



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO A ESCALA INDUSTRIAL PARA LA  
OBTENCIÓN DE UN FERTILIZANTE BIODEGRADABLE A  
PARTIR DEL LACTOSUERO”**

**TIPO DE TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTOS TÉCNICOS**

**Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:  
INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: BARRERA DELGADO VICTOR HUGO**

**TUTORA: Ing. MABEL PARADA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**-2017-**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: el presente trabajo técnico de **“DISEÑO DE UN PROCESO A ESCALA INDUSTRIAL PARA LA OBTENCION DE UN FERTILIZANTE BIODEGRADABLE A PARTIR DEL LACTOSUERO”** de responsabilidad del señor Víctor Hugo Barrera Delgado ha sido revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada así su presentación.

Ing. Mabel Parada .....

**DIRECTORA DEL TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

Ing. Hannibal Brito .....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Yo, Víctor Hugo Barrera Delgado, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 17 de Marzo del 2017

Víctor Hugo Barrera Delgado

180417186-4

“Yo, Víctor Hugo Barrera Delgado, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

---

VÍCTOR HUGO BARRERA DELGADO

## TABLA DE CONTENIDOS

	Páginas
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. DIAGNOSTICO Y DEFINICION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Identificación del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Línea base del pproyecto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. Antecedentes de la Empresa .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. Marco Conceptual.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2.1. Lácteos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2.2. Fertilizantes. ....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2.3. Fermentación. ....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2.4. Bioreactor. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.2.5. Curvas de crecimiento microbiano. ....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.2.6. Diseño. ....</b>	<b>12</b>
<b>1.4. Beneficiarios directos e indirectos .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.1. Beneficiarios Directos.....</b>	<b>21</b>

<b>1.4.2. Beneficiarios Indirectos .....</b>	<b>21</b>
--	-----------

## **CAPITULO II**

<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
--------------------------	-----------

<b>2.1. General.....</b>	<b>22</b>
--------------------------	-----------

<b>2.2. Específicos.....</b>	<b>22</b>
------------------------------	-----------

## **CAPITULO III**

<b>3. ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>23</b>
---------------------------------	-----------

<b>3.1. Localización del proyecto. ....</b>	<b>23</b>
---	-----------

<b>3.2. Ingeniería del proyecto. ....</b>	<b>25</b>
---	-----------

<b>3.2.1. Tipo de estudio.....</b>	<b>25</b>
------------------------------------	-----------

<b>3.2.2. Toma de Muestras .....</b>	<b>26</b>
--------------------------------------	-----------

<b>3.2.3. Métodos y Técnicas .....</b>	<b>27</b>
--	-----------

<b>3.2.3.1. Métodos .....</b>	<b>27</b>
-------------------------------	-----------

<b>3.2.3.2. Técnicas .....</b>	<b>28</b>
--------------------------------	-----------

<b>3.2.4. Resultados de la caracterización del lactosuero.....</b>	<b>36</b>
--	-----------

<b>3.2.5. Selección de la materia prima.....</b>	<b>38</b>
--	-----------

<b>3.2.6. Procedimiento a nivel del laboratorio. ....</b>	<b>39</b>
---	-----------

<b>3.2.6.1. Técnica. ....</b>	<b>39</b>
-------------------------------	-----------

<b>3.2.7. Variables del proceso. ....</b>	<b>41</b>
---	-----------

<b>3.2.7.1. Temperatura.....</b>	<b>42</b>
----------------------------------	-----------

<b>3.2.7.2. PH. ....</b>	<b>42</b>
--------------------------	-----------

3.2.7.3.	<i>Aireación</i> .....	43
3.2.7.4.	<i>Concentración inicial de azúcares</i> .....	44
3.2.7.5.	<i>Humedad</i> .....	45
<b>3.2.8.</b>	<b><i>Curva de crecimiento microbiano</i></b> .....	<b>46</b>
<b>3.2.9.</b>	<b><i>Validación del proceso</i></b> .....	<b>47</b>
3.2.8.1.	<i>Pruebas de ensayo</i> .....	47
3.2.8.2.	<i>Análisis químico del biofertilizante</i> .....	55
3.2.8.3.	<i>Análisis microbiológicos del biofertilizante</i> .....	56
<b>3.3.</b>	<b><i>Procesos de producción</i></b> .....	<b>58</b>
<b>3.3.1.</b>	<b><i>Materia prima, insumos, aditivos y reactivos</i></b> .....	<b>58</b>
3.3.1.1.	<i>Materia Prima</i> .....	58
3.3.1.2.	<i>Insumos</i> .....	58
3.3.1.3.	<i>Aditivos</i> .....	59
3.3.1.4.	<i>Reactivos</i> .....	59
<b>3.3.2.</b>	<b><i>Diagrama del Proceso</i></b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.3.</b>	<b><i>Descripción del proceso para la obtención del biofertilizante</i></b> .....	<b>61</b>
<b>3.3.4.</b>	<b><i>Cálculos de Ingeniería</i></b> .....	<b>64</b>
3.3.4.1.	<i>Datos adicionales</i> .....	64
3.3.4.2.	<i>Cálculos para dimensionar un bioreactor</i> .....	64
3.3.4.4.	<i>Balance de masa</i> .....	67
3.3.4.5.	<i>Balance de energía</i> .....	67

<b>3.3.6.</b>	<b><i>Distribución y diseño de la planta</i></b> .....	<b>69</b>
3.3.6.1.	<i>Descripción de las áreas de la planta productora de biofertilizante</i> .....	69
3.3.6.2.	<i>Descripción grafica de las áreas de la planta productora de biofertilizante</i> .....	70
3.3.6.3.	<i>Distribución grafica de envasado de botellas</i> .....	70
<b>3.5.</b>	<b>Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.</b> .....	<b>71</b>
<b>3.5.1.</b>	<b><i>Equipos para el proceso</i></b> .....	<b>71</b>
3.5.1.1.	<i>Bioreactor</i> .....	72
3.5.1.2.	<i>Caldero</i> .....	72
3.5.1.3.	<i>Equipo de filtración.</i> .....	73
3.5.1.4.	<i>Embotelladora</i> .....	74
3.5.1.5.	<i>Barril contenedor</i> .....	75
3.5.1.6.	<i>Taponador de botellas.</i> .....	76
<b>3.5.2.</b>	<b><i>Equipos para controlar la calidad del proceso</i></b> .....	<b>76</b>
<b>3.6.</b>	<b>Análisis de costo/beneficio del proyecto.</b> .....	<b>78</b>
<b>3.6.1.</b>	<b><i>Análisis de costo de la materia prima e insumos</i></b> .....	<b>78</b>
<b>3.6.2.</b>	<b><i>Análisis de costos de equipos e instrumentos de laboratorio</i></b> .....	<b>80</b>
<b>3.6.3.</b>	<b><i>Análisis de costos de producción</i></b> .....	<b>81</b>
3.6.3.1.	<i>Análisis de costo para la implementación de una planta de biofertilizante.</i> .....	81
3.6.3.2.	<i>Análisis de costo de producción del biofertilizante.</i> .....	81
<b>3.7.</b>	<b>Cronograma de ejecución del proyecto.</b> .....	<b>84</b>



<b>ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

	Páginas
<b>Tabla 1-1</b> Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero .....	6
<b>Tabla 2-1</b> Porcentaje de los componentes presentes en el suero ácido .....	6
<b>Tabla 3-1</b> Principales semejanzas y diferencias entre fertilizantes orgánicos y artificiales.....	8
<b>Tabla 4-3</b> Características Geográficas del Cantón Chambo .....	23
<b>Tabla 5-3</b> Ubicación georeferencial de la planta productora de quesos “San José” .....	24
<b>Tabla 6-3</b> Toma de muestras para pruebas de caracterización del lactosuero. ....	26
<b>Tabla 7-3</b> Toma de muestras del lactosuero para la elaboración de un Biofertilizante .....	26
<b>Tabla 8-3</b> Determinación de lactosa presente en el suero de leche.....	29
<b>Tabla 9-3</b> Determinación de la proteína presente en el suero de leche .....	30
<b>Tabla 10-3</b> Determinación de la grasa presente en el suero de leche.....	31
<b>Tabla 11-3</b> Determinación de ceniza presente en el suero de leche.....	32
<b>Tabla 12-3</b> Determinación de la acidez titulable del suero de leche.....	33
<b>Tabla 13-3</b> Determinación del PH del suero lácteo .....	34
<b>Tabla 14-3</b> Determinación de los análisis microbiológicos para lactosuero requeridos por la Norma NTE INEN 2594:2011 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 15-3</b> Resultados de la caracterización físico-química del lactosuero.....	36
<b>Tabla 16-3</b> Resultados de la caracterización microbiológica del lactosuero .....	37
<b>Tabla 17-3</b> Determinación del lactosuero como materia prima. ....	39

<b>Tabla 18-3</b>	Efectos al sobrepasar los límites permisibles de temperatura .....	42
<b>Tabla 19-3</b>	Nutrientes que se puede utilizar en el proceso de lacto fermentación. ....	44
<b>Tabla 20-3</b>	Crecimiento microbiano de levaduras lácteas .....	46
<b>Tabla 21-3</b>	Formulaciones de ensayo para la obtención de un biofertilizante .....	49
<b>Tabla 22-3</b>	Análisis químico del biofertilizante.....	49
<b>Tabla 23-3</b>	Formulación para la elaboración de 20 L de un biofertilizante .....	51
<b>Tabla 24-3</b>	Análisis químico del biofertilizante con suero ácido.....	52
<b>Tabla 25-3</b>	Mezcla de componentes para la elaboración de un biofertilizante .....	53
<b>Tabla 26-3</b>	Análisis químico del biofertilizante en base a la formulación definitiva. ....	53
<b>Tabla 27-3</b>	Análisis químico del biofertilizante con suero dulce.....	54
<b>Tabla 28-3</b>	Análisis químico del biofertilizante a partir de lactosuero. ....	55
<b>Tabla 29-3</b>	Comparación de resultados reportados con la norma. ....	57
<b>Tabla 30-3</b>	Componentes utilizados en el proceso de obtención del biofertilizante .....	59
<b>Tabla 31-3</b>	Formulación para la obtención del biofertilizante a escala industrial .....	62
<b>Tabla 32-3</b>	Porcentaje de disolución previo la aplicación de biofertilizante .....	63
<b>Tabla 33-3</b>	Características y descripción de los equipos. ....	71
<b>Tabla 34-3</b>	Características y descripción de equipos de análisis. ....	77
<b>Tabla 35-3</b>	Características y descripción de instrumentos de análisis .....	78
<b>Tabla 36-3</b>	Costos de materia prima, insumos y otros componentes para la elaboración de biofertilizante .....	79
<b>Tabla 37-3</b>	Costos de componentes minerales.....	79

<b>Tabla 38-3</b> Costos de materia prima, insumos y otros componentes para elaboración de un lote de 400 L de biofertilizante .....	79
<b>Tabla 39-3</b> Costos de producción para la elaboración de biofertilizante .....	80
<b>Tabla 40-3</b> Costos de materiales para el control de calidad.....	80
<b>Tabla 41-3</b> Costos de envases para el biofertilizante.....	81
<b>Tabla 42-3</b> Costos de la infraestructura de una planta de producción de biofertilizante. ....	81
<b>Tabla 43-3</b> Costos de implementación de una planta de producción de biofertilizante.....	82
<b>Tabla 44-3</b> Costo de producción mensual de biofertilizante.....	82
<b>Tabla 45-3</b> Costo total de producción mensual de biofertilizante.....	82
<b>Tabla 46-3</b> Costo de venta del biofertilizante .....	83
<b>Tabla 47-3</b> Relación costo-beneficio en la producción del biofertilizante.....	83

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1-3</b>	Vista geográfica del Cantón Chambo.....	24
<b>Figura 2-3</b>	Vista geográfica de la planta productora de quesos “San José” .....	25
<b>Figura 3-3</b>	Diagrama de proceso para la obtención de un biofertilizante del lactosuero .....	60
<b>Figura 4-3</b>	Diagrama de la distribución de envasado de botellas con biofertilizante.....	70
<b>Figura 5-3</b>	Bioreactor de 400 litros de capacidad.....	72
<b>Figura 6-3</b>	Caldero generador de vapor.....	73
<b>Figura 7-3</b>	Equipo de filtración .....	74
<b>Figura 8-3</b>	Embotelladora manual.....	75
<b>Figura 9-3</b>	Barril contenedor de 100 litros de capacidad .....	75
<b>Figura 10-3</b>	Taponador de botellas semiautomático tapa rosca.....	76

## INDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
M	Metros
L	Litros
mL	Mililitros
°Bx:	Grados Brix
G	Gramos
Kg	Kilogramo
Mnsm	Metros sobre el nivel del mar
Ph	Potencial de hidrógeno
NTE	Norma técnica ecuatoriana
ATP	Adenosina trifosfato
NAD	Nicotínamida adenina dinucleótido
HP	Caballo de fuerza
P	Densidad (g/mL)
V	Volumen (mL)
G	Gravedad (m/s <sup>2</sup> )
R	Radio (m)
V	Velocidad (m/s)
<b>μ</b>	Viscosidad (cP)
<b>cP</b>	Centipoise (Pa.s)
Ø <sub>t</sub>	Diámetro de un tanque (m)
H	Altura (m)
<b>N<sub>Re</sub></b>	Numero de Reynolds (adimensional)
K	Constante de agitadores de hélice (adimensional)
P	Potencia (W)
W	Trabajo (J)
T	Tiempo (s)
Qm	Flujo de calor (Kcal/h)
K	Coeficiente de transmisión térmica de material (adimensional)
A	Área (m <sup>2</sup> )
ΔT	Variación de temperatura (°C)

## RESUMEN

Se diseñó de un proceso a escala industrial para obtener de un fertilizante biodegradable a partir del lactosuero, El proyecto se desarrolló en la planta productora de quesos San José ubicada en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo. Se aprovechó los nutrientes del lactosuero como subproducto de la elaboración de quesos y darle un uso práctico por ser considerado un problema para el ambiente. Para ello se seleccionó la materia prima mediante pruebas de caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero, según la norma NTE INEN 2594:2011 para suero de leche en líquido, se identificó las variables y se determinó el proceso para la obtención del fertilizante biodegradable a escala industrial, El diseño del proceso se fundamentó en la realización de cálculos de Ingeniería de operaciones unitarias para el diseño de equipos industriales, para su desarrollo se utilizaron técnicas basados en ensayos experimentales mediante procesos de fermentación anaerobia dentro de un bioreactor casero construido con un contenedor plástico de 20 litros con tapa hermética, manguera, una botella, silicona y alambre. Procurando mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos lácticos y favorecer la eficiencia del proceso. Los resultados del producto obtenido fueron analizados por un laboratorio abalizado “CESAL” el cual reporto (Nitrógeno 0,57%, Fosforo 0,59%, Potasio 0,43%) los mismos que están dentro de la norma NTE INEN 0211 para la determinación de un fertilizante. Se concluye que a partir del lactosuero y mediante un proceso de biofermentación láctico se puede obtener un biofertilizante económico funcional y amigable con el ambiente. Para la realización es recomendable en cada etapa precaución en la manipulación del equipo de fermentación, limpieza en cada etapa así evitar contaminación cruzada del producto, con el fin de mejorar el rendimiento es necesario el uso constante del producto a fin de obtener mejores resultados.

**Palabras Claves:** < INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA> <SUERO DE LECHE> <FERTILIZANTE BIODEGRADABLE> <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO> <VARIABLES DEL PROCESO> <BIOREACTOR> <FERMENTACION ANAEROBIA><ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>

## **SUMARY**

Desing of n industrial scale process to obtain a biodegradable fertilizer from whey, the project was developed at the San Jose cheese production plant locales in Chambo Canton in the province of Chimborazo. Lactoserum nutrients are used as a by product of cheese production and given a parctical use as a problema for the environment. For this purpose, the raw material was selected by means of physical-chemical and microbiological characterization test of whey, according to the norm NTE INEN 2594:2011 for whey in the liquid, the variables were identified and the process for obtaining the biodegradable fertilizer was determined to industrial scale, the desing of the process was base don the realization of calculations of Engineering of unit operations for the desing of industrial equipment, for its development were used techniques base don experimental test though anaerobic fermentation processes inside a home bioreactor built with a plastic container of 20 liters with hermetic lid, hose, a bottle, silicone and wire. Seeking to maintain the optimal conditions for the development of lactic microorganisms and to favor the efficiency of the process. The results of the product obtained were analyzed by a laboratory “CESAL” which reported (Nitrogen 0.57%, Phosphorus 0.59%, Potassium 0.43%) which are within the norm NTE INEN 0211 for the determination of a fertilizer. We conclude that from tha lactoserum anf through a process of lactic biofermentation can be obtained an economic functional biofertilizer and friendly with the environment. Fort he realization it is advisable in each stage precaution in the manipulation of the equipment of fermentation, cleaning in each stage thus to avoid cross-contamination of the product, in order to improve the performance, it is necessary the constant use of the product in order to obtain better results.

**KEYWORDS:** MILK SERUM, BIODEGRADABLE FERTILIZER, RAW MATERIAL, PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS, PROCESS VARIABLES, BIOREACTOR DESING, ANAEROBIA FERMENTATION, MICROBIOLOGICAL, ANALYSIS, CHEMICAL ENGINEERING.



## **INTRODUCCIÓN**

El suero de la leche es una fracción líquida de color opaco blanquecino obtenido como subproducto durante la coagulación de la leche en el proceso de elaboración de quesos. Sus características corresponden a un líquido de sabor fresco, turbio, débilmente dulce, compuesto en su gran mayoría por agua, proteínas, grasas y vitaminas.

A partir del suero se produjo un biofertilizante orgánico por acción de distintos procesos de acción catabólica de oxidación incompleta donde los microorganismos en condiciones anaeróbicas usan el residuo láctico como medio de cultivo en el interior de un bioreactor (donde estos son capaces de acelerar el proceso en condiciones de pH ligeramente ácidos, mostrando en general poca tolerancia en cuanto a las variaciones del medio. En los medios donde se produce ácido por fermentación, el crecimiento de las bacterias se acelera y en ocasiones cesa o se detiene al aumentar la acidez por lo que el tiempo de fermentación se aumenta hasta la estabilización del mismo, manteniendo una temperatura promedio dentro del biorreactor de 30 °C dando como resultado un lactofermento, el cual después de los análisis pertinentes establecidos por la norma NTE INEN 0211 para la determinación de un fertilizante se determinó su uso práctico y efectivo.

Una de las razones más importantes sobre la elaboración de este proyecto radica en reducir la contaminación que se produce por la liberación inadecuada de este producto hacia el medio ambiente, generando una contaminación desmedida del entorno y el ecosistema. Por lo tanto el uso de los subproductos lácteos como materia prima para la elaboración de productos de uso comercial, de fácil accesibilidad, económico, amigable con el ambiente y sobre todo eficiente podría tener gran aceptación dentro de la industria y del mercado.

## CAPITULO I

### 1. DIAGNOSTICO Y DEFINICION DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación del problema

Las plantas productoras de queso del cantón Riobamba y sus alrededores, presentan una problemática en común, la generación de una gran cantidad de lactosuero que se origina en el proceso de producción de queso, en el cual un mínimo porcentaje es entregado o vendido a personas para la alimentación de cerdos, aunque en la mayoría de ocasiones simplemente es desechado sin ninguna utilidad, dando como resultado un desperdicio de nutrientes que podrían ser aprovechados por diferentes industrias, generando posibles alternativas de producción, rentabilidad económica, y minimizando la contaminación ambiental.

La cantidad de lactosuero que se genera es exorbitante con una relación de 10-1; es decir por cada 10 litros de leche se obtiene 1 Kg de queso y 9 litros de lactosuero, (Grasselli Mariano, 1997) considerando que el proceso se lleva a cabo los 7 días a la semana, los 365 días al año, se puede estimar el volumen de lactosuero que se presenta como residuo del proceso de producción del queso, los mismos que se deben eliminar apropiadamente mediante sistemas de depuración, con la finalidad de disminuir la contaminación al ambiente, pero ello implicaría la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, lo que conlleva a un gasto adicional en la producción, además de desaprovechar su potencial nutritivo.

## **1.2. Justificación**

En el país se está impulsando la investigación para buscar soluciones a la problemática generada por los subproductos lácteos, causantes en una gran parte de la contaminación producida al ambiente y de enormes pérdidas económicas para los microempresarios que se dedican a esta actividad.

Cabe mencionar que dicho proyecto se realizó como respuesta a una problemática general a causa del lactosuero que se genera luego del proceso productivo de la leche y como consecuencia de ello, al no ser tratada apropiadamente produce una gran contaminación al medio ambiente. Entonces; es importante darle solución a esta problemática a través de la reutilización de este subproducto usándolo como materia prima para la elaboración de un nuevo producto.

En vista de estos antecedentes y como una alternativa a este problema se obtendrá un fertilizante biodegradable, como producto de uso agrícola, que sea de fácil accesibilidad, económico y amigable con el ambiente, además podría tener gran aceptación dentro de la industria y el mercado, así; de esta manera contribuir a la generación de nuevos productos a partir de subproductos lácteos como una alternativa para la zona agrícola, y a la disminución de la contaminación ambiental.

## **1.3. Línea base del proyecto**

### ***1.3.1. Antecedentes de la Empresa***

El presente proyecto se lo realizo en la *Planta productora de Quesos “San José”* ubicada en el Cantón Chambo. Dicha empresa fue fundada por su propietario el Sr. Eduardo Álvarez en el año 2000. Si bien esta empresa es muy joven, tiende a ser una de las empresas más grandes del Cantón y con objetivos de seguir creciendo a fin de consolidarse en el mercado de productos lácteos como una de las empresas más grandes y de mejor calidad de la provincia.

Esta empresa cuenta con 16 trabajadores internos que laboran en distintas áreas, además de contar con varios proveedores de insumos necesarios e indispensables para la fabricación de quesos y tres proveedores estables de leche fresca, los mismos que son recolectados de los alrededores de la zona, cada uno de ellos entrega un promedio de 200 litros de leche al día, dando un total de más o menos 600 L de leche que se receipta como mínimo todos los días, este valor puede diferir ya que en ocasiones también se receipta varios litros de leche de otros proveedores por diferentes circunstancias.

De la cantidad de leche receiptada diariamente, máximo el 25% de ella se convierte en el producto deseado (queso) mientras que el 75% restante se convierte en subproducto (lactosuero). Este subproducto es vendido en pequeñas cantidades a personas de la zona para alimentación de cerdos entre otros, a un costo que oscila de 3-5 centavos por litro. Pero la mayor cantidad de lactosuero es desechado en las alcantarillas sin ningún tratamiento previo.

La empresa cuenta con las instalaciones necesarias para la elaboración de quesos a más de ello cuenta con el espacio necesario para la implementación de un sistema de tratamiento previo para la disposición del lactosuero, dicho espacio puede ser aprovechado para la instalación del equipo necesario para la producción de un biofertilizante a base del lactosuero que allí se genera, dando así un uso benéfico al lactosuero generado y además de obtener mayores beneficios económicos.

### ***1.3.2. Marco Conceptual***

#### ***1.3.2.1. Lácteos***

##### **Suero Lácteo**

El suero lácteo es un subproducto que se puede obtener de diferentes maneras; ya sea mediante la coagulación de la caseína de la leche, por acción de enzimas coagulantes (estas pueden ser de origen animal, vegetal o microbiano). También se puede dar este efecto por adición de ácidos orgánicos o minerales, y por acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (Meyer M., 2010)

El suero de la leche constituye aproximadamente el 90% del volumen de la leche, a pesar de ser un sub-producto está compuesto por importantes fuentes de energía que podría aportar un valor dietético al organismo debido a su alto porcentaje en proteína el cual oscila entre el 50-70% y cantidades menores de vitaminas (Especialmente vitaminas del grupo B, C, D y E) y minerales (como el Fosforo, Calcio, Magnesio, Potasio, Manganeso y Sodio).

En el proceso de elaboración del queso, se necesita la coagulación de la leche mediante la adición del cuajo. Mediante esta acción se logra que la leche se separe en dos partes: una masa semisólida, compuesta básicamente de caseína; y un líquido, conocido como suero de leche, la masa solida corresponde al producto que se desea obtener mediante este proceso y la parte liquida (lactosuero) es la parte restante, sobrante o desecho que se origina en la fabricación de quesos. (Proaño C. & Armas D, 2011)

#### Características del Lactosuero.

El lactosuero es un líquido claro, de color amarillento algo verdoso translucido, o incluso a veces, un poco azulado, pero el color puede diferir uno de otro en función de la calidad de la misma o del tipo de leche que se esté utilizando para su obtención, presenta un sabor ligeramente ácido pero agradable. (Ramírez-Navaz, 2013)

El suero de la leche es el coproducto más abundante que se produce en la industria láctea, pero debido a sus características no lo hacen apto para su comercialización directa como lactosuero dentro del mercado, por ello se intenta utilizar sus propiedades para otros fines que resulte de mayor atracción para el posible consumidor, aprovechando así su composición la cual es muy idónea para procesos de fermentación debido al excelente medio de cultivo que se puede generar a partir de este subproducto. (Ramírez-Navaz, 2013)

### **Tipos de sueros**

#### **A. Suero Dulce**

Generalmente este tipo de suero proviene de la producción de quesos coagulados con renina, es decir; por coagulación enzimática. La mayoría de este suero está compuesto por nitrógeno no proteico y contiene una gran concentración de lactosa; es muy rico en proteínas pero muy pobre en cuanto se refiere a ácido láctico. El resto del suero es un conjunto de sales minerales y grasas q varían en dependencia de la especie, como subproducto de la elaboración de quesos blandos, duros o semiduros y de la producción de caseína de cuajo, es conocido como suero dulce. (Proaño C. & Armas D, 2011)

Tabla 1-1 Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero

<b>Suero Dulce</b>	
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno	22 %
Lactosa	51 %
Ácido Láctico	0 %
Proteína	7 %
Ph	5,9 - 6.6

**Fuente:** (Proaño C. & Armas D, 2011)

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2016

### **B. Suero Ácido**

Este tipo de suero es el resultante de la fabricación de caseína precipitada por ácidos minerales, es decir; mediante coagulación acida la cual da lugar a un suero la característica acida.

El suero acido a más de su pH se difiere también del suero dulce en las diferentes proporciones de sus componentes, así entonces; contiene mayor proporción de nitrógeno no proteico y pese menor concentración de lactosa ya que se convierte en ácido láctico por la fermentación producida, por tanto; tendrá también mayor cantidad de ácido láctico y debido a la desnaturalización es más pobre en proteínas. (Proaño C. & Armas D, 2011)

Tabla 2-1 Porcentaje de los componentes presentes en el suero ácido

<b>Suero Ácido</b>	
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno	27 %
Lactosa	42 %
Ácido Láctico	10 %
Proteína	6 %
pH	4,3-4-6

**Fuente:** (Proaño C. & Armas D, 2011)

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2016

### *1.3.2.2. Fertilizantes.*

Este término fertilizante se lo utiliza de manera general para hacer referencia a los productos que de una u otra manera tiene la finalidad de fertilizar un compuesto vivo que así lo requiera, a fin de optimizar el proceso y obtener mayores beneficios; normalmente esto se lo realiza en una superficie orgánica siendo la más común el suelo o tierra. Los fertilizantes pueden ser orgánicos como artificiales, cumpliendo los dos con un mismo objetivo que es favorecer el crecimiento de los cultivos y por ende aumentar la producción. (RODRÍGEZ, S.F., 1982)

#### Clasificación de los Fertilizantes

##### *A. Orgánicos.*

Son aquellos fertilizantes cuyos orígenes pueden darse a partir de procesos naturales con muy poca intervención del hombre o en ocasiones casi nula, dicho proceso se da lugar por aprovechamiento de desechos provenientes de animales por ejemplo la formación de compost a partir de estiércol de ganado vacuno o por residuos de plantas de alguna cosecha, estos sirven para nutrir el suelo para una próxima cosecha debido a la cantidad de nutrientes presentes en dichas plantas que luego de su descomposición actuarán como abono para la formación de nuevas plantas. (RODRÍGEZ, S.F., 1982)

##### *B. Químicos.*

Los fertilizantes químicos o artificiales son aquellos fertilizantes creados directamente por acción del hombre mediante la manipulación de compuestos químicos, la finalidad de este tipo de fertilizante es aportar compuestos que aporten los nutrientes necesarios que sea requerido por el suelo o a su vez complementar la deficiencia de nutrientes que este siendo generado por los compuestos orgánicos presentes en la tierra. (Alcutén, A. S., 2002)

La principal diferencia entre un fertilizante orgánico u un fertilizante químico a más de la cantidad de nutrientes presentes en cada uno de ellos, es la acción de eficiencia sobre la zona de aplicación.

Tabla 3-1 Principales semejanzas y diferencias entre fertilizantes orgánicos y artificiales.

<b>Semejanzas y Diferencias</b>	
<b>Fertilizantes Orgánicos</b>	<b>Fertilizantes Artificiales</b>
Son algo deficitarios en componentes mayores como: N, P, K.	Contiene elementos convencionales como: P, K, N, Mg, Ca, Cu, Zn
Enriquece y mejora las características del suelo	Enriquece y mejora la productividad pero reduce las características del suelo
Tiene un efecto prolongado	Tiene un efecto a corto tiempo
Son productos de acción lenta	Son productos de acción rápida

Fuente: (RODRÍGEZ, S.F., 1982), (Alcutén, A. S., 2002)

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2016

### 1.3.2.3. Fermentación.

La fermentación es un proceso natural que se da en determinados compuestos a partir de diferentes medios de acción y se puede determinar como un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere necesariamente oxígeno a fin de obtener un producto o compuesto orgánico, la fermentación es un proceso que se da especialmente por la acción de levaduras como agente principal dentro de este proceso, aunque también se puede producir por algunos compuestos químicos que suplan dicha acción. (Ward, O. P., 1991)

#### A. Fermentación Láctica.

Este tipo de fermentación se da generalmente de manera anaerobia como un proceso biológico, en el cual la glucosa presente en este componente se oxida parcialmente en el interior de la célula a fin de obtener energía metabólica y un producto considerado desecho que principalmente es el ácido láctico entre otros ácidos. La presencia de ácido láctico como metabolito en los alimentos provoca la desactivación de los procesos de descomposición y por lo tanto se da la fermentación láctica. Las bacterias capaces de generar dicho proceso biológico se denominan bacterias lácticas. (Trujillo, 1998)

Mecanismo de fermentación láctica.

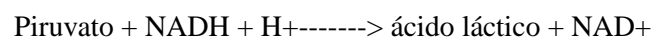


El proceso fermentativo se basa en una serie de reacciones bioquímicas relacionadas con el metabolismo celular de los microorganismos o bacterias ácido-láctico, responsables de llevar a cabo la degradación de los carbohidratos.

Los *Lactobacillus*, son bacterias que utilizan la fermentación láctica para obtener energía, estos organismos transforman la lactosa de la leche en glucosa y posteriormente en ácido láctico.

La lactosa de fórmula ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) se hidroliza hasta 2 glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) mediante la lactasa, posteriormente a través de la glicólisis, se obtiene ácido pirúvico.

En condiciones de ausencia de oxígeno (anaerobias), la fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de  $NAD^+$ , que ha sido consumida en el proceso energético de la glucólisis. En la glucólisis la célula transforma y oxida la glucosa en un compuesto de tres átomos de carbono, el ácido pirúvico, obteniendo dos moléculas de ATP; sin embargo, en este proceso se emplean dos moléculas de  $NAD^+$  que actúan como receptores de electrones y se reducen a NADH. Para que puedan tener lugar las reacciones de la glucólisis productoras de energía es necesario re-oxidar el NADH; esto se consigue mediante la cesión de dos electrones del NADH al ácido pirúvico, que se reduce a ácido láctico. (Gomez Solares Viridiana, López Gabriel, 2010)



Tipos de fermentación láctica.

➤ Fermentación Homoláctica

En base a la naturaleza química de las reacciones que tienen lugar y en función de estas la secuencia global tiende a resultar un único producto que es el ácido láctico por medio de tres fases: (Brock, T.D. & M.T.Madigan., 1991)

*Fase I:* Reacciones preparatorias. Consiste en una serie de reacciones y reordenamientos en la molécula de hexosa que no implican reacciones de óxido-reducción ni liberación de energía. Se forman dos moléculas de gliceraldehído-3-P.

*Fase II:* Oxidación y producción de ATP. Se libera energía en forma de ATP y se producen dos moléculas de piruvato. Durante la oxidación del sustrato se reduce el cofactor  $NAD^+$  a NADH.

*Fase III:* Reducción del sustrato y reoxidación del cofactor. Se regenera el  $NAD^+$  para que la ruta pueda continuar.

El balance global de la vía homoláctica es la producción de dos moles de lactato (por esto se le denomina fermentación homoláctica) y un rendimiento energético de dos moles de ATP por mol de glucosa fermentada. (Cox Nelson, D.L. & M.M., 2001)

➤ Fermentación Heteroláctica

En este proceso algunas bacterias lácticas carecen de la enzima proveniente de la fructosa-1,6-P aldolasa, por lo que no pueden utilizar la ruta glucolítica para el metabolismo de hexosas. En este caso los azúcares se pueden incorporar a la ruta de las pentosas fosfato, a grandes rasgos se puede establecer una similitud entre esta la ruta y la glucólisis, las reacciones son diferentes, pero se pueden estructurar en fases con las mismas funciones dando como resultado tres productos en lugar de uno, siendo estos: ácido láctico, acético, fórmico, etanol, CO<sub>2</sub> y agua.

En el balance global de la fermentación de un mol de glucosa por la vía heterofermentativa es un mol de lactato, uno de etanol y uno de CO<sub>2</sub> (es por ello que se le denomina fermentación heteroláctica) dando como resultado un rendimiento energético de un mol de ATP. (Gottschalk, G., 1979)

Ácido Láctico.

El ácido láctico es generado por las bacterias de ácido láctico también conocido como cultivos lácticos debido a sus características de procesar y multiplicar para su utilización como caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico. En la industria se la emplea principalmente por su función protectora contra otros microorganismos dañinos, un tipo de estos microorganismos son los lactobacilos que son muy conocidos en la industria alimenticia ya que aporta un buen cuidado al producto. (Waldir. E., Rychtera, M., Melzoch, K., Quillama, E., & Egoavil, E., 2017)

*1.3.2.4. Bioreactor.*

Son los medios de cultivo optimizados y empleados para la producción de sustancias a gran escala, estos equipos otorgan a los microorganismos tales como las levaduras fermentadoras su medio de crecimiento óptimo para la función deseada.

Existen bioreactores de muchos tipos, casi tantos como reacciones que se quieren llevar a cabo. Dependiendo del cultivo biológico que quiere llevarse a cabo pueden dividirse en los que

son para organismos aerobios, anaerobios o aerobios facultativos. En cada uno de ellos el sistema de aireación o aislamiento variará. Del mismo modo, dependiendo del organismo, su crecimiento se verá favorecido por una aireación con burbujas, como en el caso de líquenes, o con agitación, la aireación más normal en crecimiento bacteriano. En el caso de las fermentaciones debe tenerse en cuenta si la fermentación es en superficie (solo se sella a cabo en la parte de arriba del líquido), donde deberá dejarse un poco de aire en la parte de arriba del fermentador. O en profundidad (en todo el volumen del fermentador), donde la poca aireación que necesiten las levaduras deberá proporcionarse con la reposición del medio cada cierto tiempo.

Dentro de cada uno de estos existen diferencias dependiendo si se pretende crecer bacterias, levaduras o células vegetales o células animales.

Las diferencias principales son la reposición del medio, que es mayor en los cultivos de bacterias, puesto que crecen con mayor velocidad, agotando antes el medio. Variaciones de temperatura, dependiendo el organismo su temperatura óptima de crecimiento. O agitación, en este aspecto son las células vegetales las que pueden variar más en su cultivo, puesto que pueden crecerse en agregados, con baja agitación o en células libres, para las que se usa una alta agitación. (Contreras Ramón, 2015)

#### *1.3.2.5. Curvas de crecimiento microbiano.*

El concepto asociado al Crecimiento Microbiano, corresponde al aumento poblacional de una especie microbiana en un medio de cultivo provisto de todas las necesidades del microorganismo (Cantidad de Nutrientes, Temperatura, Grado de Humedad, Gases y pH).

Las curvas de Crecimiento Microbiano constan de 4 etapas bien definidas, aunque el tiempo de duración de cada una de estas etapas, puede variar según el tipo de microorganismo, la familia a la cual este pertenece, entre otras características. (Castrejón, 2014)

*Fase de Latencia:* Corresponde a un período de transición para los microorganismos cuando son transferidos a una nueva condición. En esta fase no hay incremento en el número de células, aunque sí una gran actividad en el metabolismo.

*Fase de Crecimiento Exponencial:* Período en que el crecimiento del microorganismo ocurre de forma exponencial, es decir, cada vez que pasa un determinado tiempo la población se duplica.

*Fase Estacionaria:* Período en que ocurren las limitaciones del crecimiento, ya sea por agotamiento de algún nutriente esencial, por acumulación de productos tóxicos o por una combinación de las causas anteriores.

*Fase de Muerte:* Luego que culmine la fase estacionaria, comienza una progresiva disminución en el número de células viables, cuando esto ocurre se dice que la población ha entrado en fase de muerte.

#### 1.3.2.6. Diseño.

- Determinación de la masa del lactosuero

Se hace relación la magnitud física elemental que indica la cantidad de materia contenida en un volumen determinado de lactosuero.

**Ec. 1**

$$m_3 = m_2 - m_1 \text{ (g)}$$

Donde:

- $m_1$  : Masa del picnómetro vacío (g)
- $m_2$  : Masa del picnómetro + suero de leche (g)
- $m_3$  : Masa del suero de leche (g)
- $V$  : Volumen del picnómetro (10mL)

La determinación de la masa del lactosuero es de gran importancia en la industria alimenticia, a fin de poder expresar un valor resultante tanto en peso como en volumen.

- Densidad

La densidad de una sustancia se define como el cociente de su masa por cada unidad de volumen; por lo tanto, si conocemos la masa y el volumen de una sustancia (sólida, líquida o gaseosa), se puede determinar su densidad a través de la expresión:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Ec. 2**

Donde:

$\rho$  : Es la densidad (g/mL)

$m$  : La masa (g)

$V$  : el volumen de la sustancia (mL)

En la industria, el control de calidad de los productos finales incluye muchas pruebas para su análisis físico y químico; generalmente, la determinación de la densidad forma parte del esquema de pruebas que se realizan. Por ejemplo: Industria de alimentos, transporte de fluidos.

➤ Viscosidad

La viscosidad se define como la resistencia que presentan los fluidos al fluir. Un método que puede emplearse para la caracterización, y que es particularmente útil para velocidades vahas de cizallamiento, es el viscosímetro de caída de bola. Se determina la velocidad límite de una partícula esférica y viscosidad eficaz del fluido se calcula aplicando la ley de Stokes, este se refiere a la fuerza de fricción experimentada por objetos esféricos moviéndose en el seno de un fluido viscoso en un régimen laminar de bajos números de Reynolds. Puede escribirse como:

$$\mu = \frac{2g(\rho_c - \rho_{\text{suero}}) * r^2}{9 * v}$$

**Ec. 3**

Donde:

$g$  : Gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$\rho_c$  : Densidad de la canica (g/mL)

$\rho_l$  : Densidad del líquido (g/mL)

$r$  : Radio de la canica (m)

$v$  : Velocidad (m/s)

$\mu$  : Viscosidad (cP)

La viscosidad es un parámetro de los fluidos que tiene una gran importancia en sus diversas aplicaciones industriales, en la que la viscosidad de las sustancias puras varía de forma importante con la temperatura y en menor grado con la presión. Principalmente, se utiliza el efecto de la viscosidad en los motores, transmisiones, compresores y reductores en diferentes temperaturas

operacionales, que muchas veces se busca las técnicas de reducción de mantenimiento y el aumento en la vida útil del equipo.

➤ Volumen Real

A fin de evitar inconvenientes durante este proceso, es necesario calcular el volumen real que se ha de utilizar para el proceso. Para determinar el volumen real de un bioreactor se aplica la siguiente ecuación:

$$V_r = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

$V_r$ : Volumen real del bioreactor (L)

$m$ : Masa del líquido (Kg)

$\rho$ : Densidad del líquido (Kg/m<sup>3</sup>)

El cálculo del volumen real de un bioreactor es utilizado a nivel industrial para obtener un correcto diseño de un proceso evitando inconvenientes durante su utilización.

➤ Volumen de seguridad

El diseño de un bioreactor implica el cálculo de su volumen de seguridad correspondiente, de acuerdo al requerimiento y uso que tenga la misma, para ellos se aplica la siguiente ecuación para el cálculo de su volumen de seguridad:

$$V = f_s * V_r \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

$V$ : Volumen de seguridad (L)

$f_s$ : Factor de seguridad (15%)

$V_r$ : Volumen real (L)

Dentro de la industria de construcción de equipos es muy utilizado este cálculo ya que permite diseñar y construir partes de equipos con un volumen de seguridad de acuerdo a su aplicación.

➤ Volumen total

Está directamente relacionado con el volumen real de un bioreactor y el volumen de seguridad de la misma, su ecuación es la siguiente:

$$V_t = V + V_r \quad \text{Ec. 6}$$

Donde

$V_t$  : Volumen total (L)

$V$  : Volumen de seguridad (L)

$V_r$  : Volumen real (L)

Para la construcción de equipos el volumen total es un factor muy importante para su diseño y construcción. Ya que determina el volumen real que debe poseer para determinada aplicación dentro de la industria.

➤ Altura del tanque

Para calcular la altura utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, teniendo:

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

$V_t$ : Volumen del tanque ( $m^3$ )

$r$ : Radio del cilindro (m)

$h$ : Altura del tanque (m)

➤ Área del bioreactor

Para determinar este parámetro utilizamos la fórmula del área de un cilindro, teniendo:

$$A = 2\pi r (h + r) \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

$A$ : Área del tanque ( $m^2$ )

$h$ : Altura del tanque (m)

$r$ : radio del tanque (m)

➤ Longitud entre el brazo y el fondo del tanque ( $L_f$ )

Para el diseño de un bioreactor con agitación es necesario determinar la longitud existente entre el brazo y el fondo del tanque o marmita, para obtener un mezclado homogéneo, para ello se aplica la siguiente ecuación:

$$L_f = 1/2 * \phi_t \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

$L_f$ : Longitud entre el brazo y el fondo del tanque (m)

$\phi_t$ : Diámetro del tanque o marmita (m)

Generalmente este cálculo se aplica dentro de la industria de construcción de equipos, especialmente de equipos con agitación, donde parte importante para su construcción consiste el diseño adecuado.

➤ Longitud del brazo de agitación

Para un mezclado homogéneo de una mezcla es necesario determinar correctamente la longitud del brazo de agitación, su cálculo está dado por la siguiente ecuación:

$$L_b = h - L_f \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

$L_b$  : Longitud del brazo de agitación (m)

$h$  : Altura del tanque de agitación (m)

$L_f$  : Longitud entre el brazo y el fondo del tanque (m)

La longitud del brazo de agitación es un factor muy importante dentro del diseño y construcción de equipos, para ello su cálculo es indispensable y muy útil para evitar problemas dentro del proceso de aplicación.

➤ Espesor del rodete

El sistema de agitación consta del rodete esta crea un modelo de flujo en el sistema. Es|| utilizado para generar movimiento al líquido y que circule a través del tanque. No existe una relación fija para el espesor del rodete generalmente varía desde un sexto hasta un décimo de la longitud del brazo. La relación más empleada para su diseño es la siguiente:

$$E_r = \frac{1}{10} (L_b)$$



Donde:

$E_r$  : Espesor del rodete (m)

$L_b$  : Longitud del brazo (m)

➤ Diámetro del rodete

El diámetro del rodete se calcula con la siguiente ecuación:

$$\phi_r = \frac{2}{3} (\phi_t) \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$\phi_r$  : Diámetro del rodete (m)

$\phi_t$  : Diámetro del reactor (m)

Se aplica en áreas en el que se va a mezclar fluidos desde poco viscosos hasta muy viscosos.

➤ Número de Reynolds

El número de Reynolds (Re) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. La presencia o ausencia de turbulencia puede correlacionarse con el número de Reynolds del impulsor  $N_{Re}$ , que se define como:

$$N_{Re} = \frac{\phi_r^2 * N * \rho}{\mu} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

$N_{Re}$  : Número de Reynolds (adimensional)

$\phi_r$  : Diámetro de rodete (m)

$N$  : Numero de revoluciones por segundo

$\mu$  : Viscosidad del fluido (Kg/m\*s)

$\rho$  : Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

El número de Reynolds se aplica para determinar si el líquido estudiado tiene un flujo laminar o turbulento, además interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos.

➤ Potencia

Un factor importante en el diseño de un recipiente de agitación es la potencia necesaria para mover el impulsor. Puesto que la potencia requerida para un sistema dado no puede predecirse teóricamente, se tienen correlaciones empíricas para estimar los requerimientos de potencia.

El número de potencia es:

$$P = \left(\frac{K}{g_c}\right) * (\rho * N^3 * \phi_r^5) \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

**P** : Potencia (W)

**N** : Revoluciones por segundo (rps)

**$\rho$**  : Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

**$\phi_r$**  : Diámetro del rodete (m)

**$g_c$**  : Factor gravitacional de conservación (Kg\*m/N\*s<sup>2</sup>)

**K** : Constante para agitadores de hélice (adimensional)

A nivel industrial generalmente se utiliza el cálculo de potencia para determinar la cantidad de trabajo que puede realizar una máquina.

➤ Balance de masa.

Balances de masa no son más que la aplicación de la ley de conservación de la masa: “La materia no se crea ni se destruye”. Para efectuar un balance de materia de un proceso, primero hay que especificar en qué consiste el sistema para el cual se hará el balance y establecer sus fronteras. Un balance de materia no es más que una contabilización de material.

La ecuación utilizada para el balance global de masa es la siguiente:

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$\mathbf{A + B - R = C} \quad \text{Ec. 15}$$

**Donde:**

**A** : Suero de Leche + Melaza (g)

**B** : Componentes minerales + agua (g)

**R** : Residuos generados (g)

**C** : Suero fermentado (g)

El balance de materia es muy utilizado a nivel industrial principalmente para determinar la no existencia de pérdidas de materias durante el proceso.

- Balance de energía.

El balance de energía se basa en la aplicación de la “Ley de la conservación de la energía” que indica que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma. Generalmente se realizan balances de energía únicamente en equipos donde el cambio de energía puede ser determinante, el balance de energía es un principio físico fundamental, que es aplicado para determinar las cantidades de energía que es intercambiada y acumulada dentro de un sistema.

Ecuaciones para el cálculo del flujo de calor suministrado al reactor.

$$Q_m = k * A * \Delta T \quad \text{Ec. 16}$$

$$Q_m = k * A * (T_p - T_F)$$

Donde:

- $Q_m$  : Flujo de calor (Kcal/h)
- $k$  : Coeficiente de transmisión térmica del material ( $W/m^2 * ^\circ C$ )
- $A$  : Área de transferencia de calor ( $m^2$ )
- $\Delta T$  : Variación de temperatura ( $^\circ C$ )
- $T_F$  : Temperatura de alimentación (suero de leche) ( $^\circ C$ )
- $T_p$  : Temperatura de fermentación ( $^\circ C$ )

- Cálculo del flujo de calor total que sale de la caldera

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$Q_T = Q_{H_2O} + Q_m \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

- $Q_T$  : Flujo de calor total (Kcal/h)
- $Q_{H_2O}$  : Flujo de calor perdido por irradiación (Kcal/h)
- $Q_m$  : Flujo de calor suministrado al reactor (Kcal/h)

- Coeficiente global de transferencia de calor

$$Q_m = A * U * \Delta T \quad \text{Ec. 18}$$

$$U = 13.99 \frac{J}{m^2 * s * ^\circ C}$$

Donde:

U : Coeficiente global de transferencia de calor (J/m<sup>2</sup>\*s\*°C)

Q<sub>m</sub> : Flujo de calor suministrado al reactor (Kcal/h)

A : Área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

ΔT : Variación de temperatura (°C)

T<sub>F</sub> : Temperatura de alimentación (suero de leche) (°C)

T<sub>p</sub> : Temperatura de fermentación (°C)

El balance de energía es muy aplicado dentro de la industria para determinar las pérdidas de calor existentes durante los procesos y de acuerdo a esto dar soluciones en caso que exista una pérdida significativa de energía.

➤ Rendimiento del Reactor

El rendimiento es la relación entre la cantidad de producto que sale y la cantidad de alimentación que entra. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{\text{Suero de leche fermentado}}{\text{Alimentación de suero de leche}} * 100 \quad \text{Ec. 19}$$

El cálculo de rendimiento del proceso generalmente se aplica dentro de la industria para determinar el porcentaje de producción que tiene un proceso aplicado.

➤ Eficiencia del reactor

La eficiencia de una máquina térmica es un coeficiente adimensional, calculado como el cociente de la energía producida (en un ciclo de funcionamiento) y la energía suministrada a la máquina (para que logre completar el ciclo termodinámico). Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{Q_T - Q_{H_2O}}{Q_T} * 100 \% \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

η : Eficiencia del reactor (%)

$Q_{H2O}$  : Flujo de calor perdido por irradiación (Kcal/h)

$Q_T$  : Flujo de calor total irradiación (Kcal/h)

#### **1.4. Beneficiarios directos e indirectos**

##### ***1.4.1. Beneficiarios Directos***

- El presente proyecto se desarrolla con la finalidad de beneficiar de forma directa a la empresa “San José”, con una nueva alternativa a la reutilización del lactosuero y así generar mayores ingresos económicos.
- Los agricultores que pondrán disponer de un biofertilizante como una alternativa para fertilización del suelo y sus cultivos.

##### ***1.4.2. Beneficiarios Indirectos***

- Con el desarrollo de este proyecto se beneficiara indirectamente a las poblaciones aledañas al evitar la contaminación generada con este subproducto.
- Con esta propuesta se beneficiaran pequeñas y medianas empresas que desarrollan actividades relacionadas con la producción de lácteos.
- Se generara nuevas fuentes de trabajo para las personas de la localidad.
- Los distribuidores de insumos para la fabricación e implementación en la producción del biofertilizante

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS**

#### **2.1. General**

- Diseñar un proceso a escala industrial para la obtención de un fertilizante biodegradable a partir del lactosuero.

#### **2.2. Específicos**

- Caracterizar físico-química y microbiológica el lactosuero como materia prima, según la norma NTE INEN 2594:2011 para suero de leche en líquido.
- Identificar las variables de proceso para la obtención del fertilizante biodegradable a escala industrial.
- Determinar el procedimiento las operaciones y los parámetros óptimos para la obtención del fertilizante biodegradable.
- Validar el proceso mediante una caracterización físico-química del fertilizante biodegradable, según la norma NTE INEN 0211 (1998):

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1. Localización del proyecto.

El presente trabajo de titulación tipo técnico se efectuó en el Cantón CHAMBO situada 8 Km al este de la ciudad de Riobamba de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador. Chambo posee una superficie de 163 Km<sup>2</sup> que representa el 2,5% de la superficie de la provincia, el mismo que a pesar de contar con una superficie pequeña, su importancia radica en la ubicación geográfica, en la diversidad de pisos climáticos y en la rica producción agrícola y ganadera.

Tabla 4-3 Características Geográficas del Cantón Chambo

<b>Cantón CHAMBO</b>	
Limites	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Al Norte: Cantón Riobamba</li><li>➤ Al Sur: Cantón Riobamba</li><li>➤ Al Oeste: Cantón Riobamba</li><li>➤ Al Este: Provincia de Morona Santiago</li></ul>
Rango Altitudinal	2400 – 4730 msnm
Clima	0-15°C

**Fuente:** Plan de desarrollo territorial del cantón Chambo.

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2017



Figura 1-3 Vista geográfica del Cantón Chambo.

Fuente: Plan de Desarrollo Territorial del Cantón Chambo.

Para la realización de este trabajo técnico se hizo un recorrido previo por las zonas, donde se identificó la problemática generada por la sobre producción de lactosuero, dentro de ello se identificó una planta productora de quesos “San José” del Sr. Eduardo Álvarez, que dio la apertura y accesibilidad para la toma de muestras necesarias para el desarrollo del proyecto.

Tabla 5-3 Ubicación georeferencial de la planta productora de quesos “San José”

Planta Productora de Quesos “San José”		
Ubicación	Cantón Chambo	
Dirección	Calle 11 & Vía Catequilla	
Georeferenciacion	Longitud	Latitud
	-1,7290296	-78,5902462

Fuente: Plan de desarrollo territorial del cantón Chambo.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017





Figura 2-3 Vista geográfica de la planta productora de quesos “San José”  
Fuente: Plan de Desarrollo Territorial del Cantón Chambo.

### 3.2. Ingeniería del proyecto.

#### 3.2.1. Tipo de estudio

El proyecto es de tipo técnico, en el cual mediante procesos de Operaciones Unitarias, técnicas preliminares e investigación teórico-práctico se determinará si es posible o no la realización de dicho proyecto, por lo que cuenta con un estudio analítico, descriptivo y experimental, es de tipo descriptivo porque se recoleciona datos y se detalla contenidos técnicos, además se da el control de factores de estudio basados en normas y datos experimentales, de la misma manera se puede describir las variaciones que se dan en proceso a fin de determinar un método estándar para su elaboración.

### 3.2.2. Toma de Muestras

La toma de muestra se lo realizó de manera manual e individual para cada tipo de análisis y pruebas correspondientes de acuerdo a lo establecido en la Norma NTE INEN 0004 para toma de muestras de productos lácteos.

Tabla 6-3 Toma de muestras para pruebas de caracterización del lactosuero.

<i>Análisis Microbiológico</i>				Técnica	Lugar
Día	# Muestra	Cantidad (ml)	Hora		
Martes	5	100	08:30	NTE INEN 0004	Planta productora de quesos San José de Chambo
1Viernes	5	100	08:30		
<i>Análisis Fisicoquímico</i>					
Día	# Muestra	Cantidad (ml)	Hora		
Martes	6	100	08:30		
Viernes	6	100	08:30		

Fuente: Norma NTE INEN 0004

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 7-3 Toma de muestras del lactosuero para la elaboración de un Biofertilizante

Semana	Día	Numero de Muestras	Cantidad (L)	Hora	Técnica	Lugar
Semana 1	Martes	1	180	08:30	NTE INEN 0004	Planta productora de quesos San José de Chambo
	Viernes	0	0	08:30		
Semana 2	Martes	0	0	08:30		
	Viernes	1	180	08:30		

Fuente: Norma NTE INEN 0004

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

**Nota:** Cabe mencionar que la planta productora de quesos “San José” de Chambo labora los 7 días de la semana, 30 días al mes y por lo general los días de mayor descarga de subproducto

(lactosuero) lo realizan entre los días martes y viernes de cada semana entre las 08:00 a 09:00, es por ello que la recolección de muestras tanto para pruebas de caracterización como para la elaboración del producto (biofertilizante) se realizaron entre los días y la hora mencionada.

### **3.2.3. Métodos y Técnicas**

#### **3.2.3.1. Métodos**

Para este proyecto de investigación tipo técnico se tomara de referencia tres métodos esenciales como son: Método inductivo, método deductivo y método experimental estos métodos no facilitará el estudio y desarrollo del presente proyecto.

##### **a) Método inductivo**

Mediante este método se obtiene un estudio de lo particular a lo general, dando a conocer el porcentaje de nutrientes importantes presentes el suero de la leche que se genera en la producción de quesos, y orientar de una manera clara y concisa para el desarrollo del proyecto. Esto ira encaminada con los respectivos análisis y pruebas de caracterización necesarias basadas en las normas establecidas, adquiriendo datos precisos para la elaboración de este proyecto tipo técnico.

##### **b) Método deductivo**

Para la elaboración correcta de un fertilizante orgánico a partir del lactosuero, se fundamenta en la aplicación exacta de una técnica que permita obtener óptimos resultados a fin de correlacionarlos de manera práctica los datos adquiridos experimentalmente y compararlos con datos validables presentes en las normas pre-establecidas para este proceso.

##### **c) Método experimental**

Este método se basa en la utilización de equipos tecnológicos e instrumentos adecuados para comprobar o demostrar la veracidad de datos obtenidos en la toma de muestras y pruebas de caracterización requeridas, a fin de compararlas y establecer que se encuentren dentro de un rango permitido, así también se puede utilizar este método mediante una simulación del diseño del proceso al cual se espera llegar a fin de obtener un biofertilizante.

### 3.2.3.2. Técnicas

Se utilizaron técnicas basadas en las normas INEN para pruebas de caracterización y análisis proximal tanto para materia prima como para producto final.

En la materia prima (lactosuero) se realizaron las respectivas pruebas de caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas bajo la norma NTE INEN 2594, en el *Laboratorio Farmacéutico Veterinario “GUIMO”* ubicado en el Cantón Pelileo parroquia Huambaló sector la Florida de la provincia de Tungurahua en los anexos D y E, se muestran los resultados obtenidos.

Para el producto final (Biofertilizante) se realizaron los respectivos análisis para la determinación de un fertilizante líquido determinado por la norma NTE INEN 0211, en el *Centro de Soluciones Analíticas Integrales “CESAL”* en cual es un laboratorio que ofrece servicios de análisis, bioquímico, químico y microbiológico. Ubicado en la provincia de Pichincha, en la ciudad de Quito, en la avenida América N.31-232 y la avenida Mariana de Jesús. En los anexos F1, F2, F3, G, H, I, J. se muestran los resultados obtenido

### 3.2.3.2.1 Determinación de lactosa

Tabla 8-3 Determinación de lactosa presente en el suero de leche

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>El cálculo de la lactosa indica la cantidad de azúcar presente en dicho alimento en este caso el lactosuero.</p> <p>La lactosa se encuentra formado por glucosa y galactosa los cuales tienen gran importancia dentro del metabolismo del cuerpo humano.</p> <p>Es de gran interés conocer el porcentaje de lactosa para la obtención del biofertilizante ya que este nos ayudara en la fermentación del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Sistema de filtración al vacío</li> <li>• Vaso de precipitación</li> <li>• Matraz aforado de 500mL</li> <li>• Papel filtro</li> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Bureta de 50mL</li> <li>• Termómetro</li> <li>• Cronometro</li> </ul> <p><b>REACTIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOH 0,25 N</li> <li>• Ácido clorhídrico 1N</li> <li>• Ácido nítrico 1N</li> <li>• Urea cristalizada</li> <li>• Yoduro de potasio al 30%</li> <li>• Tiosulfato de Sodio N/10</li> <li>• Almidón 1%</li> <li>• Reactivo de fehling</li> </ul>	<p>Se pesa 12,5 g de la muestra, colocamos en un matraz aforado y añadimos 200mL de agua, mezclar y añadir 15ml de solución de fehling después 10mL de NaOH 0,25N ajustar a 20°C aforar al volumen de agua y filtrar.</p> <p>Cubrir la solución y hervir por 6 min</p> <p>Se coloca el embudo en el matraz y se agrega 5mL de ácido nítrico y se calienta la mitad se vierte en el embudo y la otra mitad y el resto pasa a disolver trazas de óxido de cobre.</p> <p>Se calienta la solución de nitrato de cobre hasta ebullición y se añade 1,5 g de Urea dejar hervir unos min, al enfriar adicionar 10 ml de yoduro de potasio al 30% y titular con tiosulfato de sodio N/10 añadiendo al final 10mL de la solución de almidón.</p>	$\% \text{ de Lactosa} = \frac{M \times 10 \times 100}{P}$ <p>En donde:</p> <p>M = Peso en gramos de lactosa</p> <p>P = Peso en gramos de la muestra</p> <p>10 = Parte alícuotas</p>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de lactosa.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.3.2.2 Determinación de proteína láctea

Tabla 9-3 Determinación de la proteína presente en el suero de leche

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>Es la cantidad de nitrógeno presente en el suero de la leche, que esta expresado convencionalmente como contenido de proteína y se lo determina mediante procedimientos normalizados.</p> <p>La proteína es uno de los nutrientes que se encuentra en mayor cantidad en el lactosuero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparato Kjeldahl, para digestión y destilación.</li> <li>• Matraz Kjeldahl, de 650 a 800 cm<sup>3</sup></li> <li>• Matraz Erlenmeyer, de 500 cm<sup>3</sup></li> <li>• Bureta, de 50 cm<sup>3</sup></li> <li>• Probetas, de 50 y 200 cm<sup>3</sup></li> </ul> <p>Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</p> <p><b>REACTIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parafina o piedra pómez</li> <li>• Ácido Sulfúrico</li> <li>• Hidróxido de Sodio</li> </ul>	<p>Pesar de 0,7 g a 2,2 g de la muestra y transferir al matraz Kjeldahl.</p> <p>Agregar 15g de la mezcla catalizadora sulfato de cobre, sulfato de potasio, anhidos y 25cm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.</p> <p>Agregar aproximadamente 200 cm<sup>3</sup> de agua destilada.</p> <p>Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y calentar.</p> <p>Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución acida contenida en el matraz, lo que se logra después de destilar por lo menos 150 cm<sup>3</sup></p> <p>Antes de retirar el matraz, lavar con agua destilada el extremo y titular el exceso de ácido con la solución 0,1 N de NaOH..</p>	$\%P = 1,40(F) \frac{V_1 * N_1 - (V_2 - N_2)}{m}$ <p>Donde:</p> <p>P : Contenido en % de proteína  V<sub>1</sub> : Volumen de la solución 0,1 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  N<sub>1</sub> : Normalidad del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  V<sub>2</sub> : Volumen de la solución 0,1 N de NaOH (cm<sup>3</sup>)  N<sub>2</sub> : Normalidad de la solución de NaOH  V<sub>3</sub> : Volumen de la solución 0,1 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (cm<sup>3</sup>)  V<sub>4</sub> : Volumen de la solución 0,1 N de NaOH (cm<sup>3</sup>)  m : Masa de la muestra (g)  F : Factor para convertir el contenido de nitrógeno</p>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de proteína.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.3.2.3 Determinación de grasa láctea

Tabla 10-3 Determinación de la grasa presente en el suero de leche

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>Este proceso permitirá determinar el porcentaje de grasa presente en el suero de la leche.</p> <p>La grasa constituye uno de los nutrientes que aportan energía al organismo los mismos que son adquiridos a través de los alimentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa, ajustado a <math>113 \pm 5^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>• Desecador</li> <li>• Equipo Soxhlet</li> <li>• Pincel.</li> <li>• Dedal Soxhlet</li> <li>• Vaso de precipitación.</li> <li>• Espátula de acero inoxidable.</li> <li>• Balanza analítica</li> </ul> <p><b>REACTIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éter anhidro.</li> <li>• Arena purificada con ácido y calcinada</li> </ul>	<p>Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a <math>100 \pm 5^{\circ}\text{C}</math>, por el tiempo de una hora.</p> <p>En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca.</p> <p>Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro h.</p> <p>Terminada la extracción, colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a <math>100 \pm 5^{\circ}\text{C}</math>; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar. Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de pesaje sucesivos no exceda de 0,2 mg.</p>	$\%G = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$ <p>Donde</p> <p><b>G</b> : Contenido de grasa en %</p> <p><b>m</b> : Masa de la muestra (g)</p> <p><b>P</b> : Masa del balón vacío en g</p> <p><b>P<sub>1</sub></b> : Masa del balón con grasa en g</p>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de grasa.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.3.2.4 Determinación de ceniza.

Tabla 11-3 Determinación de ceniza presente en el suero de leche

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>El cálculo para la determinación de ceniza de un alimento nos sirve para indicar el residuo inorgánico que queda después de calcinar dicho alimento.</p> <p>El interés de conocer el % de ceniza del suero de leche es para determinar la cantidad de sólidos y las características que en ella se encuentran.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufa, ajustado a <math>113 \pm 5^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>• Desecador</li> <li>• Equipo Soxhlet</li> <li>• Pincel.</li> <li>• Dedal Soxhlet</li> <li>• Vaso de precipitación.</li> <li>• Espátula de acero inoxidable.</li> <li>• Balanza analítica</li> </ul>	<p>En un crisol previamente tarado, poner de 3 a 5 g de muestra por analizar; colocar el crisol con muestra en un mechero y quemar lentamente el material hasta que ya no desprenda humos, evitando que se proyecte fuera del crisol.</p> <p>Llevar el crisol a una mufla y efectuar la calcinación completa.</p> <p>Dejar enfriar en la mufla, transferirlo al desecador para su completo enfriamiento y determinar la masa del crisol con cenizas.</p> <p>Calcular el % de ceniza</p>	$\% \text{ C} = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C</b>: Porcentaje de cenizas</li> <li>• <b>m</b>: masa de la capsula vacía en g</li> <li>• <b>m<sub>1</sub></b>: masa de la capsula con la muestra después de la incineración en g</li> <li>• <b>m<sub>2</sub></b>: masa de la capsula con la muestra antes de la incineración en g</li> </ul>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de ceniza.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017



### 3.2.3.2.5 Determinación de acidez titulable.

Tabla 12-3 Determinación de la acidez titulable del suero de leche

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>El cálculo de acidez titulable permite determinar la cantidad de ácido en una solución determinada.</p> <p>El interés de conocer acidez del lactosuero es para determinar qué tipo de suero tenemos y cual podemos emplear.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipeta graduada de 10 cm<sup>3</sup></li> <li>• Pipeta volumétrica de 20 cm<sup>3</sup></li> <li>• Matraz Erlenmeyer de 125 cm<sup>3</sup></li> <li>• Bureta de 50 cm<sup>3</sup> graduada en 0.1 cm<sup>3</sup></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>REACTIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución 0,1 N de NaOH</li> <li>• Fenolftaleína</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>	<p>Tarar el matraz Erlenmeyer.</p> <p>Pesar 20 g de muestra de la muestra recién preparada y transferir al matraz Erlenmeyer.</p> <p>Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.</p> <p>Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado persistente.</p> <p>Agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.</p> <p>Leer en la bureta el volumen de solución.</p>	$A = 0,09 \frac{V * N}{m_1 - m} * 100$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A:</b> acidez titulable de la leche, en % en masa de ácido láctico.</li> <li>• <b>V :</b>volumen de la solución de NaOH empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup></li> <li>• <b>N:</b> normalidad de la solución de NaOH.</li> <li>• <b>m:</b> masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.</li> <li>• <b>m<sub>1</sub>:</b> masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.</li> </ul>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de acidez titulable.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.3.2.6 Determinación de PH.

Tabla 13-3 Determinación del PH del suero lácteo

FUNDAMENTO	MATERIALES	TÉCNICA	CÁLCULOS
<p>Este método es aplicable a líquidos y soluciones salinas a fin de poder determinar por el cambio de potencial la acidez o basicidad de dicho componente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo de ensayo</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>REACTIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución 0,1 N de NaOH</li> <li>• Agua destilada</li> </ul>	<p>Conectar y encender el equipo a utilizar.</p> <p>Determinar que el Ph-metro se encuentre perfectamente calibrado.</p> <p>Colocar una pequeña cantidad de la muestra en un tubo de ensayo.</p> <p>Introducir la aza de medición de ph-metro dentro del tubo de ensay con la muestra.</p> <p>Esperar a que se estabilice un valor.</p> <p>Anotar el valor.</p> <p>Lavar el aza de medición con agua destilada y colocarla en su lugar, sumergida en una solución de NaOH 0,1N</p>	<p><b>Ph</b> = valor reportado por el equipo</p>

Fuente: Norma AOAC 984.15: Leche, Determinación de PH

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.3.2.7 Determinación microbiológico del lacto suero

Tabla 14-3 Determinación del PH del suero lácteo

<b>Fundamento</b>	<b>Requisito</b>	<b>Técnica</b>	<b>Analizado por:</b>
Determinar si el recuento de los diferentes microorganismos pre-establecida por la Norma, se encuentran dentro de un parámetro apropiado y que cumpla con los requisitos que se requiere para la utilización de este sub-producto como materia prima para la elaboración de otro producto de valor agregado.	Aerobios mesófilos	NTE INEN 1529-5	Laboratorios GUIMO
	Escherichia coli	NTE INEN 1529-8	Laboratorios GUIMO
	Staphylococcus áureos	NTE INEN 1529-14	Laboratorios GUIMO
	Salmonella	NTE INEN 1529-15	Laboratorios GUIMO
	Listeria monocytogenes	ISO 11290-1	Laboratorios GUIMO

**Fuente:** Norma NTE INEN 2594

**Elaborado por:** BARRERA Víctor. 2017

### 3.2.4. Resultados de la caracterización del lactosuero.

De acuerdo con la norma NTE INEN 2594:2011 para suero de leche en líquido, se realizó la caracterización físico-química y microbiológica obteniendo óptimos resultados y sobre todo acordes a nuestras necesidades ya que los mismos se encuentran dentro del rango permitido.

Tabla 14-3 Resultados de la caracterización físico-química del lactosuero

Determinaciones	Método de análisis	Unidad (%)						Cumple los parámetros	
		Pruebas de laboratorio			Norma NTE INEN 2594				
		Valor Encontrado			Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		
					Min	Max	Min		Max
Lactosa	AOAC 984.15	4,1			---	5,0	---	4,3	✓
Proteína	NTE. INEN 16	0,87			0,8	---	0,8	---	✓
Grasa	NTE. INEN 12	0,28			---	0,3	---	0,3	✓
Ceniza	NTE. INEN 14	0,55			---	0,7	---	0,7	✓
Acidez	NTE. INEN 13	0,421			---	0,16	0,35	---	✓
PH	AOAC 973.41	5,2	6,5	6,2	6,0	6,8	4,8	5,9	✓

Fuente: norma NTE INEN 2594

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 15-3 Resultados de la caracterización microbiológica del lactosuero

Determinación	Método de análisis	Unidad (ucf/g)			Cumple los parámetros
		Pruebas de laboratorio	Normas NTE INEN 2594		
			Valor Encontrado	Suero de leche líquido	
		Min		Max	
Recuento de m.o. aerobios mesófilos totales	NTE. INEN 1529-5	97x10 <sup>3</sup>	30000	100000	✓
Recuento de Escherichia coli	NTE. INEN 1529-8	8	<10	---	✓
Staphylococcus /25g	NTE. INEN 1529-14	75	<100	100	✓
Salmonela /15g	NTE. INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia	---	✓
Detección de Listeria monocytogenes /25g	ISO 11290-1	Ausencia	Ausencia	---	✓

Fuente: norma NTE INEN 2594

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

En base a las pruebas de caracterización realizada a las distintas muestras de lactosuero tomadas de la planta de quesos “San José” se determinó que debido al procedimiento interno para la elaboración de quesos, el lactosuero generado en esta planta fluctúa en un pH entre 5,2 a 6,5. Es decir; en ocasiones podemos obtener un lactosuero ácido mientras que en otras ocasiones obtendremos un lactosuero dulce.

Mediante información recolectada sobre los tipos de lactosuero y sus características (Proaño C. & Armas D, 2011), se determinó que el tipo de suero más apropiado para la elaboración de un biofertilizante es el suero ácido, debido a que contiene mayor cantidad de nitrógeno que es lo que nos interesa aprovechar del lactosuero, pero no por ello podemos descartar la posibilidad de la utilización del suero dulce, debido a que la diferencia en porcentaje de nutrientes entre ellos el nitrógeno son mínimos (ver tablas 1 y 2)

Es importante considerar la utilización de los dos tipos de lactosuero debido a que no es posible controlar el proceso para la obtención de un solo tipo de lactosuero, por lo tanto; se determinara un proceso mediante pruebas y sus respectivos análisis a fin de obtener un biofertilizante mediante la utilización tanto del lactosuero ácido como del lactosuero dulce.

### ***3.2.5. Selección de la materia prima.***

La materia prima seleccionada deberá estar acorde a los resultados obtenidos en los respectivos análisis para su caracterización, si estos se encuentran dentro de los límites permisibles, entonces dicho subproducto será validado como materia prima apta para la elaboración de un nuevo producto.

Comparando los análisis realizados con los valores exigidos por la norma NTE INEN 2594 para caracterización del lactosuero líquido, se determinó que todos los valores reportados por los análisis están dentro del rango establecido. La variación del pH que también afecta en gran parte a la acidez del lactosuero, no es ningún inconveniente siempre y cuando se considere válido la utilización del lactosuero ácido como también el lactosuero dulce para la elaboración de un biofertilizante.

La norma NTE INEN 2594 determina que el tipo de lactosuero no influye en los análisis microbiológicos requeridos, pero sí estipula que tienen mayor importancia que los análisis físico-químicos. La carga microbiana es un factor muy importante a considerar, por ello se comparó cuidadosamente los resultados de los análisis realizados en el laboratorio (ver anexo D), determinando así que se encuentran perfectamente dentro de los valores establecidos por dicha norma y concluyendo que el lactosuero es idóneo para el proceso de obtención de un biofertilizante.

Tabla 16-3 Determinación del lactosuero como materia prima.

Pruebas de Caracterización		
Parámetros establecido por la NORMA		Se encuentra dentro de los límites establecidos
Análisis Fisicoquímicos	Lactosa	✓
	Proteína	✓
	Grasa	✓
	Ceniza	✓
	Acidez	✓
	PH	✓
Análisis Microbiológicos	Recuento de m.o. aerobios mesófilos	✓
	Recuento de Escherichia coli	✓
	Staphylococcus /25g	✓
	Salmonela /15g	✓
	Detección de Listeria monocytogenes /25g	✓
Apta para su uso como Materia Prima		

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.6. Procedimiento a nivel del laboratorio.

Este procedimiento está basado en resultados obtenidos a nivel de laboratorio, los cuales se realizaron en base a técnicas relacionadas con la producción de biofertilizante mediante fermentación láctica. (Uribe, 2013)

#### 3.2.6.1. Parte experimental

Sustancias y reactivos.

- 18 litros de Suero de Leche
- 454g de Melaza
- 90g de Carbonato de Calcio
- 180 g de roca fosfórica
- 50g de un compuesto mineral (ver tabla 19)
- Agua sin cloro.

- Tween 80 (Antiespumante)

#### Materiales y equipos

- Cubeta plástica de 20L, con tapa hermética.
- Manguera
- Tapón macho de PVC de  $\frac{3}{4}$
- Silicona
- Alambre
- Gasa metálica
- Una botella plástica

#### Procedimiento.

- Disolver muy bien 0,5 Kg de Melaza en un volumen que contenga de 3 litros de suero lácteo.
- Colocar 15 litros de suero lácteo en un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, el mismo que debe poseer una cobertura hermética para impedir el contacto con el aire.
- Mientras se agita constantemente el contenido de lactosuero, vertimos la melaza previamente disuelta con suero lácteo.
- Se disuelve muy bien en agua la fuente mineral (ver tabla 19) que se quiera utilizar, para este proceso se utilizara sulfato de potasio y se verterlo en el contenedor que contiene el lactosuero.
- Se disuelve el máximo posible en agua la cantidad de carbonato de calcio que se va a suministrar, posteriormente la vertemos en la mezcla de lactosuero.
- Agitar la mezcla a fin de obtener una mezcla homogénea y evitar llenar el contendor hasta su totalidad con el objeto de dejar un espacio libre para la generación de gases.
- Tapar herméticamente el contendor y colocar una válvula de escape de gases para que inicie la fermentación anaeróbica, se recomienda sellar las uniones de la válvula con silicona.



- Dejar reposar la mezcla en el contenedor selecto durante una o dos semanas bajo sombra pero a una temperatura constante que oscile entre 20°C y 30°C.
- Verificar la calidad del lactofermento, tomando en cuenta indicadores físicos como:  
*El color.-* debe ser ámbar, si es violetas y azules no son deseados e indican que el lactofermento está dañado.  
*El olor.-* debe ser agradable a fermento, olores fuertes a putrefacción son indicadores que algo fallo en el proceso y el producto no es apto para su uso.
- Retirar el producto del contenedor.
- Filtrar el biofertilizante, con la finalidad de eliminar cualquier residuo que posteriormente impida el paso continuo del fluido por cualquier mecanismo de dispersión.
- Colocar el producto final en un recipiente adecuado a fin que este no se descomponga y mantenga sus propiedades intactas.
- Almacenar en un lugar fresco y seco hasta que sea requerida su disposición o hasta su caducidad.
- 

### **3.2.7. Variables del proceso.**

Las principales variables a considerar en un proceso a escala industrial para la obtención de un fertilizante biodegradable a partir del lactosuero son:

- Temperatura
- PH
- Aireación
- Nutrientes y Activadores
- Concentración inicial de azúcares

### 3.2.7.1. Temperatura.

Este es uno de los parámetros más importantes a controlar en un proceso de fermentación de cualquier tipo, por ello es necesario crear las condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos fermentadores, en este caso se realizara una fermentación láctea a fin de obtener un biofertilizante. Por tanto el control adecuado de la temperatura debe ir acorde con la evolución relativamente pequeña de calor asociado con el proceso anaeróbico, para ello se debe mantener una temperatura promedio de 30°C, al sobrepasar a gran escala los límites permisibles de temperatura tiende a generar ciertos efectos. (Ver tabla 18-3) (Acevedo, 2010)

Tabla 17-3 Efectos al sobrepasar los límites permisibles de temperatura

<b>T° &lt; Óptima</b>	<b>T° &gt; Óptima</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Retarda el crecimiento.</li><li>• Reducción de la producción celular.</li><li>• Deterioro de microorganismos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choque térmico.</li><li>• Inducción a una respuesta de estrés.</li><li>• Producción de proteasas celulares.</li><li>• Reducción de los productos proteicos.</li></ul>

Fuente: (Acevedo, 2010)

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.7.2. PH.

Este un factor de gran importancia que debe ser controlado en el proceso de fermentación, debido a que un pH óptimo favorece que las enzimas y microorganismos realicen una mejor actividad, controlando así la contaminación bacteriana, el crecimiento de levaduras, la velocidad de fermentación y la formación de alcoholes. Durante la fermentación la levadura toma el nitrógeno de los aminoácidos orgánicos, perdiendo su carácter anfótero y pasando a ácidos, lo cual origina una disminución del pH del medio. La mayor parte de microorganismos crecen favorablemente en un pH que oscila entre 4,5 y 6,5. (Cáceres Arévalos Fermín, 2008)

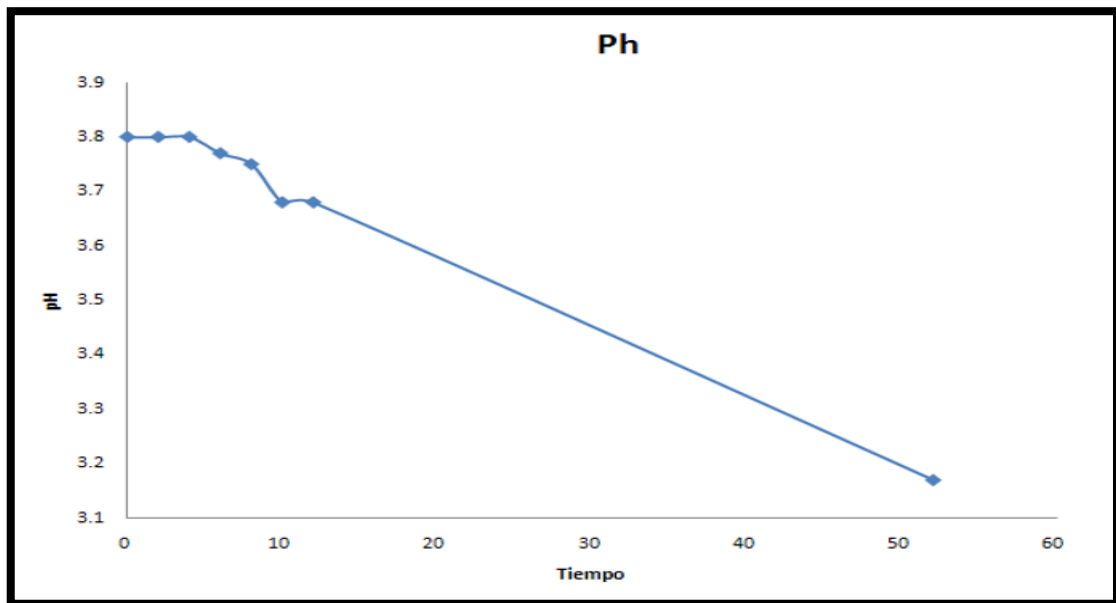


Figura 1-3. Diagrama de la disminución del pH en el proceso de fermentación.

Fuente: (Cáceres Arévalos Fermín, 2008)

Para controlar el efecto negativo producido por el exceso de acidez que se genera en la fermentación láctea se puede utilizar:

- *Ceniza de madera.*- Esta debe estar previamente calcinada y es preferible que sea de madera blanca, el inconveniente con este regulador de pH es que resulta algo complicado debido al tiempo que se requiere para su obtención y además de requerir un largo periodo de tiempo para la regulación de pH debido a que necesita disolverse casi en su totalidad; aunque este componente tiene mayor eficiencia al vertido directamente sobre una superficie árida y húmeda. (Pontavedra, 2012)
- *Carbonato de Calcio (CaCO<sub>3</sub>).*- Aparte de su bajo costo y su fácil obtención, parece reunir algunas características especiales para regular el pH en la fermentación láctica, puesto que las bacterias lácticas tienen un pH óptimo de crecimiento alrededor de 4 y dado que el carbonato de calcio recién es soluble solo a un pH inferior a 5, entonces en base a esto se determina fehacientemente que el carbonato de calcio es la mejor opción para la regulación de pH en la fermentación láctica. (Cáceres Arévalos Fermín, 2008)

➤

### 3.2.7.3. Aireación.

La aireación es una herramienta útil en la fermentación en dependencia del tipo de proceso bajo el cual se vaya a realizar dicha actividad. En este caso se trata de una fermentación láctea; por lo tanto, las bacterias lácticas pertenecen a los microorganismos anaerobios facultativos, es decir, que pueden desarrollar su actividad tanto en presencia de oxígeno como en ausencia del mismo. Sin embargo, la fermentación para la obtención de un biofertilizante a partir de lactosuero tiene lugar en ausencia de oxígeno, entonces es necesario tomar las medidas necesarias para evitar que durante el tiempo que tarde la fermentación, este; no entre en contacto alguno con el aire exterior, pero si se requiere de una pequeña cantidad de oxígeno inducida previamente al bioreactor, la cual es necesaria para el proceso de crecimiento microbiano durante la fermentación láctica. (Waldir D., Estela Escalante., Mojmír Rychtera., Karel Melzoch, 2014)

#### 3.2.7.4. Nutrientes

Son compuestos encargados de contribuir al crecimiento y funcionamiento de una característica específica, mediante la adición de un agente que lo hace activo. (Ver tabla 19)

Tabla 18-3 Nutrientes que se puede utilizar en el proceso de lacto fermentación.

<i>Fuente Mineral</i>	<i>Elemento</i>
Sulfato de Potasio	K
Sulfato de Zinc	Zn
Sulfato de Magnesio	Mg
Sulfato de Manganeseo	Mn
Molibdato de Sodio	Na
Molibdato de Boro	B
Roca Fosfórica	P

Fuente: (Quiroz A., Albertin A., Blázquez M., 2004)

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

#### 3.2.7.4. Concentración inicial de azúcares.

La concentración de azúcares necesaria al inicio de un proceso de fermentación es un factor determinante sin el cual es posible que dicha reacción no pueda llegar a su culminación, debido a que la fermentación láctica es una ruta metabólica anaeróbica en la cual se fermenta la glucosa para obtener energía metabólica, es decir; se trata de un proceso biológico en el que los azúcares presentes en el medio se transforman en ácido láctico y otros ácidos. Las concentraciones límites dependen del tipo de azúcar que se va a utilizar en función del tipo de levadura que por tratarse de una fermentación láctica, los microorganismos responsables del proceso son bacterias y levaduras lácticas. (Rosero, 2010). El nivel de azúcar en grados Brix del lactosuero es de 4,3 (+/-) según mediciones realizados en el laboratorio de operaciones unitarias de la ESPOCH utilizando muestras frescas de lactosuero, para que un proceso de fermentación tenga lugar se requiere de un mínimo de 16°Bx. Por ello se consideró la utilización de melaza para elevar el porcentaje de azúcar en el lactosuero hasta un nivel considerable para el proceso de fermentación de 20°Bx.

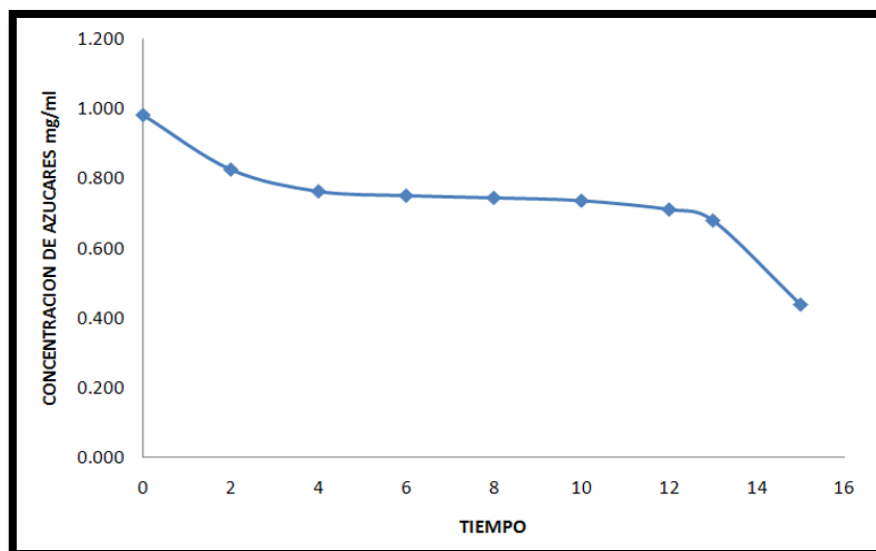


Gráfico 1-3 Diagrama de la reducción del nivel de azúcar en el proceso de fermentación láctica  
Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.2.7.5. Humedad.

Este uno de los parámetros poco consideramos pero no por ello carece de importancia, al contrario este factor cumple un papel muy útil en el proceso de fermentación debido a que la humedad

óptima necesaria varía en un rango de 50 a 60% y, pero si la humedad tiende a bajar del 40% como consecuencia también se reduce la velocidad de fermentación. (Jakymec, M., Morán, H., Páez, G., Ferrer, J., Mármol, Z., & Ramones, E., 2001)

### 3.2.8. Curva de crecimiento microbiano.

Tabla 19-3 Crecimiento microbiano de levaduras lácteas

N° Muestra	Fecha	Tiempo (h)	T (°C)	Nx10 <sup>6</sup>	Ufc/g
1	2017/05/15	0	24	1	2
2	2017/05/16	24	24	5,5	5
3	2017/05/18	54,5	23	5	14
4	2017/05/19	78,5	23	3	30
5	2017/05/22	143,5	25	37	65
6	2017/05/23	167,5	25	57	67
7	2017/05/24	191,5	25	63	60
8	2017/05/25	217	25	64	60
9	2017/05/28	288,5	24	42	27
10	2017/05/29	313,5	24	19	No medido

**Fuente:** Análisis microbiológico del crecimiento de levaduras lácticas, tomado del Anexo P

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2017

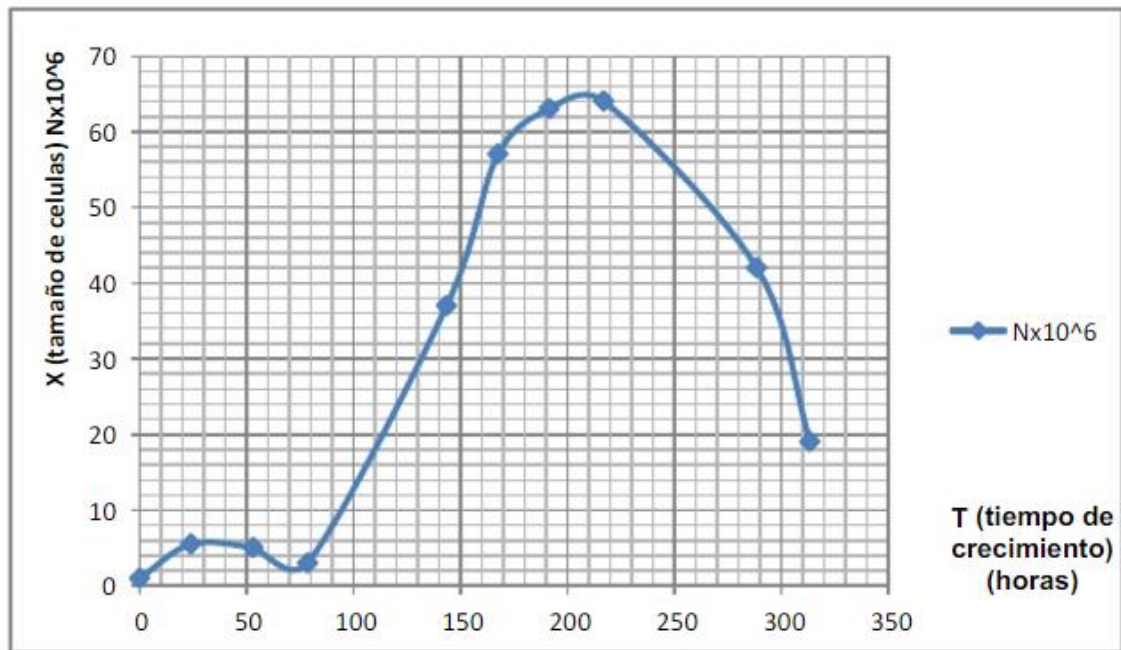


Gráfico 2-3 Crecimiento microbiano de levaduras lácticas  
 Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

La gráfica nos indica en la primera fase un leve crecimiento de las células en relación al tiempo a una temperatura 24°C; en el intervalo de 170-230 horas el desarrollo permaneció constante, las colonias tuvieron los nutrientes adecuados para su crecimiento y las condiciones fueron las óptimas para su crecimiento exponencial; con el paso de las horas existió la pérdida de colonias su tasa de crecimiento bajo a pesar de que la temperatura y las condiciones se mantuvo iguales.

### 3.2.9. Validación del proceso.

#### 3.2.8.1. Pruebas de ensayo

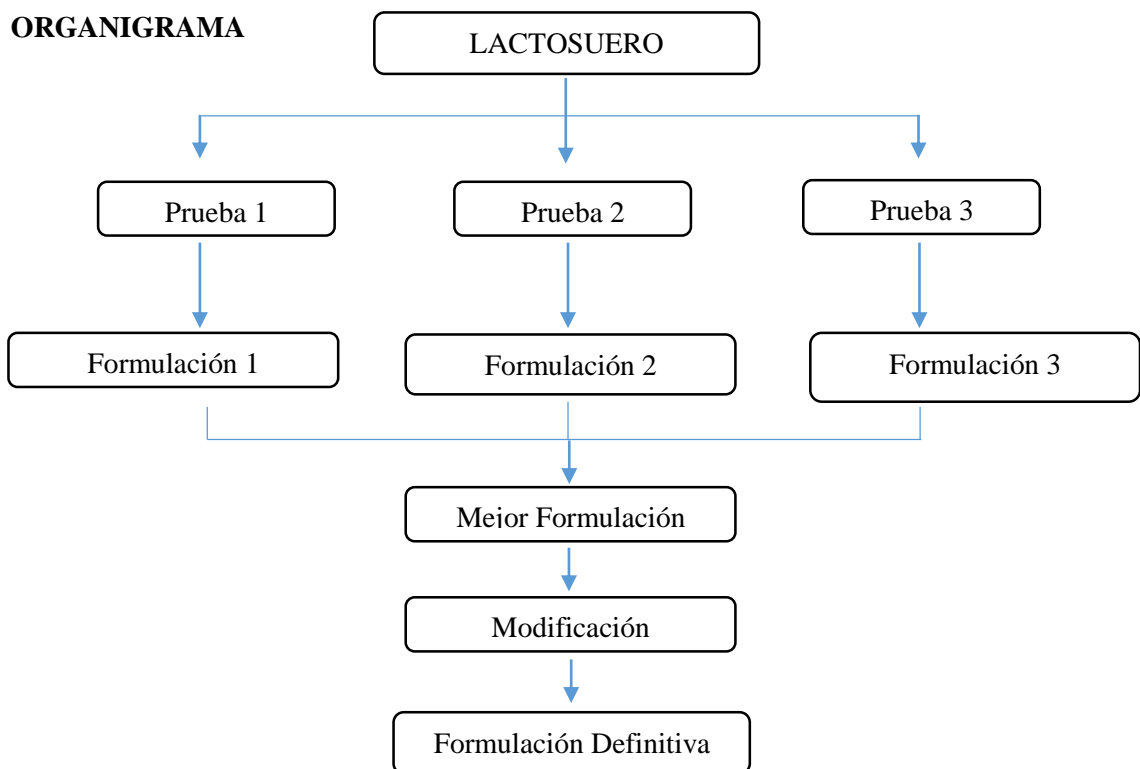
Antes de empezar las pruebas de ensayo se determinó que existen dos tipos de suero, lactosuero ácido y lactosuero dulce. Partiendo desde ese punto y con el conocimiento que la fuente productora de lactosuero (Planta de quesos “San José”) genera estos dos tipos de lactosuero ya sea en proporciones iguales o diferentes, pero en fin contaría con una fuente de materia prima que fluctúa entre suero ácido y suero dulce.

Considerando dichos aspectos se concluyó que lo más idóneo en el proceso para la obtención de un biofertilizante, es realizar pruebas pertinentes con los dos tipos de lactosuero a fin de poder compararlos e identificar si sus valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normas NTE INEN 0211 y determinar si los dos tipos de lactosuero son aptos para la elaboración del biofertilizante.

*Con lactosuero acido.*

El proceso para la obtención de un fertilizante biodegradable a partir del lactosuero debe ser validado por los análisis respectivos según la norma NTE INEN 0211, El cual nos da a conocer las cantidades pertinentes que debe cumplir para clasificar como fertilizante.

Con la finalidad de obtener los mejores resultados en la elaboración del biofertilizante se realizó tres pruebas, en la cuales se modificaron la concentración de los componentes y la mezcla con diferentes fuentes minerales requeridas para dicho proceso, las cuales están expuestas a continuación:



Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017



Tabla 20-3 Formulaciones de ensayo para la obtención de un biofertilizante

Pruebas para la obtención de un biofertilizante		
Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 18 L de lacto suero</li> <li>➤ 227g de melaza</li> <li>➤ 25g CaCO<sub>3</sub></li> <li>➤ 50g MnSO<sub>4</sub></li> <li>➤ 30g Sulfato de potasio</li> <li>➤ Agua sin cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 18 L de lactosuero</li> <li>➤ 454g de melaza</li> <li>➤ 50g CaCO<sub>3</sub></li> <li>➤ 50 g de roca fosfórica</li> <li>➤ 30g Sulfato de potasio</li> <li>➤ Agua sin cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 18 L de lactosuero</li> <li>➤ 681g de melaza</li> <li>➤ 75g CaCO<sub>3</sub></li> <li>➤ 50g MgSO<sub>4</sub></li> <li>➤ 30g Sulfato de potasio</li> <li>➤ Agua sin cloro</li> </ul>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 21-3 Análisis químico del biofertilizante

Identificación	Componentes utilizados			Unidades
	Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	
Nitrógeno (N)	1190,74	1194,85	1200,20	(mg/Kg)
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	8,04	983,02	14,04	(mg/Kg)
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,23	0,24	0,23	(%)
Calcio (CaO)	0,13	0,21	0,15	(%)
Magnesio (MgO)	0,02	0,02	0,05	(%)
Azufre (S)	0,06	0,02	0,05	(%)
Molibdeno (Mo)	2	1	1,7	(mg/Kg)
Boro (B)	1	1	1	(mg/Kg)
Cloro (Cl)	1,2	0,9	1	(mg/Kg)
Cobre (Cu)	1	1	1	(mg/Kg)
Hierro (Fe)	20	19	20	(%)
Manganeso (Mn)	719	8	7	(mg/Kg)
Sodio (Na)	30	50	40	(mg/Kg)
Zinc (Zn)	2	2	1	(mg/Kg)
pH	4,1	4,9	5,8	

Fuente: Análisis químicos del biofertilizante tomado del anexo F1, F2, F3.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Se puede diferenciar el aumento en la disponibilidad de los minerales suministrados a los diferentes lactofermentos en dependencia de la mezcla de sus componentes como:

- **Prueba #1.** Mezcla de lactofermentos enriquecida con sulfato de manganeso y carbonato de calcio, la cual presenta una solubilidad en manganeso de 719 mg/Kg siendo significativamente superior a otros valores expuestos en la tabla 21.
- **Prueba #2.** Mezcla de lactofermentos enriquecida con carbonato de calcio y roca fosfórica, en este caso se puede apreciar una disponibilidad mayor de calcio en relación a las pruebas 1 y 3 (ver tabla 21), y un aumento el nivel de pH superior al registrado en la prueba 1 (ver tabla 21),
- **Prueba #3.** Mezcla de lactofermentos enriquecida con sulfato de magnesio y carbonato de calcio, en este caso la disponibilidad de magnesio es mayor que los valores reportados en las pruebas 1 y 2 (ver tabla 21), también se diferencia un aumento en el nivel de pH incluso superior al reportado en la prueba 2 (ver tabla 21).

Por lo tanto los resultados expuestos en la tabla 21, da a conocer la importancia de enriquecer el biofertilizante obtenido a partir del proceso de fermentación del lactosuero con fuentes minerales como las mencionadas en la tabla 20. Estos fertilizantes son disueltos en su mayoría debido a los ácidos lácticos y orgánicos obtenidos por las reacciones bioquímicas inherentes al proceso de fermentación, logrando así; que de esta manera las plantas a las cuales se le adicione este producto se nutra de manera balanceada con los elementos contenidos en las diferentes fuentes minerales.

Un factor importante a considerar es el porcentaje de nitrógeno que se encuentra presente en el lactofermento, según los análisis el cual es una cantidad bastante considerable y por lo tanto es un recurso que bien puede ser utilizada para darle un uso agrícola. Según estudios anteriores indican que el nitrógeno presente en el suero de la leche sin fermentar es de 825 mg/Kg. (Obregón, 2000) dicho valor es muy inferior al valor obtenido después del proceso de fermentación, que es de 1190,74 a 1200,20 mg/Kg (ver tabla 21), este aumento tiene una relación directa con las sustancias metabolizadas por los microorganismos fermentadores gestores de los procesos bioquímicos inherentes a una fermentación.

Los valores de pH representados en la tabla 21 son levemente ácidos, pero van aumentando su PH a medida que se aumenta una cantidad carbonato de calcio, aunque los valores bajos de pH suelen ser normales en fertilizantes líquidos fermentados, ya que según pruebas realizadas con rangos de pH similares a los obtenidos en nuestro proceso, se evidenciaron resultados favorables en su aplicación foliar. En caso de querer subir el pH suelo se puede utilizar ceniza de leña o bien aumentar la dosificación de carbonato de calcio. (Pacheco, 2003)

Según la norma NTE INEN 0211 para validación de un fertilizante, establece que un fertilizante como tal, debe cumplir con la demanda de sus componentes básicos (Nitrógeno, fosforo y potasio)

en función de los valores establecidos por dicha norma. Entonces además de contar con una cantidad considerable de nitrógeno que según los resultados obtenidos en los análisis (ver tabla 21) están dentro de los requerimientos que establecidos para un fertilizante, así como también se adaptan los valores reportados de potasio, por lo tanto el único valor que esta fuera de los estándares requeridos son los reportados para el fosforo, pero se puede aumentar ese valor suministrando mayor cantidad de roca fosfórica al componente.

*Formulación definitiva para la obtención de un biofertilizante*

En base a los resultados reportados por los análisis químicos del biofertilizante obtenido en la prueba 2 (ver tabla 21), se puede concluir que dicha mezcla (ver tabla 20), es la más idónea para usarla como base, realizando las debidas modificaciones en cuanto a la cantidad de componentes suministrados la elaboración de un biofertilizante. Por lo tanto se deduce la siguiente composición:

Tabla 22-3 Formulación para la elaboración de 20 L de un biofertilizante

<b>Componentes</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
Lactosuero	18	litros
Melaza	454	gramos
CaCO <sub>3</sub>	60	gramos
Roca fosfórica	90	gramos
Sulfato de potasio	30	gramos
Agua sin cloro	0,5	litros

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2017

Tomando en cuenta la formulación de la tabla 22, se realiza el procedimiento adecuado para la obtención de un biofertilizante a nivel de laboratorio, modificando la cantidad de componentes estipuladas en la prueba 2 de la tabla 20, se realizó el proceso de lactofermentación dando como resultados los siguientes valores:

Tabla 23-3 Análisis químico del biofertilizante con suero ácido.

<b>Identificación</b>	<b>Laboratorio CESAL</b>	
	<i>Unidades</i>	<i>Resultados</i>
Nitrógeno (N)	(mg/Kg)	5132,15
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(mg/Kg)	2965,44
Potasio (K <sub>2</sub> O)	(%)	0,44
Calcio (CaO)	(%)	0,31
Magnesio (MgO)	(%)	0,36
Azufre (S)	(%)	0,13
Molibdeno (Mo)	(mg/Kg)	1,15
Boro (B)	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	(mg/Kg)	0,8
Cobre (Cu)	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	(%)	23
Manganeso (Mn)	(mg/Kg)	62,27
Sodio (Na)	(mg/Kg)	43,68
Zinc (Zn)	(mg/Kg)	27,56
pH	5,2	

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

En función de los resultados reportados en tabla 23 se puede concluir que la cantidad de fosforo ha aumentado considerablemente en relación a los resultados de los análisis iniciales (ver tabla 21), pero dichos valores aún están por debajo de los valores requeridos por la norma NTE INEN 0211 para un fertilizante, entonces se requiere aumentar la cantidad de roca fosfórica al componente inicial del proceso.

Para poder conseguir el nivel de fosforo requerido por la norma NTE INEN 0211 para fertilizantes y considerando que el valor reportado en los análisis químicos del biofertilizante (ver tabla 23), es casi la mitad del valor requerido por la norma NTE INEN 0211 para fertilizantes, por lo tanto se considera subir la cantidad de roca fosfórica al doble de la dosificación anterior (ver tabla 22), entonces la formulación para la elaboración de 20 L de un biofertilizante a partir del lactosuero es la siguiente:

Tabla 24-3 Mezcla de componentes para la elaboración de un biofertilizante

<i>Formulación definitiva para la obtención de 20L de un biofertilizante</i>		
<b>Componentes</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
Lactosuero	18	litros
Melaza	454	gramos
CaCO <sub>3</sub>	90	gramos
Roca fosfórica	180	gramos
Sulfato de potasio	30	gramos
Agua sin cloro	1	litros

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Utilizando la formulación de la tabla 24 se procede a la elaboración de un biofertilizante a nivel de laboratorio, a fin de constatar que el producto a obtener reporte los valores requeridos por norma NTE INEN 0211 para fertilizantes.

Mediante los análisis pertinentes del biofertilizante se obtienen los siguientes valores:

Tabla 25-3 Análisis químico del biofertilizante en base a la formulación definitiva.

<b>Identificación</b>	<b>Laboratorio CESAL</b>	
	<i>Unidades</i>	<i>Resultados</i>
Nitrógeno (N)	(mg/Kg)	5712,51
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(mg/Kg)	5925,14
Potasio (K <sub>2</sub> O)	(%)	0,43
Calcio (CaO)	(%)	0,33
Magnesio (MgO)	(%)	0,35
Azufre (S)	(%)	0,13
Molibdeno (Mo)	(mg/Kg)	1,25
Boro (B)	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	(mg/Kg)	0,7
Cobre (Cu)	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	(%)	25
Manganeso (Mn)	(mg/Kg)	65,17
Sodio (Na)	(mg/Kg)	46,86
Zinc (Zn)	(mg/Kg)	24,63
pH	5,7	

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Fuente: Resultados tomados del anexo H

### Con lactosuero dulce

Los resultados obtenidos mediante las pruebas de caracterización según la norma NTE INEN 2594 y las diferentes pruebas de ensayo para la obtención de un fertilizante biodegradable, partiendo del lactosuero ácido como materia prima ha dado valores considerablemente buenos, como se reporta en la tabla 25, comparado con la norma NTE INEN 0211. Ahora es necesario realizar las mismas pruebas, utilizando suero dulce como materia prima, para ello se ha tomado muestras de diferentes lotes de suero; a fin de encontrar el más óptimo, el valor más alto de pH reportado es de 6,2 el cual dentro de la norma NTE INEN 2594 para la caracterización de lactosuero como materia prima, es considerado como suero dulce.

Una vez identificado el tipo de lactosuero; en este caso lactosuero dulce, se procedió a la elaboración de un biofertilizante a nivel de laboratorio, siguiendo la formulación de la tabla 24, que es la más óptima para este proceso. Donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 26-3 Análisis químico del biofertilizante con suero dulce.

Identificación	Laboratorio CESAL			Norma NTE INEN 0211 (+/-)
	Unidades reportadas		Transformadas a %	
Nitrógeno (N)	4741,38	(mg/Kg)	0,47	0,49
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5045,76	(mg/Kg)	0,50	0,67
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,37	(%)	0,37	0,41
Calcio (CaO)	0,28	(%)	0,28	0,28
Magnesio (MgO)	0,34	(%)	0,34	0,33
Azufre (S)	0,15	(%)	0,15	0,20
Molibdeno (Mo)	1,08	(mg/Kg)	1,08 x10 <sup>-4</sup>	0,0001
Boro (B)	1	(mg/Kg)	1 x10 <sup>-4</sup>	0,003
Cloro (Cl)	0,8	(mg/Kg)	0,8 x10 <sup>-5</sup>	0,005
Cobre (Cu)	1	(mg/Kg)	1 x10 <sup>-4</sup>	0,005
Hierro (Fe)	23	(%)	23	0,005
Manganeso (Mn)	61,77	(mg/Kg)	6,1 x10 <sup>-3</sup>	0,005
Sodio (Na)	43,58	(mg/Kg)	4,3 x10 <sup>-3</sup>	0,005
Zinc (Zn)	22,06	(mg/Kg)	2,2 x10 <sup>-3</sup>	0,005

Fuente: Resultados tomados del anexo I. transformados a %

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Método para la transformación de mg/Kg a %

$$\frac{X \text{ mg}}{\text{Kg}} \left| \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} \right| \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times 100 \% = ?$$

### 3.2.8.2. Análisis químico del biofertilizante.

Con el objetivo de validar nuestro producto, los valores reportados por el análisis del biofertilizante deben estar acorde o dentro del límite de los valores señalados en la norma NTE INEN 0211. Para ello, se procedió a modificar la concentración inicial de los componentes en la mezcla antes del proceso de fermentación, de donde se obtiene nuestro biofertilizante mediante la fermentación del lactosuero, concluyendo que la formulación idónea es la reportada en la tabla 24. Así; entonces se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 27-3 Análisis químico del biofertilizante a partir de lactosuero.

Identificación	Comparación de Análisis en (%)		Valor aceptable
	Laboratorio	Norma NTE INEN 0211	
Nitrógeno (N)	0,571	0,49	✓
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,593	0,67	✓
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,43	0,41	✓
Calcio (CaO)	0,33	0,28	✓
Magnesio (MgO)	0,35	0,33	✓
Azufre (S)	0,13	0,20	✓
Molibdeno (Mo)	1,25 x10 <sup>-4</sup>	0,0001	✓
Boro (B)	1 x10 <sup>-4</sup>	0,003	✓
Cloro (Cl)	0,7 x10 <sup>-5</sup>	0,005	✓
Cobre (Cu)	1 x10 <sup>-4</sup>	0,005	✓
Hierro (Fe)	25	0,005	✓
Manganeso (Mn)	6,5 x10 <sup>-3</sup>	0,005	✓
Sodio (Na)	4,7 x10 <sup>-3</sup>	0,005	✓
Zinc (Zn)	2,5 x10 <sup>-3</sup>	0,005	✓

Fuente: Resultados tomados del anexo H transformados a %

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

A más de las pruebas de campo realizadas mediante el uso del biofertilizante obtenido por lactofermentación, los valores reportados por los análisis están en un alto porcentaje acorde con los valores exigidos por la norma NTE INEN 0211, por lo tanto se puede estimar que el biofertilizante obtenido a partir del lactosuero es válido para su aplicación en el sector agrícola.

Es importante recalcar que para la producción de un biofertilizante se cuenta dos tipos de lactosuero (ácido y dulce) siendo la principal diferencia el porcentaje de nitrógeno que se encuentra en cada uno de ellos, la misma que no difiere en gran cantidad (ver tablas 1-2) y por lo tanto los resultados del producto obtenido ya sea mediante lactosuero ácido y lactosuero dulce tampoco difieren en mayor proporción en relación a las NTE INEN 0211 para determinación de un fertilizante.

#### *3.2.8.3. Análisis microbiológicos del biofertilizante.*

Mediante información recabada los lactofermentos presentan un número elevado de microorganismos importantes que influyen en el control de plagas y enfermedades, por lo tanto los lactofermentos representan una excelente herramienta para la restauración del equilibrio ecológico y el bienestar de los sistemas agropecuarios productivos. (Obregón, 2000)

Debido a los efectos de los microorganismos lactofermentados y su incidencia en el sector agrícola se realizaron los siguientes análisis:



Tabla 28-3 Comparación de resultados reportados con la norma.

<i>Resultados de Análisis Microbiológicos</i>		
<b>Identificación</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Bacterias	UFC/mL	8,5 x 10 <sup>6</sup>
Bacillus	UFC/mL	1,5 x 10 <sup>7</sup>
Lactobacillus	UFC/mL	4,8 x 10 <sup>8</sup>
Hongos	UFC/mL	<10 <sup>3</sup>
Coliformes totales	NMP/100mL	8
Coliformes fecales	NMP/100mL	<2

Fuente: Resultados tomados del anexo J

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Las cifras presentadas en la tabla 29 demuestra una elevada concentración de múltiples formas de vida microscópica contenidas en el lactofermento, es por ello que el impacto benéfico de aplicar sobre el suelo altas cantidades de microorganismos saprófagos (consumidores de materia orgánica en descomposición) como los obtenidos en los análisis realizados, permite la mineralización de materia orgánica y la absorción de sus nutrientes contenidos.

Entre los microorganismos presentes en los lactofermentos se distingue diversas bacterias entre ellas las bacterias lácticas, las cuales son las encargadas de la transformación del azúcar (glucosa y lactosa) dando lugar a la fermentación láctica, ya que en ella encuentran su principal sustrato energético y como resultado de su metabolismo se produce ácido láctico.

Las bacterias putrefactoras que se ahí se encuentran tienen relaciones antagónicas con los *Lactobacillus spp.* Por ejemplo la inhibición de *Erwinia sp* se podría deber al efecto de la misina que es un antibiótico producido por algunas bacterias lácticas. (Obregón, 2000)

Los *Lactobacillus sp* son predominantes en un lactofermento debido a que este presenta un sustrato con condiciones óptimas para su desarrollo. Los *Lactobacillus* juegan un papel muy importante en el control de *Fusarium sp* que tanto afecta los semilleros de tomate y la *Rhizoctonia sp* conocida como mal de talluelo. (Quiroz A., Albertin A., Blázquez M., 2004)

### **3.3. Procesos de producción.**

#### ***3.3.1. Materia prima, insumos, aditivos y reactivos***

En el proceso para la obtención de un fertilizante biodegradable, a más de la materia prima es indispensable el uso de otros componentes, los cuales cumple una función diferente dentro del proceso al combinarse entre sí.

##### ***3.3.1.1. Materia Prima.***

Es una sustancia natural o artificial que se utiliza como base para la elaboración de un producto mediante una transformación industrial que se da lugar por diferentes operaciones unitarias (Cáceres Deborah, 2015), la materia prima para el proceso de elaboración de un biofertilizante es el lactosuero, que se encuentra como subproducto de los derivados lácteos y será la base fundamental para nuestro proceso.

##### ***3.3.1.2. Insumos.***

Este término representa a todo elemento como fracción de un componente necesario para la elaboración de un producto así por ejemplo en la elaboración de un biofertilizante el insumo necesario es la melaza, el cual se adiciona en pequeñas proporciones en relación a la materia prima requerida, dicho insumo cumple con la función de elevar el nivel de azúcar presente en el lactosuero, facilitando de esta manera el proceso de fermentación.

### 3.3.1.3. Aditivos.

Dicho término hace referencia a cierto componente que se agrega total o parcialmente en la elaboración de un producto (Pérez Porto Julián, 2015), en la elaboración de un biofertilizante los aditivos agregados son los diversos tipos de compuestos minerales que se puede adicionar (ver tabla 19) a fin de otorgar un mejor porcentaje de rendimiento al producto obtenido.

### 3.3.1.4. Reactivos.

El término reactivo se refiere a aquello que genera una reacción, en un ámbito más específico un reactivo es una sustancia que permite revelar la presencia de una sustancia diferente y que, a través de una interacción, da lugar a la formación de un nuevo producto (Pérez Porto Julián, 2013). En el proceso para la obtención de un biofertilizante un reactivo utilizado es el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) el cual mediante su acción ayuda a estabilizar el pH del biofertilizante, otro reactivo utilizado es Tween 80 el cual mediante su acción ayuda a reducir el incremento de espuma generada en el proceso de fermentación.

Tabla 29-3 Componentes utilizados en el proceso de obtención del biofertilizante

<b>COMPONENTES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Materia Prima	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lactosuero<ul style="list-style-type: none"><li>○ ácido</li><li>○ dulce</li></ul></li></ul>
Insumos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melaza</li></ul>
Aditivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compuesto mineral</li><li>• <math>\text{H}_2\text{O}</math></li></ul>
Reactivos	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{CaCO}_3</math></li><li>• Tween 80</li></ul>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.3.2. Diagrama del Proceso

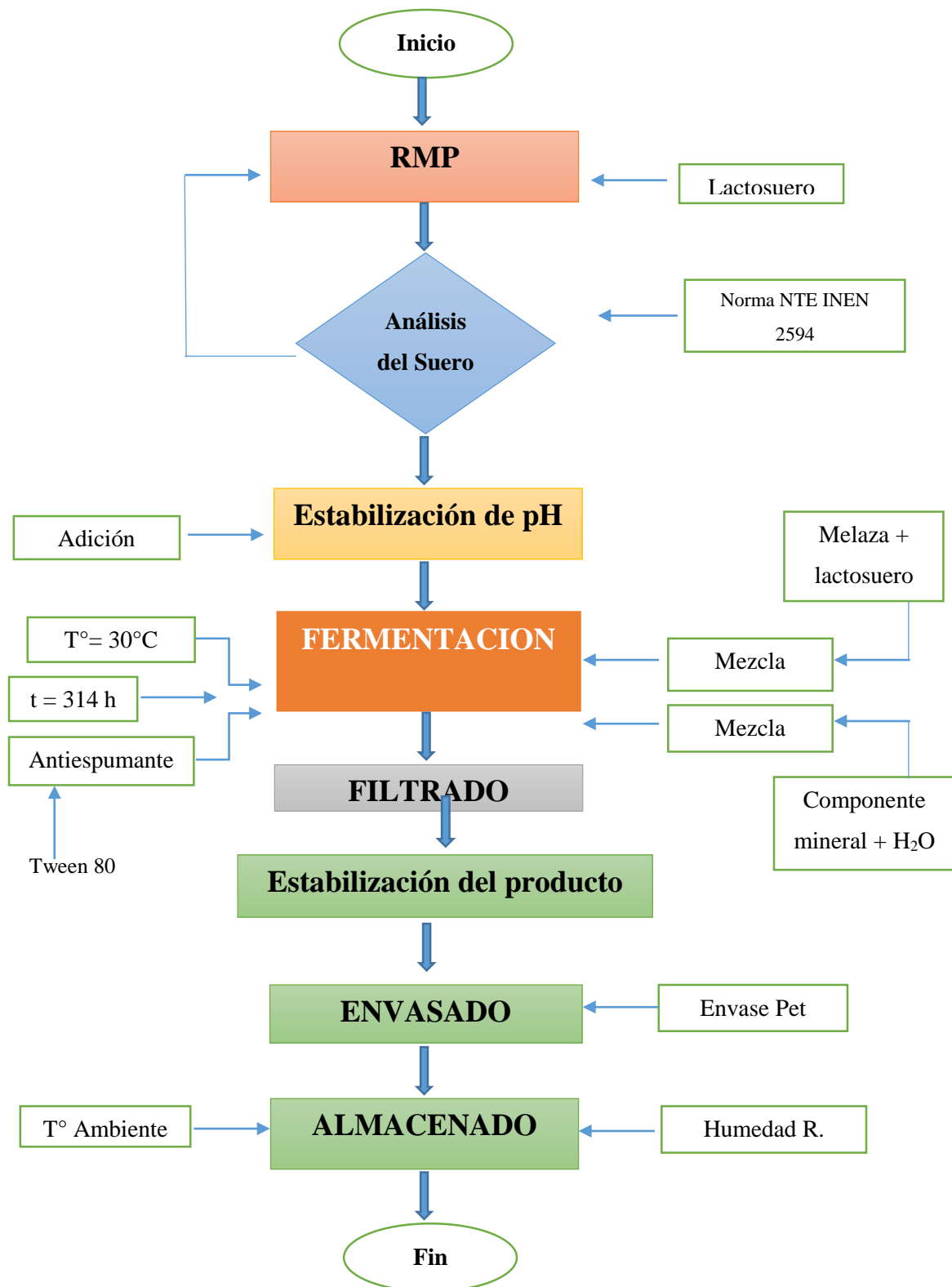


Figura 3-3 Diagrama de proceso para la obtención de un biofertilizante a partir del lactosuero  
Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.3.2. Descripción del proceso para la obtención del biofertilizante

La producción de un biofertilizante a escala industrial tiende a seguir los siguientes pasos:

- Identificar que el lactosuero a ser utilizado como materia prima para el proceso de fermentación y posteriormente la obtención del biofertilizante se encuentre fresco, lo cual es importante para la conservación de sus características principales, así también impedirá la variación de pH y una posible contaminación con agentes externos.
- Tomar una muestra representativa del lote de lactosuero, analizar el tipo de pH que debe tener un promedio entre 4,8 a 6,8 y el nivel de azúcar en grados brix que deberá tener un promedio de 6 a 8%, a fin de poder determinar si contamos con un lactosuero estable dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2594 para caracterización del lactosuero, posterior a ello se procede a realizar el proceso de fermentación.
- Disponer previamente de todos los componentes necesarios para un lote de 400 L, para ello se requiere disolver 11 Kg de melaza en una cantidad de lactosuero, el cual ayuda a elevar el porcentaje de azúcar del lactosuero indispensable para el proceso de fermentación, también se requiere disolver en agua sin cloro; 2 Kg de  $\text{CaCO}_3$  para elevar y estabilizar el pH del producto, 2 Kg de roca fosfórica para compensar el bajo contenido de fósforo presente en el lactosuero pero que es necesario en un fertilizante, 0,6 Kg de fosfato de potasio para igualar los niveles de potasio requerido para un fertilizante y 4 onzas de tween 80 como antiespumante, el cual es necesario para impedir la generación de espuma que puede opacar la apreciación de las características físicas del biofertilizante como: el color ámbar y el leve olor a alcohol. En caso de requerir de otro compuesto mineral (ver tabla 19).
- En un fermentador previamente limpio y esterilizado, introducir todos los componentes requeridos y llenar con lactosuero la cantidad límite para cada fermentador que es de 400 L, asegurando que la mezcla se encuentre perfectamente homogenizada.
- El fermentador cuenta con una tapa hermética lo que impedirá la salida o ingreso de cualquier componente, manteniendo así la temperatura requerida para el proceso de fermentación que es de  $75^\circ\text{C} \pm 3$ , el calor es suministrado por un caldero generador de vapor para el tiempo estimado para el proceso que es de 40 h  $\pm 3$ . Además dispone de un palet de doble aza para remover el contenido y permitir el movimiento intracelular de los microorganismos y que la temperatura se distribuya proporcionalmente.
- La culminación del proceso se establece luego del periodo de tiempo establecido, y se termina mediante la medición de pH, el cual debe ser inferior al pH inicial, debido a que las levaduras presentes en la fermentación pierden su carácter anfótero, además el producto toma

una coloración ámbar y se detecta un leve olor a alcohol, estas son características que indican que el producto está listo.

- Transvasar el producto del fermentador, el cual pasa por un filtro colocado estratégicamente antes de llegar al contenedor de almacenamiento, previo la fase de envasado, se toma una muestra y se determinara la valides del producto en base a los estándares de calidad establecidos por la norma NTE INEN 0211 para fertilizantes.
- En la fase de envasado se determina el volumen y la cantidad de envases a ser dosificados en función de la cantidad de producto obtenido, dicho proceso se lo realiza manualmente con ayuda de un dosificador semiautomático al cual llega el producto desde el contenedor de almacenamiento, posterior al proceso de envasado el producto debe ser sellado y taponado a fin de evitar algún tipo de contaminación cruzada.
- Una vez envasado y taponado el biofertilizante pasa a un área de cuarentena exenta de humedad y a temperatura ambiente, donde se determinara si con el paso del tiempo este producto no altera sus propiedades en base a sus características básicas como pH, color, olor.
- Ya estabilizado el producto, puede pasar al área de bodega donde se despachara a diferentes lugares en función de su requerimiento.

A continuación se detalla la tabla con la formulación de los componentes y las proporciones requeridas para la elaboración de un lote de 400 litros de biofertilizante, en el cual se estipula que si la materia prima (lactosuero) tiene un pH más dulce que acido se debe reducir la cantidad de carbonato de calcio.

Tabla 30-3 Formulación para la obtención del biofertilizante a escala industrial

Sustancia Requerida	CANTIDAD	
	Lactosuero acido	Lactosuero dulce
Vol. Lactosuero	400 L	400 L
Melaza	11 Kg	11 Kg
Roca Fosfórica	2 Kg	2 Kg
Carbonato de Calcio	2 Kg	1.5 Kg
Sulfato de potasio	0,6 Kg	0,6 Kg
Antiespumante (tween 80)	4 Onz	4 Onz
Agua	5 L	5 L

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### **Aplicación del producto.**

Los lactofermentos como biofertilizante presentan una gran versatilidad para su uso debido a su condición líquida, lo que permite su aplicación en extensiones considerablemente grandes y en muy poco tiempo, mediante la ayuda de una bomba de aspersión.

Debido a su alta concentración de microorganismos, nutrientes y compuestos minerales es necesario diluir en agua el biofertilizante previo su aplicación.

Tabla 31-3 Porcentaje de disolución previo la aplicación de biofertilizante

<b>BIOFERTILIZANTE</b>		
<i>% de disolución</i>	<i>Área de aplicación</i>	<i>Periodo de aplicación</i>
5 %	Plantas en almacigo	1 vez por semana
10-15%	Plantas en campo, árboles frutales, orquídeas, hortalizas, etc	2-3 veces por semana
20 %	Suelo directo	2-3 veces por mes
100%	Aboneras	1-2 por semana

Fuente: (Obregón, 2000)

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.3.4. Cálculos de Ingeniería

#### 3.3.4.1. Datos adicionales.

Determinación de la masa del lactosuero

$$\begin{aligned} m_3 &= m_2 - m_1 \text{ (g)} && \text{Ec. 1} \\ m_3 &= 21,5183 - 11,2982 \\ m_3 &= 10,2201 \text{ g} \end{aligned}$$

Determinación de la densidad del lactosuero

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{v} && \text{Ec. 2} \\ \rho &= \frac{10,2201}{10} = 1,02201 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 1022,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

Determinación de la viscosidad del lactosuero

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{2g(\rho_c - \rho_{\text{suero}}) * r^2}{9 * v} && \text{Ec. 3} \\ \mu &= \frac{2(9,8)(2052,9 - 1022,01) * (0,011)^2}{9 * (216,45)} = 1,255 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{m} * \text{seg}} = 0,01255 \frac{\text{g}}{\text{cm} * \text{s}} \\ &= 1,255 \text{ cP} \end{aligned}$$

#### 3.3.4.2. Cálculos para dimensionar un bioreactor.

Volumen Real

$$V_r = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ec.4}$$



$$V_r = \frac{m}{\rho} = \frac{400}{1022,01} = 0,39134 \text{ m}^3 = \mathbf{391,4 \text{ L}}$$

Volumen de seguridad

$$V = f_s * V_r \quad \text{Ec. 5}$$

$$V = f_s * V_r = (0,15) * (\mathbf{391,4}) = \mathbf{58,71 \text{ L}}$$

Volumen total

$$V_t = V + V_r \quad \text{Ec. 6}$$

$$V_t = V + V_r = (\mathbf{58,71} + \mathbf{391,4}) = \mathbf{450,11 \text{ L}}$$

Altura del tanque

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2} \quad \text{Ec. 7}$$

$$h = \frac{V_t}{\pi * r^2} = \frac{\mathbf{0,45011}}{\pi * (\mathbf{0,35})^2} = \mathbf{1,17 \text{ m}}$$

Área del bioreactor

$$A = 2\pi r (h + r) \quad \text{Ec. 8}$$

$$A = 2\pi * 0,35 (1,17 + 0,35)$$

$$A = 3,3 \text{ m}^2$$

Longitud entre el brazo y el fondo del tanque (Lf)

$$L_f = 1/2 * \phi_t \quad \text{Ec. 9}$$

$$L_f = 1/2 * 0,70$$

$$L_f = 0,35$$

Longitud del brazo de agitación

**Ec. 10**

$$L_b = h - L_f$$

$$L_b = (1,17 - 0,35)$$

$$L_b = 0,82$$

Espesor del rodete

$$E_r = \frac{1}{10} (L_b)$$

**Ec. 11**

$$E_r = \frac{1}{10} (0,82)$$

$$E_r = 0,082\text{m}$$

Diámetro del rodete

$$\phi_r = \frac{2}{3} (\phi_t)$$

**Ec. 12**

$$\phi_r = \frac{2}{3} (0,70)$$

$$\phi_r = 0,47\text{m}$$

Número de Reynolds

$$N_{Re} = \frac{\phi_r^2 * N * \rho}{\mu}$$

**Ec. 13**

$$N_{Re} = \frac{\phi_r^2 * N * \rho}{\mu} = \frac{(0,47)^2 * (1,67) * (1022,01)}{0,00123} = 306522,4$$

Potencia

$$P = \left(\frac{K}{gc}\right) * (\rho * N^3 * \phi_r^5)$$

**Ec. 14**

$$P = \left(\frac{1,00}{1}\right) * (1023 * 1,67^3 * 0,47^5)$$

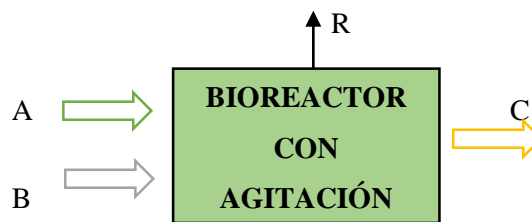
$$P = 109,27 \text{ W}$$

#### 3.3.4.4. Balance de masa.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

#### Mezcla (Fermentación)



$$A + B - R = C$$

Ec.15

#### Residuo generado

$$20 \text{ L} \longrightarrow 2,63 \text{ g}$$

$$400 \text{ L} \longrightarrow 52,6 \text{ g}$$

#### Balance de masa

$$411000,00 \text{ g} + 5720,00 \text{ g} - 52,6 \text{ g} = 416667,4 \text{ g}$$

#### 3.3.4.5. Balance de energía.

$$Q_m = k * A * \Delta T$$

Ec. 16

$$Q_m = k * A * (T_p - T_F)$$

$$Q_m = (16,28)(3,3)(70 - 20) = 2686,2 \text{ W}$$

$$Q_m = 2686,2 \text{ W} * \frac{1 \text{ KW}}{1000 \text{ W}} * \frac{1 \text{ Kcal}}{0,001163 \text{ KW}} = 2309,7 \text{ Kcal/h}$$

Cálculo del flujo de calor total que sale de la caldera

$$Q_{ganado} = Q_{perdido} \quad \text{Ec. 17}$$

$$Q_T = Q_{H_2O} + Q_m$$

$$Q_T = 23,88 + 114,08$$

$$Q_T = 2309,7 \text{ Kcal/h}$$

Coefficiente global de transferencia de calor

$$Q_m = A * U * \Delta T \quad \text{Ec. 18}$$

$$U = \frac{Q_m}{A * (T_P - T_F)}$$

$$U = \frac{2309,7}{(3,3)(70 - 20)}$$

$$U = 13,99 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 * \text{s} * ^\circ\text{C}}$$

Rendimiento del Reactor

$$\% R = \frac{\text{Suero de leche fermentado}}{\text{Alimentación de suero de leche}} * 100 \quad \text{Ec. 19}$$

$$\% R = \frac{396 \text{ L}}{400 \text{ L}} * 100 = 99,0 \%$$

Eficiencia del reactor

$$\eta = \frac{Q_T - Q_{H_2O}}{Q_T} * 100 \% \quad \text{Ec. 20}$$

$$\eta = \frac{2309,7 - 23,88}{2309,7} * 100 = 98,9 \%$$

### 3.3.6. Distribución y diseño de la planta

#### 3.3.6.1. Descripción de las áreas de la planta productora de biofertilizante

La planta productora de biofertilizante cuenta con las siguientes áreas:

➤ Área de producción.

Lugar específico donde se producirá el biofertilizante, el cual consta con la implementación necesaria para el proceso, así tenemos: tres fermentadores con una capacidad de 400 litros cada uno, un caldero generador de vapor para suministrar calor a los fermentadores, un equipo de filtración conectado directamente a la salida de los fermentadores, un tanque de almacenamiento de producto con una capacidad de 1000 litros, un equipo de envasado manual y una taponadora de botellas semiautomática.

➤ Área de control de calidad

Lugar donde se realiza los análisis básicos requeridos de materia prima y producto terminado como: medición de pH, contenido de azúcar en grados brix. También se determina las cantidades de insumos y componentes minerales a utilizar en el proceso.

➤ Área de cuarentena

Lugar adecuado apropiadamente para el almacenamiento de producto terminado durante la fase de estabilización del producto, cuenta con un higrómetro para medir el nivel de humedad y la temperatura.

➤ Área de Bodegas

Esta área se divide en dos partes; una área específica para el almacenamiento de insumos, materiales, envases entre otros, y otra área para el almacenamiento de producto terminado previo su disposición.

3.3.6.2. Descripción grafica de las áreas de la planta productora de biofertilizante

Ver anexo R

3.3.6.3. Distribución grafica de envasado de botellas.

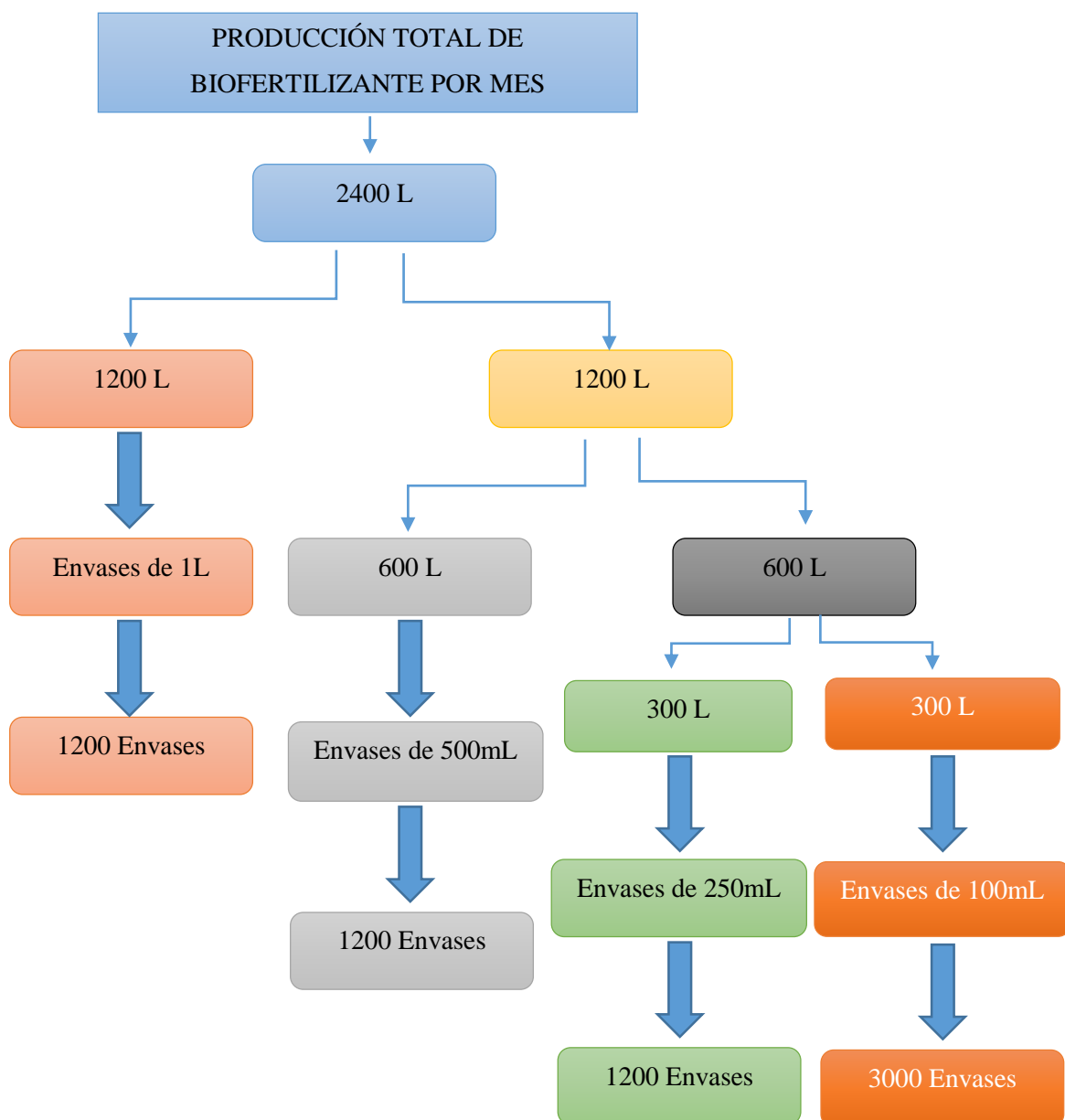


Figura 4-3 Diagrama de la distribución de envasado de botellas con biofertilizante  
Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.5. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.

#### 3.5.1. Equipos para el proceso

*Los equipos tecnológicos y maquinaria requerida en nuestro proyecto son los siguientes;*

*Tabla 32-3 Características y descripción de los equipos.*

<b>EQUIPOS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Bioreactor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automático</li> <li>• Fácil utilización</li> <li>• Alimentación eléctrica</li> <li>• Fácil de limpiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricado en acero inoxidable</li> <li>• Capacidad 450L</li> <li>• Sistema automatizado</li> <li>• Agitador de doble palet</li> <li>• Termómetro</li> </ul>
Caldero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentado por diésel</li> <li>• Fácil instalación</li> <li>• Generador de vapor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color negro</li> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• Sensores</li> <li>• Chimenea</li> <li>• Bomba de agua</li> </ul>
Equipo de filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No consume energía</li> <li>• Fácil de trasportarlo</li> <li>• Tamices cambiables</li> <li>• Inclinación variable</li> <li>• Económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color plateado</li> <li>• Dimensiones bajo pedido</li> <li>• Dos tamices en diferente tamaño</li> </ul>
Barril-contenedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hermético</li> <li>• Fácil de limpiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• Capacidad de 1000 L</li> </ul>
Embotellador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de llenar frascos de varios volúmenes</li> <li>• Fácil y práctico funcionamiento</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• Capacidad para cuatro frascos de llenado</li> <li>• Funciona en base a una bomba de 1/5 HP</li> <li>• Cuenta con un boya para delimitar la entrada de caudal</li> </ul>
Taponador de botellas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación eléctrica</li> <li>• Fácil movilidad</li> <li>• Económico</li> <li>• Fácil manejo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de acero inoxidable</li> <li>• Tamaño pequeño</li> <li>• Peso 22 Kg</li> <li>• Semiautomático</li> <li>• Capacidad de producción 400 botellas/hora</li> </ul>

**Elaborado por:** BARRERA Víctor, 2017

**Fuente:** Tomado de cotización de equipos (ver anexos K1, K2, K3, L)

### 3.5.1.1. Bioreactor

Equipo diseñado para la fermentación de un producto en un proceso industrial, mediante la acción de microorganismos. Este equipo contiene las dimensiones y parámetros requeridos en función del proceso a realizar, está diseñado para un volumen de 450 L, construido en acero inoxidable con revestimiento interior, posee un diámetro de 0,70 m y una altura de 1,17 m, consta de una tapa desprendible con bisagras del mismo material y un agitador con dos palets que sobresale de la base interna de la tapa de velocidad variable e impulsado por un motor de 1,5 HP, también está constituida con una chaqueta de circulación, un sistema para medir el PH, intercambiadores de calor de carcasa y tubos, medidor del flujo de masa, salida con sensores de temperatura, nivel y presión, además su consumo de energía es muy bajo y todo ello esta certificados por la industria que lo fabrica. (Massaguer, 2009)



Figura 5-3 Bioreactor de 400 litros de capacidad  
Fuente: Tomado de cotización de equipos ver anexo K1

### 3.5.1.2. Caldero.

Equipo metálico completamente cerrado, funciona a base de un combustible (diésel), fabricado específicamente para producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una



temperatura superior a la del ambiente y una presión superior a la atmosférica. El principio básico de su funcionamiento consiste en una cámara donde se produce la combustión, con ayuda del aire comburente y a través de una superficie de intercambio se realiza la transferencia de calor. (ABSORSISTEM, 2005)

Un caldero generalmente consta de las siguientes partes:

- *Quemador*: Sirve para quemar el combustible.
- *Hogar*: Alberga el quemador en su interior donde se realiza la combustión del combustible (diésel) generando gases calientes.
- *Tubos de intercambio de calor*: Transportan el flujo de intercambio de calor que se da de los gases hasta el agua a través de una superficie, ahí también se genera las burbujas de vapor.
- *Separador liquido-vapor*: Es necesario para separar las gotas de agua líquida con los gases aun calientes, antes de alimentar a la caldera.
- *Chimenea*: Es la vía de escape de los humos y gases de combustión después de haber cedido calor al fluido.
- *Carcasa*: Contiene el hogar y el sistema de tubos de intercambio de calor.
- 



Figura 6-3 Caldero generador de vapor  
Fuente: Tomado de cotización de equipos ver anexo K2

### 3.5.1.3. Equipo de filtración.

Equipo de acero inoxidable, diseñado para filtrar sustancias líquidas, cuenta con dos tamices sobre puestos uno debajo de otro separados unos 5 cm, el diámetro del tamiz es de 0,3 y 1 mm, las dimensiones del equipo de filtración requerido es de 0,5 x 1 m, muy útil para grandes descargas de efluentes, necesario para la filtración del producto una vez que salga del fermentador, adaptable a todo lugar, cuenta con dos vertederas en la parte inferior las mismas que pueden ser conectadas a tuberías para la disposición del contenido hacia un contenedor de almacenamiento o despacho, es de fácil movilidad, económico, no consume energía y puede inclinarse según su necesidad.

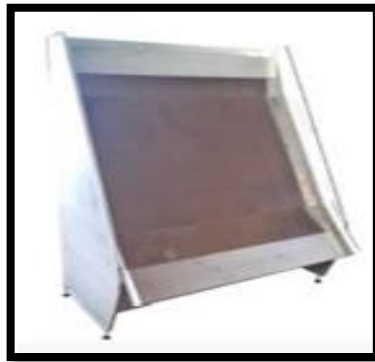


Figura 7-3 Equipo de filtración

Fuente: Tomado de cotización de equipos ver anexo K2

#### 3.5.1.4. Embotelladora.

Equipo llenador de botellas de varios tamaños, construido en acero inoxidable, consta de un contenedor de 1 m de largo, 0,5 de ancho y 0,40 de alto, en su interior contiene una boya para controlar el derrame del contenido, el mismo que es suministrado a través de una manguera desde su lugar de origen, este proceso se da por acción de la gravedad o con la ayuda de una bomba neumática, este equipo está diseñado para llenar cuatro botellas a la vez mediante unos tubos prediseñados de acero inoxidable, que cuentan con una base automática para la succión del líquido y con ayuda de la gravedad estas se llenarán solamente hasta el límite de las mismas, también cuenta con cuatro patas de metal que sirve como base para el equipo y distanciarlo del suelo en el que se necesite trabajar y permita el movimiento de entrada y salida de las botellas.



Figura 8-3 Embotelladora manual  
Fuente: Tomado de cotización de equipos ver anexo K3

#### 3.5.1.5. Barril contenedor.

Artefacto de acero inoxidable de 1000 L de capacidad, con revestimiento alisado en su interior, ideal para almacenamiento de líquidos, sustancias, etc., consta con un orificio de entrada en la parte inferior de su base, dos orificios de escape y control de variables (temperatura, pH, etc.) en la parte superior del contenedor se encuentra una tapa hermética y una parte adaptable para un equipo de succión como una bomba, mediante la cual se puede extraer el contenido.



Figura 9-3 Barril contenedor de 100 litros de capacidad  
Fuente: Tomado de cotización de equipos ver anexo K1

### *3.5.1.6. Taponador de botellas.*

Maquina tecnológica semiautomática de último modelo, construido en acero inoxidable, ideal para taponar botellas de tapa rosca con una productividad de 400 botellas por hora, funciona mediante una alimentación eléctrica y posee una potencia de 0,52 KW, sus dimensiones son 32 cm de largo, 25 cm de ancho y 78 cm de alto, por lo cual es muy práctico para movilizarlo, fácil de maniobrar y económico.



Figura 10-3 Taponador de botellas semiautomático para tapa rosca  
**Fuente:** Tomado de cotización de equipos ver anexo L

Los equipos mencionados cuentan con una garantía de fabricación de: 10 años de tiempo de vida útil a partir de la fecha de entrega, con un mantenimiento obligatorio requerido cada 12 meses, además de una gran gama de accesorios necesarios para su funcionamiento-

### *3.5.2. Equipos para controlar la calidad del proceso*

Equipos que se necesita a nivel de laboratorio

Durante el proceso de producción del biofertilizante necesitamos controlar ciertos parámetros como: PH, nivel de azúcar en grados brix, entre otros, por lo que es necesario contar con los equipos y materiales necesarios para realizar dicho trabajo.

Tabla 33-3 Características y descripción de equipos de análisis.

EQUIPO	CARACTERISTICA/DESCRIPCION
Medidor de pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de sobremesa</li> <li>• Modelo HI 2211</li> <li>• Simplicidad en el diseño</li> <li>• Muestra simultanea de pH y T°</li> <li>• Cinco tampones estándar</li> <li>• Compensación automática de temperatura</li> <li>• Calibración automática</li> <li>• LCD extra amplio</li> <li>• Rango de mV ampliado</li> </ul>
Balanza analítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de sobremesa</li> <li>• Platillo de acero inoxidable</li> <li>• El dispositivo display puede situarse en diferentes lugares.</li> <li>• Cable de 1,5 m. de longitud.</li> <li>• Tamaño del display: 200x100x55 mm.</li> <li>• Tamaño del dígito: 25 mm.</li> <li>• Otras unidades de pesaje: lb, oz, ozt, tLH, tLT</li> <li>• Puede funcionar también mediante baterías (9 V)</li> <li>• Función de auto desconexión (AUTO-OFF) para ahorrar energía tras un lapso de 3 minutos.</li> <li>• Adaptador RS 232 C bidireccional para conexión al ordenador o impresora.</li> </ul>
Brixometro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de Medida: Brix 0,0 a 53,0 %</li> <li>• Resolución: Brix 0,1%</li> <li>• Exactitud de medida: Brix <math>\pm 0,2</math> %</li> <li>• Temperatura Ambiente: 10 a 40°C</li> <li>• Temperatura de Medición: 10 a 100°C</li> <li>• Volumen de Muestra: 0,3 mL</li> <li>• Tiempo de Medición: 3 segundos</li> <li>• Clase de protección internacional: IP65</li> <li>• Dimensiones y Peso: 806mm x 600mm x 100mm</li> </ul>
Higrómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de medición temperatura: -10 a +50°C (+14 a +122°F)</li> <li>• Precisión temperatura: <math>\pm 1</math>°C</li> <li>• Resolución temperatura: <math>\pm 0.1</math> °C</li> <li>• Rango medición humedad: 10 a 99% RH</li> <li>• Precisión humedad: <math>\pm 5</math>% RH</li> <li>• Resolución humedad: <math>\pm 1</math>%</li> </ul>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Fuente: Tomado de cotización de equipos (ver anexos M1, M2, M3)

Tabla 34-3 Características y descripción de instrumentos de análisis

INSTRUMENTO	CARACTERISTICAS
Vaso de precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio</li> <li>• Varias dimensiones</li> <li>• Multiusos</li> </ul>
Varilla de agitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio</li> <li>• Útil para agitar cualquier sustancia</li> </ul>
Tubos de ensayo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio</li> <li>• Necesario para tomar muestras</li> </ul>
Probeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio o plástico</li> <li>• Varias dimensiones</li> <li>• Medida exacta</li> </ul>
Termómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio</li> <li>• Control de temperatura</li> <li>• Diferentes tamaños</li> </ul>
Pipetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de vidrio</li> <li>• Diferentes volúmenes</li> <li>• Ideal para toma de volúmenes</li> </ul>
Espátula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metálicas</li> </ul>
Gradilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de plástico y metal</li> <li>• Practico para colocar tubos de ensayo</li> </ul>
Piseta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de plástico</li> <li>• Diferentes tamaños</li> <li>• Practico para lavar materiales</li> </ul>

Fuente: Tomado de presupuesto de materiales de laboratorio, mercado libre ecuador.

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.6. Análisis de costo/beneficio del proyecto.

#### 3.6.1. Análisis de costo de la materia prima e insumos

Tabla 35-3 Costos de materia prima, insumos y otros componentes para la elaboración de biofertilizante

<b>Materias Primas</b>	<b>Costos</b>	<b>Unidad</b>
Suero lácteo	\$0,05	Litro
Melaza	\$1,00	Kg
CaCO <sub>3</sub>	\$4,00	Onza
Compuesto mineral	\$0,5+/- 0,10	Onza
H <sub>2</sub> O	\$1,50	Galón
Tween 80	\$1,20	Onza

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 36-3 Costos de componentes minerales.

<b>COMPONENTE MINERAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Sulfato de Potasio	1 onza	\$0,50
Sulfato de Zinc	1 onza	\$0,55
Sulfato de Magnesio	1 onza	\$0,50
Sulfato de Manganeso	1 onza	\$0,50
Molibdato de Sodio	1 onza	\$0,60
Molibdato de Boro	1 onza	\$0,45
Roca Fosfórica	1 onza	\$0,50
Carbonato de Calcio	1 onza	\$4,00

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 37-3 Costos de materia prima, insumos y otros componentes para elaboración de un lote de 400 L de biofertilizante

<b>Materias Primas</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo/Lote</b>
Suero lácteo		400	Litro	\$20,00
Melaza		11	Kg	\$11,00
CaCO <sub>3</sub>		2	Kg	\$267,00
Componente mineral	Roca fosfórica	2	Kg	\$34,00
	Sulfato de potasio	0,6	Kg	\$ 10
H <sub>2</sub> O		5	Litros	\$2,00
Tween 80		0,12	Kg	\$4,80
Total				\$348,80

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.6.2. Análisis de costos de equipos e instrumentos de laboratorio

Tabla 38-3 Costos de producción para la elaboración de biofertilizante

		<b>Cantidad</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Equipos para la PRODUCCIÓN	Bioreactor	3	\$41400,00
	Caldero	1	\$9000,00
	Equipo de filtración	1	\$150,00
	Embotelladora	1	\$240,00
	Barril contenedor	1	\$2800,00
	Taponadora de botellas	1	\$680,00
<b>Total</b>			<b>\$54270,00</b>
Equipos para CONTROL DE PROCESOS	Medidor de pH	1	\$544,50
	Brixometro	1	\$245,54
	Balanza Analítica	1	\$348,46
	Higrómetro	3	\$34,50
<b>Total</b>			<b>\$1173,00</b>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 39-3 Costos de materiales para el control de calidad

<b>MATERIALES</b>		<b>Costo (x/unid)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Vaso de precipitación	50 mL	\$3,00	3	\$9,00
	100 mL	\$5,00	3	\$15,00
	250 mL	\$8,00	3	\$24,00
	500 mL	\$12,00	3	\$36,00
	1000 mL	\$14,80	3	\$44,40
Probeta	50 mL	\$7,80	2	\$15,60
	100 mL	\$12,50	2	\$25,00
	500mL	\$14,80	2	\$29,60
Pipetas 10 MI		\$12,78	2	\$25,56
Pipetas capilares		\$0,25	8	\$2,00
Varilla de agitación		\$5,00	2	\$10,00
Termómetro		\$18,00	1	\$18,00
Tubos de ensayo		\$0,80	10	\$8,00
Espátula		\$3,50	2	\$7,00
Gradilla		\$11,00	1	\$11,00
Piseta		\$8,00	2	\$16,00
<b>Costo total</b>				<b>\$296,16</b>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017



Tabla 40-3 Costos de envases para el biofertilizante.

<b>ENVASE</b>	<b>COLOR</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>COSTO/unidad</b>
Pet	Ámbar	100 mL	\$0,02
Pet	Ámbar	250 mL	\$0,03
Pet	Ámbar	500 mL	\$0,04
Pet	Ámbar	1000 mL	\$0,05
<i>Nota: Todos los envases incluyen tapa rosca</i>			

Fuente: Tomado de cotización de envases (ver tabla 72. Anexo XXIV)

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

### 3.6.3. Análisis de costos de producción

#### 3.6.3.1. Análisis de costo para la implementación de una planta productora de biofertilizante.

Tabla 41-3 Costos de la infraestructura de una planta de producción de biofertilizante.

<b>Parámetro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>COSTO</b>
Mano de obra	6 obreros	\$14500,00
Cemento	800 quintales	\$6000,00
Arena	10 volquetas	\$800,00
Ripio	14 volquetas	\$1120,00
Ladrillos	8900 unidades	\$1780,00
Hierro	200 quintales	\$9000,00
Agua	100000 litros	\$1000,00
Transporte	varios	\$1000,00
Otros	varios	\$3000,00
Presupuesto total requerido		<b>\$38200,00</b>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

#### 3.6.3.2. Análisis de costo de producción del biofertilizante.

Tabla 42-3 Costos de implementación de una planta de producción de biofertilizante.

<b>PARÁMETRO de ANÁLISIS</b>	<b>COSTOS</b>
Equipos de producción	\$54270,00
Equipos de control de proceso	\$1173,00
Instrumentos de laboratorio	\$296,16
Infraestructura	\$38200,00
Instalaciones	\$1000,00
Otros	\$1000,00
<b>TOTAL de costo de una planta productora de biofertilizante</b>	<b>\$95939,16</b>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 43-3 Costo de producción mensual de biofertilizante.

<b># Lotes</b>	<b>Volumen</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo</b>
1 Lote	400 L	1 días	\$348,80
6 lotes	2400 L	30 días	\$2092,80

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 44-3 Costo total de producción mensual de biofertilizante.

<b>PARÁMETRO</b>		<b>COSTO</b>
Biofertilizante		\$2092,80
Mano de obra	Técnico	\$ 750,00
	Operario	\$ 400,00
Servicios básicos	Electricidad	\$ 20,00
	Agua	\$ 10,00
	Diésel	\$ 20,00
Envases		\$840,00
Etiquetas		\$330,00
Distribuidores	Vendedor 1	\$ 500,00
	Vendedor 2	\$ 500,00
Publicidad		\$1000,00
Transporte		\$500,00
Otros		\$500,00
<b>TOTAL de costo por producción mensual de biofertilizante</b>		<b>\$7462,80</b>

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 45-3 Costo de venta del biofertilizante

<b>Volumen/botella</b>	<b>P.V.P</b>	<b>Unidades/mes</b>	<b>Estimación Total de venta</b>
100 mL	\$1,50	3000	\$4500,00
250 mL	\$2,50	1200	\$3000,00
500 mL	\$4,00	1200	\$4800,00
1000 mL	\$6,00	1200	\$7200,00
Valor total de venta estimada por mes			\$19500,00

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

Tabla 46-3 Relación costo-beneficio en la producción del biofertilizante

<b>Análisis costo-beneficio</b>	<b>Análisis de inversión</b>
Estimación de beneficio por mes	\$19500,00
Costo de producción por mes	\$7462,80
Diferencia	\$12037,20
Valor estimado a obtener en el primer año	\$144446,40
Costo de una planta productora de biofertilizante	\$95939,16
Valor de ganancia neta estimado para el primer año	\$48507,24

Elaborado por: BARRERA Víctor, 2017

La inversión realizada en la producción de biofertilizante más la inversión en la instalación de infraestructura, equipos y accesorios es remunerada en el primer año, por lo tanto a más de ser un proyecto amigable con el ambiente por la reutilización de residuos orgánicos y la reducción de la contaminación que se generaba, es totalmente rentable.

Pero también es importante recalcar que la problemática que se produce en este proyecto es la venta y distribución del producto como biofertilizante, debido a que es un producto nuevo, que a pesar de la información difundida sobre sus beneficios no conocemos la aceptación que tendrá dentro del ámbito de consumo agrícola.

### 3.7. Cronograma de ejecución del proyecto.

ACTIVIDADES	TIEMPO																									
	1 <sup>er</sup> MES				2 <sup>do</sup> MES				3 <sup>ER</sup> MES				4 <sup>TO</sup> MES				5 <sup>TO</sup> MES				6 <sup>TO</sup> MES					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recopilación de la información	■	■	■	■	■	■	■	■																		
Muestreo de los subproductos lácteos (lactosero)						■	■	■	■	■																
Caracterización del lactosuero en el laboratorio						■	■	■	■	■																
Pruebas de ensayo a nivel de laboratorio									■	■	■	■	■	■	■											
Determinación del proceso de obtención del fertilizante															■	■	■									
Identificación de las variables de proceso																■	■	■								
Diseño del proceso para la obtención del fertilizante																	■	■	■							
Caracterización físico-química del producto																			■	■						
Validación del proceso																				■	■					
Elaboración del trabajo final												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Correcciones del trabajo final																						■	■			
Defensa del trabajo final																										■

Elaborado por: BARRERA Víctor. 2017

## ANALISIS DE RESULTADOS

Para obtener un biofertilizante a partir del lactosuero líquido se empleó melaza para elevar el nivel de azúcar en el lactosuero desde 4,3 a 20 grados brix, carbonato de calcio como compuesto óptimo para la regulación de pH en el proceso de fermentación láctica a un promedio de 5 a 6, roca fosfórica para elevar el contenido de fósforo en el compuesto desde 14,04 mg/Kg a 5925, 14mg/Kg y sulfato de potasio para elevar el contenido de potasio de 0,23% a 0,43%. Para ello se realizó varios ensayos, con tres formulaciones, las cuales diferían en concentración de sus componentes, determinando que la tercera formulación con mayor concentración de melaza carbonato de calcio y roca fosfórica se adapta mejor a los valores requeridos por la norma NTE INEN 0211 (1998): para la determinación de un fertilizante.

Para la determinación del lactosuero como materia prima se realizó las pruebas requeridas por la norma NTE INEN 2594, la cual establece un análisis físico-químico de lactosa, proteína láctica, grasa láctica, ceniza, acidez titulable y pH. También se establecen análisis microbiológicos para la determinación de m.o. aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus áureos*, ausencia de salmonella y listeria monocytogenes. Dando como resultado valores que se encuentran dentro del rango establecido por la norma determinando así que el lactosuero seleccionado es apto para la utilización como materia prima en la elaboración de un biofertilizante orgánico.

Se determinó que las variables a considerar en el proceso de biofermentación son: una temperatura (30 °C +/-5), grados brix promedio de (20 °Bz) medidos al adicionar una cantidad de melaza determinada para el volumen de lactosuero establecido, la cantidad de nutrientes tales como: (carbonato de calcio, roca fosfórica y fosfato de potasio) estos componentes se adicionaran en cantidades exactas previamente determinadas para un volumen de 400 L de lactosuero y un pH (4,5 - 6,2) que es el rango más adecuado para el desarrollo de las bacterias y levaduras lácteas.

Se determinó el procedimiento más adecuado para la obtención de un biofertilizante a partir de 400 litros de lactosuero, mediante un proceso de biofermentación, donde se realizó varias pruebas de ensayo, modificando la concentración de insumos y componentes minerales basado en métodos de operaciones unitarias relacionados con la fermentación, proceso que se da lugar en el interior de un bioreactor diseñado apropiadamente considerando ciertos parámetros como capacidad, hermeticidad, eficiencia y automatización. .

Se realizó la validación del proceso en base a análisis químicos y microbiológicos del producto obtenido y comparado con los valores requeridos por la norma NTE INEN 0211: para la determinación de un fertilizante, recalcando que el porcentaje de nitrógeno obtenido en el

biofertilizante es producto de la biofermentación natural del lactosuero, mas para completar la eficiencia del producto se adiciono roca fosfórica y sulfato de potasio para elevar el porcentaje de fosforo y potasio respectivamente.

## CONCLUSIONES

- Al lactosuero seleccionado se realizó la caracterización físico-química y microbiológica en base a la norma NTE INEN 2594:2011 para suero de leche en líquido, dando como resultado (4,1% de lactosa; 0,87 proteínas; 0,28 grasa; 0,55 cenizas; 0,421 acidez y un pH de 5,2 a 6,5 %).
- Las variables de proceso para la biofermentación del lactosuero son: una temperatura promedio de 30°C, concentración inicial de azúcar de 20°Brix en el lactosuero y un pH de 5,2 a 6,5.
- En el bioreactor se obtiene un lactofermento líquido con una alimentación de 400 litros de lactosuero, 11 Kg de melaza, 2 Kg de carbonato de calcio, 2 Kg de roca fosfórica, 0,6 Kg de sulfato de potasio, y se obtiene 407.7 litros de lactofermento en 314 horas a 30°C.
- A fin de determinar el procedimiento más apropiado para la obtención del fertilizante a partir del lactosuero, se realizaron 3 pruebas de ensayo para 18 litros de lactosuero, modificando la concentración de melaza de 227, 454 y 681g y la concentración de Carbonato de calcio de 25, 50 y 75g, a temperatura de fermentación promedio de 30°C.
- Se validó el proceso en base a los análisis químicos y microbiológicos del producto obtenido reportando valores de 0,571% de nitrógeno, 0,593% de fosforo y 0,43% de potasio, entre sus componentes principales y comparando los resultados de con los valores requeridos por la norma NTE INEN 0211 (1998): Fertilizantes o abonos, los cuales cumplen con la norma, el rendimiento de diseño del bioreactor es de 99,0% y una eficiencia del 98,9%.

## RECOMENDACIONES

- Analizar las instrucciones y tomar las medidas de precaución necesarias para la manipulación del equipo de fermentación (bioreactor)
- Determinar que todos los componentes, materiales y reactivos a utilizar se encuentren en perfectas condiciones a fin de garantizar un producto de calidad y su buen rendimiento durante su aplicación.
- Realizar un minucioso análisis Físico –Químico y microbiológicos de la materia prima, para garantizar la calidad del producto final.
- Realizar una estricta limpieza de los equipos y las partes que conforman el proceso de biofermentación para la obtención de un biofertilizante, de esta manera evitar alguna contaminación cruzada del producto final.
- Aplicar el diagrama de flujo planteado, para la correcta elaboración del biofertilizante a partir del lactosuero a fin de evitar inconvenientes durante su proceso.
- Controlar en todo momento las variables establecidas, ya que el éxito para obtener un biofertilizante de óptimas condiciones depende del proceso de elaboración y las condiciones en las que se realiza.
- El producto es de fácil aplicación, no toxico y de costo accesible por lo que se recomienda una aplicación constante a fin de obtener mejores resultados



## BIBLIOGRAFÍA

**ABSORSISTEM.** Tecnología de Calderas. *Descripcion de calderas y generadores de vapor.* [En línea] 18 de Abril de 2005. <http://www.absorsistem.com/tecnologia/calderas/descripci%C3%B3n-de-calderas-y-generadores-de-vapor>.

**ACEVEDO, D., RODRIGUEZ, A., & FERNÁNDEZ, A.** Efecto de las variables de proceso sobre la cinética de acidificación, la viabilidad y la sinéresis del suero de leche. 2010, págs. 21(2), 29-36.

**ALCUTÉN, A. S.** *La historia ambiental como puente entre áreas de conocimiento.* 2002. págs. 233-244.

**BROCK, T.D. & M.T.MADIGAN.** *Biology of microorganisms.* London : Prentice-Hall International, 1991.

**CÁCERES ARÉVALOS Fermín, ORTÍZ Humberto . & QUISPE Armando.** Control y regulación de PH en una fermentación láctica. 2008, págs. 5-6.

**CÁCERES Deborah.** Definicion de materia prima. *Qu es la materia prima.* [En línea] 18 de Abril de 2015. <http://www.definicion.co/materia-prima/>.

**CASTREJÓN, Lizeth Rascón.** Microbiología. *Curva de crecimiento.* [En línea] 30 de Octubre de 2014. <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/curva-del-crecimiento.html>.

**CONTRERAS Ramón.** La guia. *Qué es un bioreactor.* [En línea] 16 de Enero de 2015. <http://biologia.laguia2000.com/biotecnologia/que-es-un-biorreactor>.

**COX Nelson, D.L. & M.M.** *Lehninger Principios de Bioquímica.* Barcelona : Ediciones Omega, 2001.

**GOMEZ SOLARES Viridiana , LÓPEZ Gabriel.** Fermentaciones Industriales. *Fermentación láctica.* [En línea] Octubre de 2010. [http://fermentacionesindustriales.blogspot.com/2010/10/fermentacion-lactica\\_31.html](http://fermentacionesindustriales.blogspot.com/2010/10/fermentacion-lactica_31.html).

**GOTTSCHALK, G.** *Bacterial Metabolism.* New York : Springer-Verlag, 1979.

**GRASSELLI Mariano, NAVARRO DEL CAÑIZO Agustín A. , FERNÁNDEZ LAHORE Héctor M.** CIENCIA HOY. [En línea] Noviembre-Diciembre de 1997. [Citado el: 28 de abril de 2016.] <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/hoy43/queso1.htm>.

**JAKYMEC, M., MORÁN, H., PÁEZ, G., FERRER, J., MÁRMOL, Z., & RAMONES, E.** Cinética de la producción de ácido láctico por fermentación sumergida con lactosuero sustrato. 2001, pág. 11(1).

**MADIGAN, BROCK T.D. & M.T.** *Biology of microorganisms*. London : Prentice\_Hall Internacional, 1991.

**MASSAGUER, Hector.** Equipos de fermentación. *Fermentadores industriales*. [En línea] 15 de Diciembre de 2009. <http://avibert.blogspot.com/2009/11/equipos-de-fermentacion-fermentaciones.html>.

**MEYER M.** *Elaboración de productos Lácteos*. Mexico: Trillas : s.n., 2010.

**OBREGÓN, M.** Estudio preliminar para evaluar las posibles aplicaciones del lactosuero. 2000.

**PACHECO, F.** Producción, utilización y algunos aspectos técnicos de los biofermentos. 2003, págs. 5-12.

**PÉREZ PORTO Julián, GARDEY Ana.** Definición de aditivos. *Definición de aditivos*. [En línea] 2015. <http://definicion.de/aditivo/>.

**PÉREZ PORTO Julián, MERINO María.** Definición de reactivo. *Definición de reactivo*. [En línea] 2013. <http://definicion.de/reactivo/>.

**PERRY, R. H. G., MALONEY, D. W., JAMES, O., & ED ROBERT H PERRY, D. W. G.** *Manual del ingeniero químico*. s.l. : McGraw-Hill, 2011.

**PONTAVEDRA, Carlos Obradoiro & LALÍN.** Ceniza de leña y su aplicación en los cultivos. 2012, págs. 8-10.

**PROAÑO C. & ARMAS D.** *Estudio de la influencia del suero de la leche*. Ibarra : s.n., 2011.

**QUIROZ A., ALBERTIN A., BLÁZQUEZ M.** Elabore sus propios abonos, insecticidas y repelentes orgánicos. 2004, págs. 3-36.

**RAMÍREZ-NAVAZ, J.** *Uso de la fermentación para el aprovechamiento del lactosuero.* s.l. : Tecnología Láctea Latinoamericana, 2013. págs. 77, 52-61.

**RODRÍGUEZ, S.F.** *Fertilizantes. Nutrición vegetal.* Mexico, D.F. : AGT, México, 1982.

**ROSERO, Judy.** Slide share. *Fermentación.* [En línea] 26 de Septiembre de 2010. <https://es.slideshare.net/JudyRosero/fermentacin-5290812>.

**TRUJILLO, M., SÚAREZ, F., & GALLEGO, D.** *Fermentación láctica a partir del suero dulce de la leche desproteinizada.* 1998. págs. 45-50.

**URIBE, Fabián PACHECO. & Lidieth.** *Una alternativa en la producción de abonos orgánicos Líquidos fermentados.* Costa Rica : Revista TECNIA, 2013.

**WALDIR D., Estela ESCALANTE., MOJMIR RYCHTERA., Karel MELZUCH.** Efectos de la aireación en la producción de compuestos durante la fermentación láctea. 2014, págs. 5-14.

**WALDIR. E., RYCHTERA, M., MELZUCH, K., QUILLAMA, E., & EGOAVIL, E.** Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10. 2017, págs. 271-276.

**WARD, O. P.** *Proceso de la fermentación: principios, procesos y productos.* España : Acribia, 1991.

# ANEXOS

## ANEXO A. Norma INEN para la caracterización del suero lácteo

<p>CDU: 637.142 ICS: 67.100.99</p>		<p>CIU: 3112 AL 03.01-448</p>
<p><b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b></p>	<p><b>SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS.</b></p>	<p><b>NTE INEN 2594:2011 2011-08</b></p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3989 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción</p>	<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento como materia prima o como ingrediente.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica al suero de leche líquido, para uso en la industria alimenticia y otras como: higiene, cosméticos, farmacéutica. No se permite el uso, del suero de leche, en los productos lácteos en los que la norma pertinente lo considere como adulterante.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p><b>3.1.1 Suero de leche.</b> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo.</p> <p><b>3.1.2 Suero de leche ácido.</b> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación química y/o bacteriana.</p> <p><b>3.1.3 Suero de leche dulce.</b> Es el producto definido en 3.1.2, en el cual el contenido de lactosa es superior y la acidez es menor a la que presenta el suero de leche ácido.</p> <p><b>3.1.4 Suero de leche concentrado.</b> Es el producto líquido obtenido por la remoción parcial de agua de los sueros, mientras permanecen todos los demás constituyentes en las mismas proporciones relativas.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACIÓN</b></p> <p>4.1 Dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa, el suero de leche líquido, se clasifica en:</p> <p><b>4.1.1 Suero de leche ácido</b></p> <p><b>4.1.2 Suero de leche dulce</b></p> <p style="text-align: center;"><b>5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b></p> <p>5.1 El suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura, y provenir de productos que hayan utilizado leche pasteurizada para su elaboración.</p> <p>5.2 No debe contener sustancias extrañas a la naturaleza del producto y que no sean propias del procesamiento del queso.</p> <p>5.3 Los límites máximos de plaguicidas no deben superar los establecidos en el Codex Alimentarius CAC/ MRL 1 en su última edición.</p> <p>5.4 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MRL 2 en su última edición.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche líquido, requisitos.</p>	
-1-		2011-517

Notas	Categoría del diagrama	<p>ESPOCH</p> <p>Realizado por:</p> <p>Víctor Barrera</p>	Normas NTE INEN		
	<p>a) Por aprobar</p> <p>b) Por calificar</p> <p>c) Por certificar</p>		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	1

ANEXO B. Norma INEN para la caracterización del suero lácteo

**6. REQUISITOS**

**6.1 Requisitos físicos y químicos**

**6.1.1** El suero de leche líquido, ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físico-químicos del suero de leche líquido**

Requisitos	Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		Método de ensayo
	Min.	Max.	Min.	Máx.	
Lactosa, % (m/m)	--	5,0	--	4,3	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) <sup>1)</sup>	0,8	--	0,8	--	NTE INEN 16
Grasa láctea, % (m/m)	--	0,3	--	0,3	NTE INEN 12
Ceniza, % (m/m)	--	0,7	--	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	--	0,16	0,35	--	NTE INEN 13
pH	6,8	6,4	5,5	4,8	AOAC 973.41

<sup>1)</sup> el contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinado

**6.1.2** *Requisitos microbiológicos.* El suero de leche líquido ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido.**

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos ufc/g	5	30 000	100 000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de Escherichia coli ufc/g	5	< 10	-	0	NTE INEN 1529-8
Staphylococcus aureus ufc/g	5	< 100	100	1	NTE INEN 1529-14
Salmonella /25g	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15
Detección de Listeria monocytogenes /25 g	5	ausencia	-	0	ISO 11290-1

Donde:

- n = Número de muestras a examinar.
- m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
- M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.
- c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

**6.1.3** *Aditivos.* Se permite el uso de los aditivos enlistados en la NTE INEN 2074.

**6.1.4** *Contaminantes.* El límite máximo no debe superar lo establecido en el Codex Alimentarius CODEX STAN 193-1995, en su última edición.

**6.2** *Requisitos complementarios.* El suero de leche líquido debe mantener la cadena de frío en el almacenamiento, y distribución a una temperatura de 4 °C ± 2 °C y su transporte debe ser realizado en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.

**7. INSPECCIÓN**

**7.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 4.


**7.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

**7.2.1** El producto rechazado debe identificarse claramente para evitar el mal uso.

(Continua)

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	2

ANEXO C. Norma INEN para toma de muestras de productos lácteos

CDU: 637.127.6		AL 03.01-201														
<b>Norma Técnica Ecuatoriana</b>	<b>LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. MUESTREO</b>	<b>INEN 4</b> Primera Revisión														
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los procedimientos para la extracción de muestras de leche y productos lácteos.</p> <p><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p>2.1 <b>Partida.</b> Es la cantidad de material de características similares que satisface totalmente un pedido.</p> <p>2.2 <b>Lote.</b> Es cualquier cantidad de material de características similares, provenientes de una fuente común.</p> <p>2.3 <b>Unidad de muestreo.</b> Es una porción de material o un artículo individual, extraído al azar de un lote.</p> <p>2.4 <b>Muestra.</b> Es el conjunto de unidades de muestreo que se usa como información de la calidad de un lote.</p> <p><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 <b>Tamaño de la muestra</b></p> <p>3.1.1 En casos de discrepancia o litigio, deberán tomarse las muestras de un mismo lote.</p> <p>3.1.2 Podrá usarse como unidad de muestreo el contenido total de un envase pequeño destinado a la venta al por menor, en cuyo caso el envase original no deberá abrirse o alterarse.</p> <p>3.1.3 Para productos envasados en recipientes voluminosos, cada muestra deberá integrarse seleccionando al azar el número de recipientes indicados en la Tabla 1, extrayendo de cada uno de ellos una unidad de muestreo de masa o volumen igual al especificado para cada producto en el capítulo 5.</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA 1. Muestreo para unidades voluminosas</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tamaño del lote</th> <th style="text-align: center;">Unidades para muestreo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 - 5</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 - 60</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">61 - 80</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">81 - 100</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">más de 100</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">* 4, más 1 por cada 2 500 unidades adicionales o fracción de tal cantidad.</p> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;"><i>(Continúa)</i></p>			Tamaño del lote	Unidades para muestreo	1	1	2 - 5	2	6 - 60	3	61 - 80	4	81 - 100	5	más de 100	*
Tamaño del lote	Unidades para muestreo															
1	1															
2 - 5	2															
6 - 60	3															
61 - 80	4															
81 - 100	5															
más de 100	*															
<p style="margin: 0;">-1-</p> <p style="margin: 0; text-align: right;">1983-024</p>																

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	3

ANEXO D Norma INEN para toma de muestras de productos lácteos

NTE INEN 4

**3.1.4** Para productos envasados o empacados en recipientes o unidades pequeñas, cada muestra deberá formarse extrayendo al azar el número de unidades o recipientes indicados en la Tabla 2; cada unidad o envase constituirá una unidad de muestreo (ver 3.1.2).

**TABLA 2. Muestreo para unidades pequeñas**

Tamaño del lote	Unidades para muestreo
menos de 100	1
101 - 1 000	2
1 001 - 10 000	3
más de 10 000	*

\* 4, más 1 por cada 2 500 unidades adicionales o fracción de tal cantidad

**3.2** Condiciones pequeñas al muestreo

**3.2.1** Deberá fijarse a cada muestra una tarjeta que incluya un número de identificación y la fecha de muestreo.

**3.2.2** Los envases o empaques que contengan las unidades de muestreo deberán sellarse y marcarse con las rúbricas de las partes interesadas, y deberá suscribirse una acta de muestreo que incluya la siguiente información:

- a) número de la norma INEN de referencia: INEN 4.
- b) número de identificación de la muestra,
- c) fecha de muestreo,
- d) nombre del producto y marca comercial,
- e) identificación del lote o de la partida;
- f) masa o volumen total del lote o de la partida;
- g) número de unidades de muestreo obtenidas;
- h) lugar de procedencia del producto,
- i) lugar de toma de las muestras,
- j) observaciones que se consideren necesarias, y
- k) nombres, firmas y direcciones de las partes interesadas.

**3.2.3** Las tres muestras deberán destinarse, respectivamente, al fabricante o distribuidor, a un laboratorio de análisis y a la entidad que deba actuar en caso de discrepancia.

**3.2.4** La muestra destinada al laboratorio deberá enviarse tan pronto como sea obtenida, tomando precauciones durante el transporte para que no haya exposición directa del producto a la luz y para que la temperatura no sea menor de 0°C ni mayor de 10°C. Cuando las muestras sean destinadas a examen microbiológico, deberá usarse un recipiente aislado que permita mantener una temperatura comprendida entre 0°C y 5°C, excepto en el caso de productos lácteos en conserva envasados en sus recipientes originales, o en el caso de distancias cortas de transporte. Las muestras de queso deberán mantenerse en condiciones que eviten la separación de grasa o humedad, y el queso fresco deberá mantenerse siempre a una temperatura comprendida entre 0°C y 5°C.

(Continúa)

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	Normas NTE INEN		
			Escala	Fecha	Lamina
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		A4	2017	4

ANEXO E. Norma INEN para toma de muestras de productos lácteos

NTE INEN 4

4.2.8 *Espátulas*, de acero inoxidable.

4.2.9 *Cuchillos*, de acero inoxidable, con hoja terminada en punta.

**5. PROCEDIMIENTO**

**5.1 Leche y productos lácteos líquidos.** (exceptuando la leche condensada y la leche evaporada). Debe aplicarse el siguiente procedimiento:

5.1.1 Mezclar completamente el producto, transvasándolo varias veces de un recipiente a otro, o agitándolo adecuadamente con un agitador de disco (ver 4.2.1 y 4.2.2).

5.1.2 En el caso de muestrear crema, debe usarse uno de los agitadores de disco (ver 4.2.1 y 4.2.2), según el tamaño del recipiente, sumergiéndolo un número suficiente de veces para asegurar una mezcla completa del producto. El agitador debe moverse cuidadosamente para evitar la formación de espuma o el efecto del batido.

5.1.3 Inmediatamente después de la agitación, tomar una unidad de muestreo no menor de 200 cm<sup>3</sup> mediante un cucharón y transferirla a un envase adecuado (ver 4.1.4).

5.1.4 Si hay dificultades para homogeneizar el producto, deben mostrarse porciones de diferentes lugares del recipiente hasta totalizar la cantidad requerida.

5.1.5 Si el producto está envasado en recipientes pequeños para la venta, la muestra debe formarse de acuerdo con lo indicado en 3.1.4, y los recipientes no deben abrirse hasta el momento del análisis.

5.2 Leche condensada y leche envasada. Debe aplicarse el siguiente procedimiento:


5.2.1 Si el producto está contenido en recipientes voluminosos, mezclar el contenido del recipiente usando un agitador de disco (ver 4.2.1 y 4.2.2) u otro dispositivo adecuado, cuidando de raspar e incorporar el material adherido a la pared y al fondo del recipiente. Extraer, con un cucharón o un dispositivo adecuado, 2 a 3 litros del producto y transferirlos a un recipiente más pequeño, repetir la agitación, tomar una unidad de muestreo no menor de 200 cm<sup>3</sup> y guardarla en un envase adecuado (ver 4.1.4).

5.2.2 Si el producto está envasado en recipientes pequeños para la venta, la muestra debe formarse de acuerdo con lo indicado en 3.1.4 y los recipientes no deben abrirse hasta el momento del análisis.

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	5



ANEXO F. Norma INEN para la determinación de un fertilizante.

CDU: 631.8 ICS: 65.080		CIU: 3512 AG 03.03-401	
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>FERTILIZANTES O ABONOS TOLERANCIAS</b>	<b>NTE INEN 211:98 Primera revisión 1998-07</b>	
<b>1. OBJETO</b>			
<p>1.1 Esta norma establece las tolerancias mínimas y máximas permitidas en el grado garantizado de los fertilizantes o abonos, cuando se realice la inspección de fertilizantes.</p>			
<b>2. DEFINICIONES</b>			
<p>2.1 <b>Tolerancia.</b> Cantidad de unidades que se suman o se restan al grado garantizado de un fertilizante o abono.</p>			
<p>2.2 Otras definiciones constan en la NTE INEN 209.</p>			
<b>3. REQUISITOS</b>			
<p>3.1 Los valores de tolerancia mínima y máxima para cada uno de los nutrientes no debe sobrepasar los valores absolutos indicados en La tabla 1.</p>			
<b>TABLA 1. Tolerancia. Garantía mínima y máxima</b>			
<b>NUTRIENTE GARANTIZADO %</b>	<b>TOLERANCIA MINIMA Y MAXIMA NITROGENO TOTAL N (+/-)</b>	<b>FÓSFORO ASIMILABLE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (+/-)</b>	<b>POTASIO SOLUBLE K<sub>2</sub>O (+/-)</b>
4 ó menos	0,49	0,67	0,41
6	0,52	0,67	0,47
8	0,55	0,68	0,60
10	0,60	0,70	0,70
12	0,61	0,75	0,79
14	0,63	0,80	0,87
16	0,67	0,85	0,94
18	0,70	0,90	1,01
20	0,73	0,95	1,08
22	0,75	1,00	1,15
24	0,78	1,05	1,21
26	0,81	1,10	1,27
28	0,83	1,15	1,33
30	0,86	1,20	1,39
32 ó más	0,88	1,25	1,44
<p>(*) Para tolerancias mínimas y máximas, que no se indican en la tabla, calcular el valor apropiado por interpolación.</p>			
(Continúa)			
DESCRIPTORES: Productos químicos para uso agrícola, fertilizantes. Tolerancias			

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	6

ANEXO G. Norma INEN para la determinación de un fertilizante.

**3.2** Cuando en el análisis de garantía mínima se incluyan macronutrientes, no deberán estar bajo las cantidades resultantes de lo que se indica en la tabla 2, para fertilizantes líquidos, y tabla 3 para fertilizantes sólidos.

**TABLA 2. Tolerancias. Garantía mínima y máxima de los macronutrientes secundarios y micronutrientes. Fertilizantes líquidos.**

NUTRIENTE	TOLERANCIA MINIMA Y MAXIMA (+/-)	
CaO	0,28	+ 0,07 x G*
MgO	0,33	+ 0,083 x G
S	0,20	+ 0,050 x G
Mo	0,0001	+ 0,30 x G
Cl, Cu, Fe, Mn, Na, Zn	0,005	+ 0,10 x G
B	0,003	+ 0,15 x G

\* G = Es el grado garantizado en unidades de nutrientes.

**Tabla 3. Tolerancias. Garantía mínima y máxima de los macronutrientes secundarios y Micronutrientes. Fertilizantes sólidos.**

NUTRIENTE	TOLERANCIA MINIMA Y MAXIMA (+/-)	
CaO	0,42	+ 0,105 x G*
MgO	0,50	+ 0,125 x G
S	0,30	+ 0,075 x G
B	0,005	+ 0,25 x G
Mo	0,000125	+ 0,375 x G
Cu, Mn, Fe, Na, Cl	0,015	+ 0,30 x G

\* G = Es el grado garantizado en unidades de nutriente.

(Continua)

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	Normas NTE INEN		
			Escala	Fecha	Lamina
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		A4	2017	7

ANEXO H. Análisis microbiológicos para la caracterización del lactosuero.



**LABORATORIOS GUIMO**  
Control de calidad

INFORME DE ANÁLISIS No. ALS-160921-M

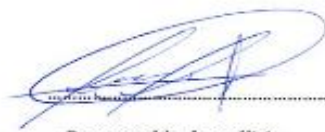
**ÁREA MICROBIOLOGÍA**

DATOS INFORMATIVOS	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	Lactosuero
LOTE N°	LS16921
PRESENTACIÓN	N.A
ELABORADO POR	Empresa-Quesera
FECHA DE ELABORACIÓN	ND
FECHA DE CADUCIDAD	ND
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color verdoso, de olor lácteo	
CONTENIDO DECLARADO	100 ml
RESPONSABLE DE MUESTREO	Victor Barrera
FECHA DE RECEPCIÓN	2016/09/21
FECHA DE ENSAYO	2016/09/21
FECHA DE REPORTE	2016/09/23
OBSERVACIÓN	Ninguna

**RESULTADOS**

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	UNIDADES
Recuento de m.o. aerobios mesófilos totales	NTE INEN 1529-5	97x 10 <sup>3</sup>	ufc/g
Recuento de Escherichia coli	NTE INEN 1529-8	8	ufc/g
Staphylococcus aureus	NTE INEN 1529-14	75	ufc/g
Salmonella/25 g	NTE INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia / Presencia
Detección de Listeria monocytogenes/25 g	ISO 11290-1	Ausencia	Ausencia / Presencia

ISO (International Organization for Standardization)  
Ufc: unidades formadoras de colonias  
ND: No declara  
NA: No aplica

  
Responsable de análisis



  
B.Q.F. Danteta Acosta  
Responsable de Inspección

*Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio*

Parroquia Huambaló, Sector La Florida  
Pelileo-Ecuador  
Telfs: (03) 2864722/ 2864709

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	8

ANEXO I. Análisis físico-químicos para la caracterización del lactosuero.



**LABORATORIO GUIMO**  
Control de Calidad

**INFORME DE ANÁLISIS No. ALS-160929-FQ**

**EXAMEN BROATOLÓGICO DE ALIMENTO**

**CLIENTE:** Víctor Barrera

**TIPO DE MUESTRA:** Suero Lácteo

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 22 de Noviembre del 2016

**FECHA DE MUESTREO:** 22 de Noviembre del 2016

**EXAMEN FÍSICO:**

- **COLOR:** Amarillento
- **OLOR:** Lácteo
- **ASPECTO:** Homogéneo, libre de sustancias extrañas

DETERMINACIONES	UNIDAD	MÉTODO DE ANALISIS	VALOR ENCONTRADO
Lactosa	%	AOAC 984.15	4.1
Proteína	%	NTE INEN 16	0.87
Grasa	%	NTE INEN 12	0.28
Ceniza	%	NTE INEN 14	0.55
Acidez	%	NTE INEN 13	0.421
PH	Unidad	AOAC 984.15	5.2

BQ.F Daniela Acosta  
GUIMO

*[Firma]*  
Responsable de Análisis

LABORATORIO  
CONTROL DE CALIDAD  
GUIMO

*[Firma]*  
Responsable de Supervisión

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio.  
Parroquia Humbaló, sector La Florida  
Pelileo-Ecuador  
Telfs: (05) 2864722 / 2864709

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	ANALISIS FISICO-QUIMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	9

ANEXO J. Análisis de las primeras pruebas para la determinación de un fertilizante.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29017-17-01-17-Q**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	10-ene-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	13-ene-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	16-ene-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	18-ene-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	300 ml		
No. Lote o código:	MP-01		
Fecha de elaboración:	ene-17		
Fecha de caducidad:	ene-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos.

Pág.:  1  de  1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	1190.74
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	8.04
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.23
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.13
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.02
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.06
Molibdeno (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	2
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	1.2
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	20
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	719
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	30
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	2

AOAC: Association of analytical chemists (Método Interno)



**BQF. Diana Ríos M.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

CENTROCESAL Cía. Ltda. **Ing. QF. Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
E-mail: [info@centrocesal.com](mailto:info@centrocesal.com)  
QUITO- ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: VÍCTOR BARRERA	ANÁLISIS QUÍMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	10

ANEXO J. Análisis de las primeras pruebas para la determinación de un fertilizante.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES**  
**CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29018-17-01-17-Q**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	10-ene-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	13-ene-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	16-ene-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	18-ene-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	300 ml		
No. Lote o código:	MP-02		
Fecha de elaboración:	ene-17		
Fecha de caducidad:	ene-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos:

Pág.: 2 de 3

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	1194.85
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	983.02
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.24
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.21
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.02
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.02
Molibdenu (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	1
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	0.9
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	19
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	8
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	50
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	2

AOAC: Association of analytical communities (Método Interno)

**BQE. Diana Rios M.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

**Ing. QF. Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
Tel/Fax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
E-mail: [info@centrocesal.com](mailto:info@centrocesal.com)  
QUITO- ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	ANÁLISIS QUÍMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	11

ANEXO L. Análisis de las primeras pruebas para la determinación de un fertilizante.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29019-17-01-17-Q**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	10-ene-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	13-ene-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	16-ene-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	18-ene-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	300 ml		
No. Lote o código:	MP-03		
Fecha de elaboración:	ene-17		
Fecha de caducidad:	ene-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos:

Pág.: 3 de 3

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	1200.20
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	14.04
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.23
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.15
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.05
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.05
Molibdeno (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	1.7
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	20
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	7
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	40
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	1

AOAC: Association of analytical chemists (Método Interno).

**BQF. Diana Rios M.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

CENTROCESAL Cía. Ltda.

**Ing. QF Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
E-mail: info@centrocesal.com  
QUITO- ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: V́ctor Barrera	ANALISIS QUIMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	12

ANEXO L. Análisis de las segundas pruebas para la determinación de un fertilizante.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cia. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29046-17-02-07-Q**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	02-feb-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	03-feb-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	06-feb-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	08-feb-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	300 ml		
No. Lote o código:	MP-04		
Fecha de elaboración:	ene-17		
Fecha de caducidad:	ene-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos:

Pág.:   1   de   1  

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	5132.15
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	2965.44
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.44
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.31
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.36
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.13
Molibdenu (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	1.15
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	0.8
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	23
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	62.27
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	43.68
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	27.56

AOAC: Association of analytical communities (Método Interno)

**BQF. Diana Ríos M.**  
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS



CENTROCESAL Cia. Ltda.

**Ing. QF. Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649072  
E-mail: info@centrocesal.com  
QUITO- ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	ANÁLISIS QUÍMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	13



ANEXO M. Análisis definitivo para la determinación de un fertilizante.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES**  
**CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29087-23-02-07-Q**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	23-feb-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	24-feb-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	01-mar-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	02-mar-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	300 ml		
No. Lote o código:	MP-05		
Fecha de elaboración:	feb-17		
Fecha de caducidad:	feb-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos:

Pág.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	5712.51
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	5925.14
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.43
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.33
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.35
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.13
Molibdeno (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	1.25
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	0.7
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	25
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	65.17
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	46.86
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	24.63

AOAC: Association of analytical communities (Método Interno)

 <b>BQE. Diana</b> CENTROCESAL Cía. Ltda. RESPONSABLE DE ANÁLISIS	 CENTROCESAL Cía. Ltda.	 <b>Ing. QF. Leonardo Arias R.</b> CENTROCESAL Cía. Ltda. RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN
---	---	---

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
 Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
 Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
 E-mail: [info@centrocesal.com](mailto:info@centrocesal.com)  
 QUITO, ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH  Realizado por: Víctor Barrera	ANÁLISIS QUÍMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	14

ANEXO N. Análisis definitivo para la determinación de fertilizante con lactosuero dulce.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA QUÍMICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29088-23-02-07-Q**

**Cliente:** Víctor Barrera  
**Representante:** Víctor Barrera  
**Dirección:** Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)  
**Teléfono:** 0992686192  
**Identificación de la muestra:** Fertilizante orgánico  
**Descripción de la muestra:** Líquido homogéneo de color marrón  
**Contenido declarado:** 300 ml  
**No. Lote o código:** MP-06  
**Fecha de elaboración:** feb-17  
**Fecha de caducidad:** feb-18  
**Conservación de la muestra:** Ambiente  
**Muestreo:** Por el cliente

**Fecha de toma de muestras:** 23-feb-2017  
**Fecha de recepción:** 24-feb-2017  
**Fecha de ensayo:** 01-mar-2017  
**Fecha de reporte:** 02-mar-2017

Resultados analíticos:

Pág:   1   de   1  

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (N)	AOAC	(mg/Kg)	4741.38
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AOAC	(mg/Kg)	5045.76
Potasio (K <sub>2</sub> O)	AOAC	(%)	0.37
Calcio (CaO)	AOAC	(%)	0.28
Magnesio (MgO)	AOAC	(%)	0.34
Azufre (S)	AOAC	(%)	0.15
Molibdeno (Mo)	AOAC	(mg/Kg)	1.08
Boro (B)	AOAC	(mg/Kg)	1
Cloro (Cl)	AOAC	(mg/Kg)	0.8
Cobre (Cu)	AOAC	(mg/Kg)	1
Hierro (Fe)	AOAC	(%)	23
Manganeso (Mn)	AOAC	(mg/Kg)	61.77
Sodio (Na)	AOAC	(mg/Kg)	43.58
Zinc (Zn)	AOAC	(mg/Kg)	22.06

AOAC: Association of analytical communities (Método Interno)

**BQF. Diana Ríos M.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.  
RESPONSABLE DE ANÁLISIS
**Ing. QF. Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.  
RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

**Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico**  
 Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
 Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
 E-mail: [info@centrocesal.com](mailto:info@centrocesal.com)  
 QUITO- ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH  Realizado por: Víctor Barrera	ANÁLISIS QUÍMICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	15

ANEXO Ñ. Análisis microbiológico de un fertilizante a partir del lactosuero.



**CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES  
CENTROCESAL Cía. Ltda.**

**ÁREA MICROBIOLÓGICA**

**INFORME DE ENSAYO No 29048-17-02-03-M**

Cliente:	Victor Barrera	Fecha de toma de muestras:	02-feb-2017
Representante:	Victor Barrera	Fecha de recepción:	03-feb-2017
Dirección:	Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)	Fecha de ensayo:	03-feb-2017
Teléfono:	0992686192	Fecha de reporte:	08-feb-2017
Identificación de la muestra:	Fertilizante orgánico		
Descripción de la muestra:	Líquido homogéneo de color marrón		
Contenido declarado:	600 ml		
No. Lote o código:	MP-04		
Fecha de elaboración:	ene-17		
Fecha de caducidad:	ene-18		
Conservación de la muestra:	Ambiente		
Muestreo:	Por el cliente		

Resultados analíticos:

Pág: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Bacterias	AOAC	UFC/ml	$8.5 \times 10^6$
Bacillus	AOAC	UFC/ml	$1.5 \times 10^7$
Lactobacillus	AOAC	UFC/ml	$4.8 \times 10^8$
Hongos	AOAC	UFC/ml	$<10^3$
Coliformes totales	AOAC	NMP/100ml	8
Coliformes fecales	AOAC	NMP/100ml	$<2$

AOAC: Association of analytical communities (Método Interno)

UFC: Unidades formadoras de Colonias.

NMP: Número más probable.



**BQF. Diana Ríos M.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

**Ing. QF. Leonardo Arias R.**  
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

**Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.**

Laboratorio Analítico, Bioquímico, Químico y Microbiológico  
Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús  
Telfax: 02 2230342/ 2233792 Cel: 099649872  
E-mail: [info@centrocesal.com](mailto:info@centrocesal.com)  
QUITO, ECUADOR

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	ANALISIS MICROBIOLÓGICOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	16

ANEXO O. Cotización de equipos para implementar una planta de biofertilizante.

## INOX LAC

Fabricante de Maquinaria Alimenticia en Acero Inoxidable  
 Dir.: Av. Solanda y calle Las Malvas Cc2560 (Sector Solanda)  
 Telf.: 2 685 983 Cel.: 0999 081 727  
 Quito - Ecuador

Quito, 24 de Febrero del 2017

SEÑOR

VÍCTOR HUGO BARRERA DELGADO

### COTIZACIÓN DE UN BIOREACTOR

**FORMA DE ELABORACIÓN**

Hecho en acero inoxidable, capacidad de 450 litros, altura 1,17 metros, diámetro 0.70 m, cuenta con sensores y controladores de temperatura, pH, oxígeno disuelto y velocidad de agitación interconectados a un sistema de control.

**PRECIO**

\$ 13800 (trece mil ochocientos dólares americanos) El precio no incluye IVA



### COTIZACIÓN DE UN BARRIL CONTENEDOR DE 1000 L

**FORMA DE ELABORACIÓN**

Hecho en acero inoxidable 2 mm, acceso superior e inferior, capacidad de 1000 litros, altura 2.2 metros, diámetro 1.5 m, tapa hermética de seguridad y base para soporte.

**PRECIO**

\$ 2800 (dos mil ocho cientos ochenta dólares americanos) El precio no incluye IVA



Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	COTIZACION DE EQUIPOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	17

ANEXO P. Cotización de equipos para implementar una planta de biofertilizante.

## INOX LAC

Fabricante de Maquinaria Alimenticia en Acero Inoxidable  
 Dir.: Av. Solanda y calle Las Malvas Oe2560 (Sector Solanda)  
 Telf.: 2 685 983 Cel.: 0999 081 727  
 Quito - Ecuador

### CALDERO DE 10 HP HORIZONTAL

**FORMA DE ELABORACIÓN**

Caldero tubular de 3 pasos echo en acero negro con quemador eléctrico a diésel, un macdonal a nivel de agua y un sensor de bajo nivel y una chimenea para el desalojo de humo y una bomba de agua de media HP. El caldero será forrado con plancha de acero inoxidable.

**PRECIO**

\$ 9000 (nueve mil dólares americanos) El precio no incluye IVA



### FILTRO ESTÁTICO

Construido en acero inoxidable, dimensiones de 0.5 m de largo x 1 m de alto, inclinación adaptable según el caudal, cuenta con doble filtro de 0.3 y 1 mm (Tamiz de varilla triangular)

**PRECIO**

\$ 150 (ciento cincuenta dólares americanos) El precio no incluye IVA



Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	COTIZACION DE EQUIPOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	18

ANEXO Q. Cotización de equipos para implementar una planta de biofertilizante.

## INOX LAC

Fabricante de Maquinaria Alimenticia en Acero Inoxidable  
Dir.: Av. Solanda y calle Las Malvas Oe2560 (Sector Solanda)  
Telf.: 2 685 983 Cel.: 0999 081 727  
Quito - Ecuador

### COTIZACIÓN DE UN FERMENTADOR DE 400 L

#### FORMA DE ELABORACIÓN

Hecho en acero inoxidable 2 mm, de 1 m de largo, 0.5 de ancho y 0.4 de alto cuenta con una boya que impide el derrame del contenido, conexión de mangueras transportadoras por caída de presión o por acción de una bomba, 4 dispensadores manuales para envases de diferentes dimensiones, tapa de protección y base para su elevación.

#### PRECIO

\$ 240 (doscientos cuarenta dólares americanos) El precio no incluye IVA

El precio puede variar en función de las dimensiones requeridas y específicamente bajo pedido.



**Cotización valido 30 días.**

**Tiempo de elaboración:** 20 días laborables a partir de la firma del contrato.

**Forma de pago:** 60% al firmar el contrato y 40% al finalizar el trabajo.

**Garantía:** 1 año

**Atentamente,  
Luis Aymacaña  
PROPIETARIO**

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE EQUIPOS		
			Escala	Fecha	Lamina
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		A4	2017	19

ANEXO R. Cotización de equipos para implementar una planta de biofertilizante.



Guayaquil, 23 de febrero del 2017

Saludos: Sr. Víctor Hugo Barrera Delgado

Gracias por contactarnos;

Somos un micro empresa radicada en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Dedicada a la fabricación de máquinas envasadoras automáticas, semiautomáticas, manuales, envasadoras horizontales y verticales, llenadora de Doy Pack, llenadoras de botellas, frascos, llenadoras de bidones, embolsadoras, empacadoras, bandas transportadoras, codificadoras, selladoras industriales en acero inoxidable, dosificadores volumétricos para producto denso, líquido, sólido, granulado, y polvos, tapadoras de botellas, generadores de ozono, purificadores de aire, esterilizadores por calor seco, esterilizadores ultravioleta, autoclaves, dispensadores, surtidores, bebederos en acero inoxidable, plantas purificadoras de agua de uso residencial e industrial, lavadoras de botellas, y máquinas especiales para el envasado.

Hemos recibido su correo solicitando una preforma sobre uno de nuestros productos.

El equipo solicitado cuenta con las siguientes características:

Características	Easy Capper
Material	Acero inoxidable
Largo	320 mm
Ancho	250 mm
Altura	780 mm
Peso	22 Kg
Producción horaria	400 botellas/hora
Alimentación	230 V
Potencia	0.52 KW



**PRECIO COMERCIAL**

El costo del equipo taponador de botellas Easy Capper es de **\$680** Dólares Americanos, **NO** incluye impuestos ni gastos de envío.

Atentamente  
Mercedes Logroño  
Área de ventas

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE EQUIPOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	20

ANEXO RR. Cotización de equipos para análisis de un biofertilizante.



Comercialización y Calibración de equipos para Laboratorios  
(Acreditado por la SAE bajo la norma ISO 17025)  
Dirección Mucho Lote | Paraíso del Río. Mz 3083 Sl 15  
Telf. 04-4548151/04-6027745/0996010924  
Guayaquil-Ecuador

Guayaquil, 24 de febrero del 2017

**Datos Personales**

Solicitante: Sr. Víctor Barrera

Dirección: Pedro Vicente Maldonado y Juan Machado (Riobamba)

Teléfono: 0992686192

E-mail: [victor3bd@yahoo.es](mailto:victor3bd@yahoo.es)

Propósito: Implementación de un laboratorio

**Preforma de Equipos solicitados**

**MEDIDOR DE PH**

Fabricante: HANNA INSTRUMENTS

Los medidores de pH de sobremesa HI 2211 y HI 2210 son peachimetros económicos de gran precisión útiles para realizar mediciones y análisis en laboratorio.

*Características principales:*

- Simplicidad en el diseño
- LCD Extra Amplio (15,9 x 3,8 cm)
- Calibración Automática
- 5 Tampones Estándar
- Muestra simultáneamente pH y Temperatura
- Compensación Automática de Temperatura
- Rango de mV Ampliado (HI 2211)



MODELO	PRECIO	UNIDADES
HI 2210	\$544,50	1

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE EQUIPOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	21



ANEXO S. Cotización de equipos para análisis de un biofertilizante.



Comercialización y Calibración de equipos para Laboratorios  
 (Acreditado por la SAE bajo la norma ISO 17025)  
 Dirección Mucho Lote 1 Paraíso del Río, Mz 3083 Si 15  
 Telf. 04-4548151/04-6027745/0996010924  
 Guayaquil-Ecuador

## BRIXOMETRO

Fabricante: ATAGO

Son considerados como un estándar en la industria, siendo utilizados por las universidades y profesionales del sector. Los avances tecnológicos constantes ponen a ATAGO en la vanguardia de la tecnología.

*Características:*

- Rango de Medida: Brix 0.0 to 53.0 %
- Resolución: Brix 0.1%
- Exactitud de medida: Brix  $\pm 0.2$  %
- Temperatura Ambiente: 10 to 40°C
- Temperatura de Medición: 10 a 100°C
- Volumen de Muestra: 0.3 ml
- Tiempo de Medición: 3 segundos
- Clase de protección internacional: IP65
- Dimensiones y Peso: 806mm x 600mm x 100mm



MODELO	PRECIO	UNIDADES
HI 96801	\$245,54	1

## HIGRÓMETRO

Excelente equipo digital que permite medir temperatura y humedad ambiental en diferentes lugares, de fácil uso, incluye pilas y manuales.

*Características:*

- \* Rango de medición temperatura: -10 a +50°C (+14 to +122°F)
- \* Precisión temperatura:  $\pm 1$ °C
- \* Resolución temperatura:  $\pm 0.1$  °C
- \* Rango medición humedad: 10 a 99% RH
- \* Precisión humedad:  $\pm 5$ % RH
- \* Resolución humedad:  $\pm 1$ %



MODELO	PRECIO	UNIDADES
NTC-1	\$11,50	1

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE EQUIPOS		
			Escala	Fecha	Lamina
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		A4	2017	22

ANEXO T. Cotización de equipos para análisis de un biofertilizante.



Comercialización y Calibración de equipos para Laboratorios  
(Acreditado por la SAE bajo la norma ISO 17025)  
Dirección Mucho Lote I Paraíso del Río, Mz 3083 Sl 15  
Telf. 04-4548151/04-6027745/0996010924  
Guayaquil-Ecuador

## BALANZA

Están fabricadas para trabajar cómodamente sobre una mesa horizontal y sus usos son muy diversos en la industria.

*Características:*

- Platillo de acero inoxidable
- El dispositivo display puede situarse en diferentes lugares. Cable de 1,5 m. de longitud. Se puede situar sobre la pared.
- Display LCD de grandes dimensiones. Tamaño del dígito: 25 mm.
- Tamaño del display: 200x100x55 mm. (Ancho x Profundo x Alto)
- Sistema cuentapiezas (PCS) con valores de referencia de 5, 10, 25, 50 piezas.\*
- Otras unidades de pesaje: lb, oz, ozt, tLH, tLT
- Posibilidad de funcionamiento mediante baterías (9 V)
- Función de autodesconexión (AUTO-OFF) para ahorrar energía tras un lapso de 3 minutos.
- Adaptador RS 232 C bidireccional para conexión al ordenador o impresora.

MODELO	PRECIO	UNIDADES
PCE-BS 3000	\$348,46	1



Plazo de entrega: 3 semana/s aprox.  
Envió: **GRATUITO** pedidos superiores a \$200  
Forma de pago: Transferencia, tarjeta de crédito, PayPal  
I.V.A. Incluido: Los precios llevan el I.V.A. incluido

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE EQUIPOS		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	23

ANEXO U. Cotización de frascos para envasado de un biofertilizante.



Fabricación de tapas y envases plásticos en Polietileno, Polipropileno y PET  
 Dirección: De Los Arroyos 154 y E9 (Quito-Ecuador)  
 Teléf: 2803123 / 2803800 / 2803798  
 Mail: info@loscocos.com.ec

Martes, 21 de febrero del 2017

Estimado Sr. **Víctor Barrera**

LOSCOCOS, con más de 25 años de experiencia, produce y comercializa envases plásticos, tapas y moldes, sus productos tienen altos estándares de calidad y precios muy competitivos dentro del mercado de la industria plástica.

En petición a su requerimiento adjuntamos los precios que estipula nuestra empresa para envases conforme su necesidad, recalcando que todos los envases incluyen tapa rosca de color blanco.

Envase	Capacidad	Color	P.V.P/unidad
PET	100 ml	Ámbar/blanco	2ctv
PET	250 ml	Ámbar/blanco	3ctv
PET	500 ml	Ámbar/blanco	4ctv
PET	1000 ml	Ámbar/blanco	5ctv
Precio incluye IVA			

**NOTA:**

La validez de la preforma tiene un lapso de 90 días desde la fecha estipulada y la entrega se lo realiza por mensajería en cualquier parte del país en un tiempo no mayor a cinco días desde la confirmación de su pedido, costo de entrega no incluye en el valor mencionado.

Atentamente:

La Gerencia

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH Realizado por: Víctor Barrera	COTIZACION DE ENVASES		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	24

ANEXO V. Norma NTE INEN para etiquetado de un biofertilizante.

NTE INEN 221 1997-07

**ANEXO A. EJEMPLO DE UNA ETIQUETA DE DOS CUERPOS O SECCIONES.**

**Cuerpo o Sección 1**

**CONSERVESE EN LUGAR CERRADO FUERA DEL ALCANCE  
DE LOS NIÑOS**

**ABOGRANO**

**FERTILIZANTE COMPLEJO**

**10 - 30 - 10**

**APLICACIÓN FOLLAR**

Para ayudar la fecundación, la maduración de frutos.

**INGREDIENTES**

Nitrógeno (N) ..... 10%  
 Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ..... 30%  
 Potasio (K<sub>2</sub>O) ..... 10%  
 Magnesio (Mg) ..... 0,5%  
 Boro (B) ..... 200 ppm  
 Cobre (Cu) ..... 500 ppm  
 Hierro (Fe) ..... 500 ppm

**FERTILIZANTE PRILADO**

P.V.P. Sl. 2500      Contenido Neto 500 g

**Logotipo**

**IMPORTADOR  
O  
DISTRIBUIDOR**

**Logotipo**

**FABRICANTE**

*(Continúa)*

-4- 1994-022

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	25

ANEXO W. Norma NTE INEN para etiquetado de un biofertilizante.

NTE INEN 221	1997-07			
<b>Cuerpo o Sección 2</b>				
<p><b>MODO DE EMPLEO.</b> No aplicar cuando esta por llover. Es fácilmente soluble. Rápidamente absorbido.</p>				
<b>INSTRUCCIONES DE USO</b>				
<b>CULTIVO</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>ÉPOCA DE APLICACIÓN</b>	<b>FRECUENCIA DE APLICACIÓN</b>	<b>DOSIS</b>
Ajo	(Allium sp)	A los 60 días	2-3	1-1,5 kg/ha
Café	(Coffea sp)	Antes de la floración	2-3	1-2,9 kg/ha
<p><b>PRECAUCIONES.</b> No eliminar el resto del producto en cuerpos de agua.</p>				
<p><b>COMPATIBILIDAD.</b> Compatible con la mayoría de plaguicidas</p>				
<b>REGISTRO MAG</b>				
FECHA DE FORMULACIÓN.	1993-08-25	LOTE. A525		
FECHA DE VENCIMIENTO.	1994-08-25			
<p>NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL FABRICANTE O DISTRIBUIDOR</p>				
<p>PARA MAYOR INFORMACIÓN CONSULTE CON EL TÉCNICO PROFESIONAL.</p>				
<i>(Continúa)</i>				

Notas	Categoría del diagrama	<b>ESPOCH</b>	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	26

ANEXO X. Norma NTE INEN para etiquetado de un biofertilizante.

NTE INEN 221 1997-07

**ANEXO B. EJEMPLO DE UNA ETIQUETA PARA ENVASES DE CAPACIDAD SUPERIOR  
A CUATRO LITROS O DIEZ KILOGRAMOS.**

**ABOGRANO**

**FERTILIZANTE COMPLEJO**  
12 - 24 - 12

**APLICACIÓN AL SUELO**

**LOGOTIPO DEL  
IMPORTADOR,  
FABRICANTE O  
DISTRIBUIDOR**

**INGREDIENTES**

Nitrógeno (N) ..... 12%  
Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ..... 24%  
Potasio (K<sub>2</sub>O) ..... 12%

**FERTILIZANTE PRILADO**

Contenido Neto **45 kg**

Registro MAG

P.V.P *Sl.* 2.500

FECHA DE FORMULACIÓN. 1993-08-25      LOTE. A525

FECHA DE VENCIMIENTO. 1994-08-25

NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL FABRICANTE O DISTRIBUIDOR

*(Continúa)*

-6- 1994-022

Notas	Categoría del diagrama	ESPOCH	Normas NTE INEN		
	a) Por aprobar b) Por calificar c) Por certificar	Realizado por: Víctor Barrera	Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	27

ANEXO Y. Ensayos de proceso para la obtención de un biofertilizante.



Notas	Categoría del diagrama	<p>ESPOCH</p> <p>Realizado por: Víctor Barrera</p>	Ensayo de los procesos de elaboración		
	<p>a) Por aprobar</p> <p>b) Por calificar</p> <p>c) Por certificar</p>		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	28

ANEXO Z. Ensayos de proceso para la obtención de un biofertilizante.



Notas	Categoría del diagrama	<p>ESPOCH</p> <p>Realizado por: Víctor Barrera</p>	Ensayo de los procesos de elaboración		
	<p>a) Por aprobar</p> <p>b) Por calificar</p> <p>c) Por certificar</p>		Escala	Fecha	Lamina
			A4	2017	29



