo su apoyo incondicional para cumplir con mis aspiraciones, un infinito agradecimiento.

Un agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Chimborazo, a la facultad de ingeniería, escuela de Ingeniería Agroindustrial, todos y cada uno de sus docentes y autoridades por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos.

A mi tutor de tesis Ing. Patricia Andrade, por brindarme todo su esfuerzo, paciencia, amistad y conocimientos.

Al Ing. Patricio Carrillo por todo su apoyo y amistad en los años de estudio en la escuela, al igual que a la Ing. Sonita Rodas por toda su colaboración y apoyo para mi formación profesional.

A la empresa “MIS FRUTALES” por la apertura para la realización de mi trabajo, especialmente a la Ing. Isabel Abarca

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.	3
1.5 LIMITACIONES EN EL DISEÑO DEL PROYECTO.	3
1.6 METODOLOGÍA	4
1.6.1 Métodos	4
1.6.2 Tipos.....	5
1.6.3 Herramienta metodológica.....	5
CAPÍTULO II	6
2.- MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 PULPA DE FRUTA.....	6
2.2. SECADO DE SEMILLAS Y CÁSCARA	6
2.2.1. Utilización.....	6
2.3. MATERIALES Y MÉTODOS QUE SE UTILIZAN EN LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS RECONSTITUYENTES DE SUELOS	7
2.3.1. ¿Qué es el compostaje?.....	7
2.3.2. El proceso de compostaje.....	8
2.3.3. Los bioles y compost.....	9
2.3.4. Obtención de reconstituyentes de suelos.....	10
2.3.4.1. Abonos orgánicos.....	10

2.3.4.2. Condiciones para una buena descomposición de los materiales orgánicos.....	10
2.3.4.3. Aireación.....	11
2.3.4.4. Humedad.....	11
2.3.4.5. Temperatura.....	11
2.3.4.6. Ventajas del compost en el suelo.....	12
2.4. ELEMENTOS NUTRITIVOS E INDISPENSABLES QUE NECESITAN LOS SUELOS.....	13
2.4.1. Nitrógeno (N).....	13
2.4.2. Fósforo (P).....	13
2.4.3. Potasio (K).....	14
2.4.4. Elementos micronutritivos.....	14
2.4.5. Calcio (Ca).....	14
2.4.6. Magnesio (Mg).....	14
2.4.7. Hierro (Fe).....	14
2.4.8. Cobre (Cu).....	15
2.4.9. pH.....	16
2.4.10. Conductividad Eléctrica (C.E.).....	17
2.4.11. Materia Orgánica (MO).....	18
2.4.12. Relación Carbono Nitrógeno (C/N).....	19
2.5. ENRIQUECEDORES PARA LA OBTENCIÓN DEL RECONSTITUYENTE DE SUELOS.....	20
2.5.1. El suero de leche.....	20
2.5.2. Harina de sangre.....	21
2.5.3. Cal.....	22
2.5.4. Carbón.....	23
2.5.5. Melaza de caña.....	24
2.5.6. Suelo.....	24
2.5.7. Levadura.....	25
2.6. CONTAMINACIÓN POR DESPERDICIOS.....	25
2.6.1. Basura orgánica.....	27
2.6.2. Tecnologías para la remediación de ambientes contaminados.....	27

CAPÍTULO III.....	29
3. MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. UNIDAD I	29
3.1.1. TIPOS DE FRUTAS QUE PROCESA LA EMPRESA “MIS FRUTALES.....	29
3.1.2. CANTIDAD DE FRUTAS QUE PROCESA LA PLANTA.....	30
3.1.2. TIPOS DE DESPERDICIOS.....	30
3.1.3. DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS DE CADA FRUTA.....	31
3.1.4. DETERMINACIÓN DE CANTIDADES DE DESPERDICIOS.....	32
3.1.5. CANTIDADES DE LOS DESPERDICIOS A SER TRANSFORMADOS.....	33
3.1.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESPERDICIOS.....	34
3.1.7. Materiales extraños.....	34
3.1.7.1. Humedad.....	34
3.1.7.2. pH.....	35
3.1.7.3. Análisis de macro y micro elementos, C.E Y C/N.....	35
3.2. UNIDAD II	37
3.2.1. DISEÑO DE UN SISTEMA ADECUADO DE OBTENCIÓN DE SUB-PRODUCTO Y SU CAPACIDAD.....	37
3.2.1.1. Estudio de área física.....	37
3.2.1.2. Capacidades del sistema.....	39
3.2.1.2.1. Determinación de cantidad de desperdicio versus capacidad del sistema.....	40
3.3. UNIDAD III	41
3.3.1. OPTIMIZACIÓN DE EQUIPOS Y RECURSOS.....	41
3.3.1.1. CAPACIDAD DE MOLIENDA.....	41

3.3.1.2.	CANTIDAD DE AIRE CALIENTE.....	42
3.3.1.2.1.	Utilización del aire caliente para la obtención del sub-producto.....	43
3.3.1.3.	TIEMPO DE SECADO DE DESPERDICIOS CON LA OPTIMIZACIÓN DE AIRE CALIENTE.....	44
3.3.1.3.1.	Comparación de tiempos de secado de desperdicios al aire libre versus aire caliente.....	44
3.4.	UNIDAD IV	45
3.4.1.	OBTENCIÓN DEL SUB PRODUCTO.....	45
3.4.2.	DIFERENTES FORMULACIONES EN LA OBTENCIÓN DEL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS.....	47
3.4.2.1.	ENSAYOS EN FORMA SÓLIDA (S).....	47
3.4.2.1.1.	Ensayo N°1 (S1).....	47
3.4.2.1.2.	Ensayo N°2 (S2).....	50
3.4.2.1.3.	Ensayo N°3 (S3).....	52
3.4.2.1.4.	Ensayo N°4 (S4).....	54
3.4.2.2	TIEMPOS DE FABRICACIÓN EN FORMA SÓLIDA.....	55
3.4.3.1	ENSAYOS EN FORMA LÍQUIDA (L).....	55
3.4.3.1.1.	Ensayo N°5 (L1).....	56
3.4.3.1.2.	Ensayo N°6 (L2).....	59
3.4.3.1.3.	Ensayo N°7 (L3).....	61
3.4.3.1.4.	Ensayo N°8 (L4).....	62
3.4.3.2.	TIEMPOS DE FABRICACIÓN (FORMA LÍQUIDA).....	62
3.4.4.	ENRIQUECEDORES Y DIFERENTES FORMAS EN LA OBTENCIÓN DEL SUB PRODUCTO.....	63
3.4.5.	DETERMINACIÓN DE TIEMPOS Y CANTIDADES DE DESPERDICIOS ÓPTIMOS DE OBTENCIÓN DEL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS.....	64
3.4.5.1.	Tiempo de reposo y aireación del subproducto.....	65
3.5.	UNIDAD V	66
3.5.1.	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUB-PRODUCTO OBTENIDO.....	66

3.5.1.1.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES.....	66
3.5.1.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUB PRODUCTO.....	67
3.6.	UNIDAD VI.....	68
3.6.1.	COMPARACIÓN ENTRE LOS DESPERDICIOS SIN PROCESAR Y EL PRODUCTO OBTENIDO.....	68
3.6.2.	ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR DESPERDICIOS.....	69
3.6.3.	BENEFICIOS PARA LA EMPRESA.....	70
3.7.	UNIDAD VII.....	71
3.7.1.	FACTIBILIDAD DE RECURSOS.....	71
3.7.1.1.	Recursos físicos.....	71
3.7.1.2.	Recursos financieros.....	73
CAPÍTULO IV.....		75
4.	RESULTADOS.....	75
CAPÍTULO V.....		84
5.1.	CONCLUSIONES.....	86
5.2.	RECOMENDACIONES.....	88
5.3.	BIBLIOGRAFÍA.....	89
5.4.	ANEXO.....	92

ÌNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1	Obtención del compost.....	10
Gráfico N°2	Absorción de nutrientes según pH.....	16
Gráfico N°3	Materia orgánica.....	18
Gráfico N°4	Cal agrícola.....	22
Gráfico N°5	Carbón.....	23
Gráfico N°6	Melaza de caña.....	24
Gráfico N°7	Suelo.....	24
Gráfico N°8	Levadura.....	25
Gráfico N°9	Desperdicios.....	26
Gráfico N°10	Manejo de desperdicios.....	28
Gráfico N°11	Tipos de desperdicios.....	30
Gráfico N°12	Pesaje para humedad.....	34
Gráfico N°13	Determinación de pH	35
Gráfico N°14	Desperdicio húmedo.....	37
Gráfico N°15	Sistema de secado.....	37
Gráfico N°16	Área de elaboración del sub producto.....	38
Gráfico N°17	Sistema de deshidratación y camas.....	39
Gráfico N°18	Triturado.....	41
Gráfico N°19	Comparación de desperdicios secos sin triturar y triturados.....	42
Gráfico N°20	Secado de desperdicios.....	43
Gráfico N°21	Colocación de desperdicios en las camas.....	47
Gráfico N°22	Diagrama de procesos de obtención del sub producto en forma sólida (puro).....	48
Gráfico N°23	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma sólida (harina de sangre).....	50
Gráfico N°24	Adición de harina de sangre.....	51
Gráfico N°25	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma sólida (suero de leche).....	52
Gráfico N°26	Adición de suero de leche.....	53
Gráfico N°27	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma sólida (suero y harina).....	54
Gráfico N°28	Adición de suero y harina.....	55

Gráfico N°29	Ensayos en forma líquida.....	55
Gráfico N°30	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma líquida (puro).....	56
Gráfico N°31	Adición de harina	59
Gráfico N°32	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma líquida (Harina de sangre).....	60
Gráfico N°33	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma líquida (Suero de leche).....	61
Gráfico N°34	Adición de suero.....	61
Gráfico N°35	Diagrama de proceso de obtención del sub producto en forma líquida (suero y harina).....	62
Gráfico N°36	Porcentaje de nitrógeno de diferentes ensayos.....	78
Gráfico N°37	Porcentaje de fósforo de diferentes ensayos.....	78
Gráfico N°38	Porcentaje de potasio de diferentes ensayos.....	79
Gráfico N°39	Porcentaje de calcio de diferentes ensayos.....	80
Gráfico N°40	Porcentaje de magnesio de diferentes ensayos.....	80
Gráfico N°41	Porcentaje de hierro de diferentes ensayos.....	81
Gráfico N°42	Porcentaje de cobre de diferentes ensayos.....	82
Gráfico N°43	pH de los diferentes ensayos.....	82
Gráfico N°44	Conductividad eléctrica.....	83
Gráfico N°45	Materia orgánica.....	83
Gráfico N°46	Cantidad de producción en función a subproducto aplicado.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1	Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos.....	12
Cuadro N°2	Tabla de elementos químicos esenciales y sus principales funciones en las plantas.....	15
Cuadro N°3	Tabla de escala de salinidad.....	18
Cuadro N°4	Tabla de la composición del suero de leche.....	21
Cuadro N°5	Tipos de frutas.....	29
Cuadro N°6	Cantidad de frutas que se procesan.....	30
Cuadro N°7	Tabla de rendimiento de la fruta y sus desperdicios.....	31
Cuadro N°8	Tabla de desperdicios que genera la planta al mes.....	32
Cuadro N°9	Tabla de las cantidades de los desperdicios a ser transformados.....	33
Cuadro N°10	Análisis físico-químico de los desperdicios secos.....	36
Cuadro N°11	Tabla de cantidades de desperdicio y capacidades del sistema.....	40
Cuadro N°12	Tabla de tiempos de secado.....	44
Cuadro N°13	Tabla de comparación de secado de desperdicios.....	44
Cuadro N°14	Cantidad de desperdicios secos.....	49
Cuadro N°15	Elementos para obtener en sub producto.....	49
Cuadro N°16	Elementos para añadir al sub producto.....	49
Cuadro N°17	Cantidad de desperdicio deshidratado.....	57
Cuadro N°18	Elementos para elaboración del sub-producto.....	57
Cuadro N°19	Tabla de enriquecedores del sub producto.....	59
Cuadro N°20	Tabla de diferentes formulaciones en la obtención del producto reconstituyente de suelo.....	63
Cuadro N°21	Tabla de tiempos de reposo.....	65
Cuadro N°22	Tabla de características sensoriales del sub producto obtenido en forma sólida.....	66
Cuadro N°23	Tabla de características sensoriales del sub producto obtenido en forma líquida.....	66
Cuadro N°24	Tabla de las características físico-químicas del sub producto.....	67
Cuadro N°25	Tabla de comparación de beneficios del sub producto versus desperdicios.....	68

Cuadro N°26	Costos de los diferentes ensayos.....	84
Cuadro N°27	Tabla comparativa de elementos.....	85
Cuadro N°28	Tabla de resultados de producción de rábano en cada Tratamiento.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	NOMENCLATURA DE SIMBOLOGÍA DE LOS DIFERENTES ENSAYOS.....	93
Anexo 2.	DIAGRAMA DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTAS.....	94
Anexo 3.	DIAGRAMA DE OBTENCIÓN DE PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS A MANERA DE COMPOST	95
Anexo 4.	RESULTADO DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS DE DESPERDICIOS SECOS.....	96
Anexo 5.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS EN DONDE SE ANALIZÓ EL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS.....	98
Anexo 6.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA SIEMBRA DE RÁBANO (<i>Raphanus sativus</i>).....	102
Anexo 7.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DONDE SE DESARROLLÓ LA SIEMBRA DE RÁBANO (<i>Raphanus sativus</i>).....	103
Anexo 8.	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL CON RÁBANO.....	103
Anexo 9.	FOTOGRAFÍAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO SIEMBRA DE RÁBANO.....	104
Anexo 9.	COSTOS DE PRODUCCION MENSUAL DEL SUB-PRODUCTO.....	105

RESUMEN

El presente trabajo buscó obtener un producto reconstituyente de suelos a partir de los desechos que genera la planta procesadora de pulpa de fruta, ubicada en la parroquia de San Luis, optimizando sus recursos y diseñando un sistema óptimo para el procesamiento continuo con cada equipo y recurso como, los cuartos fríos, trituradores, y otros que puedan lograr optimizar la elaboración del sub producto.

Para tal fin intervienen formulaciones a partir de desperdicios, suelo, levadura de panificación, melaza de caña, cal, carbón, y como enriquecedores de obtención: harina de sangre y suero de leche, en diferentes dosis.

Con formulaciones para cada ensayo, se realizaron ocho pruebas diferentes, 4 para obtener el producto en forma líquida (L1, L2, L3, L4), y 4 para obtener el producto en forma sólida (S1, S2, S3, S4). De esta manera se determinaron los tiempos de obtención de cada uno y sus características físico químicas.

El producto obtenido se generó en 15 días para los de forma líquida y 1 mes para los de forma sólida, obteniendo finalmente que al añadir los enriquecedores de obtención del producto resultaron valores superiores a los que no se les añadió ningún enriquecedor, sin embargo las mejores características físico químicas del producto final, la tuvieron los ensayos (S1, S2, S3) los cuales pueden enriquecer los suelos dependiendo del compuesto que éstos requieran.

Con la transformación de los desperdicios se logra desaparecer la contaminación en un 95%. También desaparecen plagas que se encuentran en la empresa.

Este trabajo puede ser aplicado a empresas similares que se dedican a la transformación agroindustrial de frutas.

SUMMARY

His research work looked for getting a rehydrate product of soils from wastes of fruit pulp processor located at San Luis parish, optimizing resources and designing the best system for the continuum process, with such equipment, such as cold rooms, breakers and others, to be able to optimize the sub product elaboration.

With this objectives the formulae from wastes, soil, yeast, cane, molasses, lime and coal, and like obtaining enrichers, blood flour and milk serum in different doses.

With formulae for each, eight different test were carried out, four to get the liquid product (L1, L2, L3, L4) and four to get the solid form (S1, S2, S3, S4). therefore, times were determined to get each one and its physical-chemistry characteristics.

The obtained product was generated in 15 days for the liquid product and a month for solid product, getting as results that to add the enrichers of obtained product other ones in which were not added nothing however the best physical-chemistry characteristics of the final product were the essays of (S1, S2, S3) so that which are able to enrich soils depending of compound that they require.

With the transformation of the wastes, pollution disappear in 95%, and also plagues found at the enterprise disappear.

This research work can be applied to similar enterprises which has to do with the fruits agroindustrial transformation.



CAPÍTULO I

1.1.- ANTECEDENTES.

En la parroquia San Luis correspondiente al cantón Riobamba, la empresa “Mis Frutales” tiene como actividad productiva la obtención de pulpa de frutas (guanábana, mora, naranjilla, coco, piña, alfalfa, maracuyá, papaya, tamarindo, guayaba, tomate, frutilla, mango, durazno y manzana); con la finalidad de ofrecer un producto de fácil uso a los consumidores, cuyo mercado principal se ubica dentro de la región y también a nivel nacional.

En el momento de la producción de la pulpa de fruta se obtienen desechos como cáscaras, semillas (pepas), pulpa, etc; los mismos que no son reutilizados y no conllevan ningún tipo de beneficio a la empresa ni al medio ambiente, pues un porcentaje de éstos son depositados en terrenos agrícolas para sembríos de ciclo corto, sin tener ningún tipo de ayuda para el suelo; y otro porcentaje, es arrojado al río “Chibunga” que se encuentra cercano a la planta, causando con ello un problema ambiental.

Con este antecedente se formula la pregunta ¿qué se puede hacer con estos desechos para que se vuelvan provechosos?. Se puede elaborar un sub-producto reconstituyente de suelos aprovechando los desperdicios resultantes de la obtención de pulpa de frutas.

Se debe considerar que la planta contiene un sistema de cuartos fríos en los cuales se almacena la pulpa, estos emanan aire caliente, el mismo que se lo quiere aprovechar en la obtención del producto reconstituyente de suelos, porque ayuda a que los desechos sean secados para una fácil molienda y de esta forma, optimizar el tiempo de descomposición, puesto que existen semillas que no se descomponen con facilidad, al contrario, estas tienden a germinar.

1.2.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

En la actualidad existen problemas debido a la no reutilización de los desperdicios que se generan en la planta, siendo indispensable aportar con la elaboración de un sub producto, un regenerador de suelos como abono, que permita la obtención de mayores réditos económicos para la empresa y la no contaminación del entorno, mediante la optimización y aprovechamiento de energía desperdiciada, la cual será de gran utilidad en el esquema del procedimiento.

1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La industria de la pulpa de fruta en la actualidad, tiene un crecimiento agroindustrial significativo, y la demanda de sus productos va en aumento; razón por la cual existe mayor producción, y como consecuencia de esto, los desperdicios también se incrementan.

Dichos desechos, no son reciclados ni aprovechados, contribuyendo a la contaminación y a la carencia de beneficio económico; entonces, se realizó un trabajo de investigación para evitar todo lo antes mencionado y, más bien aprovechar tales desperdicios transformándolos en un producto que aporte a los suelos agrícolas, no contamine, y sirva para obtener réditos económico extras en pro de la empresa y de todos sus involucrados.

Con este proyecto se desarrolló un sistema de transformación de desperdicios resultantes de la obtención de pulpa de fruta, el cual requiere de tecnologías apropiadas, aprovechando al máximo los recursos que tiene la planta.

1.4.- OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo general.

- Elaborar un producto reconstituyente de suelos a partir de desechos de pulpa de fruta, mediante la optimización de aire caliente y equipos, en la empresa “Mis Frutales”.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Establecer la cantidad promedio de desperdicio que se obtiene en la planta mediante pesaje.
- Determinar la capacidad para procesamiento de desperdicios de frutas (guanábana, mora, naranjilla, coco, piña, maracuyá, papaya, tamarindo, guayaba, tomate, frutilla, mango, durazno y manzana) mediante formulaciones (con adición de enriquecedores).
- Determinar el tiempo de obtención del sub-producto optimizando los equipos y recursos (molino, triturador, aire caliente, etc) que tiene la planta.
- Determinar las características físico químicas y emplear los mejores métodos para la elaboración del sub-producto.

1.5. LIMITACIONES EN EL DISEÑO DEL PROYECTO.

Laboratorios

En la presente propuesta de proyecto de investigación la principal limitante fue la inexistencia de laboratorios de “análisis físico-químico de abonos orgánicos” en la Universidad Nacional de Chimborazo, para determinar las características del sub-producto.

Económico

El elevado costo de pruebas y los análisis del sub producto se constituyó en una limitante para su desarrollo.

1.6. METODOLOGÍA.

Para la elaboración del presente proyecto se utilizó la siguiente metodología:

1.6.1 MÉTODOS:

Métodos de investigación:

Inductivo, parte del análisis de la realidad y la observación de casos particulares para enfocarlos en forma general, es decir la no utilización de los desperdicios de pulpa de fruta para obtener un sub producto reconstituyente de suelos con la optimización de recursos.

Deductivo, parte de lo general a lo particular, manifestándose de forma extensa el problema y alcanzando asuntos particulares, lo cual involucra la necesidad de reducir la contaminación producida por el desperdicio que la empresa genera.

Analítico, este método involucra el análisis ya que para comprender este fenómeno es necesario, conocerlo en las partes que lo constituye.

Dialéctico, describe la historia de lo que nos rodea, de la sociedad y del pensamiento, a través de una concepción de diálogos y no puramente contemplativa, más bien de transformación. La característica esencial del método dialéctico es que considera los fenómenos históricos en continua transformación.

Por su carácter dinámico exponen no solamente los cambios cuantitativos, sino los radicales o cualitativos.

1.6.2. TIPOS:

Tipo de investigación:

Descriptivo, porque el propósito es describir cómo es y cómo está el objeto de estudio.

En este caso se describen las actividades como son la toma de datos de muestras, pesos, etc., para la elaboración del sistema que ayudó en la obtención del producto reconstituyente de suelos. Se describieron los pasos a seguir en todo el estudio.

Explicativo, se dijo el por qué del fenómeno investigativo. Se explicó la toma de datos y en que ayudan a la investigación para la obtención de resultados reales para lograr un sub-producto de buena calidad.

De campo, se realizó en el lugar donde se produjeron los acontecimientos, se tiene la ventaja de la realidad; esto es realizar las pruebas, diseños, toma de datos, en el lugar donde se desarrollaron las actividades, siendo este lugar la empresa “Mis Frutales”.

1.6.3. HERRAMIENTA METODOLÓGICA:

Observación, se conoce el problema y el objeto de investigación, estudiando su curso natural, sin alteración de las condiciones naturales, es decir que la observación tuvo un aspecto contemplativo.

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO.

2.1.- PULPA DE FRUTA

“Producto susceptible de fermentación, obtenido a partir de frutas sanas y maduras, frescas o conservadas por el frío, de una o varias especies, que posea el color, el aroma y el sabor característicos de los zumos de la fruta de la que procede. Se podrá reincorporar al zumo el aroma, la pulpa y las células que haya perdido con la extracción.”¹

2.2.- SECADO DE SEMILLAS Y CÁSCARA

2.2.1.- Utilización

Una vez separada la pulpa comestible, quedan como residuos la cáscara y la semilla. La semilla posee menos lípidos que la pulpa, por lo cual no se les considera de interés en un proceso como la obtención de aceite, sin embargo Mazliak (1965) y Lee (1981), encontraron que los ácidos grasos presentes en la semilla presentan mayor cantidad de ácidos poliinsaturados que la pulpa.(14)

A su vez, es posible encontrar enzimas y sustancias de características antibióticas y antimicrobianas. Estas últimas tendrían posibles utilidades en conservas de carne, en procesos de curado y en la preservación de cremas de confitería.(13)

“También es factible la utilización de la semilla para extraer taninos y pigmentos. Además, parece tener algunos compuestos que evitan el pardeamiento del fruto”.²

Kahn (1987) establece que las semillas tienen potencial fuente de almidón, debido

¹DARWINNET. “Naturaleza y cultura internacional” .198.pdf <http://www.avocadosource.com/WAC6/es/Extenso>.

²CANTO.(1980)“ Pulpa de fruta seca”.<http://www.hoy.com.ec/pulpa-de-fruta-seca-afianza-en-el-mercado-313062.html>

a su contenido cercano al 30%. Señalando además, que la evaluación microscópica de este elemento reveló que posee características similares a las de maíz, los rangos de gelatinización y viscosidad son del tipo C (de dilatación restringida), lo cual sugiere su posible uso en alimentos que deben ser calentados a 100 °C, como sopas y salsas.(14)

“Las semillas poseen algunos principios antinutricionales como ácido cianhídrico, glucósidos cianogénicos, polifenoles condensados y algunos taninos, que podrían actuar adversamente sobre la posibilidad de su utilización. Sin embargo, la gran mayoría de dichas sustancias son termolábiles, por lo que un tratamiento adecuado de calor (cocción) las destruiría.”³

“Estudios sobre la capacidad antimicrobiana de un extracto en acetona de semilla determinó que tiene un efecto antibacteriano sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *Aspergillus glaucus* y *Penicillium notatum*, pero no presentó efecto sobre *E. coli* y *Pseudomonas fluorescens*”.⁴

2.3. MATERIALES Y MÉTODOS QUE SE UTILIZAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE PRODUCTOS RECONSTITUYENTES DE SUELOS COMPOSTERAS.

2.3.1. ¿Qué es el compostaje?

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.(9)

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda

³ OEA, 1978; Deshpande y Salunke, 1982; Schmdit-Hebbel, 1986

⁴ NEEMAN (1970) <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1402>

a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.(19)

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.(12)

2.3.2. El proceso de compostaje.

“El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesolítico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.
- **Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- **De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al

bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

- **De maduración.** Es un período que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus”⁵.

2.3.3. Los bioles y compost

“Los bioles son una alternativa de fertilización natural para las plantas en vez de usar productos químicos. Además tiene un efecto bioestimulante para éstas. Se puede hacer de distintas maneras. Las fórmulas más comunes contienen agua, estiércol de animales como de vaca, melaza, leche y leguminosas picadas. Todo esto se junta en un tanque cerrado herméticamente pero con una válvula de escape de gases y se deja fermentar sin aire por tres semanas para poder usarlo en las plantas.”⁶

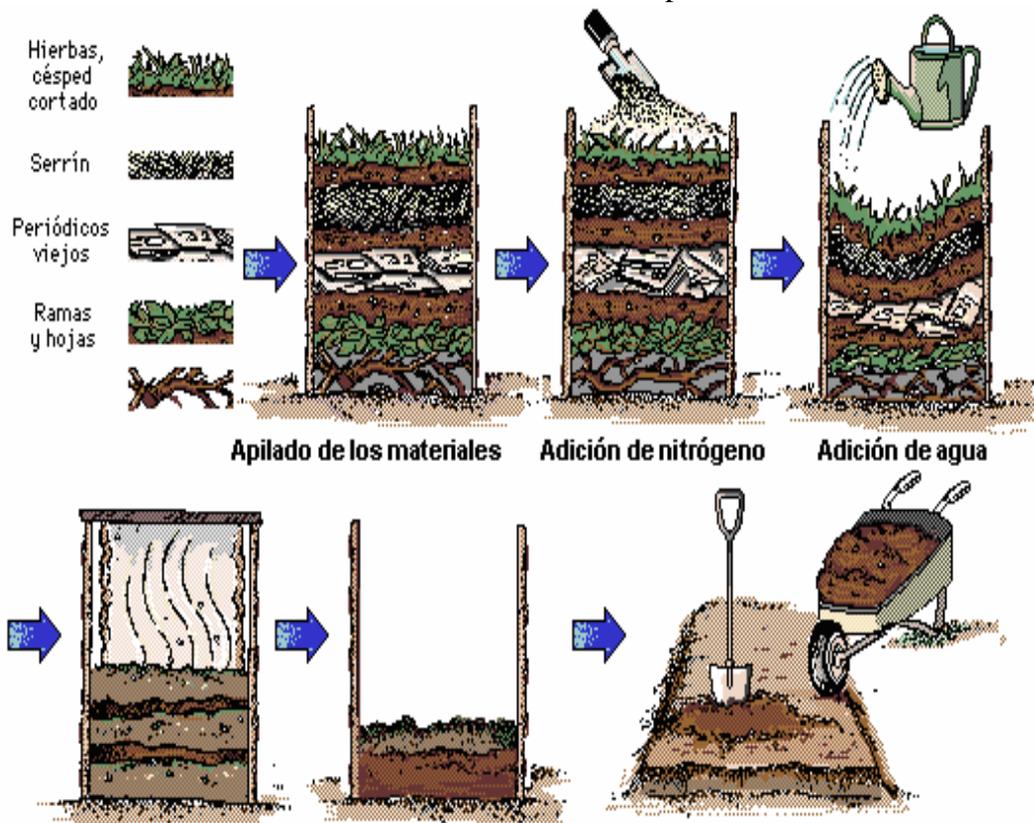
Para la preparación del Compost, lo primero que se requiere es alistar los materiales, dependiendo de la disponibilidad que se tenga en su finca y en su zona. A continuación se mencionan algunos de los más comunes e importantes:

- Material vegetal: Residuos de la cosecha del maíz, fréjol, haba, maní, pulpa de frutas, las malezas secas y verdes.
- Otros: residuos de cocina, de la industria, basuras, cenizas, roca fosfórica, etc.
- Estacas: de madera o guadua.
- Tierra: de la capa superficial del bosque o de un suelo poco cultivado
- Agua fresca.
- Biopreparados.(9)

⁵ <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Bioles>.

Gráfico N° 1
Obtención del compost



Fuente: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

2.3.4. Obtención de reconstituyentes de suelos

2.3.4.1. Abonos orgánicos

Se conoce con este nombre a todos los residuos de las cosechas, la materia vegetal secas, los abonos verdes, las basuras en general, desechos de la cocina (desechos de pulpas), las cenizas, tierra de bosque y el estiércol.(17)

2.3.4.2. Condiciones para una buena descomposición de los materiales orgánicos

La descomposición depende básicamente de la temperatura que se alcance al interior de la pila o montón, para lo cual se requiere darle importancia a los siguientes factores:(20)

2.3.4.3. Aireación

Después de tres semanas se remueve la pila para proporcionarle una adecuada aireación y además para colocar en el centro de la pila los materiales que se encuentren en la parte exterior.(20)

2.3.4.4. Humedad

Los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos, necesitan de un medio húmedo para trabajar, por lo que semanalmente, se puede efectuar un humedecimiento con una solución enriquecida con microorganismos para, estimular su reproducción y de esta manera acelerar el proceso del compostaje.

Se debe procurar que este humedecimiento sea suave ya que demasiada humedad puede lavar los nutrientes y además disminuir la circulación de aire.(20)

2.3.4.5. Temperatura

La temperatura es un factor importante en el compostaje. Tan pronto se inicia el proceso de descomposición la temperatura empieza a subir hasta los 60 – 70°C, esto es un indicativo que las bacterias y hongos termófilos han iniciado la descomposición de los materiales orgánicos. El valor ideal de la temperatura en la pila debe ser de 60 °C.(20)

“Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos y patógenos más comunes.

Cuadro N° 1

Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos

Organismo	Temperatura y tiempo de exposición
<i>Salmonella typhosa</i>	Se elimina rápidamente en el montón de compost. Son suficientes 30 min a 55 a 60° C para su eliminación. No se desarrolla a temperaturas superiores a 46° C.
<i>Salmonella sp.</i>	Se destruye al exponerse 1 hora a 55° C o 15 a 20 min a 60°C
<i>Shigella sp.</i>	Se destruye al exponerse 1 hora a 55° C
<i>Escheirchia coli</i>	La mayoría mueren con una exposición de 1 hora a 55° C o 15 a 20 min a 60° C.
<i>Taennia saginata</i>	Se elimina en unos pocos minutos a 55°C.
<i>Larvas de Trichinella spiralis</i>	Mueren rápidamente a 55°C e instantáneamente a 60° C.
<i>Brucella abortus</i>	Se elimina con exposiciones entre 62 a 63° C durante 3 min o a 55° C durante 1 hora,
<i>Micrococcus pyogenes var. aureus</i>	Muere después de 10 min de exposición a 50° C.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Muere después de 10 min a 54° C.
<i>Mycobacterium tuberculosis var. Hominis</i>	Muere después de 15 a 20 min a 66° C o instantáneamente a 67° C
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Se elimina por exposición durante 45 min a 55° C.

Fuente: GOLUEKE (1972). "Como preparar abono" <http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/documentos/agri/horti.htm>

2.3.4.6. Ventajas del compost en el suelo

- Mejora la fertilidad de los suelos
- Mejora las condiciones físicas (estructura)
- Se aumenta la infiltración del agua
- Se aumenta la retención de la humedad
- Se aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades
- Aumenta la capacidad amortiguadora del suelo
- Mejora el efecto de la fertilización
- Se mejoran los rendimientos de las cosechas
- Se mejora la calidad de los productos.(23)

2.4. ELEMENTOS NUTRITIVOS E INDISPENSABLES QUE NECESITAN LOS SUELOS

Nitrógeno, fósforo y potasio son los elementos que requieren mayores cuidados, pues dichos elementos son extraídos del terreno en cantidades considerables y, por consiguiente, aun los terrenos ricos en ellos pueden resultar empobrecidos rápidamente, disminuyendo notablemente su capacidad de nutrir suficientemente los cultivos.

Es menor la extracción de calcio, magnesio y azufre dado que también son menores las cantidades de estos tres elementos indispensables para la nutrición de las plantas. Los terrenos, salvo en casos excepcionales, están por lo general dotados de ellos en cantidades suficientes para los diferentes cultivos y su extracción se puede remediar empleando fertilizantes que los contengan.(28)

2.4.1. NITRÓGENO (N)

De este elemento depende en gran parte la vida vegetal, e indirectamente, también la animal. Es, por lo tanto, absolutamente indispensable para el desarrollo vegetativo; el nitrógeno regula la absorción del fósforo y el fortalecimiento de las raíces y es el principal constituyente de las sustancias proteicas. Las plantas lo absorben bajo diversas formas y en especial bajo la forma nítrica.(26)

2.4.2. FÓSFORO (P)

Faltando el fósforo se formarían semillas estériles y frutos incompletos. El mismo permite a la planta desarrollarse regularmente fuerte y con raíces vigorosas. Es, por lo tanto, un elemento indispensable sobre todo para las plantas jóvenes. El fósforo es absorbido a través de las raíces especialmente bajo formas rápidamente asimilables, tales como fosfato monocalcico, bicalcico y amónico.(26)

2.4.3. POTASIO (K)

El potasio tiene una influencia muy importante sobre la calidad, gusto, fragancia, color de las cosechas así como también sobre su resistencia a las enfermedades y su capacidad de conservación. Este elemento, en efecto, regula la absorción del agua, la formación de los hidratos de carbono y su acumulación en la planta.(26)

2.4.4. ELEMENTOS MICRONUTRITIVOS

Estos elementos, boro, hierro, manganeso, cobre, zinc, no constituyen una parte fundamental de la planta pero estimulan y facilitan sus principales funciones. En general los cultivos requieren cantidades muy pequeñas de ellos y los terrenos (suelos), salvo en casos muy particulares y poco frecuentes, los contienen en cantidades suficiente, por lo tanto, con que se encuentren presentes en los fertilizantes en dosis mínimas.(26)

2.4.5. CALCIO (Ca)

La función más importante del calcio consiste en regular el grado de acidez (pH) del terreno y, por consiguiente, condicionan su poder absorbente. En la planta, el calcio regula el desarrollo de las yemas y de las flores.(26)

2.4.6. MAGNESIO (Mg)

Se acumula en notables cantidades en las semillas. Este elemento constituye el núcleo central de la clorofila y tienen por consiguiente gran importancia en la formación de los azúcares.(26)

2.4.7. HIERRO (Fe)

Es un elemento que desempeña un papel importante en la formación de la clorofila y de sustancias indispensables para la respiración de las plantas.(26)

2.4.8. COBRE (Cu)

Necesario para las plantas en dosis muy pequeñas y sirven para el desarrollo regular de su ciclo vital; prácticamente todas las plantas anuales lo reintegran al terreno durante el curso de su existencia.(26)

Cuadro N° 2

Tabla de elementos químicos esenciales y sus principales funciones en las plantas.

Elemento químico	Partícula química en que lo capta	Principales funciones
Azufre	SO ₄ ²⁻	Componente de algunos aminoácidos y vitaminas
Boro	H ₂ BO ₃ ¹⁻	Participa en el transporte a través de la membrana celular y en el aprovechamiento del calcio
*Calcio	Ca ²⁺	Componente cementante de las paredes celulares,; participa en la permeabilidad de la membrana; activador enzimático
Carbono	CO ₂	Reactivo de la fotosíntesis; componente de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
Cloro	Cl ¹⁻	Participa en la fotosíntesis y en el balance iónico
*Cobre	Cu ¹⁺ , Cu ²⁺	Activador enzimático de la fotosíntesis
*Fierro	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Participa en reacciones enzimáticas y en moléculas de transporte de electrones en los procesos de la fotosíntesis, respiración y fijación del nitrógeno
*Fósforo	H ₂ PO ₄ ¹⁻ , HPO ₄ ²⁻	En ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP (en la transferencia de energía)
Hidrógeno	H ₂ O	Componente de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
*Magnesio	Mg ²⁺	Componente de la clorofila; activador enzimático en el metabolismo de los carbohidratos
Manganeso	Mn ²⁺	Activador de enzimas que participan en la respiración y en el metabolismo del nitrógeno; necesario para la fotosíntesis
Molibdeno	MoO ₄ ²⁺	Activador de enzimas que participan en el metabolismo del nitrógeno
*Nitrógeno	NO ₃ ¹⁻ , NH ₄ ¹⁺	Componente de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, algunas coenzimas
Oxígeno	CO ₂ , H ₂ O	Componente de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
*Potasio	K ¹⁺	Participa en el balance iónico celular mediante la ósmosis; apertura y cierre de estomas; activador enzimático
Zinc	Zn ²⁺	Activador de enzimas en la respiración y en el metabolismo del nitrógeno

Fuente: NIGOUL MARTIN.(2006) "Función de la materia orgánica en el suelo"
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>

2.4.9. pH

El pH del suelo es importante porque los vegetales sólo pueden absorber a los minerales disueltos, y la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. Por ejemplo. El aluminio y el manganeso son más solubles en el agua edáfica a un pH bajo y al ser absorbidos por las raíces son tóxicos a ciertas concentraciones. Determinadas sales minerales que son esenciales para el crecimiento vegetal, como el fosfato de calcio, son menos solubles a un pH alto, lo que hace que esté menos disponible para las plantas.(28)

- Suelo ÁCIDO tiene un pH menor de 7.
- Suelo NEUTRO tiene un pH igual a 7.
- Suelo BÁSICO o ALCALINO: pH mayor de 7.

Gráfico N° 2
Absorción de nutrientes según pH



Fuente:KAHN(1987).<http://www.fao.org/ag/aGL/agll7.htm>

En la tabla se puede observar la forma en que el pH facilita o limita la absorción de nutrientes a través de las raíces (las zonas más gruesas de las bandas indican mayor absorción).

“También el pH del suelo afecta al proceso de lixiviación de las sustancias nutritivas para las plantas. Un suelo ácido tiene una capacidad menor de retención

catiónica porque los iones hidrógeno desplazan a los cationes como el de potasio y el de magnesio.”⁷

2.4.10. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.)

Todos los suelos fértiles contienen por lo menos pequeñas cantidades de sales solubles. La acumulación de sales solubles en el suelo se atribuye principalmente a problemas de drenaje y a la acción de riegos continuados, seguidos de evaporación y sequía.

Cuando un suelo tiene un exceso de sales solubles se le denomina suelo salino. La medida de la conductividad eléctrica (CE) del suelo y de las aguas de riego permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene. El análisis de la CE en suelos se hace para establecer si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar la germinación normal de las semillas, el crecimiento de las plantas o la absorción de agua por parte de las mismas.(31)

Las sales solubles que se encuentran en los suelos en cantidades superiores al 0.1 % están formadas principalmente por los cationes Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} asociados con los aniones Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- y HCO_3^- .(32)

La CE de una solución se mide a través de la resistencia que ofrece el paso de la corriente la solución que se encuentra entre los dos electrodos paralelos de la celda de conductividad al sumergirla en la solución.

La CE se informa siempre a 25 °C porque varía con la temperatura. La variación es del orden de un 2 % por cada °C.(32)

⁷ SAGAN.(2007) “pH y los elementos en el crecimiento de las plantas” p13. <http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/13hoja.html>.

Cuadro N° 3

Tabla de escala de salinidad

CE en dS/m a 25 °C	Efectos
0 – 2 No salino	Despreciable en su mayoría
2 – 4 Ligeramente salino	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles
4 – 8 Moderadamente salinos	Disminuyen los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Entre los que toleran están: alfalfa, remolacha, cereales y los sorgos para grano.
8 – 16 Fuertemente salinos	Sólo dan rendimientos satisfactorios los cultivos tolerantes.
> 16 Muy fuertemente salinos	Sólo dan rendimientos satisfactorios algunos cultivos muy tolerantes.

Fuente: ISO 10390:1994(E). Soil quality. Determination of pH.

2.4.11. MATERIA ORGÁNICA (MO)

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en

materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta.(6)

Grafico N° 3
Materia orgánica



“Tiene esencialmente las siguientes características:

- ❖ Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- ❖ Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua. Absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene, evitando la desecación del suelo.

- ❖ Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros.
- ❖ Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente. Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO₃, NH₄), fósforo (P₀₄) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros. Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.
- ❖ Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100 % si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.
- ❖ Función física y físico-química la que promueve una buena estructura del suelo, por lo tanto mejorando la labranza, aireación y retención de humedad e incrementando la capacidad amortiguadora y de intercambio de de los suelos.
- ❖ La materia orgánica sirve como fuente de energía tanto para organismos de macro y microfauna.
- ❖ Un número de bacterias, actinomycetes y hongos en el suelo están relacionados de manera general al contenido de humus. Lombrices y otros organismos de la fauna están fuertemente influenciados por la cantidad de residuos vegetales retornados al suelo.”⁸

2.4.12. RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N)

La relación C:N(Carbono:Nitrógeno) es un indicador muy útil a la hora de determinar si la relación entre el carbono y el nitrógeno presente en la materia prima que hayamos elegido, es la correcta para garantizarnos que nuestro compost se desarrollará correctamente durante todo el proceso. Una relación óptima para el desarrollo de los microbios y bacterias responsables del compostado están comprendida entre los valores de 25:1 y 40:1.(28)

Una baja relación C:N, es decir una cantidad excesiva de nitrógeno, causará que grandes cantidades de nitrógeno escapen a la atmósfera en la forma de amoníaco.

⁸ JERZY WEBER (2005).http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

Valores altos de nitrógeno, también están asociados con la presencia de moscas lo que más tarde ocasionará la presencia de gusanos y la emisión de olores desagradables. El estiércol, algunos desechos de comida procesada y los restos de césped cortado durante las estaciones húmedas, normalmente tienen una baja relación C:N.(28)

Entre las materias primas con una alta relación C:N, causada por un valor elevado de carbono, podemos incluir: hojas, paja, aserrín, virutas de madera, papel y cartón. Existen algunos materiales como el hollejo de las uvas, frutas y el estiércol de caballo que tienen una relación de C:N que cae dentro de los valores ideales, sin embargo lo más común es que haya que mezclar distintos materiales para alcanzar una relación óptima.(21)

“El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.”⁹

2.5. ENRIQUECEDORES PARA LA OBTENCIÓN DEL RECONSTITUYENTE DE SUELOS

2.5.1. EL SUERO DE LECHE

El suero de leche es un líquido obtenido en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación de la cuajada o fase micelar. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco del 5.5% al 7% provenientes de la leche.

⁹ AUBERT, C.(1998).“El huerto biológico”.Barcelona. 252 pp “evaluacion del efecto de microorganismos efectivos (EM) en el compostaje.” <http://famac.www7.50megs.com/cal.html>

- **Procesos fermentativos.**- “El lactosuero puede ser utilizado como medio de cultivo para la producción de biomasa (proteína unicelular como la levadura para panificación), metabolitos (lípidos, pigmentos, alcoholes, ácidos orgánicos, biopolímeros) y enzimas. En este medio la lactosa es la principal fuente de carbono para los microorganismos, incluso se ha utilizado para células vegetales. Además, el lactosuero suele emplearse para la conservación y propagación de cultivos lácticos o en la elaboración de bebidas fermentadas.”¹⁰

- **Producción de biofertilizantes.**- Estos abonos además de nutrir eficientemente los cultivos, se convierten en un restaurador de la flora microbiana del ecosistema del cultivo, además el ácido láctico presente ayuda a eliminar bacterias patógenas. Este biofertilizante puede sustituir a los abonos químicos.(26)

Cuadro N° 4
Tabla de la composición del suero de leche

Composición media de lactosuero %		
Propiedad	Lactosuero dulce	Lactosuero ácido
pH	6,4 - 6,6	4,4 - 4,6
Materia seca	69	66
Lactosa	51	42
Proteínas	6 – 7	6 – 7
Materia grasa	0,2	1,0
Materias minerales	4 – 5	7 – 8
Calcio	0,45	1,05
Fósforo	0,4	0,8
Ácido láctico	0	10

Fuente: Modler H.W. (1987). Boletín FIL n° 212, 11-124

2.5.2. HARINA DE SANGRE

Harina de Sangre es un subproducto de la industria frigorífica, resultante de la deshidratación de la sangre proveniente de la faena de bovinos, ovinos y equinos.

¹⁰ VALENCIA ELIZABETH DENICIA. “Ciencia y cultura elementos”.<http://www.elementos.buap.mx/num73/htm/27.htm>

Es un concentrado protéico cuyo nivel de proteína cruda es mayor a 80% siendo una fuente importante de lisina (mayor a 7 %). Es un subproducto que presenta baja palatabilidad, y la degradabilidad y la digestibilidad de la proteína, son dependientes de las características del tratamiento térmico.

Elevadas temperaturas pueden afectar la cantidad de proteína disponible así como su valor biológico.(8)

2.5.3. CAL

“El óxido de calcio, cal o cal viva, es un compuesto químico de fórmula CaO . Esta palabra interviene en el nombre de otras sustancias, como por ejemplo la «cal apagada» o «cal muerta», que es hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 .

Antiguamente se usaba «cal» en vez de «calcio», en algunos nombres de compuestos donde interviene este elemento, como el "talco" o "aljez" (sulfato de calcio dihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o el mármol o "gis" (carbonato de calcio, CaCO_3).”¹¹

“Es la piedra caliza quemada, a la cual se le ha agregado agua para que se rompa en partículas finas. Es usada para incrementar el pH del agua o suelo. Deje que reaccione por 2 días y tenga efecto sobre el pH.”¹²

Cal Agrícola

“La función principal de la cal es regular el nivel de acidez durante todo el proceso de fermentación, cuando se elabora el abono orgánico. Dependiendo del origen, puede contribuir con otros minerales útiles de la planta. La cal puede ser aplicada al tercer día después de haber iniciado la fermentación.”¹³

Gráfico N° 4
Cal agrícola



¹¹ http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_calcio

¹² DEAN M. AKIYAMA PT. “Revision sobre fertilizantes y cal” Japfa Cemfeed Indonesia Tbk. J.I.H.R. Moch. <http://famac.www7.50megs.com/cal.html>

¹³ RODRÍGUEZ, M (1994). “Horticultura orgánica”. Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos orgánicos. <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/pdf>

2.5.4. CARBÓN

Gráfico N° 5
Carbón

“Al igual que los humanos, los organismos de una composta requieren una dieta balanceada de nutrientes. Usted no necesita preocuparse de las proteínas, las vitaminas y los minerales. Sólo equilibre el carbón y el nitrógeno en los materiales de la composta mediante la mezcla de materiales verdes con alto nivel de nitrógeno y materiales marrones con alto contenido de carbón.”¹⁴



El carbón mejora las características físicas del suelo en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles de la planta, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.(15)

“Se recomienda que las partículas o pedazos del carbón sean uniformes de 1 y 2 cm de diámetro y largo respectivamente. Cuando se usa el Bocashi para la elaboración de almácigos, el carbón debe estar semipulverizado para permitir el llenado de las bandejas y un buen desarrollo de las raíces.”¹⁵

El carbón mejora las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo, funciona con el efecto tipo "esponja sólida", el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.(15)

¹⁴ RAMÍREZ CASTILLO MARÍA LETICIA "Ciencia y cultura elementos".
<http://www.elementos.buap.mx/num73/htm/27>.

¹⁵ PANIAGUA G.(1994). "Horticultura orgánica". Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos orgánicos
<http://www.coopcoffees.com/for-poducers/documentation/agriculture/.pdf>

2.5.5. MELAZA DE CAÑA

Gráfico N° 6
Melaza de caña



“La melaza es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro.”¹⁶

2.5.6. SUELO

El suelo es un componente que nunca debe faltar en la formulación de un abono orgánico fermentado. En algunos casos puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono. Es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono, también tiene la función de dar una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad.

Gráfico N° 7
Suelo



Otra función de suelo es servir de esponja, por tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades. El suelo, dependiendo de su origen, puede variar en el tamaño de partículas, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismos.

“Las partículas grandes del suelo como piedras, terrones y pedazos de palos deben ser eliminados. El suelo debe obtenerse a una profundidad no mayor de 30cm, en las orillas de las labranzas y calles internas.”¹⁷

¹⁶ RODRÍGUEZ, M (1994). “Horticultura orgánica”. Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos orgánicos. <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/.pdf>

¹⁷ PANIAGUA G.(1994). “Horticultura orgánica”. Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos orgánicos <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/.pdf>

2.5.7. LEVADURA (Levadura de panificación *Saccharomyces cerevisiae*.)

Los microorganismos eficientes (EM) es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contienen organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos-efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes. Cambian la micro y la macroflora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en regeneradora de suelos pobres.(10)

. Requerimientos nutricionales

El nitrógeno asimilable debe administrarse en forma de amoníaco, urea o sales de amonio, aunque también se pueden emplear mezclas de aminoácidos. Aparte de carbono y el nitrógeno los macroelementos indispensables son el fósforo que se emplea comunmente y el Mg como sulfato de magnesio, que también provee S. Finalmente son también necesarios el Ca, Fe, Cu y Zn como elementos menores. Por ejemplo, se ha establecido que *S. cerevisiae* requiere 200 mg de Zn, 75 mg de Fe y 12-15 mg de Cu por litro de medio para crecimiento óptimo.(10)

Gráfico N° 8
Levadura



2.6. CONTAMINACIÓN POR DESPERDICIOS.

La contaminación es la introducción de cualquier contaminante, sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio, irreversible o no, en el medio inicial.

Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad relativa puede expresarse como la masa (cantidad) de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma. Este cociente recibe el nombre de Concentración (**Con. = (M sust. itrod.) / (M o V del medio receptor)**). Un ejemplo de concentración habitual es de miligramos/litro.(30)

Gráfico N° 9
Desperdicios



La gestión de residuos juega un papel muy importante en la preservación del medio ambiente. Esto es de particular interés en las áreas urbanas por la creciente tendencia a aumentar la contaminación por habitante. El eficaz reciclado de los materiales secundarios incide positivamente sobre la calidad ambiental porque favorece el uso sostenible de las materias primas y permite la recuperación parcial de las energías utilizadas. En este aspecto se deben distinguir las técnicas destinadas al tratamiento de los envases de todo tipo (como un componente importante y valioso de los residuos urbanos) y aquellas de mucho mayor riesgo relacionadas con la eliminación de residuos tóxicos y peligrosos. Se consideran áreas de interés: (a) Tecnologías de recolección, clasificación y reciclado de residuos urbanos, (b) optimización de tecnologías de incineración de residuos, (c) metodologías para la predicción de la modalidad y velocidad de degradación de residuos sólidos urbanos y (d) producción de nuevos envases no contaminantes y reciclables para productos de consumo masivo.(30)

En base a la política de gestión ambiental de Vicente Trapani S.A., el manejo de los residuos sólidos generados se sustenta en los siguientes principios:

“Maximización del rehúso y reciclaje de residuos: Aprovechando la recuperación de recursos y utilizando los materiales de desecho de un proceso como materia prima de otros, tanto propios como de otras actividades. De esta manera se reduce la cantidad de residuos a disponer.”¹⁸

“Promoción del tratamiento y disposición ambientalmente adecuados de los residuos: Adecuando esto a la naturaleza y capacidad del ambiente receptor para reducir el impacto ambiental.”¹⁸

2.6.1. BASURA ORGÁNICA

Compuesta por los desperdicios de comida, animales, papel, frutas, plantas y otros, son considerados materiales biodegradables, los cuales con el pasar del tiempo, por humedad y calor, con ayuda de los hongos y las bacterias que son, descomponedores, descomponen estos restos y lo transforman en humus.

2.6.2. TECNOLOGÍAS PARA LA REMEDIACIÓN DE AMBIENTES CONTAMINADOS

Ya sea por la falta de previsión, por una tardía toma de conciencia, por fallas en los sistemas de prevención y control o por accidentes, se hace necesario disponer de procesos de remediación de ambientes contaminados. Tanto el suelo como el aire y las aguas superficiales y subterráneas tienen diferentes grados de contaminación que deben ser corregidos resultan así de interés: (a) *desarrollo de*

¹⁸ TRAPANI VICENTE. “Manejo de residuos sólidos”
http://www.vicentetrapani.com/gest_amb/Informe%2520Residuos.html

procesos para el confinamiento de contaminantes, (b) desarrollo de nuevos procesos para la purificación de aguas subterráneas o superficiales contaminadas, (c) desarrollo de tecnologías para la recuperación de suelos contaminados, d) desarrollo de tecnologías para el mantenimiento de los espacios verdes y la remediación de los ambientes dañados por la tala indiscriminada de bosques y e) Efectos y prevención de campos electromagnéticos en instalaciones eléctricas de alta tensión y antenas de transmisión y repetición de señales de radio y telecomunicación.(18)

Gráfico N° 10
Manejo de desperdicios



CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. UNIDAD I

3.1.1. TIPOS DE FRUTAS QUE PROCESA LA EMPRESA “MIS FRUTALES”.

La planta procesa los siguientes tipos de frutas:

Cuadro N° 5
Tipos de frutas

Nombre vulgar	Nombre científico
Frutilla	<i>Fragaria vesca</i>
Guanábana	<i>Anona muricata L.</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava.</i>
Limón	<i>Citrus limón</i>
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>
Mora	<i>Rubus glaucus</i>
Piña	<i>Ananas Comosus.</i>
Tomate	<i>Cyphomandra betacea</i>
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>
Tomate riñón	<i>Lycopersium esculentum.</i>
Manzana	<i>Malus pumila</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>
Durazno	<i>Prunus pérsica</i>
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa L.</i>
Coco	<i>Cocos nucifera.</i>
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>
Naranja	<i>Citrus aurantium L.</i>
Melón	<i>Cucumis melo L.</i>
Sandia	<i>Citrullus lanatus.</i>
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>

Fuente: Mis frutales

3.1.2. CANTIDAD DE FRUTAS QUE PROCESA LA PLANTA

Cuadro N° 6
Cantidad de frutas que se procesan

FRUTAS	CANTIDAD POR MES (Kg/mes)
Frutilla	676
Guanábana	435
Guayaba	329
Maracuyá	603
Mora	3071
Naranjilla	753
Piña	1248
Tomate	920
Mango	730
Manzana	680
Papaya	312
Durazno	636
Tamarindo	357
Alfalfa	84
Coco	68
Arazá	125
Naranja	232
Melón	457
Sandía	17

Fuente: El autor

Las frutas que procesa la planta no siempre son las mismas durante todos los meses del año en vista de que este tipo de empresas dependen del mercado y trabajan bajo pedido.

Se tiene prioridad por los frutas de temporada; sin embargo sí se procesan todo tipo de frutas. Para nuestro trabajo se tomaron muestras de desperdicios de todas las frutas, con el fin de obtener un resultado más real en nuestra investigación.

3.1.3. TIPOS DE DESPERDICIOS.

Los desperdicios que genera la planta para la utilización en la obtención del sub producto son: cáscaras, semillas, pulpa en pequeñas

Gráfico N° 11
Tipos de desperdicios



cantidades; extraídas de las frutas, las mismas que ya fueron mencionadas anteriormente.

Existen desperdicios que no son de fácil transformación o biodegradables, en su mayoría son fundas plásticas, papel, piolas, etc. éstas tienen que ser retiradas, no sirven para la elaboración del sub producto reconstituyente de suelos.

3.1.4. DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS DE CADA FRUTA

Las frutas al momento de su llegada a la planta, son recibidas tal y como son cosechadas, esto es con cáscaras, rabos, pepas, etc, sin embargo no toda la fruta es aprovechada, porque no todo es pulpa; entonces determinamos el rendimiento de cada una de ellas:

Cuadro N° 7
Tabla de rendimiento de la fruta y sus desperdicios

FRUTAS	Rendimiento pulpa de fruta (%)	Desperdicios de partes de frutas (%)
Frutilla	88	12
Guanábana	60	40
Guayaba	90	10
Maracuyá	37	63
Mora	91	9
Naranja	90	10
Piña	60	40
Tomate	70	30
Mango	70	30
Manzana	63	37
Papaya	70	30
Durazno	66	34
Tamarindo	55	45
Alfalfa	80	20
Coco	75	25
Arazá	85	15
Naranja	87	13
Melón	70	30
Sandía	90	10

Fuente: El autor

Con esta información es más fácil determinar la cantidad aproximada de desperdicios en cualquier empresa de este tipo. Existe un procedimiento similar para obtención de pulpa de frutas.

3.1.5. DETERMINACIÓN DE CANTIDADES DE DESPERDICIOS.

La cantidad dependerá del tipo de fruta que se procesa. Se determinaron las siguientes cantidades:

Ecuación para cálculo de desperdicios:

$$\text{Cant. Desp. Por mes} = (\text{cant. Frut. Proces} \times (\text{rendimiento de pulpa} - 100)) \div 100.$$

Cuadro N° 8

Tabla de desperdicios que genera la planta al mes

FRUTAS	CANTIDAD DE DESPERDICIOS POR MES (Kg/mes)
Frutilla	81,12
Guanábana	52,2
Guayaba	39,48
Maracuyá	72,36
Mora	368,52
Naranjilla	90,36
Piña	149,76
Tomate	110,4
Mango	87,6
Manzana	81,6
Papaya	37,44
Durazno	76,32
Tamarindo	42,84
Alfalfa	10,08
Coco	8,16
Arazá	15
Naranja	27,84
Melón	54,84
Sandía	2,04
Total de desperdicios	1407,96

Fuente: El autor

La cantidad en peso que se mostró incluyó una humedad de 84.47%.

Al deshidratar los desperdicios se obtuvo:

$84.47 - 100 = 15.53$; es el porcentaje de humedad deshidratado

1407.96 Kg; cantidad de desperdicios por mes sin deshidratar

$1407.96 \text{ kg} \times 15.53 = 21865.6 \text{ Kg}$

$21865.6 \div 100 = 218.65 \text{ Kg}$

Al deshidratar los 1407.96 Kg de desperdicio, al mes obtenemos 218.65 Kg de desperdicio deshidratado, quiere decir que tenemos una merma del 84.47%.

El desperdicio deshidratado puede ser almacenado en cuartos oscuros sin humedad y con una buena ventilación en lo posible con aire seco y caliente para luego ser transformado en el caso de que no se pueda procesar inmediatamente, a diferencia de los desperdicios que se encuentran húmedos, los cuales generarían contaminación, por aparición de plagas, malos olores, etc, ya sea en la misma planta o en el sitio en el que se los depositen.

3.1.6. CANTIDADES DE LOS DESPERDICIOS A SER TRANSFORMADOS.

Cuadro N° 9
Tabla de las cantidades de los desperdicios a ser transformados.

Formas	Cantidad de desperdicios sin deshidratar (Kg)	Cantidad de desperdicios deshidratados (Kg)
1 sólido	165.6	30
2 sólido	165.6	30
3 sólido	165.6	30
4 sólido	165.6	30
5 líquido	27.6	5
6 líquido	27.6	5
7 líquido	27.6	5
8 líquido	27.6	5
Total de desperdicios	772.8	140

Fuente: El autor

Los desperdicios a ser transformados no son todos los que la planta genera por mes. Aproximadamente son la mitad de los mismos.

Se utilizaron los desperdicios en 8 formas diferentes para obtención del sub producto cada una con la adición de diferentes enriquecedores:

- 4 en forma sólida y,
- 4 en forma líquida:

Se utilizaron las mismas cantidades de desperdicios en las diferentes formas con el fin de que no existan alteraciones de resultados y tener la certeza de cuáles son los enriquecedores del sub producto que verdaderamente aportaron o no con algunos nutrientes cuando se obtengan los resultados del laboratorio.

3.1.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESPERDICIOS.

Los desperdicios tienen las siguientes características:

3.1.7.1. MATERIALES EXTRAÑOS

Los desperdicios se encuentran mezclados con otros tipos de desperdicios como fundas plásticas, utilizadas para empaclar la pulpa de fruta, trozos de maderas de diferentes cajas en las que vienen las frutas, guantes de los trabajadores, cofias, mascarillas, y otros desperdicios o basura que se genera en la planta como son papeles, utensilios desechados, costales, etc.

3.1.7.2. HUMEDAD

Cálculo

Peso de la muestra de desperdicios: 22.2906 gr.

Peso de la cápsula: 76.8911 gr.

Se deshidrató a una temperatura de 50°C.

Gráfico N° 12
Pesaje para humedad



Peso de la muestra deshidratada con capsula: 80.3509gr.

(peso de la muestra deshidratada con cápsula - peso de la cápsula) = 3.4598

80.3509 - 76.8911 = 3.4598 gr; peso neto de la muestra deshidratada.

Peso neto de la muestra deshidratada *100 / peso de la muestra de desperdicios:

$$\frac{3.4598 \times 100}{22.2906} = 15.52134 \quad \% \text{ humedad de desperdicios deshidratados}$$

100 - % humedad de desperdicios deshidratados:

$$100 - 15.52134 = 84.47866$$

El porcentaje de humedad que tienen los desperdicios frescos es de 84.47866 %

3.1.7.3. pH

El pH de los desperdicios con humedad de 84.47% es de 5.32

El pH de los desperdicios con humedad de 15.52% es de 4.85

Gráfico N° 13
Determinación de pH



3.1.7.4. ANÁLISIS DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS, C.E Y C/N

Los análisis que se realizaron a todos los desperdicios mezclados de todas las frutas, estos ya tuvieron un proceso anterior de desintegración y deshidratación, y los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 10
Análisis físico-químico de los desperdicios secos

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Nitrógeno (N)	%	1.53
Fósforo (P)	mg/Kg	335.00
Potasio (K)	mg/Kg	2827.00
Calcio (Ca)	mg/Kg	2249.50
Magnesio (Mg)	mg/Kg	2836.25
Zinc (Zn)	mg/Kg	14.83
Hierro (Fe)	mg/Kg	36.99
Cobre (Cu)	mg/Kg	3.06
Manganeso (Mn)	mg/Kg	9.27
Conductividad eléctrica	μS/cm	577
Relación Carbono Nitrógeno	-	33.82

Fuente: Laboratorio de análisis ambiental e inspección LAB-CESTTA - ESPOCH

El análisis anterior es únicamente de los desperdicios que se obtienen sin ser transformados en sub producto.

3.2. UNIDAD II

3.2.1. DISEÑO DE UN SISTEMA ADECUADO DE OBTENCIÓN DE SUB-PRODUCTO Y SU CAPACIDAD.

3.2.1.1 Estudio de área física.

Luego de que las frutas son despulpadas, los desperdicios se depositan en cubetas, dentro de las cuales se encuentran otro tipo de desperdicio y tenemos que retirarlos. Luego éstos son transportados hacia el área de triturado, ubicado en el área de producción.

Los desperdicios se trituran al final de cada jornada de trabajo, y no lleva mucho tiempo su proceso. Posteriormente son depositados en gavetas, las cuales son transportadas hacia el área de deshidratado.

La planta genera un promedio diario de desperdicios de 64 Kg los cuales son triturados en 50 minutos aproximadamente, esto depende de qué tipos de desperdicios se generen durante la jornada.

Los desperdicios ya triturados tienen mucha humedad, como mencionamos anteriormente, por lo tanto hay que deshidratarlos. Para ello nos valemos del aire caliente que generan los cuartos fríos que posee la planta, con un diseño y sistema equipado para dicho fin:

El aire generado por la planta tiene una temperatura de 38°C y una velocidad de 56 km/h el cual es conducido a una mesa de deshidratación de desperdicios mediante un tubo de 12 pulgadas.

Gráfico N° 14
Desperdicio húmedo



Gráfico N° 15
Sistema de secado

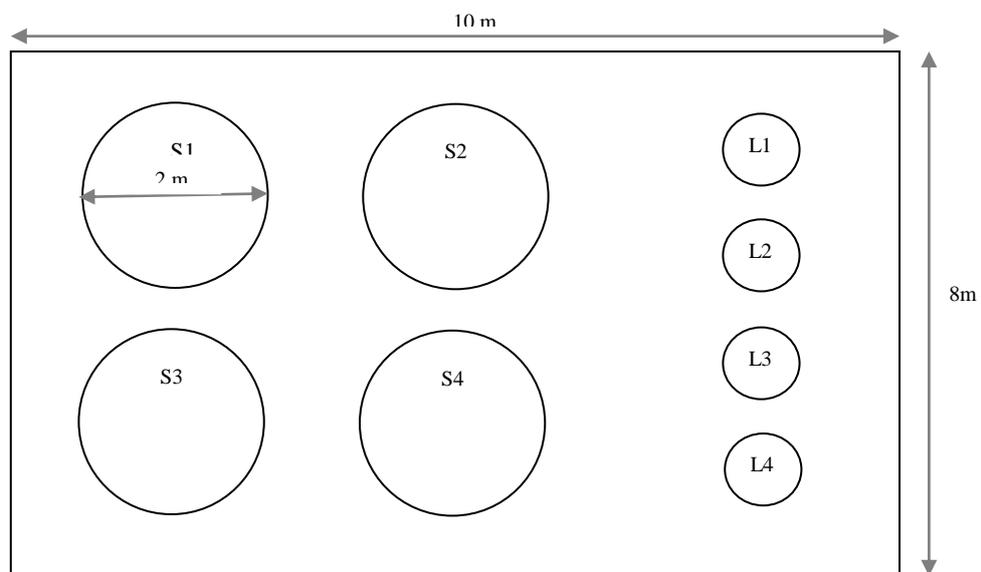


La mesa tiene una superficie de malla con pequeños agujeros para ayudar al escurrido del agua. Este sistema está cubierto por un techo plástico para que, en el caso de que existan lluvias no se humedezcan nuevamente. El aire caliente golpea los desperdicios y los seca.

En la obtención del sub producto tenemos que destinar un área específica en la cual se realizan las diferentes actividades de elaboración. Este sitio se ubicó fuera de la empresa, en vista de que no posee un espacio adecuado para dicho fin.

A continuación se muestra un esquema del área.

Gráfico N° 16
Área de elaboración del sub producto



Fuente: El autor

S1, S2, S3, S4. Son las camas donde se obtendrá el sub producto en forma sólida.

L1, L2, L3, L4. Son tanques plásticos de 25 Lts. cada uno donde se obtendrá el sub producto en forma líquida.

La capacidad que tiene cada espacio para procesamiento de desperdicio es de 100 Kg de material, sin embargo se adicionan otros productos en la obtención del reconstituyente de suelos y el espacio es el adecuado para realizar las diferentes actividades que se realizaran.

3.2.1.2. CAPACIDADES DEL SISTEMA.

El deshidratador es capaz de secar 70 Kg en promedio de desperdicios en un día aproximadamente, o sea 1540 Kg al mes.

La planta genera alrededor de 64 Kg de desperdicios diarios, 1408 Kg al mes, esto quiere decir que el sistema tiene la suficiente capacidad para secar la cantidad diaria que se genera en la planta.

Al deshidratar 64 Kg de desperdicio, se obtienen 10 kg diarios de desperdicio deshidratado o seco y 220 Kg al mes.

La capacidad que tiene cada una de las camas de elaboración del sub producto es de 100 Kg, de agregados, este espacio facilita las diferentes actividades que se tienen que realizar en la obtención del sub producto.

Gráfico N° 17
Sistema de deshidratación y camas



3.2.2. DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE DESPERDICIO VERSUS CAPACIDAD DEL SISTEMA.

Cuadro N° 11

Tabla de cantidades de desperdicio y capacidades del sistema (por mes)

Sistema	Cantidad de desperdicios	Capacidad del sistema	Cantidad que procesa para ensayos
Sistema de triturado	1408 Kg/mes húmedo	1650 Kg/mes Para triturar	773 Kg húmedo
Sistema de secado (deshidratado)	1408 Kg/mes húmedo	1540 Kg/mes de desperdicios para deshidratar	773 Kg húmedo
Sistema de camas compuesto sólido	220 Kg/mes seco	400 Kg/mes para colocar en camas	120 Kg seco
Sistema de baldes compuesto líquido	220 Kg/mes seco	40 Kg/mes para colocar en baldes	20 Kg Seco

Fuente: El autor

Se necesitan 773 Kg de desperdicio para realizar los ensayos, lo que significa que se tienen que esperar cuatro días en recolectar esa cantidad de desperdicios. Sin embargo se puede seguir procesando diariamente.

Por otra parte, si la planta genera 64Kg de desperdicios diarios, y el producto se elabora en un mes para el caso de los sólidos, y 15 días para el caso de los líquidos, deberán de optimizarse los sistemas aprovechando para ello todos los equipos y recursos para la obtención del sub producto.

3.3. UNIDAD III

3.3.1. OPTIMIZACIÓN DE EQUIPOS Y RECURSOS.

La planta posee un triturador el cual utilizamos para desintegrar los desperdicios

Está equipada además con dos cuartos fríos, los cuales generan aire caliente, y se los aprovecha mediante el acoplamiento de un sistema para ayudar al deshidratado de los desperdicios y facilitar su procesamiento.

Cuenta con un molino para que los elementos que no pueden ser desintegrados por el triturador se los muele y se logren los tamaños deseados.

La planta está dotada con gavetas y baldes, para la recolección y transporte de los desperdicios.

Para el pesado de los desperdicios también la planta cuenta con una balanza.

3.3.1.1. CAPACIDAD DE MOLIENDA.

Todos los desperdicios son triturados al final de cada jornada de trabajo para inmediatamente ser puestos en el sistema de deshidratado.

La cantidad de producto obtenido es variable ya que depende de la cantidad de frutas que se procesen.

El promedio diario de desperdicios es de 64 Kg diarios y el equipo triturador tiene una capacidad para triturar de 75 Kg diarios. El tiempo en que

Gráfico N° 18
Triturado



se trituran los desperdicios es de 1 hora, pero la capacidad de la máquina es mayor (75Kg/día).

Gráfico N° 19
Comparación de desperdicios secos sin triturar y triturados



Fuente: El autor

Uno de los procesos más importante es el triturado antes de la deshidratación. Los desperdicios que no fueron triturados no se descomponen con facilidad en un tiempo más corto. Existen semillas que si se las depositan en el suelo tienden a germinar, lo cual no es conveniente para nuestro fin.

3.3.1.2. CANTIDAD DE AIRE CALIENTE.

La planta genera aire durante todo el día con intervalos de 2 minutos de suspensión cada hora, porque los cuartos fríos tienen ese tipo de funcionamiento.

3.3.1.2.1. UTILIZACIÓN DEL AIRE CALIENTE PARA LA OBTENCIÓN DEL SUB-PRODUCTO.

El aire caliente se lo utiliza constantemente para el deshidratado de los desperdicios antes de seguir con el proceso de elaboración del sub producto.

El aire caliente juega un papel importante en la obtención del sub producto porque nos brinda muchos beneficios, entre ellos:

- ❖ Permite la deshidratación (secado) más rápida.
- ❖ Desacelera la fermentación de los desperdicios.
- ❖ Evita la aparición de plagas (moscos) y malos olores en la planta.
- ❖ Se logra la humedad deseada para la obtención del sub producto siendo más eficiente y manejable.
- ❖ Evita que en la elaboración del sub producto se forme una masa compacta dificultando su volteo.
- ❖ Evita el lixiviado de nutrientes que puede producirse en las camas durante la elaboración del sub producto reconstituyente de suelos.
- ❖ Los desperdicios adquieren propiedades que enriquecen al sub producto.

Gráfico N° 20
Secado de desperdicios



3.3.1.3. TIEMPO DE SECADO DE DESPERDICIOS CON LA OPTIMIZACIÓN DE AIRE CALIENTE.

Cuadro N° 12

Tabla de tiempos de secado (64 Kg de desperdicios) con el sistema

Tiempo en horas	Humedad
0	84.5 %
5	61.2%
10	40.6%
15	32.7%
20	18.8%
25	15.5 %

Fuente: El autor

3.3.1.3.1. COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE SECADO DE DESPERDICIOS AL AIRE LIBRE VERSUS AIRE CALIENTE.

Cuadro N° 13

Tabla de comparación de secado de desperdicios

Cantidad diaria de desperdicios	Secado con el sistema	Secado a la interperie
64 Kg/día	64 Kg/día	64 Kg a los 3días

Fuente: El autor

El secado a la interperie depende del clima, en especial de la cantidad de horas de sol presente en el día.

3.4. UNIDAD IV

3.4.1. OBTENCIÓN DEL SUB PRODUCTO

Para la obtención del producto reconstituyente de suelos se tiene un patrón inicial que es igual para todos los ensayos que se realizan en la obtención del sub producto y es el siguiente:

- ❖ **MP desperdicios de pulpa de frutas:** Antes de proceder a procesar los desperdicios se tiene que hacer una separación de los desperdicios en vista de que están siendo mezclados con toda clase de desperdicios, y lograr tener solo los desperdicios que se obtiene del procesamiento de obtención de pulpa de frutas, para lo cual se tomaron muestras de todas las frutas en cantidades iguales con el objetivo de obtener resultados más reales de la mezcla con todos los desperdicios.
- ❖ **Separación de materia extraña:** En el sitio donde se ubican los desperdicios de pulpa, también se depositan y se mezclan otros como son: fundas plásticas, papeles, guantes, cartones, maderas de cajas, etc, razón por la cual todos los objetos extraños tienen que ser retirados en vista de que no se descomponen y no sirven para la obtención del sub producto.
- ❖ **Triturado:** Con la ayuda de un triturador, se procede a reducir el tamaño de todos los desperdicios con el fin de obtener una pasta más fina y evitar que ciertas semillas germinen, en vista de que se realizaron experimentos anteriores en las cuales estas tienden a germinar en el momento que son depositadas en las camas de obtención del reconstituyente de suelos.

También existen semillas que son muy duras y no se descomponen con facilidad, por lo que el proceso para la obtención del sub producto lleva mucho tiempo.

- ❖ **Deshidratado:** Una vez obtenida la pasta fina, la cual tiene una humedad muy alta de 84.47866 %, es necesario deshidratarla, para lo cual se emplea el aire caliente que genera la planta a través de los cuartos fríos que esta posee.

El objetivo es obtener un polvo grueso seco, el cual será utilizado de manera óptima en la obtención del sub producto.

Es fundamental que la pasta se sujete a deshidratación, pues caso contrario ésta sería poco manejable, difícil de colocar en las camas, y voltear en forma homogénea, la pasta procedería a fermentarse, y formarían alcoholes los cuales no son buenos para los suelos, a más de que atraerían moscas, las cuales son transportadoras de enfermedades.

- ❖ **Tapado.**- Una vez que todos los elementos se encuentran depositados en las camas, estos se tapados con un plástico, de tal manera que actúen los microorganismos y se empiece a descomponer los desperdicios.
- ❖ **Mezclado.**- Al día siguiente y al igual que el resto de tiempo que tarde la elaboración del sub producto en las camas es recomendable realizar un mezclado o volteado, el cual se lo realiza 2 veces diarias, con lo que se consigue airear y bajarle la temperatura, también para que los elementos se vuelvan homogéneos, obtener la humedad deseada, y también porque la temperatura tiende a subir rápidamente.
- ❖ **Control de temperatura, consistencia, etc.**- A partir del segundo día la temperatura empieza a subir casi hasta los 80°C, lo cual no es recomendable, pues los microorganismos benéficos comienzan a morir, es por eso que se realiza el mezclado ya que la temperatura debe mantenerse alrededor de 50°C.

También se controla humedad y consistencia, la cual no debe tener olores fuertes ácidos, amargos o putrefactos al igual que su color que tiene que ir

cambiando al color característico “como el del humus”, a demás debe adoptar la característica de un suelo muy mullido y blando.

- ❖ **Reposo.-** Luego de cada mezclado se deja reposar hasta el próximo, durante el cual se realizan los controles. Si luego de repetir los pasos anteriores el producto obtiene las características deseadas, el producto está listo para ser utilizado como producto reconstituyente de suelos, este proceso de obtención se logra en un tiempo aproximado de 1 mes, ya que depende de las condiciones climáticas.
- ❖ **Producto terminado.-** El producto está terminado y listo para ser analizado en un laboratorio y darnos cuenta de cuáles son los nutrientes con los que puede aportar a los suelos para uso agrícola.

3.4.2. DIFERENTES FORMULACIONES EN LA OBTENCIÓN DEL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS

3.4.2.1. ENSAYOS EN FORMA SÓLIDA (S)

Luego de que los desperdicios pasan por el proceso de deshidratado, estos son depositados en las diferentes camas y baldes plásticos en los cuales se realizan los ensayos respectivos, con la adición de diferentes enriquecedores para determinar si aportan o no con algunos nutrientes al producto final.

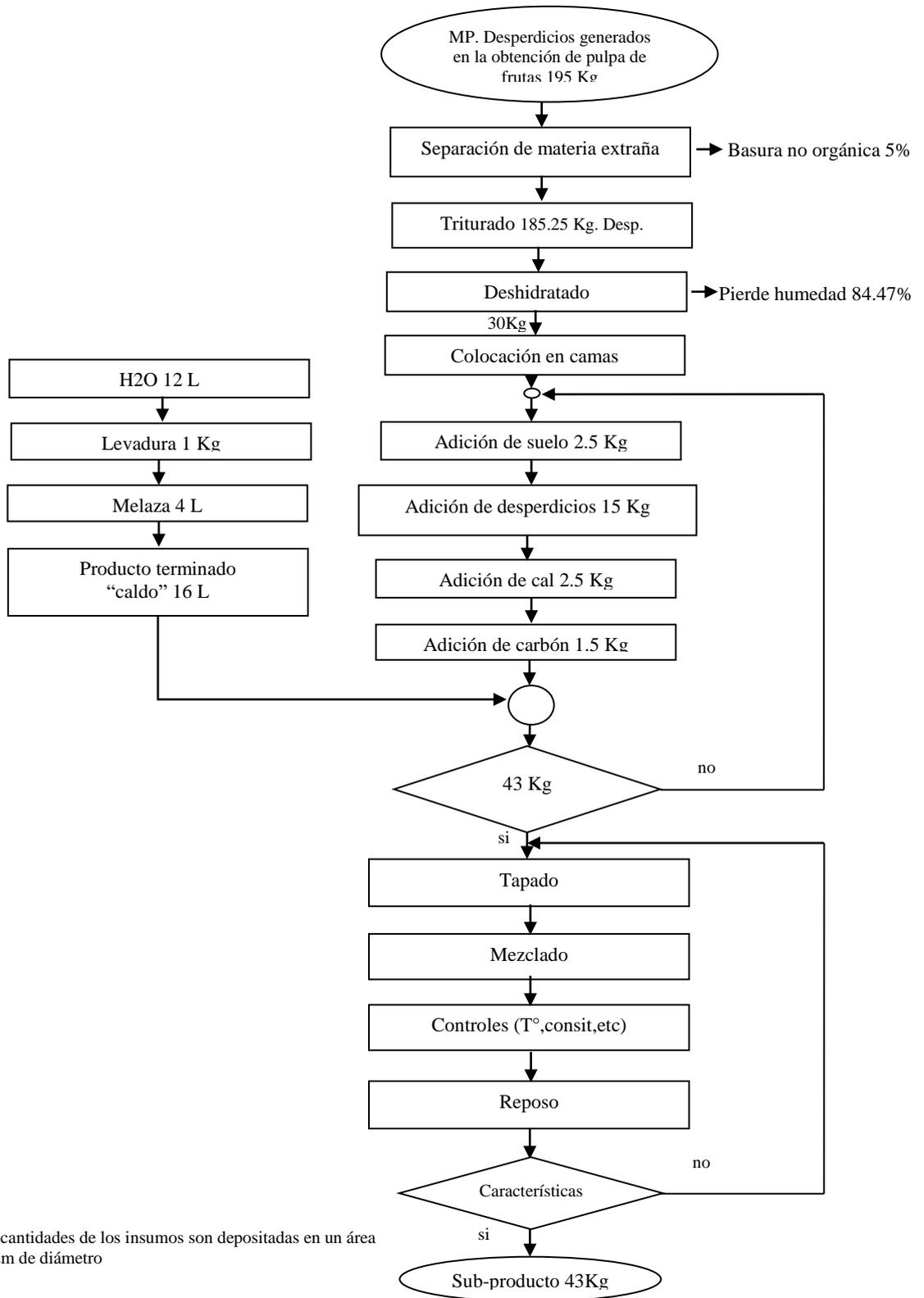
3.4.2.1.1. ENSAYO N°1 (S1)

Este es un ensayo sin adición de enriquecedores para el producto reconstituyente de suelos, constituyéndose en una formulación básica y que sirve como guía de comparación.



Gráfico N° 21
Colocación de desperdicios
en las camas

Gráfico N° 22
Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma sólida (puro)



Las cantidades de los insumos son depositadas en un área de 2m de diámetro

Para este ensayo al igual que para todos los de forma sólida la cantidad de desperdicios es la siguiente:

Cuadro N° 14
Cantidad de desperdicios secos

Desperdicios (Deshidratados y triturados)	30 Kg
--	-------

Fuente: El autor

En el primer ensayo luego de que los desperdicios son triturados y deshidratados, son colocados en las camas y se procede a colocar los diferentes enriquecedores de tal manera que se formen capas en forma de pastel ordenada y la cantidad en peso de cada uno de ellos como se mostró en el diagrama.

Las cantidades de cada uno se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro N° 15
Elementos para obtener el sub producto

Enriquecedores	Cantidad
Suelo	5 Kg
Cal	5 Kg
Carbón	3 Kg
Caldo	16 L

Fuente: El autor

Cabe mencionar que el “caldo” es un compuesto líquido el cual ayuda a la descomposición de los diferentes componentes, el cual fue desarrollado con la siguiente formulación:

Cuadro N° 16
Elementos para añadir al sub producto

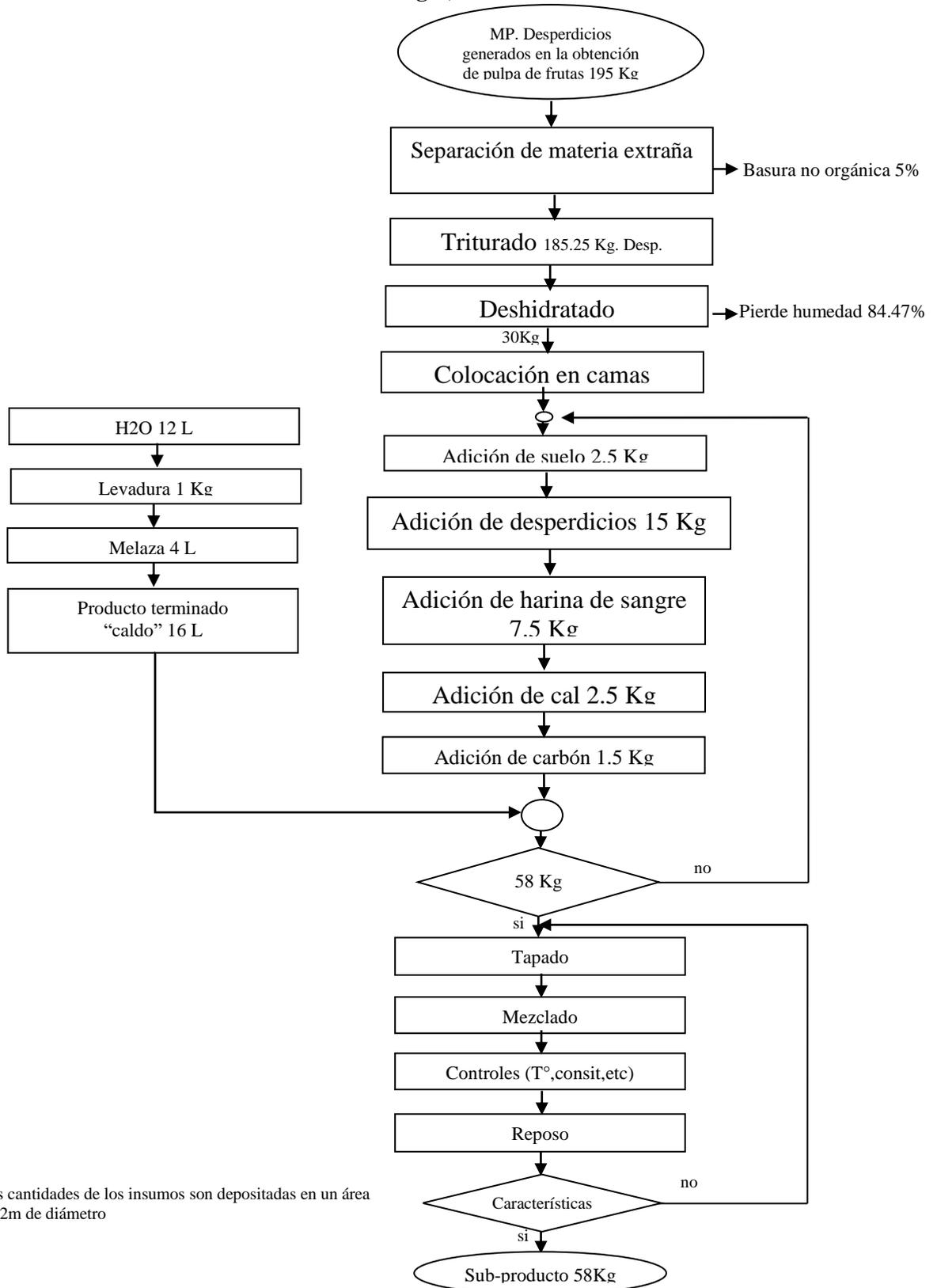
Elementos descomponedores	Cantidad
Levadura	1 Kg
Agua	12 L
Melaza	4 L
Total	16 L

Fuente: El autor

3.4.2.1.2. ENSAYO N°2 (S2)

Gráfico N° 23

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma sólida (harina de sangre)



Las cantidades de los insumos son depositadas en un área de 2m de diámetro

En este ensayo al igual que el primero se desarrollan las mismas operaciones, sin embargo este ya tiene un enriquecedor como es la harina de sangre, en el mismo orden que se muestra en el diagrama hasta completar la cantidad de 15 Kg, esta se la adiciona alternadamente en la cama luego de colocar los desperdicios en capas delgadas.

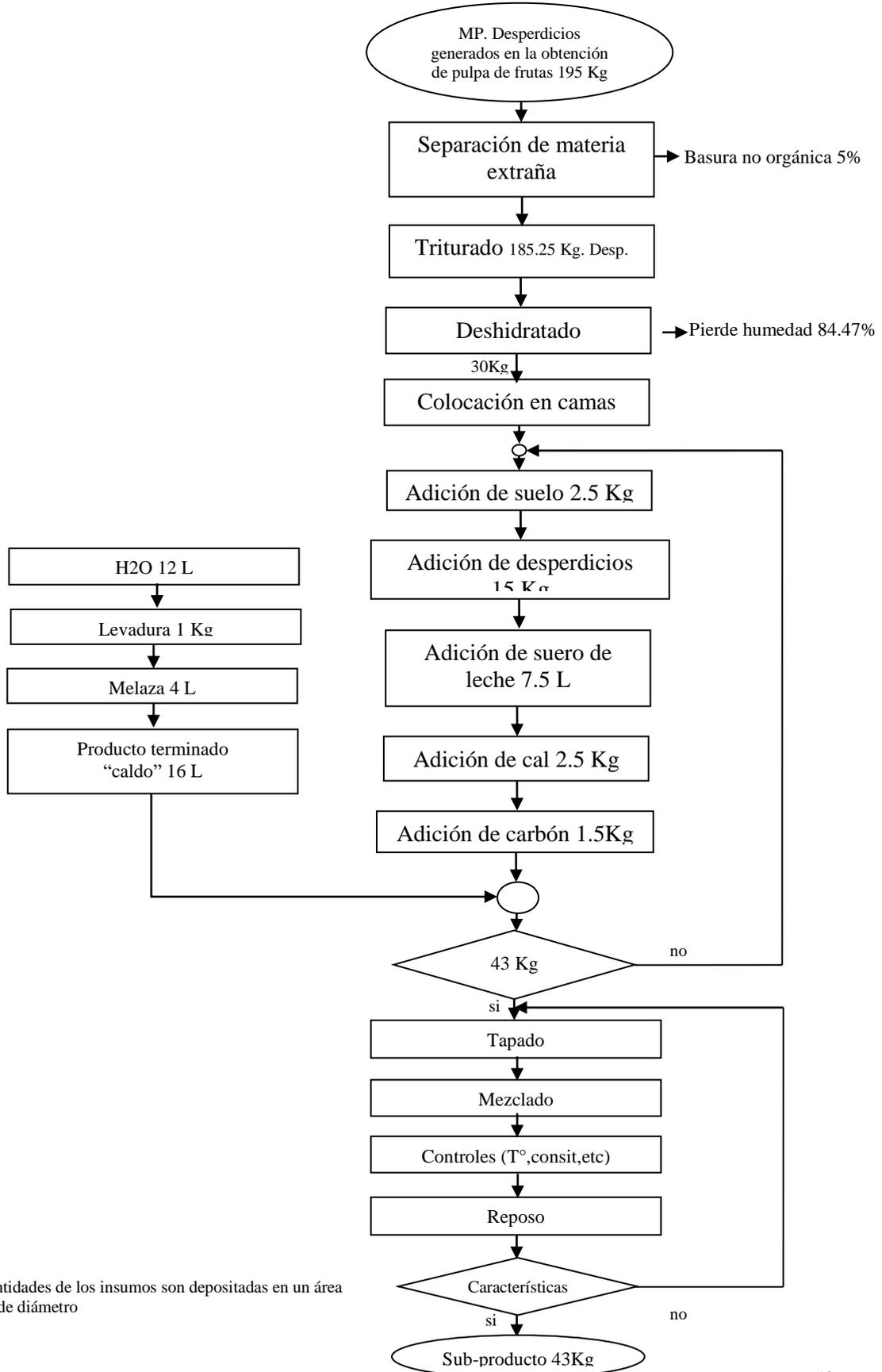
Gráfico N° 24
Adición de harina
de sangre



3.4.2.1.3. ENSAYO N°3 (S3)

Gráfico N° 25

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma sólida (suero de leche)



Las cantidades de los insumos son depositadas en un área de 2m de diámetro

Al igual que el ensayo número 1 el procedimiento es el mismo , con la diferencia de que en cambio a este se le adiciona suero de leche, este se encuentra en forma líquida, se lo va agregando en el orden en que se muestra en el diagrama de forma alternada, hasta completar la cantidad de 15 litros.

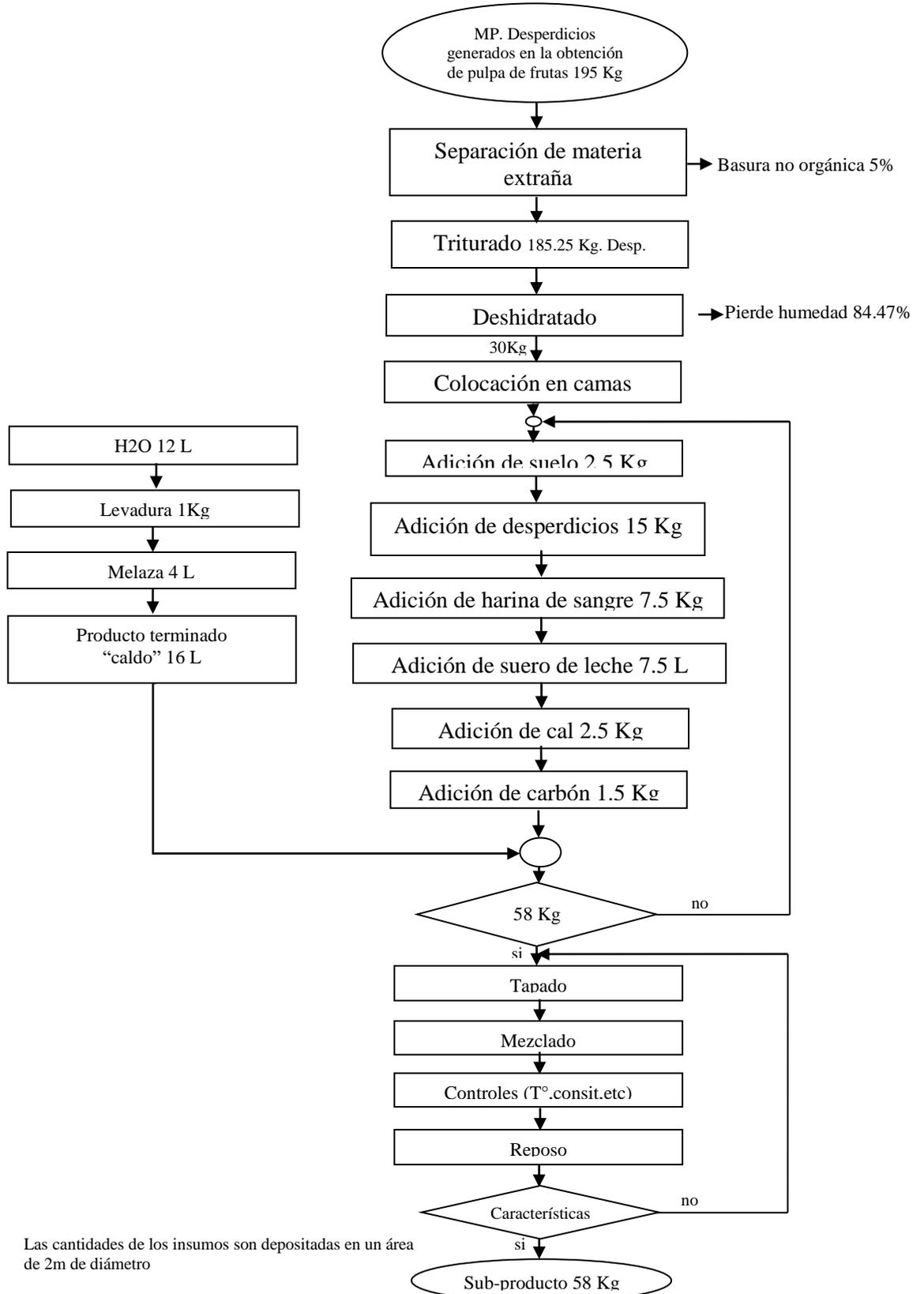
Gráfico N° 26
Adición de suero de leche



3.4.2.1.4. ENSAYO N°4 (S4)

Gráfico N° 27

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma sólida (suero y harina)



A diferencia de los anteriores ensayos, se puede decir que este es el que contiene todos los enriquecedores, suero de leche y harina de sangre, pues se los va agregando en forma ordenada como se muestra en el diagrama hasta completar con las cantidades que son las siguientes:

Suero de leche 15 litros y harina de sangre 15Kg.



Gráfico N° 28
Adición de suero y harina

3.4.2.2. TIEMPOS DE FABRICACIÓN EN FORMA SÓLIDA.

Los tiempos de fabricación en todos los ensayos fueron los mismos, esto es 1 mes.

3.4.2.3. ENSAYOS EN FORMA LÍQUIDA (L)

Para este tipo de ensayos procedemos de una manera diferente a la de las camas en la cual los diferentes productos se van depositando a manera de capas y solamente se humedecen con el “caldo” que ayuda a su descomposición y se obtiene un producto sólido a manera de humus.

Para la elaboración del sub producto en los siguientes ensayos, se obtuvo un producto completamente líquido, fermentado con material sedimentado, en el cual se probó los mismos enriquecedores que los anteriores.

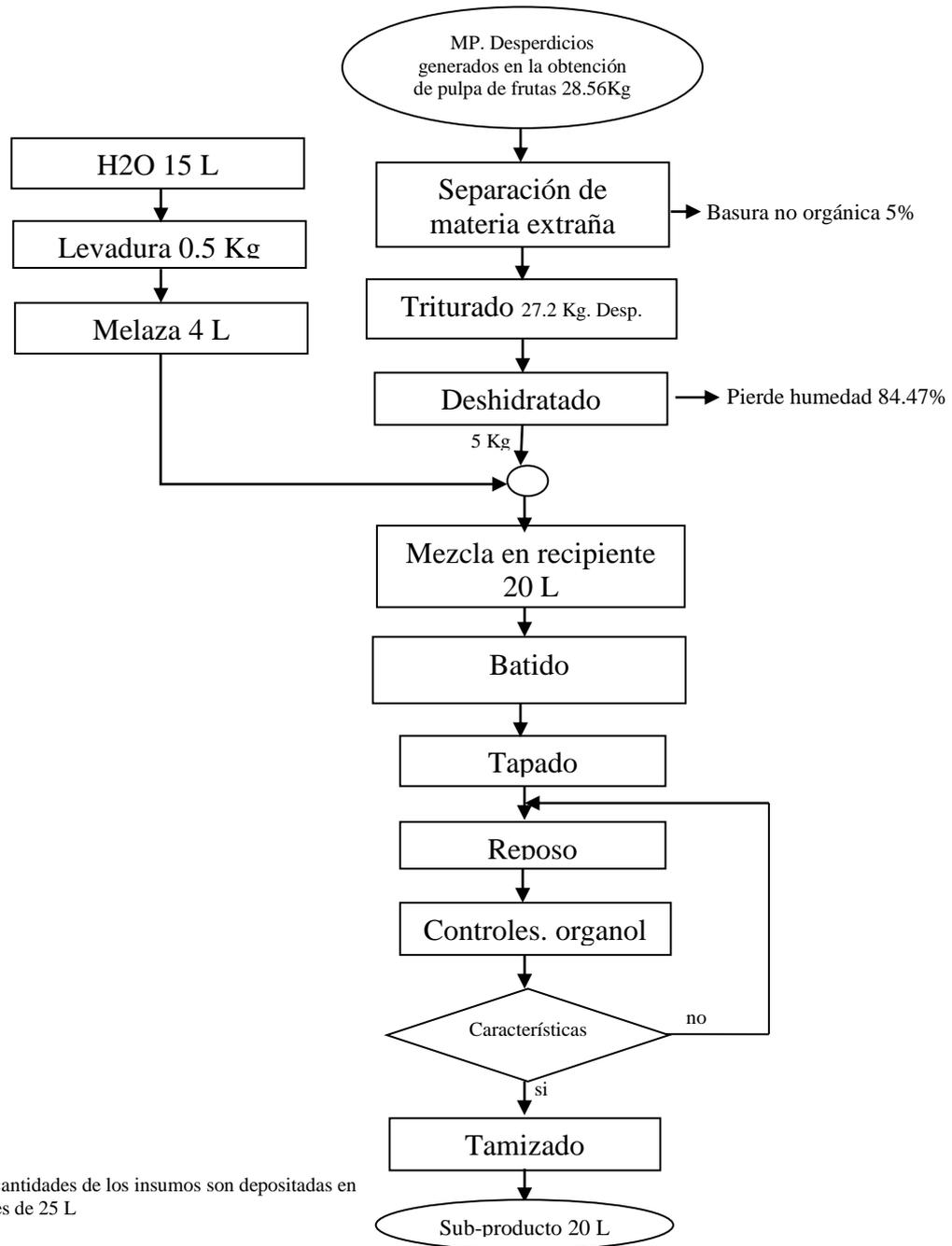


Gráfico N° 29
Ensayos en forma líquida

3.4.2.3.1. ENSAYO N°5 (L1)

Gráfico N° 30

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma líquida (puro)



Hasta obtener los desperdicios de pulpa de fruta triturada y deshidratada, las operaciones a seguir son las mismas que para la obtención del producto en sólido.

Este ensayo (L1) de forma líquida es sin enriquecedores en la obtención del sub producto, el cual sirve de guía de comparación para el resto de ensayos a los cuales sí se les agregará otros elementos para enriquecer el producto final al igual que en los ensayos para el producto en forma sólida.

Para la obtención del producto final, los diferentes elementos (desperdicios, agua, levadura y melaza), son colocados en recipientes de 25 litros, los cuales son mezclados hasta obtener una solución homogénea.

La levadura y la melaza ayudan a activar el proceso fermentativo.

Luego de obtener la mezcla deseada, se convierte en una fermentación anaerobia puesto que el proceso se tapa, impidiendo la entrada de aire al recipiente. Se realizan controles organolépticos, con el fin de evidenciar la no presencia de olores muy ácidos. Cuando el compuesto adquiere una consistencia burbujeante, quiere decir que está listo.

Para este ensayo al igual que para todos los de forma sólida la cantidad de desperdicios fue la siguiente:

Cuadro N° 17
Cantidad de desperdicio deshidratado

Desperdicios (Deshidratados y triturados)	30 Kg
--	-------

Fuente: El autor

Las dosis de elementos descomponedores utilizadas fueron las mismas que para todos los ensayos, citándose:

Cuadro N° 18
Elementos para elaboración del sub-producto

Elementos descomponedores	Cantidad
Levadura	1/2 Kg
Agua	15 L
Melaza	4 L
Total	19 L

Fuente: El autor

A diferencia del producto en forma sólida estos elementos son mezclados directamente en los baldes todos al mismo tiempo hasta obtener una solución homogénea a la cual se le agregará los desperdicios, para seguir con el batido.

- ❖ **Batido.**- Se lo realiza una sola vez con el fin de obtener una sola mezcla homogénea.
- ❖ **Tapado.**- Con el objetivo de que no entre aire hacia la solución se procede a tapar.
- ❖ **Reposo.**- Posteriormente se colocan los baldes con la solución en un sitio donde no sean movidos y no les caiga el sol directamente, pues se puede generar gases bruscamente al destaparlos, provocando que el proceso fermentativo no sea el correcto, pues las bacterias anaerobias comienzan a morir por exceso de temperatura.
- ❖ **Control.**- A los 15 días los baldes son destapados para sacar una muestra y realizar controles especialmente de color, el cual es como el del vino tinto. Su olor es a frutas fermentadas pero con cierto parecido al de la caña. No tiene que ser rancio ni putrefacto. Es agradable, debe ser un líquido puro, especialmente en la parte superior del balde.

Si el producto cumple con las características mencionadas, se procede a seguir con la siguiente etapa, caso contrario se vuelve a tapar y se espera unos días más, (aproximadamente cinco).

- ❖ **Tamizado.**-Se realiza el tamizado del líquido obtenido porque existe sedimentación de los otros componentes los cuales han aportado con enriquecer al sub producto, el mismo que es llevado al laboratorio para que se realicen los análisis de los diferentes nutrientes que posee y con los cuales aportará a los suelos agrícolas.

ENRIQUECEDORES

En los siguientes ensayos a diferencia del primero se empleó enriquecedores para obtener el sub producto, los que se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro N° 19

Tabla de enriquecedores del sub producto

Enriquecedores	Cantidad
Suero de leche	10 L
Harina de sangre	3Kg

Fuente: El autor

Tiempos de elaboración.- Los tiempos de elaboración del sub producto en forma líquida son de 15 a 20 días, esto dependerá del clima o la estación en la que nos encontremos, sin embargo el producto que se obtuvo, fue realizado en 15 días.

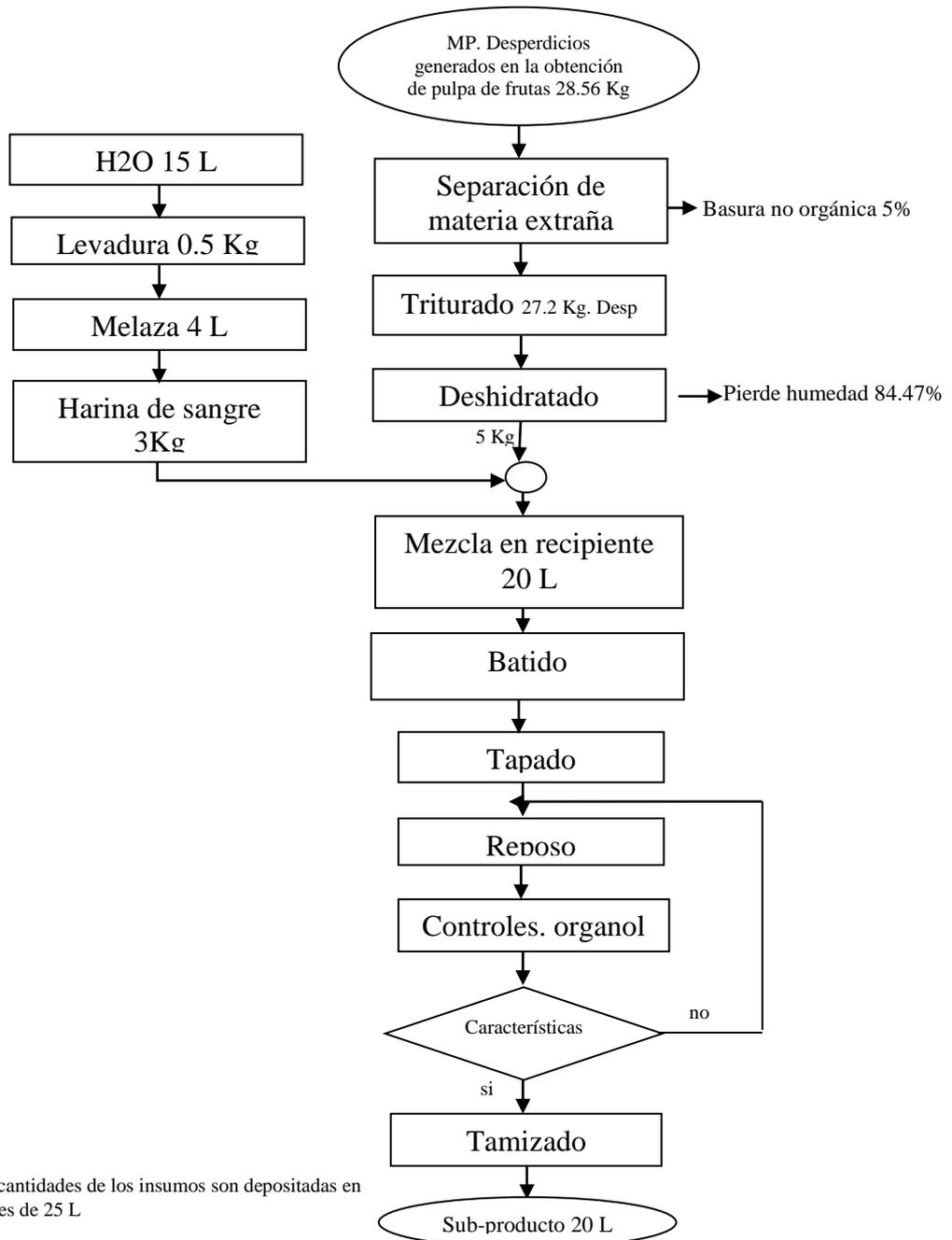
3.4.3.1.2. ENSAYO N°6 (L2)

Gráfico N° 31
Adición de harina



Gráfico N° 32

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma líquida
(Harina de sangre)



En este ensayo al igual que el primero se realizan todas las operaciones que se mencionan en el diagrama, con la diferencia, que se adiciona un enriquecedor para el producto que es la harina de sangre.

3.4.3.1.3. ENSAYO N°7 (L3)

Gráfico N° 33
Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma líquida (Suero de leche)

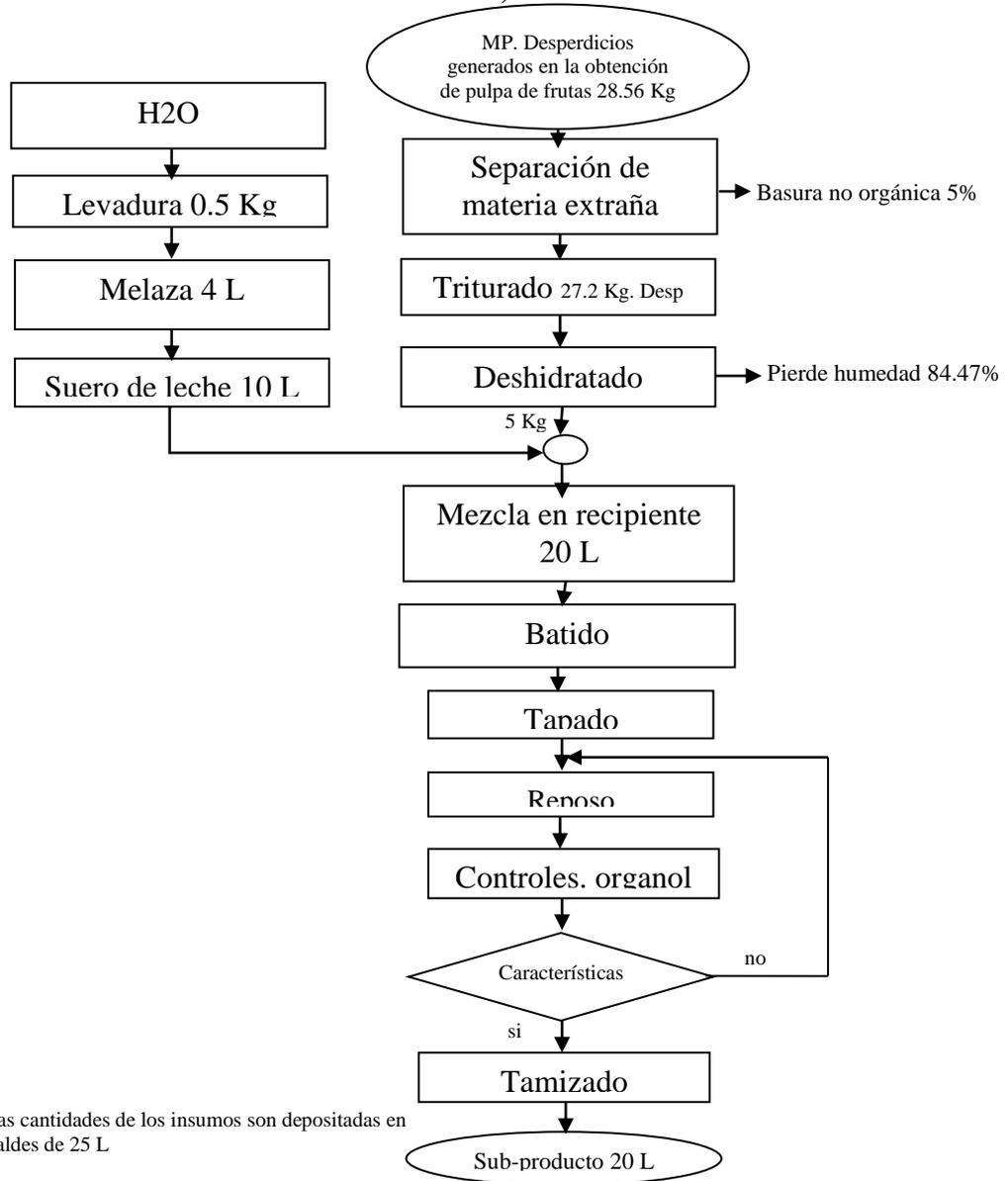


Gráfico N° 34
Adición de suero

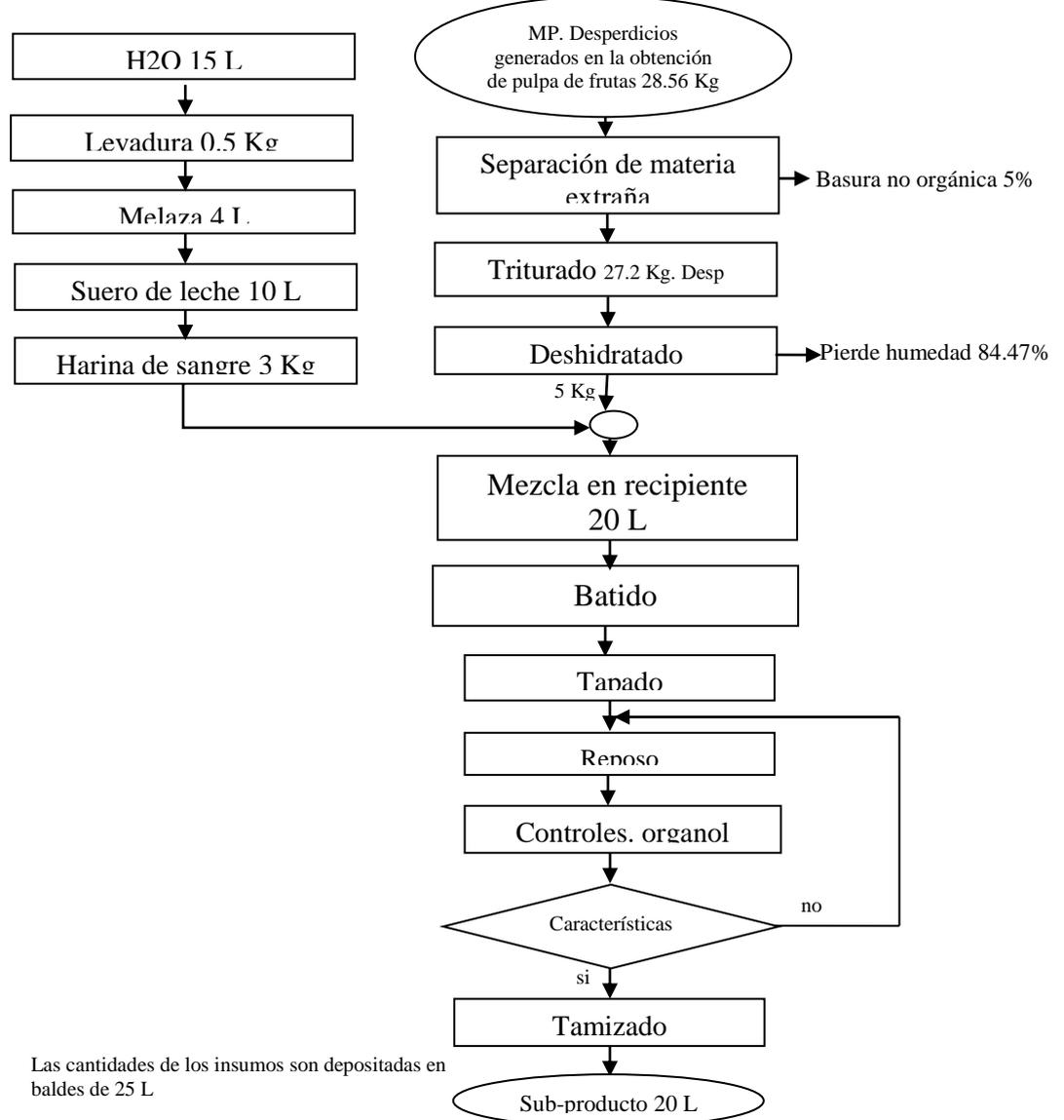
En este ensayo se procede a adicionar suero de leche como se muestra en el diagrama, a fin de enriquecer el producto.



3.4.3.1.4. ENSAYO N°8 (L4)

Gráfico N° 35

Diagrama de flujo de la obtención del sub producto en forma líquida (suero y harina)



Para este último ensayo se procede de igual forma que los anteriores con la diferencia que la intención es enriquecer aún más el sub producto adicionando harina de sangre y suero de leche al mismo tiempo, las cantidades que se adicionan son: Harina de sangre 3 Kg, y suero de leche 10 litros, (dosis iguales para todos los ensayos anteriores).

3.4.3.2. TIEMPOS DE FABRICACIÓN (FORMA LÍQUIDA).

Los tiempos de fabricación en todos los ensayos fueron los mismos, es decir 15 días.

3.4.4. ENRIQUECEDORES Y DIFERENTES FORMAS EN LA OBTENCIÓN DEL SUB PRODUCTO

Cuadro N° 20

Tabla de diferentes formulaciones en la obtención del producto reconstituyente de suelos

Ensayos en forma sólida (S)			
Ensayo n°1 S1 (puro)		Ensayo n°2 S2 (harina de sangre)	
Desperdicios deshidrat-triturad	30 kg	Desperdicios deshidrat-triturad	30 Kg
Suelo	5 Kg	Suelo	5 Kg
Cal	5 Kg	Cal	5 Kg
Carbón	3 Kg	Carbón	3 Kg
Caldo	16 L	Harina de sangre	15 Kg
Total	43 Kg	Caldo	16 L
Caldo: levadura: 1 Kg; agua:12 L; melaza:4 L		Total	58 Kg
Ensayo n°3 S3 (suero de leche)		Ensayo n°4 S4 (suero y harina)	
Desperdicios deshidrat-triturad	30 Kg	Desperdicios deshidrat-triturad	30 Kg
Suelo	5 Kg	Suelo	5 Kg
Cal	5 Kg	Cal	5 Kg
Carbón	3 Kg	Carbón	3 Kg
Suero de leche	15 L	Harina de sangre	15 Kg
Caldo	16 L	Suero de leche	15 L
Total	43Kg	Caldo	16 L
		Total	58 Kg
Ensayos en forma líquida (L)			
Ensayo n°5 L1 (puro)		Ensayo n°6 L2 (harina de sangre)	
Desperdicios deshidrat-triturad	5 Kg	Desperdicios deshidrat-triturad	5 Kg
Levadura	1/2 Kg	Levadura	1/2 Kg
Melaza	4 L	Melaza	4 L
Agua	15 L	Agua	15 L
Total	20 L	Harina de sangre	3 Kg
		Total	20 L
Ensayo n°7 L3 (suero de leche)		Ensayo n°8 L4 (harina y suero)	
Desperdicios deshidrat-triturad	5 Kg	Desperdicios deshidrat-triturad	5 Kg
Levadura	1/2 Kg	Levadura	1/2 Kg
Melaza	4 L	Melaza	4 L
Agua	15 L	Agua	15 L
suero de leche	10 L	Harina de sangre	3 Kg
Total	20 L	Suero de leche	10 L
		Total	20 L

Fuente: El autor

3.4.5. DETERMINACIÓN DE TIEMPOS Y CANTIDADES DE DESPERDICIOS ÓPTIMOS DE OBTENCIÓN DEL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS.

Si la planta genera 1407 Kg de desperdicios húmedos al mes, y la capacidad del sistema de obtención del sub producto puede procesar esa cantidad de desperdicios, se establece que el tiempo óptimo en la obtención del sub producto sería de un mes para la forma sólida y de 15 días para la forma líquida con las siguientes observaciones:

- ❖ Para elaborar constantemente el sub producto en forma sólida se deben construir 3 camas con capacidad de 90 Kg de desperdicio seco, 576 Kg de desperdicio húmedo. Se genera 10 Kg de desperdicio seco cada día, y de esta manera se obtiene una producción constante del sub producto optimizando todos los recursos.
- ❖ Para el caso de la obtención en forma líquida se tiene que procesar 30 Kg de desperdicio seco los cuales son obtenidos en 3 días pues se generan 10 Kg de desperdicio seco diario, para lo cuál es necesario 4 tanques con capacidad para 30Kg de desperdicio y 200 litros de capacidad cada uno, en los que se coloca los diferentes elementos y se puede optimizar todos los recursos obteniendo una producción constante.

Estos tiempos y cantidades se adoptaron para una sola manera de obtención de los diferentes ensayos, y de ello se determinó cual fue la mejor forma de obtención del producto reconstituyente de suelos. (proceso que se puede ejecutar permanentemente).

3.4.5.1. TIEMPO DE REPOSO Y AIREACIÓN DEL SUB-PRODUCTO.

Los tiempos de reposo para los diferentes ensayos se muestrean en la siguiente tabla:

Cuadro N° 21
Tabla de tiempos de reposo

Ensayos	Tiempo de reposo	Observación
Forma sólida	1 mes	2 veces al día de volteo
Forma líquida	15 días	Con reposo absoluto

Fuente: El autor

Para los ensayos de forma sólida se realiza un volteo en la mañana y en la tarde de tal forma que se dé la aireación adecuada para que no exista incrementos de temperatura muy altos.

3.5. UNIDAD V

3.5.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUB-PRODUCTO OBTENIDO.

3.5.1.1. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

El producto obtenido presentó diversas características sensoriales, entre las cuales se cita:

Para los ensayos en forma sólida:

Cuadro N° 22

Tabla de características sensoriales del sub producto obtenido en forma sólida

ENSAYO	COLOR	OLOR	CONSISTENCIA	TEMPERATURA
S1	Café	Característico al de humus ligero	Mullido como el humus	Ambiental promedio 15.8 °C
S2	Rojizo	Fuerte a sangre	Mullido como el humus	Ambiental promedio 18.3 °C
S3	Café claro	Característico al del humus	Mullido como el humus	Ambiental promedio 15.8 °C
S4	Vino	Fuerte a sangre	Mullido como el humus	Ambiental promedio 18.3 °C

Fuente: El autor

Para los ensayos en forma líquida:

Cuadro N° 23

Tabla de características sensoriales del sub producto obtenido en forma líquida

ENSAYO	COLOR	OLOR	CONSISTENCIA	TEMPERATURA
L1	Café oscuro	Característico al de melaza	Líquido con sedimentación	Ambiental promedio 16.3 °C
L2	Rojizo	Fuerte a melaza y sangre	Líquido con sedimentación	Ambiental promedio 16.3 °C
L3	Café claro	Característico a la melaza fuerte	Líquido con sedimentación	Ambiental promedio 16.3 °C
L4	Vino	Fuerte a melaza con sangre	Líquido con sedimentación	Ambiental promedio 16.3 °C

Fuente: El autor

También presentan características físico químicas, las cuales fueron obtenidas a partir de un análisis de laboratorio y son las siguientes:

3.5.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUB PRODUCTO.

Cuadro N° 24

Tabla de las características físico-químicas del sub producto.

IDENTIFICACIÓN	ELEMENTOS TOTALES %							pH	C.E	M.O	C/N
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu				
S1 Puro	1.04	0.09	0.36	0.20	0.64	0.040	0.028	9.0 Alc	0.45	16.8	9:1
S2 Harina	8.26	0.14	0.23	0.56	0.66	0.061	0.060	7.9 Alc	1.0	19.6	1:1
S3 Suero	1.20	0.09	0.37	0.28	0.58	0.064	0.086	9.0 Alc	0.35	18.6	9:1
S4 Harina-suero	1.68	0.20	0.28	0.28	0.98	0.046	0.092	9.4 Alc	1.1	26.6	9:1
L1 Puro	1.15	1.59	0.04	0.03	0.09	0.003	0.013	4.2 Ac	4.5	18.2	9:1
L2 Harina	0.26	1.16	0.12	0.11	0.8	0.004	0.006	4.1 Ac	3.4	11.2	25:1
L3 Suero	1.70	1.63	0.10	0.04	0.03	0.004	0.003	4.3 Ac	2.2	18.4	6:1
L4 Harina-suero	0.33	1.27	0.12	0.01	0.02	0.006	0.004	4.5Ac	3.3	26.2	46:1

Fuente: ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Laboratorio de Suelos. Análisis físico-químico

S: Obtención del sub producto en forma sólida

L: Obtención del sub producto en forma líquida

C.E. : Conductividad eléctrica ; **MO:** Materia orgánica ; **C/N:** Relación carbono nitrógeno.

3.6. UNIDAD VI

3.6.1. COMPARACIÓN ENTRE LOS DESPERDICIOS SIN PROCESAR Y EL PRODUCTO OBTENIDO.

Existen muchos aspectos obvios que comúnmente generan los desperdicios de este tipo, sin embargo se tomaron en cuenta los más relevantes, los mismos que se detallan en la siguiente tabla:

Cuadro N° 25

Tabla de comparación de beneficios del sub producto versus desperdicios

PARÁMETROS	DESPERDICIOS	SUB PRODUCTO
Contaminación	Media	0
Olores	Malos olores	Característico “agradable”
Utilización	Ninguna	Reconstituyente de suelos
Aspecto	Desagradable	“Agradable”
Aporte	Ninguno	Medio ambiente
Beneficios	Ninguno	Económico
Aparición de plagas	Roedores, insectos, etc.	Ninguna
Aporte a los suelos	Insignificante Largo plazo	Muy bueno Corto plazo
Físico-químicas	Desaprovechadas, perdidas	Aprovechadas y enriquecidas
Humedad	84%	15%

Fuente: El autor

Se hace un análisis de cuánto se genera a partir de la cantidad de desperdicios que procesa la planta, evitándose así los parámetros negativos que se mostraron en la tabla:

Los desperdicios sin procesar son 64Kg diarios, al entrar en el proceso de triturado y deshidratado, estos se reducen a 10 Kg, los cuales al continuar con el proceso de obtención del sub producto generan lo siguiente:

Para S1 y S4: Con 30 Kg de desperdicio seco se obtiene 43 Kg de sub producto, es decir por 1Kg de desperdicio seco se obtiene 1.43Kg de producto final.

Para S2 y S3: Con 30 Kg de desperdicio seco se obtiene 58 Kg de sub producto, por tanto por 1Kg de desperdicio seco se obtiene 1.93Kg de producto final.

Para L1, L2, L3, L4: Por cada 5 Kg de desperdicios secos, se obtiene 20 litros de sub producto, esto quiere decir que por 1 Kg de desperdicio seco se obtiene 4 litros de producto final.

Incrementan las cantidades al obtener el sub producto, porque se añaden otros elementos que son necesarios para su elaboración.

Al comparar los beneficios que aporta el sub producto con los desperdicios que se generan a diario, se determinó que los puntos a favor son muchos, con los cuales no se ha generado contaminación sino todo lo contrario, se está beneficiando al ambiente.

3.6.2. ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN POR DESPERDICIOS.

Todo desperdicio genera contaminación por más pequeño que sea, sin embargo existen algunos desperdicios que pueden convertirse en otro sub producto que no genere contaminación sino que más bien permite la transformación del mismo, con lo cual se reducen los desperdicios en un 95%, evitando con ello que estos sean depositados en las afueras del área de producción y reduciendo considerablemente la aparición de moscas, y otras plagas que se pueden generar, o

a su vez se evitan contaminación de ríos o de terrenos donde se depositan estos residuos.

3.6.3. BENEFICIOS PARA LA EMPRESA.

La empresa genera desperdicios, especialmente del procesamiento de frutas, éstos fueron aprovechados y no se convirtieron en un problema para la empresa, evitando la afectación al ambiente.

Con la obtención del producto reconstituyente para suelos, se puede generar mayores ingresos y fuentes de trabajo.

El producto se lo puede empacar y vender sin ningún riesgo de que éste se deteriore o se pierda en poco tiempo.

Se puede negociar el reconstituyente con los productores que entregan la fruta y garantizar una materia prima para la empresa de mejor calidad.

Los desperdicios que eran depositados en los exteriores del área de producción generaban pérdidas por contaminación, o a su vez yacían simplemente desperdicios sin ningún beneficio.

3.7. UNIDAD VII

3.7.1. FACTIBILIDAD DE RECURSOS.

3.7.1.1. RECURSOS FÍSICOS

Recursos	A adquirir	Disponible de la empresa
Pera diseño, construcción y elaboración		
Molino		X
Triturador		X
Cuartos fríos (Generan aire caliente para secado de desperdicio)		X
Gavetas		X
Balanza		X
Cubetas plásticas		X
Flexómetro	X	
Termómetro	X	
Tubo plástico	X	
Madera	X	
Clavos y tornillos	X	
Malla de acero	X	
Plásticos	X	
Excavadora	X	
Azadón	X	
Palas	X	
Martillo	X	
Oficina		
Computador		X
Impresora		X

1 resma de papel	X	
Libreta de apuntes	X	
Portaminas, regla, borrador.	X	
Anillados copias	X	
Empastados	X	
De Protección Personal		
Botas	X	
Mandil	X	
Cofia	X	
Mascarilla	X	
Recursos para ensayos		
Desechos de proceso de obtención de pulpa de fruta		X
Suero de leche	X	
Harina de sangre	X	
Suelo	X	
Melaza de caña	X	
Cal	X	
Carbón	X	
Levadura de panadería	X	
Laboratorios (Análisis Físico-Químico de abonos)	X	

3.7.1.2. RECURSOS FINANCIEROS.

Material	Cantidad	Costo unitario(\$)	Costo total (\$)
Flexómetro	1	8.00	8.00
Termómetro	1	10.00	10.00
Tubo plástico	1	6.50	6.50
Madera	8	7	8.25
Clavos y tornillos	20	0.03	0.60
Malla de acero	1	1.50	1.50
Plásticos	1	2.00	2.00
Excavadora	1	3.00	3.00
Azadón	1	5.00	5.00
Palas	1	7.00	7.00
Martillo	1	2.50	2.50
1 resma de papel	1	3.75	3.75
Libreta de apuntes	1	1.50	1.50
Portaminas, regla, borrador	1	4.00	4.00
Cofia	1	1.00	1.00
Mascarillas	10	0.50	5.00
Botas	1	15.00	15.30
Mandil	1	8.00	8.00
Impresiones	650	0.05	32.50
Empastados	6	10	60.00
Anillados	10	2	20.00
Copias	200	0.02	4.00
Papel universitario	20	2.50	50.00
Internet	15 H	0.80	12.00
Transporte	-	-	30.00
Suelo	-	-	-
Suero de leche	50 lts	0.02	1.00
Harina de sangre	40 Kg	0.375	15.00

Cal	25 kg	0.22	5.50
Carbón	12 kg	0.41	5.00
Levadura de panadería	6 Kg	2.50	15.60
Melaza de caña	32 lts	0.75	24.00
Ensayos de laboratorio	9	62.00	558.00
Sub Total			921.90
Imprevistos 10 %			92.19
Total			\$ 1010.09

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

- ❖ La empresa procesa veintidós tipos de frutas diferentes de las cuales se generan desperdicios como cáscaras, semillas, y pulpa en pequeñas cantidades, estas dan un total en peso de 1407,96 Kg al mes, conteniendo una humedad de 84.4% y un pH de 5.32. Para el caso de estudio en la realización de los diferentes ensayos, se utilizó un total de 772.8 Kg de desperdicios, esto es 64 Kg de desperdicio diario. Mediante el secado, se alcanzó una humedad de 15.6%. Las características físico químicas se muestran en el cuadro N°10, y son las apropiadas para que puedan ser utilizadas en la obtención del sub producto.
- ❖ El sub producto se lo obtuvo en dos formas diferentes, uno en forma sólida y otro en forma líquida, teniendo tiempos de obtención: para el de forma sólida 1 mes y el de forma líquida 15 días, con el fin de conseguir las características deseadas (cuadro N°24).
- ❖ Los desperdicios, al entrar en el proceso de transformación, generaron lo siguiente:

Para S1 y S3: Con 30 Kg de desperdicio seco se obtuvo 43 Kg de sub producto, es decir que por 1Kg de desperdicio seco se alcanza 1.43Kg de producto final.

Para S2 y S4: Con 30 Kg de desperdicio seco se adquirió 58 Kg de sub producto, esto quiere indicar que por 1Kg de desperdicio seco se consiguió 1.93Kg de producto final.

Para L1, L2, L3, L4: Por cada 5 Kg de desperdicios secos, se consiguió 20 litros de sub producto, lo que significa que por 1 Kg de desperdicio seco se alcanzó 4 litros de producto final.

Las cantidades incrementan al obtener el sub producto, puesto que se añaden otros elementos que son necesarios para su elaboración. (Cuadro N° 20).

- ❖ Las capacidades que tienen cada uno de los sistemas diseñados y necesarios para la obtención del sub producto, se mostraron en el cuadro N° 11, de los cuales se pudo determinar que para los 772.8Kg de desperdicio al mes que genera la planta, los sistemas empleados abastecen y pueden funcionar sin sufrir saturación.

La capacidad del sistema de deshidratado es de 75 Kg /día, sin embargo se generan 64 Kg de desperdicio al día, de lo cual se alcanzaron 10 Kg de desperdicios secos diarios, o sea 220Kg/mes de desperdicio al mes.

Con el **aire caliente** y adaptado al método de secado, se elaboran 10 Kg de desperdicio deshidratado al día, y para los ensayos se empleó el 51% de su totalidad.

Con el sistema de **triturado**, se obtuvo 773 Kg/mes esto es 35Kg/día de desperdicio, para los ensayos muestreados se utilizó el 47% de su totalidad.

Para el sistema de **camas**, se procesa 10 kg/día de desperdicio seco diariamente, entonces al mes se obtienen 220Kg/mes, en los ensayos se utilizó el 30% de su totalidad en cuatro camas con capacidad de 90Kg cada una para una sola preparación del sub producto. Se tiene 120Kg de desperdicio seco depositados en las 4 camas diferentes cada una con 30Kg/mes de desperdicios en proceso de transformación a sub producto en 1 mes.

Se emplea el sistema de cuatro **baldes** con capacidad de 25 litros, es decir 18.1% de su totalidad para una sola creación del sub producto. Se consigue

40 Kg de desperdicio seco y fue depositado en los diferentes baldes cada uno con capacidad para 5Kg de desperdicios en proceso de transformación a sub producto en 15 días.

El sistema de triturado se utiliza en un 85.3% con la totalidad de desperdicios que genera la planta diariamente, es decir el sistema tiene capacidad para un 14,6% más de obtención de sub-producto por mes.

El sistema de secado, se utilizaría en un 91.5% con la totalidad de desperdicios que genera la planta diariamente, por lo tanto el sistema tiene capacidad para 8.5% más de procesamiento de desperdicios por mes.

El sistema de camas se utiliza en un 18.1% para la cantidad de desperdicios que genera la planta diariamente, es decir, el sistema tiene capacidad para 81.8% más de transformación de desperdicios por mes.

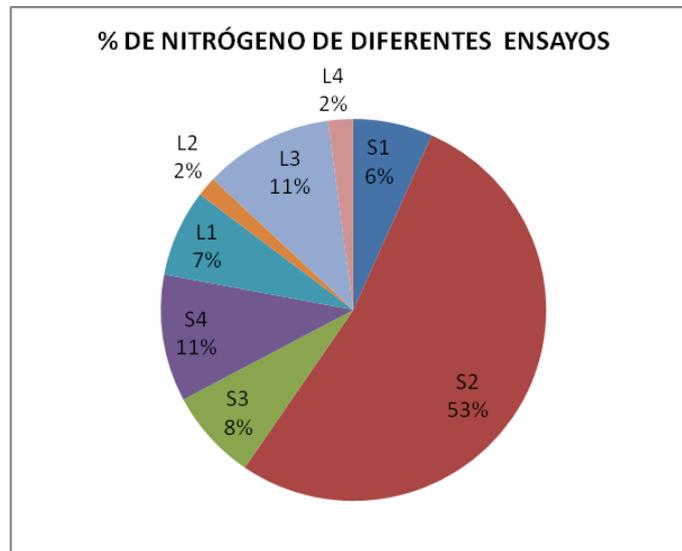
- ❖ Las características físicas químicas de los diferentes ensayos fueron propias de cada uno, planteándose entre ellas:

ELEMENTOS TOTALES %											
IDENTIFICACIÓN	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	pH	C.E	M.O	C/N
S1 Puro	1.04	0.09	0.36	0.20	0.64	0.040	0.028	9.0 Alc	0.45	16.8	9:1
S2 Harina	8.26	0.14	0.23	0.56	0.66	0.061	0.060	7.9 Alc	1.0	19.6	1:1
S3 Suero	1.20	0.09	0.37	0.28	0.58	0.064	0.086	9.0 Alc	0.35	18.6	9:1
S4 Harina-suero	1.68	0.20	0.28	0.28	0.98	0.046	0.092	9.4 Alc	1.1	26.6	9:1
L1 Puro	1.15	1.59	0.04	0.03	0.09	0.003	0.013	4.2 Ac	4.5	18.2	9:1
L2 Sangre	0.26	1.16	0.12	0.11	0.8	0.004	0.006	4.1 Ac	3.4	11.2	25:1
L3 Suero	1.70	1.63	0.10	0.04	0.03	0.004	0.003	4.3 Ac	2.2	18.4	6:1
L4 Harina-suero	0.33	1.27	0.12	0.01	0.02	0.006	0.004	4.5 Ac	3.3	26.2	46:1

Fuente: ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Laboratorio de Suelos. Análisis físico-químico

El mayor porcentaje de **nitrógeno** tiene el ensayo S2 que es al que se le añadió únicamente harina de sangre.

Gráfico N°36

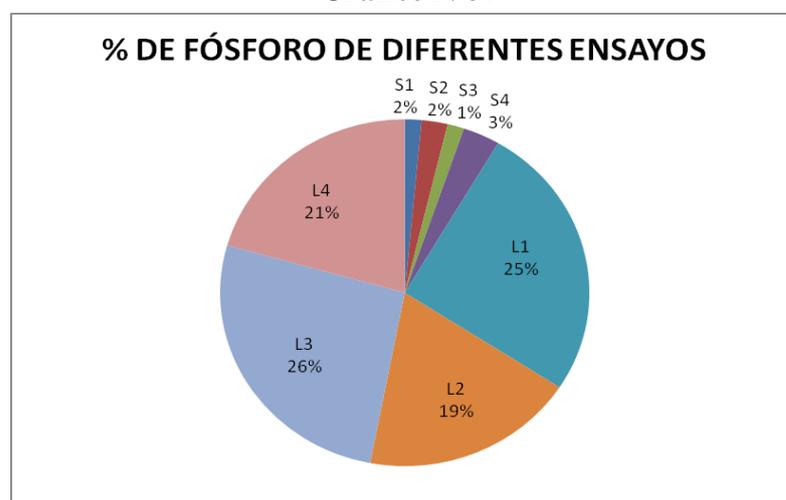


La harina de sangre tiene un contenido de nitrógeno considerable lo que ayudó a enriquecer el producto final y su transformación es en su mismo estado a diferencia de la obtención en forma líquida.

El nitrógeno cumple una función muy importante en los suelos agrícolas, pues ayuda a que las plantas tengan buen desarrollo vegetativo, en el sub producto es el principal constituyente de las sustancias protéicas, además ayuda a la absorción del fósforo.

El **fósforo** en significativa cantidad lo presentan los ensayos obtenidos en forma líquida, especialmente el enriquecido con suero de leche L3.

Gráfico N°37

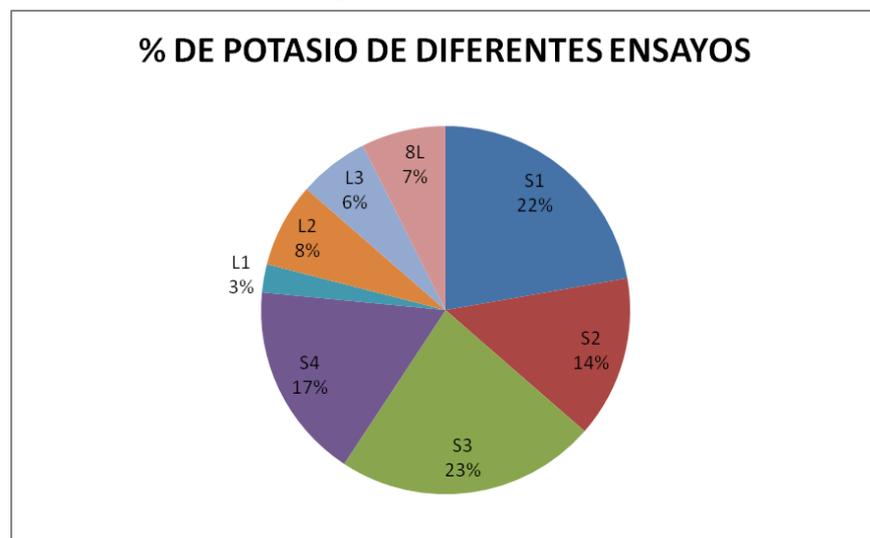


El suero de leche contiene alto contenido de fósforo y se encuentra en forma líquida, por cuanto no se pierde como en el caso de la obtención en forma sólida del producto final.

El contenido de fósforo en los suelos y en el sub-producto, es importante, pues de este elemento depende la fertilidad de las semillas y frutos completos, sobre todo se recomienda incorporarlo en cultivos de plantas jóvenes.

El valor más alto de **potasio** se presenta en los ensayos obtenidos en forma sólida, especialmente en el enriquecido con suero de leche S3

Gráfico N°38

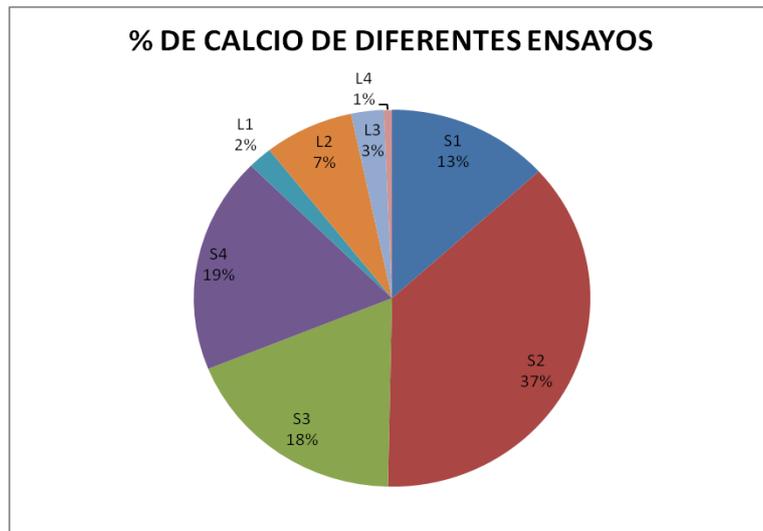


El potasio en la forma líquida se sedimentó.

Este elemento es muy importante incorporarlo en los suelos, pues tiene mucha influencia en la calidad de las cosechas, resistencia de enfermedades y conservación, el sub producto lo contiene, y puede ser incorporado a los suelos, ya que también ayuda a la regulación del absorción del agua.

El **calcio** en mayor cantidad se encuentra en los productos obtenidos en forma sólida especialmente en la enriquecida con harina de sangre S2.

Gráfico N°39

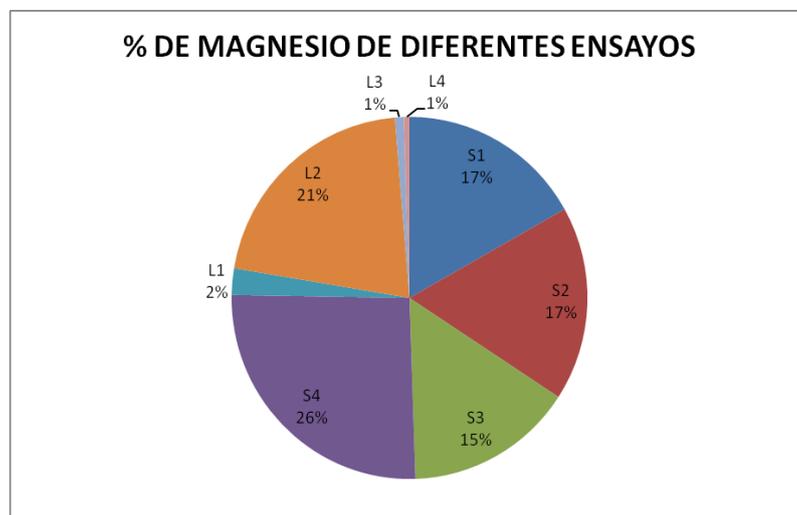


La harina de sangre tiene un alto contenido de calcio, la cual es incorporada en su mismo estado a diferencia de la forma líquida, pues el calcio contenido por la harina se sedimentó, y el calcio del suero se perdió por cuestiones de temperatura.

La función más importante de este elemento, es regular el grado de acidez de los suelos, al contenerse en el sub producto, también ayuda a regular el desarrollo de las yemas y flores en los cultivos.

El mayor porcentaje de **magnesio** lo presentan los productos obtenidos en forma sólida, sin embargo el de mayor valor es el enriquecido con harina de sangre y suero de leche S4

Gráfico N°40

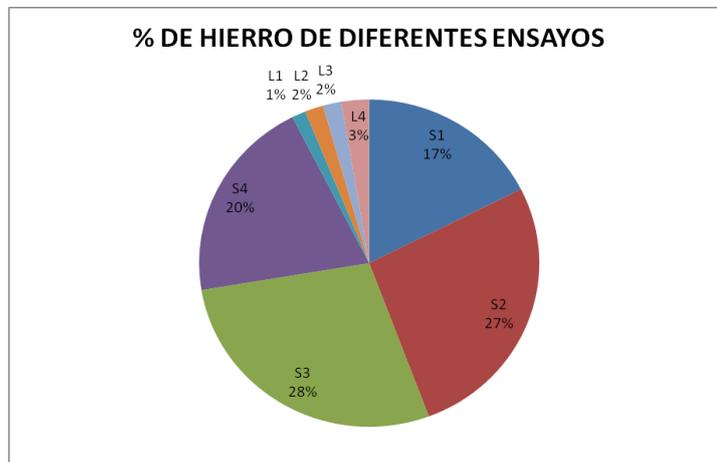


En los ensayos en forma líquida, este elemento tiende a sedimentarse, excepto en la harina de sangre que tiene buena solubilidad.

El magnesio cumple un papel esencial en el proceso de la fotosíntesis porque ocupa la posición central en la clorofila, en el sub producto, el cual lo contiene, aporta a los cultivos, supliendo las deficiencias de este elemento que los suelos generalmente presentan.

Los ensayos que tienen altas cantidades de **hierro** son los obtenidos en forma sólida, especialmente el enriquecido con suero de leche S3.

Gráfico N°41

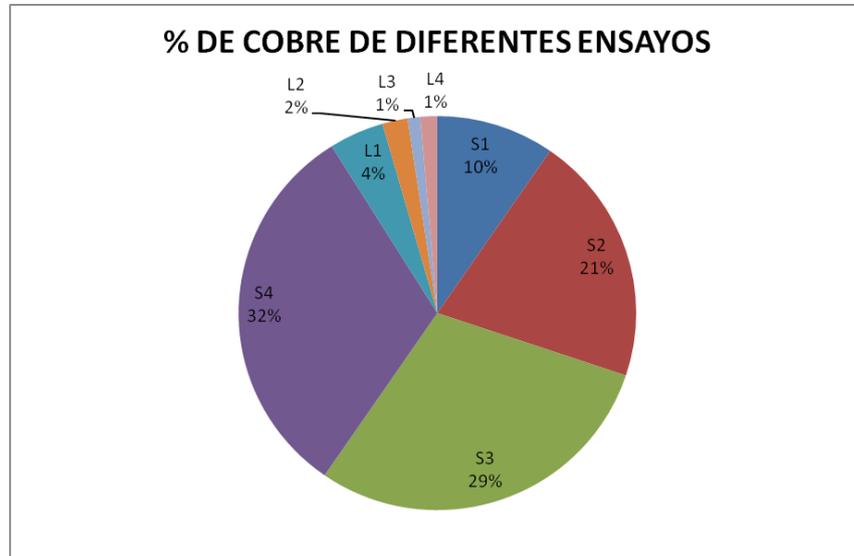


El hierro es un elemento que se sedimenta con facilidad, ya que es muy pesado y tiene una gran densidad, es un material que al moverse genera un campo magnético, pues su núcleo tiene alta energía de enlace por nucleón (separar del núcleo un neutrón o un protón). El Fe, utiliza como matriz para alojar otros elementos metálicos como no metálicos, en su estado ordinario (sólido ferromagnético) y tiene baja solubilidad, consecuencia de esto el metal se sedimentó con facilidad en todos los ensayos de forma líquida.

Es un elemento que al integrarlo a los suelos mediante el sub-producto, los cultivos lo absorben y desempeñan un papel importante en la formación de la clorofila en los cultivos, también es indispensable en la respiración de las plantas.

La proporción de **cobre** en los ensayos de forma sólida es mayor, especialmente en el enriquecido con harina de sangre y suero S4.

Gráfico N°42

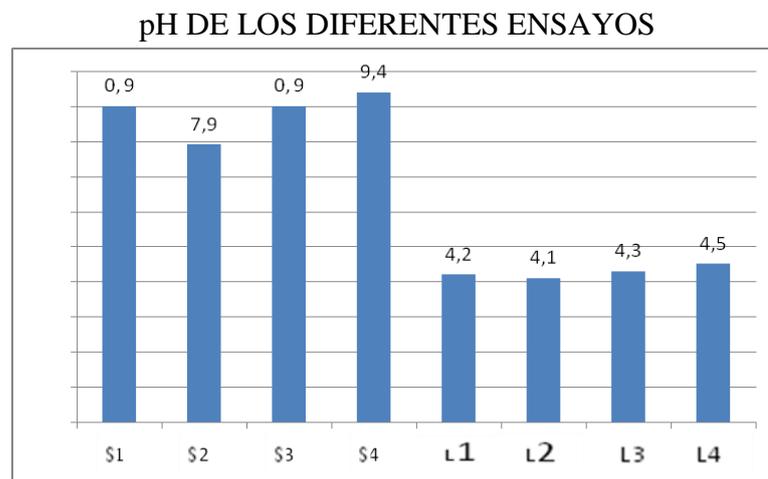


Al igual que el hierro para los ensayos en forma líquida se sedimentó este elemento.

Es un elemento que al integrarlo al suelo con la aplicación del sub-producto, cumple con un papel importante, pues los cultivos al tomarlo, desarrollan normalmente de su ciclo.

Como podemos observar en el gráfico, los pH de los ensayos 1, 2, 3, y 4 tienen valores correspondientes a alcalinidad, esto se debe a que para este tipo de ensayos se adicionó cal, la cual tiene un pH muy alcalino y no existe fermentación, mientras que los obtenidos en forma líquida, tienen

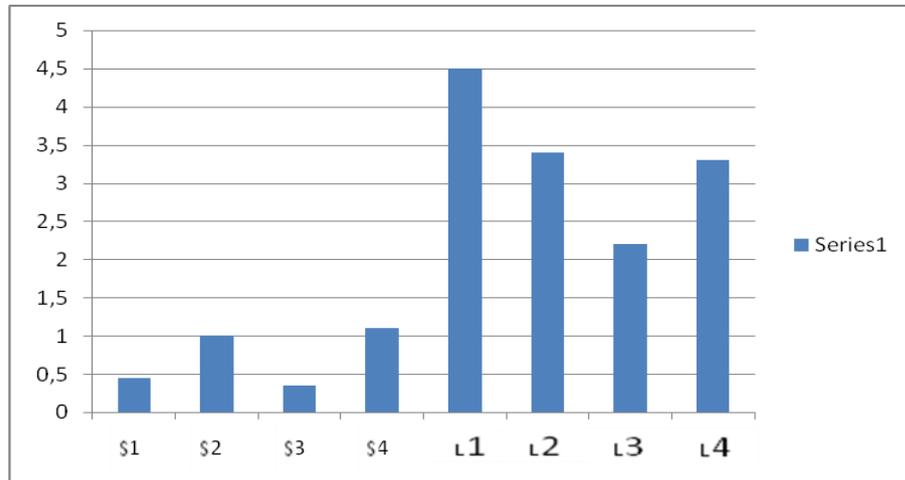
Gráfico N°43



pH ácidos, esto se debe a que se produjo una fermentación y por ende una acidificación, también es una de las causas por las que se bloquearon algunos elementos.

Gráfico N°44

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mmhos/cm)

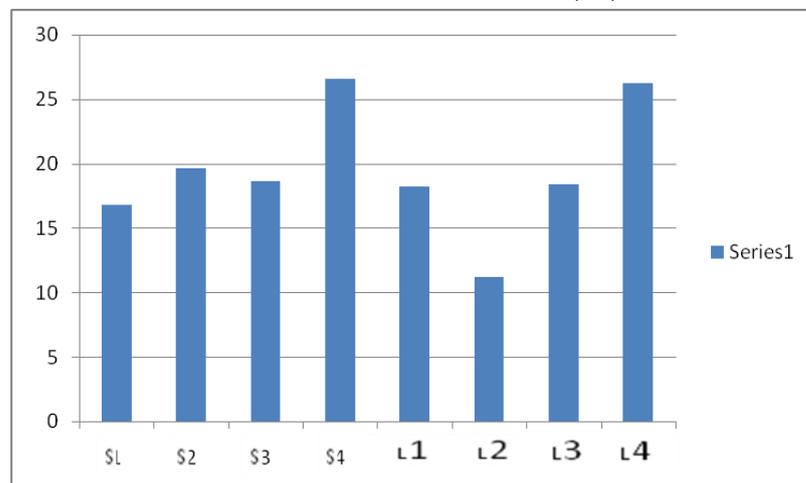


Los valores de la conductividad eléctrica miden el grado de salinidad del producto, (Cuadro N°3) y en los ensayos obtenidos en la forma sólida S1, S2, S3, S4, manifestando que no es un producto salino, sin embargo los obtenidos en forma líquida son ligeramente salinos, excepto el L1 quien es moderadamente salino.

Es un buen indicador puesto que estos productos si pueden aportar a las plantas gran cantidad de nutrientes los cuales son de fácil absorción.

Gráfico N°45

MATERIA ORGÁNICA (%)



Todos los ensayos tienen valores altos de materia orgánica, pues es lógico en vista de que se obtiene un producto reconstituyente de suelos a partir de desechos de materia orgánica, y se puede notar que en los S4 "4" y L4 "8" tienen los mayores valores en vista de que se agregaron los 2 enriquecedores al mismo tiempo, superando siempre los de forma sólida, en vista de que la materia orgánica se sedimenta aunque sea en mínimas cantidades.

Contienen, una baja relación C:N pues el producto es elaborado a partir de desechos de frutas, lo cual ayudó a que se tenga una descomposición adecuada de los diferentes agentes de elaboración, y no exista una disminución de actividad biológica.

- ❖ Se redujo la contaminación por desperdicios en un 95%.
- ❖ Se determinó que el costo para producir cada ensayo es el siguiente:

CUADRO N°26

Costos de los diferentes ensayos (*).

ENSAYO	CANTIDAD Y COSTO PARA PRODUCIR 1 VEZ		CANTIDAD Y COSTO PARA PRODUCIR CONSTANTEMENTE AL MES	
	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad
S1	7.83	43 Kg	163.69	387 Kg/mes
S2	13.45	58 Kg	180.56	522 Kg/mes
S3	9.35	43 Kg	164.59	387 Kg/mes
S4	14.95	58 Kg	181.46	522 Kg/mes
L1	4.25	20 L	147.77	240 L/mes
L2	5.375	20 L	151.15	240 L/mes
L3	5.25	20 L	148.37	240 L/mes
L4	6.375	20 L	151.75	240 L/mes

- (*) Costos de producción que intervienen en la elaboración del sub producto: Mano de obra, materia prima, gastos de fabricación, depreciación, transporte, arriendo, lubricantes y repuestos, etc.

Por ejemplo para determinar los costos del ensayo S4 y producir una vez se calculó de acuerdo a las cantidades de los insumos utilizados multiplicadas por sus respectivos costos: 5 Kg de cal a 0.22 \$ c/u, mas 3Kg de carbón a 0.41\$ c/u, mas 15 Kg de harina de sangre a 0.375\$ c/u, mas 15 litros de suero de leche a 0.1\$ c/u, mas 1 Kg de levadura a 2.50, mas 4 litros de melaza a 0.75\$ c/u dan un total de 14.95\$, mientras que para producir constantemente, se utilizan diferentes cantidades proporcionales de cada componente: cal 45Kg, carbón 27Kg, levadura 6Kg, melaza 36 litros, harina de sangre 135 Kg, y suero 135 litros, los precios unitarios son los mismos y se procede de la misma manera, obteniendo un costo total de 127.09\$ por mes.

- ❖ Comparación del sub producto con otros productos existentes en el mercado.

CUADRO N° 27

Tabla comparativa de elementos (*)

ELEMENTOS	SUB PRODUCTO (S4)	POW HUMUS	HUMUS
N	1.68%	0.9%	0.90%
P	0.20%	0.1%	0.38%
K	0.28%	14.7%	0.27%
Ca	0.28%	0.45%	11.27%
Mg	0.98%	0.1%	1.06%
Fe	0.046%	9.42mg/kg	1005ppm
Cu	0.092%	14.6 mg/kg	0.159ppm
pH	9.4	9 - 10.5	8.56
C.E.	1.1	-	20
M.O.	26.6%	81.9%	33.76%
C/N	9:1	51:1	14.1

FUENTE:DBA- Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry - DAVIAGRO
ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Laboratorio de Suelos. Análisis físico-químico

(*) Valores de elementos asimilables para las plantas

❖ Aplicación del sub producto en cultivo de rábano.

Se aplicaron los 8 sub productos reconstituyentes de suelos obtenidos, en nueve tratamientos de cultivo de rábano:

Cuatro para los de forma sólida y 4 para los de forma líquida, cada uno con 3 repeticiones, y un tratamiento testigo al que no se le aplicó ningún producto reconstituyente de suelos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la producción con cada uno de los tratamientos:

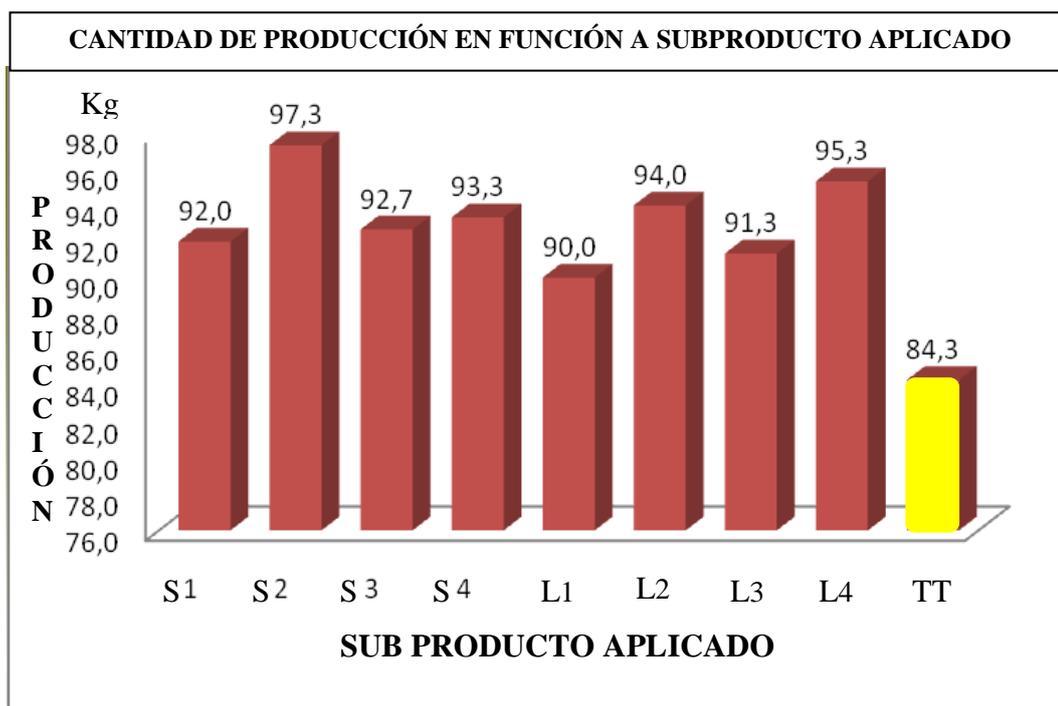
CUADRO N° 28

Tabla de resultados de producción de rábano en cada tratamiento

SUB PRODUCTO APLICADO	PRODUCCIÓN TR1 (Kg/m²)	PRODUCCIÓN TR2 (Kg/m²)	PRODUCCIÓN TR3 (Kg/m²)	PRODUCCIÓN TOTAL (Kg/m²)
S1 PURO	92 /25	91 /25	93 /25	92,0 /25
S2 HARINA	98 /25	95 /25	99 /25	97,3 /25
S3 SUERO	92 /25	93 /25	93 /25	92,7 /25
S4 HARINA-SUERO	93 /25	94 /25	93 /25	93,3 /25
L1 PURO	90 /25	89 /25	91 /25	90,0 /25
L2 HARINA	93 /25	95 /25	94 /25	94,0 /25
L3 SUERO	90 /25	93 /25	91 /25	91,3 /25
L4 HARINA-SUERO	94 /25	97 /25	95 /25	95,3 /25
TT Ninguno	85 /25	82 /25	86 /25	84,3 /25

Fuente: El autor

Gráfico N°46



Se aplicaron las siguientes dosis:

Con el sub producto en forma sólida (S1, S2, S3, S4) se empleó 10 Kg de cada uno por cada repetición dando un total de 30 Kg.

Con el sub producto en forma líquida (L1, L2, L3, L4) se empleó 2L de cada uno disuelto en 15 L de agua por cada repetición dando un total de 6 L.

Al tratamiento testigo no se le aplicó ningún enriquecedor de suelos.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- 1.** Se logró establecer la cantidad de desperdicios diarios y determinar la capacidad del diseño para la obtención del sub producto en forma apropiada y optimizar todos los recursos en lograr una transformación diaria de desperdicios.
- 2.** Se determinó la capacidad para procesar los desperdicios de frutas con diferentes formulaciones a base de enriquecedores del sub producto.
- 3.** Los desperdicios orgánicos son sometidos a un tratamiento para transformarlos en sub producto, que puede integrarse en la producción agrícola como un abono de alta calidad para la recuperación de la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas.
- 4.** Todos los valores de los diferentes compuestos en los ensayos transformados en sub producto, superan en cantidades exorbitantes a los valores obtenidos con los desperdicios deshidratados y triturados únicamente, lo cual da la pauta de que sí es necesario enriquecerlos para obtener mejores resultados finales.
- 5.** Tanto el suero como la harina de sangre sí enriquecieron el sub producto final, ya que los valores del sub producto obtenidos en los ensayos S1 y L1 puro, sin adición de suero ni harina de sangre, siempre obtuvieron valores menores en los diferentes elementos analizados en el laboratorio, comparado con los que sí se les enriqueció. (Cuadro N° 24).
- 6.** Se observa una desaparición de moscas y malos olores en el área de depósito de desperdicios los cuales ya no afectaron al área de proceso, ya

que se pudo clasificar la basura para depositarla en sitios destinados para la misma.

- 7.** Los costos de los ensayos en los cuales intervinieron elementos como (Levadura de panificación, melaza de caña, cal, carbón y enriquecedores de obtención, harina de sangre y suero de leche) en la obtención del sub producto, son menos económicos, comparados con los ensayos a los que no se les adicionó ningún enriquecedor, (S1 y L1).
- 8.** Con la obtención del producto reconstituyente de suelos, en el cuadro N° 25 se comparan los beneficios que brinda la transformación de desperdicios, siendo estos convenientes en todos los parámetros analizados.
- 9.** Los elementos del sub-producto comparados con los de los otros elementos orgánicos existentes en el mercado, tienen valores excelentes, (cuadro N°27) por cuanto pueden ser aplicados en los diferentes tipos de suelos en la región.
- 10.** El sub producto que presentó mejores resultados en la producción de rábano fue el S2 con 97.3 Kg de producción.

5.2. RECOMENDACIONES

- 1.** En la elaboración del producto en forma sólida se propone realizar volteos para mezclar los elementos constantemente 2 veces por día durante 1 mes.
- 2.** Para la obtención del producto en forma líquida se aconseja mantener en reposo y bajo sombra los baldes, para ayudar a la sedimentación y a que actúen los elementos.
- 3.** Se debe tomar en cuenta la demanda del tipo de sub producto que requieren los suelos para adoptar la forma más apropiada de integrarlo y de esta manera ajustar el tipo de preparación con las diferentes formulaciones.
- 4.** El sistema de cuatro camas no es el óptimo para procesar la cantidad de desperdicios que se genera cada mes, se tiene que modificar el sistema para utilizar en forma alternada y constante los espacios destinados a cada cama en el caso de que se quiera obtener el producto en forma sólida.
- 5.** Se recomienda tener cubetas plásticas de diversos colores para depositar los diferentes desperdicios o basura que se genera en la planta y evitar la pérdida de la materia prima al tiempo de clasificarla, retirando la materia extraña para la obtención del sub producto reconstituyente de los suelos.
- 6.** Es necesario tener un manejo adecuado de agentes contaminantes al medio ambiente, como por ejemplo, fundas plásticas, guantes, mascarillas, y materiales que genera la planta en las diferentes áreas.
- 7.** Utilizar proporcionalmente los diferentes elementos de obtención del sub producto, para que no alteren los resultados en su elaboración constante.

- 8.** Continuar produciendo y probando los diferentes sub productos obtenidos con otros cultivos.

6.3. BIBLIOGRAFÍA

GENERAL

1. <http://www.sagan-gea.org>.
2. <http://enciclopedia.us.es/index.php/Fruta>
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>
4. <http://es.wikipedia.org/wiki/Bioles>
5. <http://resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
6. <http://es.wikipedia.org/wiki/Biofertilizante>
7. <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
8. http://www.molinoscoloidales.com.ar/es/aplicaciones/pulpa_de_frutas.htm

ESPECÍFICA

9. AMBIENTALNATURAL. (2002). “La Ciencia Del Compostaje”.
<http://www.ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=The-Science-of-Composting>
10. AUBERT, C.(1998).”El huerto biológico”.Barcelona. 252 pp “evaluacion del efecto de microorganismos efectivos (EM) en el compostaje.”
<http://famac.www7.50megs.com/cal.html>
11. BEJARANO HANA DELIA. “Frutales de clima frío moderado”. guía. ediciones libertaria. Colombia 2001. 79 páginas.
12. BIBLIOTECA DEL CAMPO. MANUAL AGROPECUARIO. “Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente”. limerin sa. colombia 2004. 1071páginas.
13. CANTO.(1980)” Pulpa de fruta seca”
<http://www.hoy.com.ec/pulpa-de-fruta-seca-afianza-en-el-mercado-313062.html>
14. DARWINNET. “Naturaleza y cultura internacional” .198.pdf
<http://www.avocadosource.com/WAC6/es/Extenso>.
15. DEAN M. AKIYAMA PT. “Revision sobre fertilizantes y cal” Japfa Cemfeed Indonesia Tbk. JI.H.R. Moch.
<http://famac.www7.50megs.com/cal.html>

16. DESHPANDE Y SALUNKE. OEA, 1978;, 1982.
17. GOLUEKE (1972). “Como preparar abono”
http://www.inta.gov.ar/Santacruz/info/documentos/agri/horti/como_preparar_abono.htm
18. HEBBEL SCHMDIT, (1986) 790p.php..<http://es.foodlexicon.org/.php>
19. ISO 10390:1994(E). Soil quality. Determination of pH.
20. JERZY WEBER
(2005).http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
21. KAHN (1987). <http://www.fao.org/ag/aGL/agll7.htm>
22. MODLER H.W. (1987). “Composición media de lactosuero” Boletín FIL n° 212, 11-124 <http://html.rincondelvago.com/composta.html>
23. NIGOUL MARTIN.(2006) “Función de la materia orgánica en el suelo”
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>
24. NEEMAN (1970)
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=140>
25. PANIAGUA G.(1994). “Horticultura orgánica”. Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos organicos
<http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/.pdf>
26. RAMÍREZ CASTILLO MARÍA LETICIA “Ciencia y cultura elementos”.
<http://www.elementos.buap.mx/num73/hm/27.htm>
27. RODRÍGUEZ, M (1994). “Horticultura orgánica”. Costa Rica, Serie No.1, Vol.2, 7p. Producción de abonos organicos.
<http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/.pdf>
28. SAGAN.(2007) “pH y los elementos en el crecimiento de las plantas” p13.
<http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/13hoja.html>
29. SUQUILANDA VALDIVIESO MANUEL B. “Elaboración de abonos orgánicos”. cartilla divulgativa número 7. print y promo.Ecuador 2002.13 p.
30. TRAPANI VICENTE.”Manejo de residuos sólidos”
http://www.vicentetrapani.com/gest_amb/Informe%2520Residuos.html

31. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (1996). "Soil survey laboratory methods manual". Soil Survey Investigations Report N° 42. Version 3.0. Washington DC, USA, 693p
32. UNIVERSIDAD NACIONAL "Escuela de Ciencias Agrarias Reporte de laboratorio de Edafología Conductividad y Contenido de sales en el suelo".
<http://html.rincondelvago.com/conductividad-electrica-del-suelo.html>
33. VALENCIA ELIZABETH DENICIA.(2007). "Ciencia y cultura elementos".
<http://www.elementos.buap.mx/num73/hm/27.htm>

ANEXOS

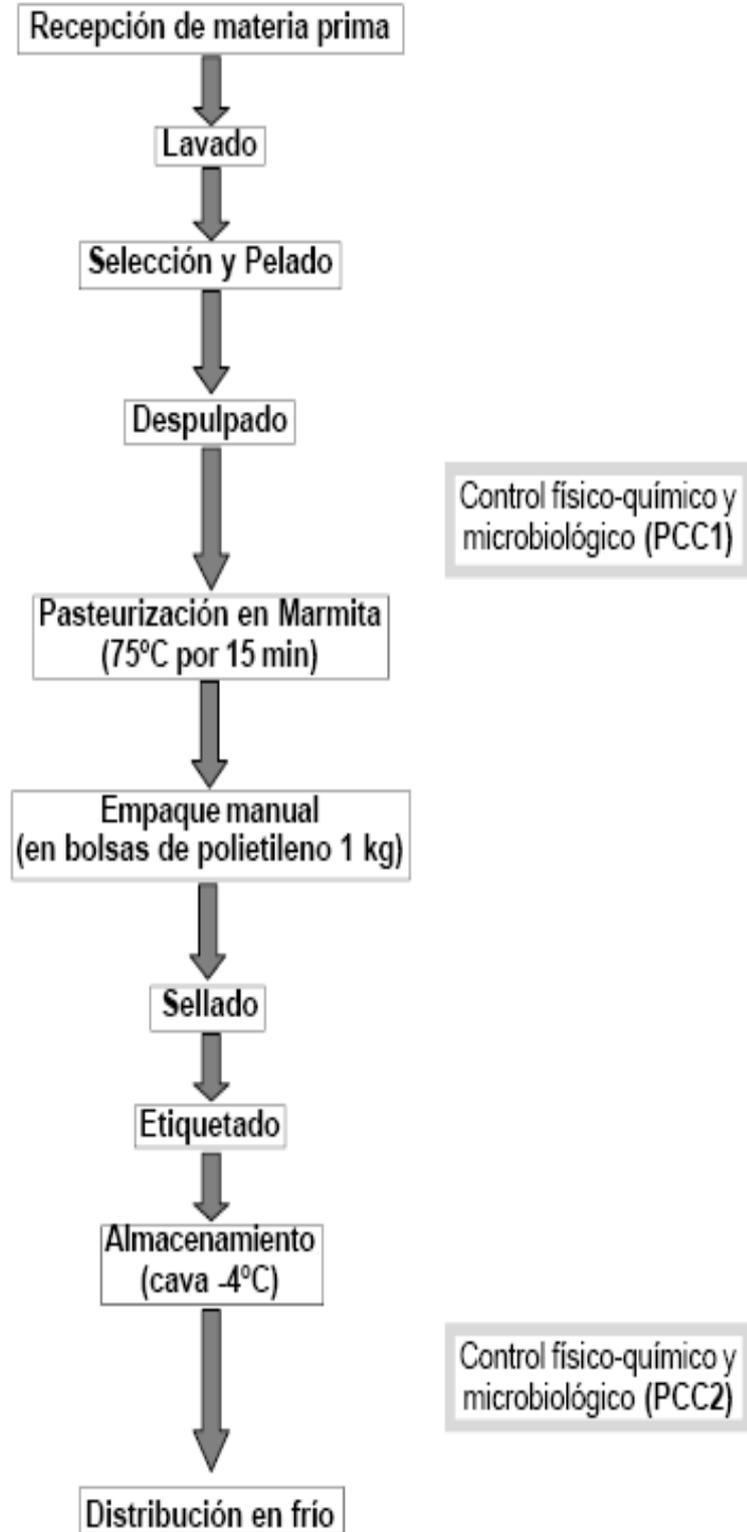
ANEXO 1

NOMENCLATURA DE SIMBOLOGÍA DE LOS DIFERENTES ENSAYOS

OBTENCIÓN DEL SUB PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS	
S1	Sub producto obtenido en forma sólida, puro sin enriquecedores.
S2	Sub producto obtenido en forma sólida, enriquecido con harina de sangre.
S3	Sub producto obtenido en forma sólida, enriquecido con suero de leche.
S4	Sub producto obtenido en forma sólida, enriquecido con harina de sangre y suero de leche.
L1	Sub producto obtenido en forma líquida, puro sin enriquecedores.
L2	Sub producto obtenido en forma líquida, enriquecido con harina de sangre.
L3	Sub producto obtenido en forma líquida, enriquecido con suero de leche.
L4	Sub producto obtenido en forma líquida, enriquecido con harina de sangre y suero de leche.
REPETICIONES DE TRATAMIENTOS EN SIEMBRA DE RÁBANO	
TR1	Tratamiento de siembra de rábano, primera repetición.
TR2	Tratamiento de siembra de rábano, segunda repetición.
TR3	Tratamiento de siembra de rábano, tercera repetición.
TT	Tratamiento testigo.

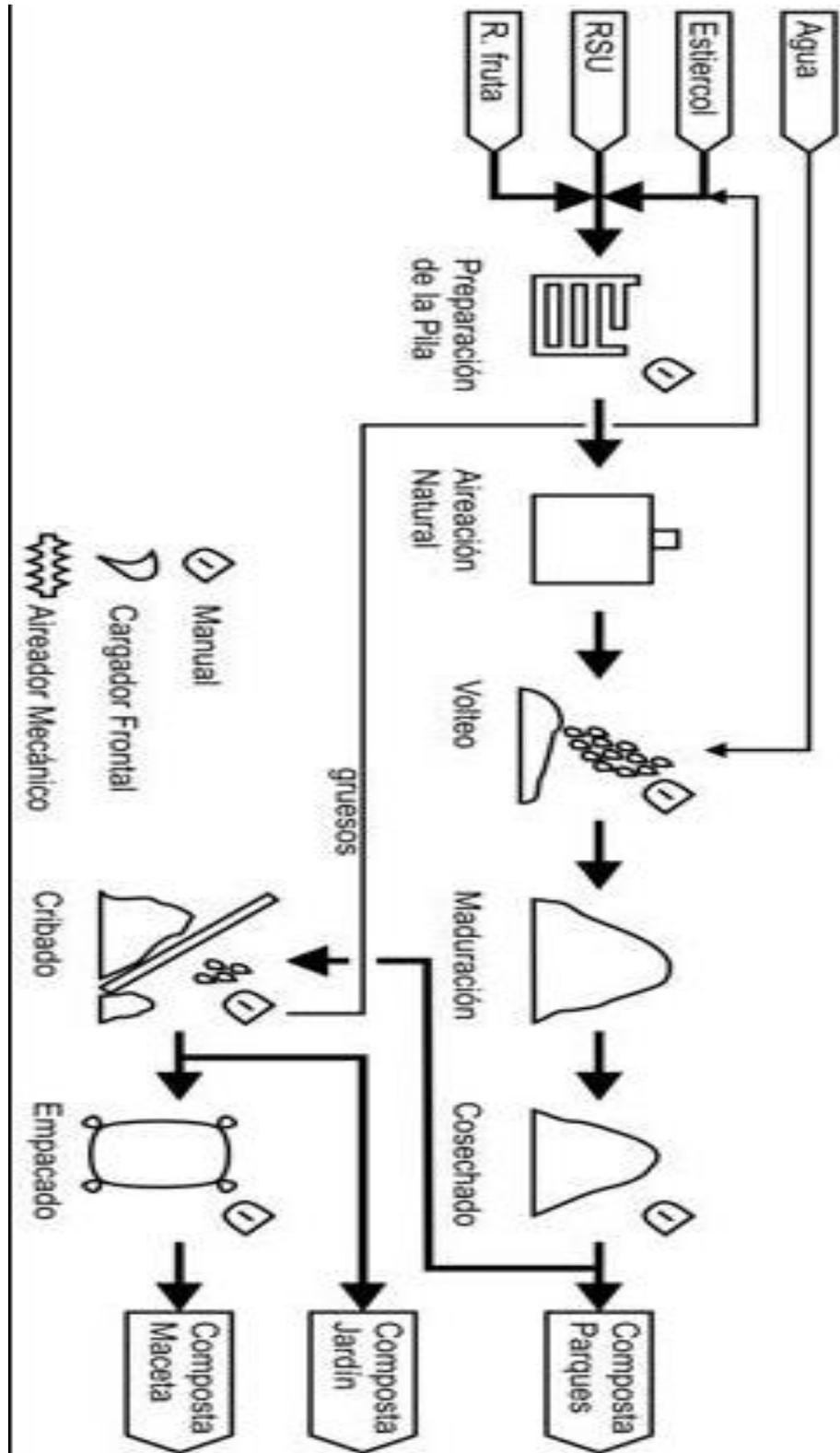
ANEXO 2

DIAGRAMA DE PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTAS



ANEXO 3

DIAGRAMA DE OBTENCIÓN DE PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS A MANERA DE COMPOST



ANEXO 4

RESULTADO DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS DE DESPERDICIOS SECOS

 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR	 ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 0152
ST: 10 - 0005 ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

Nombre Peticionario: Sr. Luis Arboleda
Atn.: -
Dirección: San Luis, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 04 de Febrero del 2010
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2010 / 02 / 02 - 18:00
FECHA DE MUESTREO: 2010 / 01 / 14 - 09:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2010 / 02 / 02 - 2009 / 02 / 04
TIPO DE MUESTRA: Desechos de Pulpa de Frutas
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-F 13-10
CÓDIGO DE LA EMPRESA: M.G.
PUNTO DE MUESTREO: San Luis
ANÁLISIS SOLICITADO: Macro y Micro Elementos, pH, CE, C⁻N
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Luis Arboleda
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 24.0 °C. T mín.: 19.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*N	PEE/LAB-CESTTA/22 Kjeldhal	%	1,53	-	-
*K asimilable	PEE/LAB-CESTTA/22 Absorción atómica	mg/Kg	2827,00	-	-
*P asimilable	PEE/LAB-CESTTA/38 Espectrofotométrico	mg/Kg	335,00	-	-
*Ca asimilable	PEE/LAB-CESTTA/36 Absorción atómica	mg/Kg	2249,50	-	-
*Mg asimilable	PEE/LAB-CESTTA/37 Absorción atómica	mg/Kg	2836,25	-	-
*Zn asimilable	PEE/LAB-CESTTA/37 Absorción atómica	mg/Kg	14,83	-	-
*Fe asimilable	PEE/LAB-CESTTA/37 Absorción atómica	mg/Kg	36,99	-	-
*Cu asimilable	PEE/LAB-CESTTA/25 Absorción atómica	mg/Kg	3,06	-	-
*Mn asimilable	PEE /LAB-CESTTA/92 Absorción atómica	mg/Kg	9,27	-	-
*Conductividad Eléctrica	PEE /LAB-CESTTA/85 Conductimétrico	µS/cm	577	-	-
*pH	PEE /LAB-CESTTA/39 Potenciométrico	Unidades de pH	4,85	-	-
*Relación Carbono Nitrógeno	-	-	33,82	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los datos de ensayo
MC2201-05

Página 1 de 2



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS
Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS
Panamericana Sur Km. 1½
Teléfono: (03) 2 998232
RIOBAMBA - ECUADOR



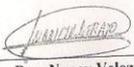
OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO 5

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE SUELOS EN DONDE SE ANALIZÓ EL PRODUCTO RECONSTITUYENTE DE SUELOS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 LABORATORIO DE SUELOS
 Nombre del remitente: Luis F. Arboleda
 Fecha de ingreso: 31/05/2010
 Fecha de salida: 11/06/2010

Localización: San Luis
 Nombre de la granja: Parroquia
 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS
 Riobamba Cantón
 Chimborazo Provincia

No.	Identificación	pH	C.E (mmhos/cm)	M.O. (%)	Relac. C/N	Elementos Totales (%)										ppm	
						N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu					
206	T1(abono)	9.4 Alc.	1.1	26.6	9:1	1.68	0.20	0.28	0.28	0.98	460	920.0					
207	T2(abono)	7.9 Alc.	1.0	19.6	1:1	8.26	0.14	0.23	0.56	0.66	610	600.0					
208	T3(abono)	9.0 Alc.	0.35	18.6	9:1	1.20	0.09	0.37	0.28	0.58	640	860.0					
209	T4(abono)	9.0 Alc.	0.45	16.8	9:1	1.04	0.09	0.36	0.20	0.64	400	280.0					
210	M1(biol)	4.2 Ac.	4.5	18.2	9:1	1.15	1.59	0.04	0.03	0.09	30.0	132.5					
211	M2(biol)	4.3 Ac.	2.2	18.4	6:1	1.70	1.63	0.10	0.04	0.03	35.0	25					
212	M3(biol)	4.1 Ac.	3.4	11.2	25:1	0.26	1.16	0.12	0.11	0.08	37.5	55					
213	M4(biol)	4.5 Ac.	3.3	26.2	46:1	0.33	1.27	0.12	0.01	0.02	63.8	37.5					

CODIGO	
Ac. Ácido	A: alto
L.Ac. Ligeramente Ácido	M: medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

Ing. Mario E. Pachacama
 DIRECTOR DPTO. SUELO

Ing. Elizabeth Pachacama
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ANEXO 6

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA SIEMBRA DE RÁBANO (*Raphanus sativus*).

1. Ubicación

Provincia: Chimborazo
Cantón: Riobamba
Parroquia: San Luis

2. Características geográficas ¹

Altitud: 2750 msnm.
Latitud: 01° 38' s
Longitud: 78° 40' w

3. Características ecológicas

Según HOLDRIGE (1982), la zona corresponde a estepa espinosa, Montano Bajo. (ee- MB).

4. Características climatológicas ²

Temperatura media anual: 18.08° C
Humedad relativa: 63,5%
Precipitación media anual: 520.2 mm

5. Características físicas del suelo

Textura: Franco – arcilloso
Estructura: Suelta
Topografía: Plana.

¹ Instituto Geográfico Militar. 1999

² Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 1999.

ANEXO 7

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DONDE SE DESARROLLÓ LA SIEMBRA DE RÁBANO (*Raphanus sativus*).

ELEMENTOS	RESULTADO	CONDICIÓN
Nitrógeno (N)	NH ₄ : 23.00 ppm	(Bajo)
	NO ₃ : 67.00 ppm	(Bajo)
Fósforo (P)	128.00 ppm	(Exceso)
Potasio (K)	18.37 meq/100ml	(Alto)
Mat.Org (M.O.)	1.98%	(Bajo)
pH	7.30	(Prácticamente neutro)
Conduc. Eléctr. (C.E.)	1.42 mhos/cm	(Medio)

Fuente: AGROBIOLAB – GRUPO CLINICA AGRÍCOLA.

ANEXO 8

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL CON RÁBANO.

Número de tratamientos:	9
Número de repeticiones:	3
Número total de unidades experimentales:	27
Forma de las parcelas:	Cuadradas
Área total:	675 m ²
Área para cada repetición:	25 m ²
Área para cada tratamiento:	75 m ²
Distancia de siembra entre plantas:	Chorro continuo (con un raleo de 10 cm)
Distancia de siembra entre hileras	35 cm
Distancia entre parcelas	1m

ANEXO 9

FOTOGRAFÍAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO SIEMBRA, DE RÁBANO



ANEXO 10

COSTOS DE PRODUCCION MENSUAL DEL SUB PRODUCTO

Costos de producción por mes	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Mano de obra	20 horas	1,36 \$/hora	27,2
Materia prima			
Suero de leche	45 L	0.02	0,9
Harina de sangre	45 Kg	0.375	16,87
Cal	5 Kg	0.22	1,1
Carbón	27 Kg	0.41	11,07
Levadura de panadería	3 Kg	2.50	7,5
Melaza de caña	12 L	0.75	9
Sub Total			46,44
Gastos de fabricación			
Servicios básicos			
Luz	700 Kw/hora	0,1	70
Agua	5000 m3		2
Teléfono			0
Sub Total			72,00
Maquinaria			2000
Gavetas	5	10	50
Palas	1	7	7
Baldes	4	3	12
Rastrillo	5	1	5
Depreciación			22,82
Lubricantes y repuestos		20	3
Transpote			5
Arriendo		5	5
Total			181,46