

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: "Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)"

Tesis de grado previa la obtención del título de  
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Verónica Paola Gordón Pozo

ASESOR: Dra. Wilman Jenny Yambay Vallejo

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2013

## **CERTIFICADO.**

Certifico que la estudiante Verónica Paola Gordón Pozo con el número de cédula 0401289871 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

-----

Dra. WilmanYambay

Tulcán, 22 de Abril del 2013

## **AUTORÍA DE TRABAJO.**

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Verónica Paola Gordón Pozo con cédula de identidad número 0401289871 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

**f.....**  
Verónica Paola Gordón Pozo  
Tulcán, 22 de Abril del 2013

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.**

Yo, Verónica Paola Gordón Pozo, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de Junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 22 de Abril del 2013

-----  
Verónica Paola Gordón Pozo

CI. 0401289871

## **AGRADECIMIENTO.**

*A Dios por darme la bendición de tener una familia unida, por darme siempre la fortaleza de seguir adelante venciendo los obstáculos para poder llegar a cumplir mis metas.*

*A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi específicamente a la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales por ser el eje principal de mi formación profesional mediante los conocimientos impartidos en el transcurso del tiempo.*

*A mi Tutora Dra. Wilman Yambay de manera especial e infinita por sus conocimientos, preocupación y criterios constructivistas reflejados en la investigación lo que fue posible concluir con éxito el trabajo de investigación.*

*A la Industria Lechera Carchi S. A. por la colaboración brindada para la ejecución de la fase experimental del trabajo investigativo.*

*A los docentes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario una inmensa gratitud por su amistad desinteresada y su apoyo durante el transcurso de mi formación académica.*

## **DEDICATORIA.**

*De la manera más sincera y con mucho amor a mi esposo por su comprensión y apoyo incondicional para lograr la culminación de mi carrera universitaria.*

*A mi precioso Hijo Ángel Fernando, por su sonrisa y comprensión siendo la razón de seguir adelante día a día en bien de mi superación profesional.*

*Con amor, a mis padres Esteban y María por cumplir su sueño de ver a sus hijos profesionales; por darme la vida y realizarme como la persona que soy, con su motivación, sus consejos, ejemplos y enseñanzas de ser siempre una persona humilde y respetuosa ante los demás.*

*A mis Hermanos Fernanda y Gabriel quienes son mi motivación de esfuerzo y constancia, por su apoyo incondicional en todo momento.*

*A mi bello sobrinito Juan Esteban por su carisma, complemento de felicidad en nuestra familia.*

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| CERTIFICADO.....                                   | i     |
| AUTORÍA DE TRABAJO. ....                           | ii    |
| ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO. .... | iii   |
| AGRADECIMIENTO. ....                               | iv    |
| DEDICATORIA. ....                                  | v     |
| ÍNDICE GENERAL.....                                | vi    |
| ÍNDICE DE CUADROS.....                             | x     |
| ÍNDICE DE FOTOS. ....                              | xiii  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS. ....                           | xiii  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                              | xiv   |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                             | - 1 - |
| ABSTRACT.....                                      | - 2 - |
| SUMAKTA RURASHKA.....                              | - 3 - |
| INTRODUCCIÓN.....                                  | - 4 - |
| I. EL PROBLEMA.....                                | - 5 - |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....              | - 5 - |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....                | - 6 - |
| 1.3. DELIMITACIÓN.....                             | - 6 - |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN. ....                           | - 7 - |
| 1.5. OBJETIVOS.....                                | - 7 - |
| 1.5.1. Objetivo General.....                       | - 7 - |

|   |        |
|---|--------|
| 1.5.2. Objetivos Específicos.....                 | - 8 -  |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....                   | - 9 -  |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....             | - 9 -  |
| 2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....                    | - 10 - |
| 2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....               | - 11 - |
| 2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....               | - 12 - |
| 2.4.1. Suero Lácteo .....                         | - 12 - |
| 2.4.2. El Biol.....                               | - 15 - |
| 2.4.3. Biotecnología.....                         | - 26 - |
| 2.4.4. La agricultura orgánica .....              | - 30 - |
| 2.5. HIPÓTESIS.....                               | - 32 - |
| 2.6. VARIABLES.....                               | - 32 - |
| III. METODOLOGÍA.....                             | - 33 - |
| 3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....           | - 33 - |
| 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                   | - 33 - |
| 3.2.1. Investigación bibliográfica.....           | - 33 - |
| 3.2.2. Investigación de campo.....                | - 33 - |
| 3.2.3. Investigación experimental.....            | - 34 - |
| 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN..... | - 34 - |
| 3.3.1. Población:.....                            | - 34 - |
| 3.3.2. Muestra:.....                              | - 34 - |
| 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....         | - 35 - |
| 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....              | - 36 - |
| 3.5.1. Desarrollo de la investigación.....        | - 36 - |

|  |         |
|--|---------|
| 3.5.1.1. Localización de la investigación.....                   | - 36 -  |
| 3.5.1.2. Diseño Experimental.....                                | - 36 -  |
| 3.5.2. Proceso de la investigación .....                         | - 41 -  |
| 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | - 55 -  |
| 3.6.1. Análisis de resultados.....                               | - 55 -  |
| 3.6.2. Interpretación de datos.....                              | - 100 - |
| 3.6.3. Verificación de hipótesis.....                            | - 101 - |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                          | - 102 - |
| 4.1. CONCLUSIONES.....   | - 102 - |
| 4.2. RECOMENDACIONES.....  | - 103 - |
| VI. BIBLIOGRAFÍA.....  | - 104 - |
| VII. ANEXOS.....   | - 108 - |
| Anexo 1. Análisis de laboratorio a1b1R1 .....                    | - 108 - |
| Anexo 2. Análisis de laboratorio a1b1R2.....                     | - 109 - |
| Anexo 3. Análisis de laboratorio a1b1R3.....                     | - 110 - |
| Anexo 4. Análisis de laboratorio a1b2R1 .....                    | - 111 - |
| Anexo 5. Análisis de laboratorio a1b2R2.....                     | - 112 - |
| Anexo 6. Análisis de laboratorio a1b2R3.....                     | - 113 - |
| Anexo 7. Análisis de laboratorio a2b1R1 .....                    | - 114 - |
| Anexo 8. Análisis de laboratorio a2b1R2.....                     | - 115 - |
| Anexo 9. Análisis de laboratorio a2b1R3.....                     | - 116 - |
| Anexo 10. Análisis de laboratorio a2b2R1 .....                   | - 117 - |
| Anexo 11. Análisis de laboratorio a2b2R2.....                    | - 118 - |

|  |         |
|--|---------|
| Anexo 12. Análisis de laboratorio a2b2R3 .....                       | - 119 - |
| Anexo 13. Análisis de laboratorio a3b1R1 .....                       | - 120 - |
| Anexo 14. Análisis de laboratorio a3b1R2 .....                       | - 121 - |
| Anexo 15. Análisis de laboratorio a3b1R3 .....                       | - 122 - |
| Anexo 16. Análisis de laboratorio a3b2R1 .....                       | - 123 - |
| Anexo 17. Análisis de laboratorio a3b2R2 .....                       | - 124 - |
| Anexo 18. Análisis de laboratorio a3b2R3 .....                       | - 125 - |
| Anexo 19. Análisis de laboratorio a4b1R1 .....                       | - 126 - |
| Anexo 20. Análisis de laboratorio a4b1R2 .....                       | - 127 - |
| Anexo 21. Análisis de laboratorio a4b1R3 .....                       | - 128 - |
| Anexo 22. Análisis de laboratorio a4b2R1 .....                       | - 129 - |
| Anexo 23. Análisis de laboratorio a4b2R2 .....                       | - 130 - |
| Anexo 24. Análisis de laboratorio a4b2R3 .....                       | - 131 - |
| Anexo 25. Análisis de laboratorio a5b1R1 .....                       | - 132 - |
| Anexo 26. Análisis de laboratorio a5b1R2 .....                       | - 133 - |
| Anexo 27. Análisis de laboratorio a5b1R3 .....                       | - 134 - |
| Anexo 28. Análisis de laboratorio a5b2R1 .....                       | - 135 - |
| Anexo 29. Análisis de laboratorio a5b2R2 .....                       | - 136 - |
| Anexo 30. Análisis de laboratorio a5b2R3 .....                       | - 137 - |
| Anexo 31. Normas INEN del etiquetado de productos fertilizantes .... | - 138 - |
| Anexo 32. Normas INEN de la definición de fertilizante o abono.....  | - 141 - |
| Anexo 33. Encuesta realizada a queseras artesanales y a la ILCSA ..  | - 143 - |
| Anexo 34. Encuesta realizada a los agricultores .....                | - 144 - |
| Anexo 35. Tabulación de las encuestas .....                          | - 146 - |

Anexo 36. Etiqueta abono orgánico biol ..... - 150 -

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1: Relación agua /estiércol ..... - 17 -

Cuadro 2: Relación Carbono/Nitrógeno. .... - 17 -

Cuadro 3: Porcentaje (%) de suero de leche. .... - 37 -

Cuadro 4: Porcentaje (%) de microorganismos ..... - 38 -

Cuadro 5: Representación del análisis de la Varianza..... - 40 -

Cuadro 6: Composición de los tratamientos. .... - 41 -

Cuadro 7: Valores del Nitrógeno..... - 55 -

Cuadro 8: ADEVA de los valores de Nitrógeno ..... - 56 -

Cuadro 9: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A..... - 56 -

Cuadro 10: Prueba de Tukey para el Factor B ..... - 57 -

Cuadro 11: Prueba de Tukey para tratamientos ..... - 57 -

Cuadro 12: Valores de Fósforo..... - 59 -

Cuadro 13: ADEVA de los valores de Fósforo ..... - 59 -

Cuadro 14: Prueba de Tukey al 5% para el factor A..... - 60 -

Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para el factor B..... - 60 -

Cuadro 16: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos ..... - 60 -

Cuadro 17: Valores del Potasio ..... - 62 -

Cuadro 18: ADEVA de los valores del Potasio ..... - 62 -

Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A..... - 63 -

|   |        |
|---|--------|
| Cuadro 20: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 63 - |
| Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 63 - |
| Cuadro 22: Valores de Azufre.....                         | - 65 - |
| Cuadro 23: ADEVA de los valores del Azufre.....           | - 65 - |
| Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5% para el factor A.....    | - 66 - |
| Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para el factor B.....    | - 66 - |
| Cuadro 26: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos .....  | - 66 - |
| Cuadro 27: Valores del Calcio. ....                       | - 68 - |
| Cuadro 28: ADEVA de los valores del calcio.....           | - 68 - |
| Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5% para el Factor A.....    | - 69 - |
| Cuadro 30: Prueba de Tukey al 5% para el Factor B.....    | - 69 - |
| Cuadro 31: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos .....  | - 70 - |
| Cuadro 32: Valores de Magnesio.....                       | - 71 - |
| Cuadro 33: ADEVA de los valores de Magnesio.....          | - 71 - |
| Cuadro 34: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A.....   | - 72 - |
| Cuadro 35: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor B.....   | - 72 - |
| Cuadro 36: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 73 - |
| Cuadro 37: Valores del zinc.....                          | - 74 - |
| Cuadro 38: ADEVA de los valores del Zinc .....            | - 74 - |
| Cuadro 39: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.....   | - 75 - |
| Cuadro 40: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 75 - |
| Cuadro 41: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 76 - |
| Cuadro 42: Valores del Cobre.....                         | - 77 - |
| Cuadro 43: ADEVA de los valores del Cobre .....           | - 77 - |

|   |         |
|---|---------|
| Cuadro 44: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.....   | - 78 -  |
| Cuadro 45: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 78 -  |
| Cuadro 46: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 79 -  |
| Cuadro 47: Valores del Hierro.....                        | - 80 -  |
| Cuadro 48: ADEVA para los datos del Hierro .....          | - 80 -  |
| Cuadro 49: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.....   | - 81 -  |
| Cuadro 50: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 81 -  |
| Cuadro 51: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 82 -  |
| Cuadro 52: Valores del Manganeso.....                     | - 83 -  |
| Cuadro 53: ADEVA de los valores del Manganeso.....        | - 83 -  |
| Cuadro 54: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.....   | - 84 -  |
| Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 84 -  |
| Cuadro 56: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos ..... | - 84 -  |
| Cuadro 57: Valores del Boro.....                          | - 85 -  |
| Cuadro 58: ADEVA de los valores del Boro.....             | - 86 -  |
| Cuadro 59: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A.....   | - 86 -  |
| Cuadro 60: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B.....   | - 87 -  |
| Cuadro 61: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos. .... | - 87 -  |
| Cuadro 62: Valores del pH en el producto final Biol.....  | - 90 -  |
| Cuadro 63: ADEVA para los valores del pH .....            | - 90 -  |
| Cuadro 64: Valores de la conductividad eléctrica .....    | - 92 -  |
| Cuadro 65: ADEVA de los valores de la CE .....            | - 92 -  |
| Cuadro 66: Interpretación de datos.....                   | - 100 - |

## ÍNDICE DE FOTOS.

|  |        |
|--|--------|
| Foto 1: Lugar del ensayo .....                             | - 44 - |
| Foto 2: Lugar del ensayo vista interior .....              | - 44 - |
| Foto 3: Picado de alfalfa. ....                            | - 47 - |
| Foto 4: Pesado de estiércol. ....                          | - 48 - |
| Foto 5: Pesado del lactofermento. ....                     | - 48 - |
| Foto 6: Adición de humus. ....                             | - 49 - |
| Foto 7: Adición de melaza .....                            | - 49 - |
| Foto 8: Sellado hermético .....                            | - 50 - |
| Foto 9: Toma de muestra.....                               | - 51 - |
| Foto 10: Lectura del pH. ....                              | - 51 - |
| Foto 11: Lectura de la temperatura del líquido .....       | - 52 - |
| Foto 12: Determinación del color, olor y consistencia..... | - 52 - |
| Foto 13: Lectura de temperatura ambiente.....              | - 53 - |
| Foto 14: Lectura de temperatura del biogás .....           | - 53 - |
| Foto 15: Etiquetado del biol .....                         | - 54 - |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

|  |        |
|--|--------|
| Gráfico 1: Medias de los tratamientos en cuanto al contenido de nitrógeno. - | 58 -   |
| Gráfico 2: Medias de los tratamientos.....                                   | - 61 - |
| Gráfico 3: Media de los tratamientos .....                                   | - 64 - |
| Gráfico 4: Medias de los tratamientos del azufre.....                        | - 67 - |
| Gráfico 5: Medias de los tratamientos del calcio.....                        | - 70 - |

|  |        |
|--|--------|
| Gráfico 6: Medias de los tratamientos del magnesio .....           | - 73 - |
| Gráfico 7: Medias de los tratamientos del zinc .....               | - 76 - |
| Gráfico 8: Medias de los tratamientos del cobre .....              | - 79 - |
| Gráfico 9: Medias de los tratamientos del Hierro .....             | - 82 - |
| Gráfico 10: Medias de los tratamientos del Manganeso .....         | - 85 - |
| Gráfico 11: Medias de los tratamientos del Boro .....              | - 88 - |
| Gráfico 12: Comportamiento del pH durante la elaboración .....     | - 89 - |
| Gráfico 13: Valores del pH final .....                             | - 91 - |
| Gráfico 14: Valores de la conductividad eléctrica .....            | - 93 - |
| Gráfico 15: Valores de la temperatura interna del biofermento..... | - 94 - |
| Gráfico 16: Madia de los valores de la Temperatura ambiente.....   | - 95 - |
| Gráfico 17: Valores promedio de temperatura del biogás.....        | - 96 - |

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

|  |        |
|--|--------|
| Tabla 1: Características de la Ubicación.....                    | - 6 -  |
| Tabla 2: Delimitación de la Investigación.....                   | - 6 -  |
| Tabla 3: Composición química del biol. ....                      | - 20 - |
| Tabla 4: Operacionalización de variables. ....                   | - 35 - |
| Tabla 5: Ubicación geográfica de la investigación. ....          | - 36 - |
| Tabla 6: Simbología de los tratamientos.....                     | - 39 - |
| Tabla 7: Valores del pH durante el proceso de fermentación ..... | - 89 - |
| Tabla 8: Valores de la temperatura interna del biofermento ..... | - 93 - |

|   |         |
|---|---------|
| Tabla 9: Valores de la Temperatura Ambiente .....         | - 94 -  |
| Tabla 10: Valores de temperatura del biogás .....         | - 95 -  |
| Tabla 11: Burbujeo de los tratamientos .....              | - 97 -  |
| Tabla 12: Rendimiento en la producción de biol .....      | - 98 -  |
| Tabla 13: Porcentajes de la interpretación de datos ..... | - 100 - |

## RESUMEN EJECUTIVO.

Con el propósito de minimizar la contaminación ambiental del subproducto de las industrias lácteas y queseras artesanales así como el uso inadecuado de agroquímicos se elaboró un abono orgánico (biol) utilizando suero de leche para contribuir con el medio ambiente y darle mayor aprovechamiento a este subproducto de la manufactura quesera.

Para la producción del biol se utilizó 120 litros de suero de leche proveniente de la Industria Lechera Carchi S. A. el cual se lo dividió en porcentajes de acuerdo a diez tratamientos en estudio con tres repeticiones cada uno, dando así el proceso estadístico con un diseño de bloques completos al azar (D.B.C.A.) considerando un arreglo factorial de  $A * B$  donde A fue cinco porcentajes de suero de leche y el factor B dos tipos de inóculos microbianos, siendo sometidos a fermentación anaerobia la cual tuvo un tiempo promedio de 50 días para la cosecha del biol.

El tratamiento resultante con alto contenido nutricional en macro y micro nutrientes fue el T9 (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) en el que se recalca el uso del 50% de suero de leche y el lactofermento como inóculo microbiano obteniéndose un biol de composición: nitrógeno 839,60 ppm, fósforo 226,44 ppm, potasio 5833,1 ppm, azufre 1436,26 ppm, calcio 3165,3 ppm, magnesio 73,12 ppm, zinc 10,66 ppm, cobre 1,95 ppm, hierro 3660,97 ppm, manganeso 1081,67 ppm y boro 3,58 ppm con un pH de 5,49 y una conductividad eléctrica de 16,723 mS/cm.

## **ABSTRACT.**

In order to minimize environmental pollution in producing dairy products and home-made cheese, as well as the use of agrochemicals, an organic fertilizer (biol) was developed using whey to help the environment and give greater advantage to the remaining product derived from cheese.

For biological production, 120 liters of sweet whey from Carchi Dairy Industry were used. It was divided it into percentages according to study ten treatments with three replicates each, thus the statistical process was designed with a randomized complete block (RCBD) with a factorial arrangement of A \* B where A represents five% of whey and factor B represents two types of microbial inoculants, both were subjected to anaerobic fermentation during 50 days to produce biol.

The result is a T9 high nutritional product in macro and micro nutrients (50% whey, 0% water, 38% manure, 2.38% molasses, 4.78% alfalfa, 2.38% ash, 2, 38% humus, 0.08% bulk starter) using 50% of whey and bulk starter as microbial inoculum obtaining a boil composed by: nitrogen 839.60 ppm, 226.44 ppm phosphorus, potassium 5833 , 1 ppm, sulfur ppm 1436.26, 3165.3 ppm calcium, magnesium, 73.12 ppm, 10.66 ppm zinc, copper 1.95 ppm 3660.97 ppm iron, manganese and boron 1081.67 3.58 ppm with a pH of 5.49 and an electrical conductivity of 16,723 mS / cm.

## SUMAKTA RURASHKA

Kay llankayka rurarirka can imashina ñukanchipak pacha mamapak shuk mushuk samayta charichun, imashina kai yuyaiwanmi maskarkanchik shuk mushuk wanuta rurashpa. Kaitami rurarkanchik mawkashka wakrapak ñuñu kunawan.

Kai llankaipa mi mawkarkanchik ishikay chunka patsak wakrapak ñuñuwanmi rurarishka kan, kay Industria Lechera Carchi S.A. nishka wasimantami sahamurka. Shinallata pay mi yalirca chunka yalichik kunawan. Shinallatak kay wanuta llukchinkapak pichika chunka punchatami shuyana urmaka kayta charinkapak.

Kay wuanu mi charirka T9 (50 % wakra ñuñu, 0 % yaku, 38 % wuanu, 2.38 % mishki yaku, 4.78 % hiwa, 2.38 % uchupa, 2.38 % allí allpha, 0.08% shukuna) sinallatak mi kan 50 % wakra ñuñu.

Kay minishtishka kunawanmi wanuka rurarirka, shinallatak ñucanchik pacha mamaka aly samayta charinka.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el consumo excesivo de fertilizantes químicos están por encima de la naturaleza perjudicando a la vida del ser humano; la industria láctea con sus efluentes también contribuye a dicha contaminación

En la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, se desarrollaron encuestas a los agricultores, queseras artesanales y a la Industria Lechera Carchi S.A. para obtener información detallada de la problemática que se suscita día a día por los residuos del proceso industrial de la leche.

De acuerdo a las encuestas realizadas (ver anexo 35) el problema radica en que el 80% de los agricultores encuestados se dedican a cultivar con fertilizantes químicos en elevadas cantidades, y desconocen en un 40% acerca de la elaboración de biofertilizantes con la materia prima que tienen a su alrededor, las queseras artesanales encuestadas el 100% se limitan en la producción del subproducto desechando el suero a efluentes y como alimentación de cerdos.

La elaboración del biol a base del suero de leche se plantea como una alternativa para contrarrestar la problemática del uso inadecuado del suero por parte de las queseras artesanales y como fuente de motivación hacia los agricultores para inclinarse por la fertilización orgánica, pudiendo ser aprovechado dicho producto en el propio pasto que se le proporciona al ganado vacuno para su beneficio.

## **I. EL PROBLEMA.**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Las Industrias Lácteas y proyectos microempresariales que se dedican a dar un valor agregado a la leche generan cantidades significativas de lacto suero, el cual, al no recibir un tratamiento antes de ser desechado a efluentes de agua, contamina en gran escala, causando un impacto ambiental negativo; ya que su degradación biológica demanda de gran cantidad de oxígeno que debe encontrarse disuelto en el agua para que pueda ser utilizado por los microorganismos, es por esta razón que al bajar la cantidad de oxígeno se producen olores fétidos y se provoca la muerte por asfixia de la fauna de éstos ecosistemas.

El suero de leche contiene grasas, aceites y azúcar (lactosa) que son los principales contaminantes del medio que nos rodea, en especial la lactosa que se la encuentra disuelta en la parte líquida de éste residuo de la industria láctea; es por eso que el suero al ser descargado en suelos, puede filtrarse hasta las aguas freáticas (del subsuelo), convirtiéndose de esa manera en una amenaza para la salud de los animales y humanos.

Los productores han visto imprescindible el uso de agroquímicos con el objetivo de mejorar el rendimiento de sus cultivos sin considerar el alto riesgo que el uso de éstos productos conlleva, con la excesiva dependencia de monocultivos y los insumos agroquímicos, tales como los pesticidas y fertilizantes químicos que han impactado negativamente el medio ambiente y la sociedad rural

Como se sabe los fertilizantes químicos se absorben, transportan, y almacenan con facilidad por las plantas, sin embargo su desventaja radica en que no aportan al suelo materia orgánica, más bien disminuye la proporción de ésta y con ello la capacidad de retención de agua, haciendo que el suelo sea menos adecuado para el desarrollo de los cultivos.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Es factible el uso de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)?

## 1.3. DELIMITACIÓN.

La elaboración del biol a partir del suero de leche se la realizó en:

**Tabla 1: Características de la Ubicación**

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Provincia                      | Carchi          |
| Cantón                         | Tulcán          |
| Parroquia                      | Gonzales Suárez |
| Sitio                          | Cuatro Esquinas |
| Altitud                        | 2938 m.s.n.m.   |
| Latitud                        | 198877 N        |
| Longitud                       | 10092534 W      |
| Temperatura promedio mensual   | 13.2 °C         |
| Precipitación promedio mensual | 75.1 mm         |
| Humedad relativa               | 79 %            |

Fuente: Estación aeropuerto de Tulcán-2011  
Elaborado por: Gordón V. (2012)

La delimitación de la presente investigación se presenta a continuación, en la tabla 2.

**Tabla 2: Delimitación de la Investigación.**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Área                    | Biotecnología Agropecuaria               |
| Temporal                | Quince meses                             |
| Unidades de Observación | Tiempo de fermentación, pH, temperatura. |

Elaborado por: Gordón V. (2012)

## **1.4. JUSTIFICACIÓN.**

Es importante buscar alternativas que aumenten la producción agrícola, con formas de manejo de agro ecosistemas para aumento de la biodiversidad. Los suelos con alto contenido de materia orgánica y alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad, así como complejos nutricionales y organismos benéficos que previenen infecciones, de ahí la importancia de la elaboración de abono orgánico (biol).

La elaboración del biofertilizante a base del suero de leche con todas sus características físico-químicas, permite aprovechar al máximo el subproducto lácteo como materia prima, para de ésta manera evitar contaminaciones por parte de las plantas procesadoras de leche hacia los diferentes ecosistemas, contrarrestando el impacto negativo que causan.

El empleo del subproducto de la industria láctea (suero lácteo) al ser utilizado para la elaboración de biofertilizantes, ayudará a contrarrestar los problemas citados anteriormente aportando elementos nutricionales que los cultivos necesitan, ya que éste tipo de abono orgánico líquido constituye una herramienta agrícola con la que se pueden reducir o sustituir los abonos químicos de alta solubilidad.

La fabricación de biol no necesita tanta energía y recursos económicos para su obtención, es por esta razón que el interés de la investigación está encaminado a desarrollar nuevas técnicas de fertilización orgánica en los cultivos con alternativas que disminuyan el uso indiscriminado de productos químicos para revertir la degradación creciente de los recursos naturales.

## **1.5. OBJETIVOS.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Utilizar el suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Documentar bibliográficamente la investigación a realizar.
- Establecer los parámetros óptimos para el proceso de elaboración del biol a base del suero de la leche.
- Determinar el tiempo de fermentación óptimo del biol a base del suero de leche.
- Realizar análisis físico-químico del producto elaborado y compararlo con un biol de referencia.
- Realizar costos de producción.

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Las investigaciones realizadas del suero de leche se basan en procesos industriales como, el estudio de la influencia del suero de leche fermentado en la elaboración de jabón líquido con pH ácido, realizada por Cristina Proaño y Danny Armas en el año 2011, quienes señalan que la fermentación del suero es indispensable para obtener jabón líquido con las variables estudiadas de pH, acidez y viscosidad.

Varias investigaciones han hecho referencia a la elaboración y aplicación del biol con diferentes tipos de ingredientes para mejorar la calidad de la agricultura. Entre las investigaciones realizadas se describen a continuación las siguientes.

Basantes (2009). En su estudio “Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. legacy)”, toma en cuenta la problemática del indiscriminado uso de agroquímicos por lo que su objetivo es evaluar el biol a partir de dos tipos de estiércol (bovino y ovino) y su efecto en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. legacy), estableciendo un modelo de fabricación de los ingredientes utilizados los cuales son: harina de sangre, roca fosfórica, ceniza de leña, humus, melaza, leche, alfalfa, levadura y agua, para evaluar el rendimiento del biol según análisis químico de laboratorio de los elementos básicos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, pH, conductividad eléctrica; los cuales se aplicó al cultivo de brócoli para su evaluación en el rendimiento, por lo cual recomienda la utilización de estiércol ovino por presentar mayor cantidad de nutrimentos conjuntamente con harina de sangre y roca fosfórica como ingredientes principales.

Bejarano & Méndez (2004). Señala en su estudio “Fertilización orgánica comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol (*phaseolus vulgaris*)”, para minimizar el efecto de degradación del suelo, que una de las problemáticas que padece el hombre es el deterioro del medio ambiente por lo

que el uso excesivo de la fertilización química a atentado en la contaminación del agua por el uso de nitratos y fosfatos, siendo así su objetivo demostrar que el fitoestimulante biol aplicado al suelo y como estimulante foliar, puede mejorar notablemente la producción del fréjol; y, origina mayor rentabilidad económica más que el humus de lombriz y la fertilización química, a lo largo del estudio concluye que el fertilizar el cultivo de frejol con el bioestimulante al 5% es más efectivo que el abono de lombriz y el mismo bioestimulante al 10%.

Quilismal (1995). En su investigación “Respuesta del brócoli (*brassica oleracea* var. *itálica*) híbrido shogun a la aplicación de biol (Fitoestimulante)”, señala que elaborar y emplear diferentes dosis de biol en el cultivo de brócoli determina el mejoramiento y desarrollo del cultivo utilizando el 50% en la concentración al momento de la aplicación.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

El proyecto de investigación se basa en conformidad a lo dispuesto en el reglamento de trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, el esquema del proyecto de tesis de grado será el dispuesto conforme al Título II: Del proceso de elaboración de tesis de grado, del marco legal, Art. 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, y en referencia a los Arts. 80 literal e y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES. Capítulo III: Del Proyecto De Tesis De Grado en el Art. 10 del reglamento dispuesto por el Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

El presente proyecto de investigación se basa en la vigente constitución (2008), acorde al Título II: Derechos, inmerso a éste el Capítulo Segundo: Derechos del buen vivir, Sección Segunda: Ambiente Sano Art. 14 donde se declara el interés por la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad, la prevención del daño ambiental.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.**

La agricultura orgánica conocida como corriente orgánica se desarrolló a partir del trabajo de Sir Albert Howard agrónomo inglés quien interesado por los saberes campesinos hacia 1919 emigró a la India en donde a partir de sus experiencias agrícolas plantea, que la fertilidad del suelo a través de la aportación de materia orgánica compostada, favorece la resistencia de las plantas ante las plagas y enfermedades (Campesinos, 2010).

Desde 1924 cuando Rudolf Steiner de origen austríaco, estableció los principios fundamentales de la agricultura biodinámica reconociendo al suelo como un ente vivo y no solamente como un elemento inerte. Parte del principio de que el suelo comparte una parte orgánica caracterizada por el humus más sustratos inertes y otra parte viva o micro diversidad biológica que corresponde a los microorganismos existentes (Rosas, 2003).

La historia en la utilización del suero de leche es milenaria ya que a través de los tiempos ha sido empleado como alimento en animales y como producto curativo.

Según Vogel (2011). En la Grecia clásica se conocían ya las virtudes del suero de leche como agua curativa para las dietas. Siglos más tarde, uno de los médicos más importantes de la época, Hipócrates, que vivió hacia el año 400 a.C., prescribía curas de suero de leche a sus pacientes, al igual que hacía Galeno, el médico particular del emperador romano Marco Aurelio, para curar las afecciones de la opulenta sociedad romana.

Es imprescindible mencionar la magnitud e importancia que tienen las bondades nutritivas del suero lácteo al ser utilizado como ente primordial para la fabricación del abono orgánico biol, utilizando como apoyo principal los mencionados atributos que el lacto suero ha realizado en la humanidad desde hace siglos.

## **2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.**

### **2.4.1. Suero Lácteo**

#### **2.4.1.1. Conceptos**

Líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (Meyer, 2010).

Durante la elaboración del queso, se hace coagular la leche mediante la adición de cuajo. Con este proceso, la leche se descompone en dos partes: una masa semisólida, compuesta de caseína; y un líquido, conocido como suero de leche, que es un líquido transparente con una peculiar tonalidad amarillo-verdosa y un sabor ligeramente ácido, aunque agradable (Proaño & Armas, 2011).

El suero de leche o suero de queso es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso. Se obtiene tras la separación de la caseína y de la grasa, constituye aproximadamente 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de esta. Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso de que proceda, pero, en términos generales podemos decir que el suero contiene: 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas, 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y 93.1% de agua. Aproximadamente 70% del nitrógeno total (García, Quintero, & López, 2004).

#### **2.4.1.2. Proteínas del suero (proteínas solubles)**

Según Moreno (2007). Las proteínas del lacto suero incluyen al conjunto de sustancias nitrogenadas que no floculan cuando el pH de la leche se lleva a 4.6; por lo mismo también se les llama proteínas solubles. Estas proteínas se

encuentran en el lacto suero que se separa del coagulo que se obtiene al añadir la quimosina y representan el 17% del total de las proteínas de la leche de vaca y de otros rumiantes. Las principales proteínas que constituyen el lacto suero son:

- $\beta$ -lactoglobulina.
- $\alpha$ -lactoalbúmina.
- Inmunoglobulina.
- Seroalbúmina.
- Proteosa-peptona.
- Proteínas menores.

### **2.4.1.3. Tipos de sueros**

#### **A. Suero dulce**

Proviene de quesos coagulados con renina (coagulación enzimática). La mayoría de este suero se compone de nitrógeno no proteico (22% del total) y tiene una gran concentración de lactosa (cerca del 51 % de todo el suero); es el más rico en proteínas (7%) pero muy pobre en cuestión de ácido láctico (0%). El resto del suero es un conjunto de sales minerales y grasas que varían de especie a 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 y tiene un pH de 5.9-6.6 (Proaño & Armas, 2011).

#### **B. Suero ácido**

La fabricación de caseína precipitada por ácidos minerales (coagulación ácida) da lugar a un suero ácido con un pH de 4.3-4.6.

Contiene una mayor proporción de nitrógeno no proteico (27% del total) y posee menos lactosa en concentración (42%) ya que, por provenir de leches ácidas, parte de la lactosa se convierte en ácido láctico por la fermentación. Por ello,

tiene más cantidad de ácido láctico (10%) y debido a la desnaturalización es más pobre en proteínas (6,0%) (Proaño & Armas, 2011).

#### ***2.4.1.4. El suero como medio de cultivo***

“El suero de queso es un excelente medio de cultivo, y es por esto que se utiliza como sustrato para la obtención de un buen número de productos obtenidos a través de fermentación” (García, Quintero, & López, 2004, p. 198).

#### ***2.4.1.5. Subproductos ¿Cómo utilizar el suero?***

El suero que se extrae del procedimiento del queso es muy rico en grasa y también posee una parte de la proteína de la leche, llamada albúmina que no se ha coagulado por acción del cuajo.

La albúmina es separada del resto del suero mediante el calor, después de haber sacado la grasa y la proteína el suero solo contiene lactosa y sales minerales; generalmente se destina a la alimentación de los cerdos (Duran, 2007).

#### ***2.4.1.6. Aprovechamiento del suero quesero***

Según Meyer (2010). El suero que resulta de la coagulación de la leche en la elaboración de queso contiene valiosas materias como proteínas, lactosa y sales minerales.

El suero se puede aprovechar en la alimentación de ganado, en forma natural o concentrada. El suero líquido concentrado o en polvo se utiliza para elaborar productos como galletas, queso procesado, alimentos concentrados, y productos farmacéuticos. La elaboración del suero desecado o en polvo es igual a la de la leche en polvo. También se aprovechan las proteínas y la lactosa separadas del líquido.

## **2.4.2. El Biol**

### **2.4.2.1. Conceptos**

Según Suquilanda (1996). El biol es una fuente de fitoreguladores, biofermento que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, es el efluente líquido que se descarga de un digestor, pero también se lo puede obtener mediante la filtración o decantación del bioabono, separando entonces la parte líquida de la sólida.

Siendo el biol una fuente orgánica de fitoreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la fase foliar), mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas.

El biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos.

Sánchez C. (2003). Plantea que el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, es el líquido que se descarga del digestor y es lo que se utiliza como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitoreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

El biol es el principal producto de efluente y que está constituido casi totalmente de sólidos disueltos (nutrientes solubles) y agua. Es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor. Por medio de filtración y floculación se puede separar la parte líquida de la sólida, obteniéndose así un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales. El biol es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofógena de los vegetales, mediante un incremento apreciable del área foliar efectiva (Claire, 1992).

Según Basantes (2009). En el interior del digestor, en un proceso de digestión lenta, los materiales se van estratificando en las siguientes capas, comenzando por el fondo.

- Lodo, representa del 30-40% del material crudo original con un alto contenido fertilizante.
- Sobrenadante, que representan sólidos disueltos (biol).
- Nata, que es una espuma consistente en una mezcla de material fibroso grueso, gas y líquido.
- Biogás, que es un gas producto de la digestión y rico en metano

#### ***2.4.2.2. Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas***

Según Jiménez (2009). La descomposición bacteriana anaeróbicas se da en 3 fases:

**Fase de hidrólisis y fermentación:** La materia orgánica es descompuesta y las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares, quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles.

**Fase de acetogénesis y deshidrogenación:** Los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO<sub>2</sub> e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas.

**Fase metanogénica:** Se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los microorganismos, produciéndose la metanogénesis, es el paso final de la descomposición de la biomasa, cuyo producto final es el metano.

### 2.4.2.3. Funciones de cada ingrediente que compone el Biol

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia orgánica, de la materia prima o biomasa y la temperatura de la digestión debe ser de (25-30) °C, la acidez (pH) alrededor de 7 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se den cuando este está herméticamente cerrado, tomando en cuenta la relación materia prima y agua destinada a la fermentación (Medina, 1990).

Según Suquilanda (1996). Relación de agua y estiércol en la elaboración de biol.

**Cuadro 1: Relación agua /estiércol**

| <b>FUENTE DE ESTIERCOL</b> | <b>ESTIERCOL</b> | <b>%</b> | <b>AGUA</b> | <b>%</b> |
|----------------------------|------------------|----------|-------------|----------|
| Bovino                     | 1 parte          | 50       | 1 parte     | 50       |
| Porcino                    | 1 parte          | 25       | 3 parte     | 75       |
| Avícola                    | 1 parte          | 25       | 3 parte     | 75       |

*Fuente:* (Suquilanda, 1996).

#### **A. Relación Carbono / Nitrógeno**

Según Suquilanda (1996). El desarrollo de los microbios que se encargan de la descomposición de los residuos orgánicos, necesitan de ciertas cantidades de carbono y nitrógeno. El carbono lo utilizan como fuente de energía y el nitrógeno en su propia estructura celular, los materiales deben estar en una relación carbono / nitrógeno entre 20:1 a 30:1 respectivamente; como se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2: Relación Carbono/Nitrógeno.**

| <b>Materiales</b>          | <b>Carbono<br/>% de peso total</b> | <b>Nitrógeno<br/>% de peso total</b> | <b>Relación<br/>C/N</b> |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Estiércol de bovino fresco | 7.3                                | 0.29                                 | 25:1                    |
| Alfalfa                    | 35                                 | 2.90                                 | 12:1                    |

*Fuente:* (Suquilanda, 1996)

## **B. Estiércol.**

Es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y cantidad de cobertura usada y la manera en que el abono es almacenado y aplicado (Sánchez C. , 2003).

## **C. La leche**

Tiene la función de reavivar el biopreparado de la misma forma que lo hace la melaza; aporta vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante, al mismo tiempo permite la reproducción de la microbiología de la fermentación (Restrepo, 2001).

## **D. La melaza**

Aporta con la energía necesaria para activar el metabolismo microbológico, para que el proceso de fermentación se potencialice, además de aportar otros componentes en menor escala como son algunos minerales, entre ellos; calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc y magnesio (Restrepo, 2001).

## **E. El agua**

Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es importante resaltar que muchos organismos presentes en la fermentación tales como levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida (Medina, 1992).

## **F. El humus**

Según Rodríguez (1998). Conjunto de productos orgánicos estables y finales del proceso de transformación de los compuestos vegetales y animales que llegan al suelo.

Su valor biológico se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere al biol propiedades especiales y diferenciales en comparación con otros abonos. La presencia de abundante cantidad de microorganismos le confiere al producto:

- Propiedades antibióticas
- Presencia de enzimas de crecimiento

El papel del humus es muy importante ya que se trata de un compuesto utilizable por las plantas en su nutrición.

## **G. Cenizas**

“Aportan elementos minerales a los biopreparados. Suelen tener un aporte importante en potasio, calcio y silicio y la presencia de numerosos oligoelementos” (Bizzozero, 2006, p. 30).

## **H. Inóculo microbiano**

Tiene la función de aportar con los ingredientes vivos (microorganismos). Para que ocurra la fermentación del biofertilizante, aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos, y bacterias, los cuales son los responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentren en el tanque de fermentación Restrepo (2007).

➤ Lactofermento.- Por *Lactococcus lactis subsp. lactis* y *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, es un concentrado láctico liofilizado, cultivo para la inoculación directa en leche y bases de leche.

Se almacena a temperatura menor o igual a 4°C en ambiente seco, se debe mantener a temperatura ambiente durante 30 a 60 minutos antes de usarse, para que no se vea afectado el rendimiento del cultivo, sin embargo la exposición prolongada a temperatura ambiente reduce su efecto. Se debe verificar que el cultivo esté en forma de polvo antes de ser utilizado, caso contrario debe ser desechado. Son bacterias mesófilas homofermentativas de inoculación directa con actividad física uniforme, inocular a pH estándar de 6.60 y temperatura de 30 °C (Danisco, 2011).

➤ Levadura en pasta .- Cultivo puro de *Saccharomyces cerevisiae*, forma de bloque firme 100% natural y fresco (humedad incluida), que facilita su dosificación, debe ser almacenada en un cuarto frío o refrigerador, entre -2 °C y 2 °C, para que la levadura se mantenga entre 2 °C y 5 °C.

Es un producto natural fresco y estable que garantiza la mejor actividad en todo tipo de masas que requieran fermentación, adaptándose a cualquier sistema de amasado para obtener los mejores resultados de sabor, aroma y rendimiento. (Levapan, 2012).

#### **2.4.2.4. Composición química del biol.**

El Biol presenta una cantidad bastante equilibrada de nutrientes los cuales influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**Tabla 3: Composición química del biol.**

| <b>COMPONENTE</b>   | <b>BIOL PROVENIENTE DE ESTIÉRCOL (%)</b> |
|---------------------|--|
| Sólidos totales     | 5.6                                      |
| Materia orgánica    | 38.0                                     |
| Fibra               | 20.0                                     |
| Nitrógeno           | 1.6                                      |
| Fósforo             | 0.2                                      |
| Potasio             | 1.5                                      |
| Calcio              | 0.2                                      |
| Azufre              | 0.2                                      |
| Nitrógeno amoniacal | 0.3                                      |

*Fuente:* Medina, A. (1990)

## **A. Macronutrientes**

### **a. Nitrógeno.**

“Componente de proteínas y de la clorofila. Favorece el crecimiento” (Rimache, 2011, pág. 115).

Es el elemento que las plantas absorben en mayor cantidad, es indispensable para el vigor del follaje lo que se manifiesta en el color verde oscuro de las hojas y tallos debido a la alta formación de clorofila. El nitrógeno es el factor principal que determina el rendimiento y la base de la fertilización (Sánchez J. , 2007).

Es necesario en todos los órganos de la planta, ya que este promueve el crecimiento. Es el principal componente de las proteínas. El Nitrógeno compone los aminoácidos, y unos cuantos aminoácidos ligados forman una proteína. El Nitrógeno presente en exceso, disminuye la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas (Bizzozero, 2006).

### **b. Fósforo.**

“Es parte elemental en compuestos proteicos de alta valencia; influye en la formación de semillas y del crecimiento de raíces; es regulador principal de todos los ciclos vitales de la planta (proporciona energía)” (Rimache, 2011, pág. 115).

El fósforo es un componente esencial de los vegetales, Se encuentra, en parte, en estado mineral, pero principalmente formando complejos orgánicos fosforados. El papel fundamental del fósforo en las transferencias de energía ha sido bien comprobado. Los iones fosfóricos son capaces de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transportarla a través de la planta. También tiene una gran importancia en el metabolismo de diversas sustancias bioquímicas (Bizzozero, 2006).

c. Potasio.

“Es importante para la síntesis de proteínas e hidratos de carbono, influencia en la firmeza del tejido (solidez del tallo), resistencia y calidad (conformación del fruto)” (Rimache, 2011, pág. 115).

**B. Macro nutrientes secundarios.**

a. Calcio.

“Es la parte fundamental en determinados compuestos, es importante para la regulación del pH, la estructura y la liberación de los nutrientes” (Rimache, 2011, pág. 115).

b. Magnesio.

“Es constituyente de la clorofila y activador enzimático” (Rimache, 2011, pág. 115).

c. Azufre.

“Participa en la síntesis de grasas y proteínas” (Rimache, 2011, pág. 115).

**C. Micronutrientes**

a. Zinc.

Además de ser un catalizador y regulador del metabolismo vegetal, participa en la formación de las auxinas de crecimiento. La deficiencia de zinc en el suelo se atribuye, por un lado, a suelos con pH alto el cual insolubiliza el zinc (Lorente, Yuste, & Gostincar, 2007).

b. Cobre.

“Es importante como coenzima, necesario para activar diversas enzimas vegetales. También se halla implicado en la formación de clorofila, hierro y cobre están íntimamente relacionados” (Lorente, Yuste, & Gostincar, 2007, pág. 95).

c. Hierro.

Forma parte de muchos enzimas y es indispensable para sintetizar la clorofila. Este elemento tiene una presencia aceptable en el suelo para las necesidades de las plantas. La falta de hierro en la planta produce un amarillamiento de las partes vegetales puesto que pierden parte de su clorofila (Lorente, Yuste, & Gostincar, 2007).

d. Manganeso.

“Interviene en el desarrollo de la clorofila y en los sistemas enzimáticos vegetales. La semejanza del manganeso con el hierro da lugar a un antagonismo entre ellos” (Lorente, Yuste, & Gostincar, 2007, pág. 95).

e. Boro.

“En el metabolismo de carbohidratos y translocación de azúcares” (Rimache, 2011, pág. 115).

#### **2.4.2.5. Preparación del Biol.**

Según Motato, Solorzano, & Cedeño (2008). Para la preparación del Biol hay que seguir los siguientes pasos:

- En el tanque plástico colocar el estiércol fresco, agua, leche, melaza o panela y levadura, y revolver hasta obtener una mezcla homogénea.
- Luego añadir agua hasta 20 centímetros bajo el nivel superior del tanque.

- Posteriormente, el tanque debe ser sellado herméticamente, y en la parte superior colocar la manguera procurando que uno de sus extremos quede en el espacio vacío del tanque, y el otro introducirlo en el agua de la botella de dos litros semi-llena, sirviendo como escape para liberación del gas producto de la fermentación anaeróbica.
- Hay que dejar la mezcla en fermentación, sin agitarla, hasta que no se observen burbujas en el agua de la botella; esto es indicativo que la fermentación ha finalizado, y se consigue en un tiempo de 30 a 45 días.
- La mezcla fermentada se debe revolver intensamente, luego cernirla empleando la tela o lienzo.
- Este Biol obtenido, puede ser conservado en recipientes plásticos, bien cerrados por un tiempo máximo de seis meses.

#### **A. Factores que intervienen en la elaboración del biol**

##### a. Conductividad eléctrica en el biol

La conductividad eléctrica (CE) de una disolución puede definirse como el movimiento de partículas eléctricamente cargadas a través de un medio de transmisión, es la aptitud de la misma, para transmitir la corriente eléctrica, y dependerá, además del voltaje aplicado, del tipo, número, carga y movilidad de los iones presentes y de la viscosidad del medio en el que éstos han de moverse (Basaure, 2005).

##### b. Potencial hidrógeno (pH)

Otro parámetro que se debe controlar para mantener disponibles los elementos nutritivos en la solución nutritiva es el pH, o sea el grado de acidez o alcalinidad de la solución. El rango de pH en el cual los nutrientes se encuentran disponibles ocurre entre 5,5 y 7 y se la determina por la cantidad de iones de hidrógeno (Carrasco & Izquierdo, 1996).

### c. Temperatura

La temperatura durante el proceso se debe a la gran actividad microbiana en la mineralización de los materiales orgánicos. La temperatura puede ser manejada de acuerdo a los objetivos, temperaturas mayores a los 55 °C maximizan la sanidad del proceso, temperaturas de (45 – 55) °C favorecen la capacidad de descomposición y temperaturas menores de 45 °C favorecen la diversidad microbiana así como disminuyen la volatilización del nitrógeno (Soto, 2003).

#### **2.4.2.6. Biogás**

Según el IDAE (2007). El biogás es el producto gaseoso de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos. Su composición, que depende del sustrato digerido y del tipo de tecnología utilizada, puede ser la siguiente:

- 50-70% de metano (CH<sub>4</sub>).
- 30-40% de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).
- ≤ 5% de hidrógeno (H<sub>2</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), y otros gases.

Debido a su alto contenido en metano, tiene un poder calorífico algo mayor que la mitad del poder calorífico del gas natural.

#### **2.4.2.7. El biodigestor**

Este puede ser de madera, plástico, arcilla cocida u cemento. Es preferible evitar los envases metálicos ya que los procesos químicos de la oxidación o herrumbre podrían afectar a los microorganismos. Teóricamente el tamaño de los envases es muy flexible. A diferencia del compost que requiere de determinado volumen o cantidad de material para generar el aumento de temperatura que le es característico, las reacciones del biofertilizante ocurren sin la producción de energía térmica. Es decir que teniendo un medio líquido

(agua) y las sustancias necesarias, el tiempo y temperatura necesarios, obtendremos las reacciones deseadas, aunque lo hagamos en un vasito de 200ml (Bizzozero, 2006).

### **A. Aplicaciones**

Según Román (2012). Las aplicaciones del biol son las siguientes:

- Mejora de la capacidad fertilizante del estiércol
- Control de patógenos
- Control de olores
- El efluente se puede usar como alimento en lombricultura.

### **B. Características**

Para una buena operación del biodigestor el CEDECAP (2007), señala que es necesario que el digestor reúna las siguientes características:

- Hermético, para evitar fugas del biogás o entradas de aire.
- Térmicamente aislado, para evitar cambios bruscos de temperatura.
- El contenedor primario de gas deberá contar con una válvula de seguridad.
- Deberán tener acceso para mantenimiento.
- Deberá contar con un medio para romper las natas que se forman.

### **2.4.3. Biotecnología.**

“Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (FAO, 2000).

### **2.4.3.1. Inoculante microbiano en la agricultura.**

Según Okumoto (2003). Un inoculante microbiano es un producto que contiene una cepa o combinación de diferentes cepas de microorganismos vivos, el cual puede mejorar la calidad de abono orgánico.

Un producto microbiano, en general está compuesto de los siguientes materiales:

- Microorganismos vivos
- Un material absorbente (vermiculita, zeolita, CaCO<sub>3</sub>, etc.)
- Un medio nutritivo (semolina de arroz, gallinaza, melaza, elemento mayor y menor, etc.)
- Otro material adicional (aceite vegetal, vitaminas, polímero, etc.)

El producto tiene diferentes formas de presentación como líquido, coloidal o sólido en polvo o granulado.

Dentro de los inóculos microbianos se encuentran grandes grupos, entre los más destacados son:

#### **A. Bacterias lácticas.**

Según Moya (1995). Son bacterias que producen ácido láctico como producto mayoritario o único del metabolismo fermentativo, son gram - positivas, generalmente inmóviles y no esporuladas.

Según Mestres & Romero(2004). Las bacterias ácido lácticas o bacterias lácticas son microorganismos productores de ácido láctico a partir de azúcares. Las que se utilizan en la industria láctea porque se desarrollan bien en la leche son las que pertenecen a los géneros siguientes:

- *Streptococcus*
- *Lactococcus*
- *Lactobacillus*
- *Leuconostoc*

Se trata de bacterias Gram – positivas que tienen una pared celular muy gruesa. Producen gran cantidad de ácido láctico. Son inmóviles, no producen esporas, son anaerobias pero aerotolerantes.

Según su morfología, pueden clasificarse en cocos (*Strptococcus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc*) y bacilos (*Lactobacillus*).

Según la temperatura óptima de crecimiento, se distingue:

- Bacterias lácticas *mesófitas*, cuya temperatura óptima de crecimiento está entre (20 y 30) °C.
- Bacterias lácticas *termófilas*, cuya temperatura óptima de crecimiento está entre (35 – 45) °C.

#### **B. Levaduras.**

“Las levaduras son organismos celulares de forma esférica, elíptica o cilíndrica. El tamaño de las células de levadura varía considerablemente” (Bylund, 2003, p. 59).

Se denomina levadura a cualquiera de los tipos de hongos microscópicos unicelulares se multiplican por gemación, son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante la fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias (EcuRed, 2013).

#### **2.4.3.2. Fermentación**

##### **A. Conceptos.**

“Se refiere a la degradación de carbohidratos y compuestos similares en condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas. La conversión de la lactosa en ácido láctico por la bacteria *Lactococcus lactis* se favorece en condiciones

anaeróbicas y constituye una fermentación verdadera” (Potter & Hotchkiss, 1999, pág. 293).

La fermentación es el proceso por el cual se digiere la materia orgánica y en el cual intervienen los microorganismos. Lo que vemos y asociamos con la fermentación cuando se prepara un biofertilizante es la espuma que se forma en la superficie (Bizzozero, 2006).

Las fermentaciones acontecen cuando los microorganismos durante sus procesos metabólicos consumen substratos orgánicos adecuados. Tales acciones son fundamentales para la descomposición de los materiales naturales y, en última instancia, para el retorno al suelo y al agua de los elementos químicos sin los que la vida sería imposible (Potter & Hotchkiss, 1999).

#### ***2.4.3.3. Fermentación anaerobia***

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de varias fases consecutivas diferenciadas en el proceso de degradación del substrato (término genérico para designar, en general, el alimento de los microorganismos), interviniendo 5 grandes poblaciones de microorganismos. Estas poblaciones se caracterizan por estar compuestas por seres de diferentes velocidades de crecimiento y diferente sensibilidad a cada compuesto intermedio como inhibidor (por ejemplo, H<sub>2</sub>, ácido acético o amoníaco producido de la ácido génesis de aminoácidos). Esto implica que cada etapa presentará diferentes velocidades de reacción según la composición del substrato y que el desarrollo estable del proceso global requerirá de un equilibrio que evite la acumulación de compuestos intermedios inhibidores o la acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV), que podría producir una bajada del pH. Para la estabilidad del pH es importante el equilibrio CO<sub>2</sub>-bicarbonato. Para hacer posible algunas reacciones es necesaria la asociación sintrófica entre bacterias acetogénicas y

metanogénicas, creando agregados de bacterias de estas diferentes poblaciones (IDAE, 2007).

#### **2.4.4. La agricultura orgánica**

La agricultura orgánica aparece como una propuesta alternativa a la agricultura convencional, mientras la agricultura convencional proporciona alimento a las plantas mediante el suministro de fertilizantes y compuestos hormonales sintéticos que aplicado al suelo o al follaje van a ser absorbidos por la planta, de igual manera plantea el control de insectos y enfermedades.

La agricultura orgánica por su parte propone alimentar los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas (Sánchez C. , 2003).

##### **2.4.4.1. Concepto**

La agricultura orgánica se define como una visión sistemática de la producción agrícola, que usa como guía los procesos biológicos de los ecosistemas naturales; Según el ministerio de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, la agricultura orgánica es un tipo de producción que evita o excluye en parte el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladoras de crecimiento y aditivos.

Para nuestro caso, la agricultura orgánica también puede definirse como la agricultura apropiada a las particularidades de los ecosistemas en los que se desarrolla y con los cuales guarda relaciones armoniosas (Duran, 2007).

##### **2.4.4.2. Agricultura alternativa.**

“Se define aquí como aquel enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y

control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas” (Altieri & Nicholls, 2000, p. 15).

#### ***2.4.4.3. El abono orgánico de origen animal.***

Según Duran (2007). Los abonos orgánicos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica.

El estiércol para abono es particularmente efectivo después de que la filtración de las lluvias invernales ha cesado y mientras el suelo en el verano está caliente, lo cual es conocido como la duración de la ventana cuya actividad biológica es elevada por la temperatura cálida del suelo.

Los abonos de origen animal constituyen una fuente apropiada de fertilizante nitrogenado. Cerca de la mitad del nitrógeno contenido en éstos materiales orgánicos, está disponible para las plantas en el primer año en que es aplicado.

Los abonos orgánicos de origen animal pueden ser clasificados de la siguiente manera:

➤ Los abonos calientes que están constituidos por estiércoles de los pollos, pavos y palomas, son de carácter volátil, lo cual significa que sus nutrientes son menos estables. El porcentaje del peso seco de N-P-K indica que los niveles del porcentaje del nitrógeno varían desde el 3 al 6% en los pollos y el 5% en pavos y al 6.5% en las palomas.

➤ Los abonos frescos o fríos, como los provenientes del ganado para carne (porcentaje 2.0%) o vacas lecheras (porcentaje 3.5%) o caballos (porcentaje 2.5%) son considerados más estables. La estabilidad es función de la flora microbiana y naturaleza molecular del nitrógeno.

## **2.5. HIPÓTESIS.**

**Hi:** La utilización de suero de leche permite obtener abono orgánico (biol).

**Ho:** La utilización de suero de leche no permite obtener abono orgánico (biol).

## **2.6. VARIABLES.**

**Variable Independiente:** Suero de Leche.

**Variable Dependiente:** Abono Orgánico (biol).

**Variable Interviniente:** Inóculo microbiano (levadura y lactofermento).

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.**

El tipo de investigación a realizar es de carácter cuali-cuantitativa porque se trabajó con diseño experimental lo que me permitió determinar los mejores tratamientos en la utilización del suero de leche para la obtención del biol, y según los objetivos planteados la investigación es aplicada, por los conocimientos que se van a emplear al transcurso de toda la investigación.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

##### **3.2.1. Investigación bibliográfica.**

Para la presente investigación se analizó la información escrita relacionada a biofermentos y producción técnica agropecuaria mediante documentos técnicos investigativos con la ayuda de información secundaria que conste en libros, revistas científicas, manuales, reglamentos, folletos técnicos, Informes técnicos, tesis de grado y documentos en general, que permitirá establecer diferencias del estado actual, respecto al problema de estudio.

##### **3.2.2. Investigación de campo.**

Entre las principales técnicas utilizadas en la investigación de campo, se destaca, la observación directa y los factores en estudio. Permitiendo de esta manera la interpretación y el análisis razonable de cada tratamiento.

### **3.2.3. Investigación experimental.**

Se implantó un ensayo experimental, esto permitió cumplir con el propósito, a fin de determinar la relación entre las variables establecidas.

## **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **3.3.1. Población:**

La presente investigación se la ejecutó con 10 tratamientos de los cuales se realizaron 3 repeticiones dando así 30 unidades experimentales constituidas por bio-digestores de 20 litros.

### **3.3.2. Muestra:**

La muestra se basa en los 10 tratamientos formulados de los cuales se evalúa la composición química del biol al utilizar el suero de leche en diferentes porcentajes y 2 tipos de inóculo microbiano.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 4: Operacionalización de variables.**

| Hipótesis   | Variable                  | Descripción de la variable   | Índice (Sub-variables)   | Ítem   | Indicador                        | Técnica                             | Informante   |
|---|---------------------------|--|--|--|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Hi: La utilización del suero de leche permite obtener abono orgánico (biol) | VI: Suero de Leche        | Resultado de la coagulación por renina de la leche, fuente de proteínas y minerales              | Cuatro porcentajes de suero para ser utilizado en la composición del biol. |  | 0%<br>25 %<br>50%<br>75%<br>100% | Volumen diferencial                 | Investigador |
|   | VD: Abono orgánico (biol) | Abono orgánico líquido resultante de la descomposición anaerobia de la materia vegetal y animal. | Rangos de pH   | Ácido<br>Neutro<br>Básico  | 5.5 - 7.5                        | Toma de datos con pH metro digital  | Investigador |
|   |                           |  | Rangos de Temperatura: Unidad experimental Ambiente                        | Alto<br>Bajo   | 15 – 30 °C<br>15 – 40 °C         | Toma de datos con termómetro        | Investigador |
|   |                           |  | Composición química  | Alta<br>Media<br>Baja  | Alta<br>Media<br>Baja            | Técnicas de análisis de laboratorio | Laboratorio  |
|   |                           |  | Características visuales   |  | Color<br>Olor<br>Consistencia    | Observación                         | Investigador |
|   | VT: Inóculo microbiano    | Actúan en la descomposición de la materia vegetal y animal mediante el proceso de fermentación.  | Tipos de microorganismos   | <i>Lactococcus lactis subsp. Lactis y Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> | 0,08 %                           |                                     | Investigador |
|   |                           |  |  | <i>saccharomyces cerevisiae</i>  | 0,08 %                           |                                     | Investigador |

Elaborado por: Gordón V. (2012)

### **3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

#### **3.5.1. Desarrollo de la investigación.**

Para la realización de la presente investigación se consideró la información bibliográfica recopilada; a continuación se describe el lugar del experimento, los factores en estudio, proceso de la investigación, y el análisis estadístico.

##### **3.5.1.1. Localización de la investigación**

El ensayo se desarrolló en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, Parroquia Gonzales Suarez, Sector Cuatro Esquinas en un área de 30 m<sup>2</sup>.

**Tabla 5: Ubicación geográfica de la investigación.**

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Altitud                        | 2938 m.s.n.m. |
| Latitud                        | 198877 N      |
| Longitud                       | 10092534 W    |
| Temperatura promedio mensual   | 13.2 °C       |
| Precipitación promedio mensual | 75.1 mm       |
| Humedad relativa               | 79 %          |

Elaborado por: Gordón V. (2012).

##### **3.5.1.2. Diseño Experimental.**

El tipo de diseño que se empleó para esta investigación es el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), del cual se despliega dos factores en estudio, y se desarrolló en un ambiente controlado con diseño de biodigestores discontinuos o batch.

## A. Factores en estudio.

La investigación se desarrolló concorde al Diseño de Bloques Completamente al Azar con:

- **Factor A:** suero de leche en 5 porcentajes diferentes el cual se recopiló de la Industria Lechera Carchi S.A.
- **Factor B:** 2 tipos de inóculo microbiano: Levadura en pasta y lacto fermento.

### FACTOR A: Porcentaje de suero de leche

Se determinó 5 porcentajes de suero de leche para la elaboración del biol, el cual reemplazó a la cantidad de agua en la relación: agua / estiércol de bovino (50% - 50% respectivamente), considerándose dentro de la proporción del estiércol los componentes que se utilizó en esta investigación (humus, ceniza, melaza, alfalfa e inóculo microbiano) y que se detallan en el procedimiento, en la siguiente tabla se detalla el porcentaje de estiércol, agua y suero utilizados.

**Cuadro 3: Porcentaje (%) de suero de leche.**

| <b>Factor A</b> | <b>Estiércol (%)</b> | <b>Agua (%)</b> | <b>Suero (%)</b> |
|-----------------|----------------------|-----------------|------------------|
| <b>a1</b>       | 50                   | 50              | 0                |
| <b>a2</b>       | 50                   | 37,2            | 12,5             |
| <b>a3</b>       | 50                   | 25              | 25               |
| <b>a4</b>       | 50                   | 12,5            | 37,5             |
| <b>a5</b>       | 50                   | 0               | 50               |

Elaborado por: Gordón V. (2012)

## **FACTOR B: Inóculos microbianos**

Se utilizó dos tipos de inóculos microbianos, por la eficiencia y efectividad que presentan en las fermentaciones anaeróbicas, dichos parámetros se consideraron al determinar la cantidad de levadura y lactofermento que se utilizó en la elaboración de biol.

**Cuadro 4: Porcentaje (%) de microorganismos**

| <b>Factor B</b>     | <b>(%)</b> |
|---------------------|------------|
| b1<br>Lactofermento | 0,08       |
| b2 Levadura         | 0,08       |

Elaborado por: Gordón V. (2012)

### **B. Características del experimento.**

La unidad experimental estuvo constituida por biodigestores discontinuos con capacidad de 20 litros, en el cual se vertieron los insumos hasta alcanzar los 16 litros remplazados al 100 %, dividido en porcentajes para cada uno de los ingredientes.

- **Número de tratamientos:** 10
- **Número de repeticiones:** 3
- **Unidad experimental:** 30

### **C. Simbología de los tratamientos.**

Los 10 tratamientos con 3 repeticiones se codificaron de acuerdo al factor A y factor B como se indica en el siguiente cuadro.

**Tabla 6: Simbología de los tratamientos**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Símbolo</b> |
|--------------------|----------------|
| T 1                | a1 b1          |
| T 2                | a1 b2          |
| T 3                | a2 b1          |
| T 4                | a2 b2          |
| T 5                | a3 b1          |
| T 6                | a3 b2          |
| T 7                | a4 b1          |
| T 8                | a4 b2          |
| T 9                | a5 b1          |
| T 10               | a5 b2          |

Elaborado por: Gordón V. (2012)

Dónde:

**a:** Porcentaje de suero de leche.

**b:** Tipo de inóculo microbiano.

#### **D. Representación del análisis de la Varianza**

Se estableció un arreglo factorial de A x B donde la interacción entre los factores dan lugar a 10 tratamientos, de los cuales se toma como testigo al tratamiento que presenta el 0 % de suero lácteo siendo éste el tratamiento dos (T2).

En el Análisis de la Varianza se calculó el Coeficiente de Variación para cada uno de los elementos químicos que componen el biol, para la conductividad eléctrica y el pH.

**Cuadro 5: Representación del análisis de la Varianza**

| <b>Fuentes de variación</b>       | <b>Grados de libertad</b> |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Repeticiones                      | 2                         |
| Tratamientos                      | 9                         |
| Factor (A): % de suero lácteo     | 4                         |
| Factor (B): tipo de lactofermento | 1                         |
| A x B                             | 4                         |
| Error Experimental                | 18                        |
| Total                             | 29                        |

Elaborado por: Gordón V. (2012).

### **E. Unidades de observación**

Los datos de las variables se realizaron con la finalidad de determinar el mejor tratamiento; las variables durante el proceso de obtención del biol fueron:

- pH (potencial hidrógeno)
- Temperatura de las unidades experimentales
- Temperatura ambiente
- Temperatura del biogás
- Contenido nutricional (N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B)
- Conductividad eléctrica
- Rendimiento =  $rendimiento = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$
- Costo

## F. Descripción de los tratamientos

En cada tratamiento la composición se determinó de acuerdo al factor A y al factor B los cuales varían su porcentaje; los demás insumos permanecieron constantes.

**Cuadro 6: Composición de los tratamientos.**

|            | Agua % | Suero% | Estiércol % | Melaza % | Alfalfa % | Ceniza % | Humus % | Levadura % | Lactofermento% | TOTAL % |
|------------|--------|--------|-------------|----------|-----------|----------|---------|------------|----------------|---------|
| (T1) a1b1  | 50     |        | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    |            | 0,08           | 100     |
| (T2) a1b2  | 50     |        | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    | 0,08       |                | 100     |
| (T3) a2b1  | 37,5   | 12,5   | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    |            | 0,08           | 100     |
| (T4) a2b2  | 37,5   | 12,5   | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    | 0,08       |                | 100     |
| (T5) a3b1  | 25     | 25     | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    |            | 0,08           | 100     |
| (T6) a3b2  | 25     | 25     | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    | 0,08       |                | 100     |
| (T7) a4b1  | 12,5   | 37,5   | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    |            | 0,08           | 100     |
| (T8) a4b2  | 12,5   | 37,5   | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    | 0,08       |                | 100     |
| (T9) a5b1  |        | 50     | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    |            | 0,08           | 100     |
| (T10) a5b2 |        | 50     | 38          | 2,38     | 4,78      | 2,38     | 2,38    | 0,08       |                | 100     |

Elaborado por: Gordón V (2012)

### 3.5.2. Proceso de la investigación

El lugar fue totalmente adecuado para mantener un ambiente controlado, los biodigestores se los realizó tipo batch.

### **3.5.2.1. Materiales y equipos.**

#### **A. Para el biodigestor**

- Baldes color negro, capacidad de 20 L, con sus respectivas tapas.
- Manguera de plástico color transparente de dos centímetros de diámetro.
- Manguera de caucho color negro de un centímetro de diámetro.
- Pernos tapón color negro de una pulgada de largo y un centímetro de diámetro.
- Cinta teflón
- Botellas de dos litros.
- Cinta de embalaje para plástico grosor de 10 cm
- Silicona

#### **B. Para elaboración**

- Balanza digital de 300g de capacidad, 0,01g de precisión
- Balanza analógica de 25Kg de capacidad, 1g de precisión
- Baldes
- Mezclador

#### **C. Para lectura de datos**

- pH metro
- Cintas de pH
- Termómetros de alcohol
- Vasos plásticos de 50 mL
- Guantes
- Cubre bocas
- Cofia
- Mandil

- Botas
- Libreta de campo

#### **D. Materia prima**

- Estiércol de bovino
- Suero de leche
- Agua

#### **E. Insumos**

- Alfalfa
- Humus
- Ceniza
- Melaza
- Levadura
- Lactofermento (levadura en pasta; *lactococcus lactis subsp. lactis* y *lactococcus lactis subsp. cremoris* ).

### **3.5.2.2. Metodología**

#### **A. Lugar del ensayo**

El área donde se realizó el ensayo estuvo comprendida en un total de treinta metros cuadrados (un metro cuadrado por cada biodigestor), con paredes de ladrillo, cubierta por plástico de invernadero y poli sombra este material permitió mantener la temperatura ambiental controlada; se colocó en la pared un termómetro de alcohol para medir la temperatura ambiental.

**Foto 1: Lugar del ensayo**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

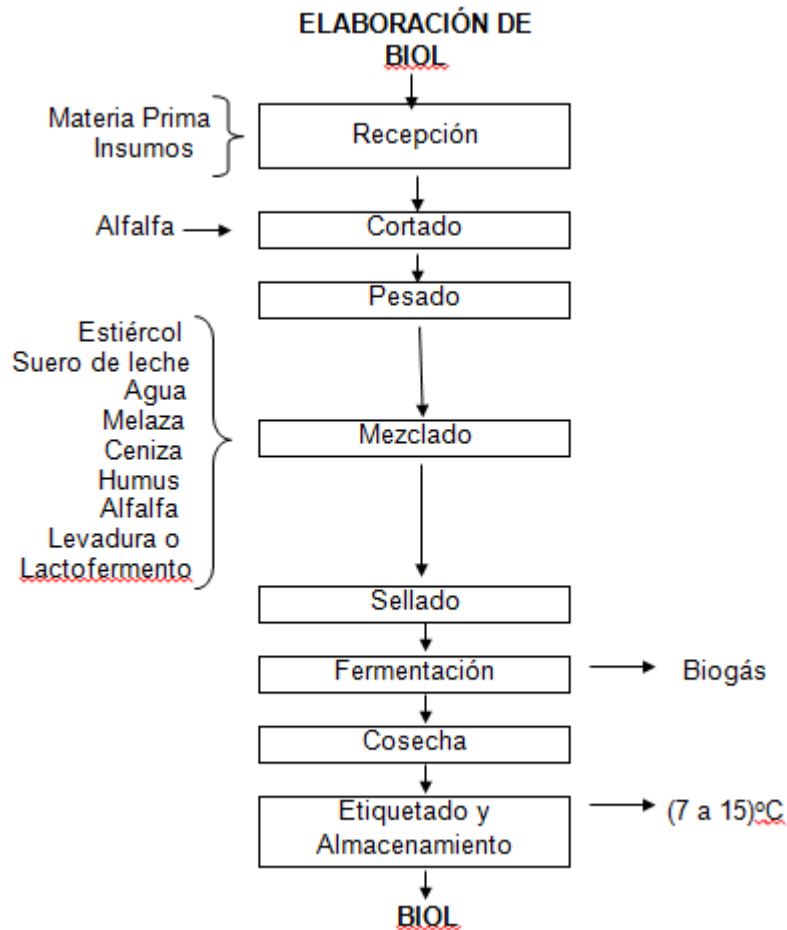
El área en donde se realizó el ensayo se la diseñó tipo galpón, para mantener los biodigestores fuera de cualquier peligro externo.

**Foto 2: Lugar del ensayo vista interior**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

## B. Flujograma de proceso.



## C. Procedimiento

### a. Recepción de la materia prima e insumos:

**Estiércol.-** Se recolectó de la zona donde se realizó el ensayo, estiércol fresco de ganado vacuno con alimentación forrajera en una mezcla de kikuyo y alfalfa.

**Suero de leche.-** Proveniente de la elaboración de queso fresco en Industria Lechera Carchi S.A., los datos que presentó al momento de su recepción fueron:

- Sólidos no grasos (SNG) = 7.03%
- Densidad = 1.026 g/mL
- Proteínas = 2.63%

- Agua = 19.2%
- pH = 6.82
- Temperatura = 23 °C

Datos al momento de la incorporación en la elaboración del biol:

- pH = 6.49
- Temperatura = 17 °C

**Humus.-** Fabricado con lombriz roja californiana (*eisenia foetida*) del sitio donde se realizó el experimento.

**Ceniza.-** Recopilada del lugar del ensayo de diferentes tipos de leña.

**Alfalfa.-** Proveniente de cultivo de la zona.

**Melaza.-** Proveniente de los residuos de la industria azucarera.

**Levadura.-** Se utilizó marca comercial Levapan en pasta, revisándose detalladamente su etiqueta.

**Lactofermento.-** Se utilizó lactofermento marca Danisco, revisándose detalladamente su etiqueta.

- Cortado:

La alfalfa se picó manualmente a una medida de dos a tres centímetros, con la finalidad de que dicho material se incorpore en toda la mezcla y la digestión de los nutrientes que posee sea óptima durante la fermentación.

**Foto 3: Picado de alfalfa.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012).

➤ **Pesado:**

Cada insumo se pesó de acuerdo al porcentaje establecido en cada tratamiento siendo el peso de la ceniza, humus, alfalfa, melaza constante para los 10 tratamientos, el inóculo microbiano se lo agregó en el tratamiento correspondiente con sus respectivas repeticiones, se efectuó el peso en balanza digital de 0,01g de precisión y en balanza analógica de 1g de precisión, de acuerdo al material y cantidad establecidos como se indica en las siguientes fotografías.

En el biodigestor se considera el volúmen final de todos los insumos y materia prima para el rendimiento de cada uno de los tratamientos.

**Foto 4: Pesado de estiércol.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

El lactofermento se lo pesó en balanza analítica de acuerdo al porcentaje establecido al igual que la levadura en pasta.

**Foto 5: Pesado del lactofermento.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

➤ **Mezclado:**

La mezcla de los insumos y materia prima se la realizó de forma ordenada y considerándose su aporte en función del proceso de fermentación, en el biodigestor discontinuo.

**Primero.-** Se colocó en cada uno de los biodigestores, estiércol, alfalfa, ceniza y humus, en el orden descrito.

**Foto 6: Adición de humus.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

**Segundo.-** Añadir el suero de leche y/o agua previamente mezclado con la melaza conforme a los porcentajes previstos.

**Foto 7: Adición de melaza**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

**Tercero.-** Agregar la levadura en pasta o el lactofermento (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*), de acuerdo a cada tratamiento.

➤ **Sellado:**

Se colocó la tapa en el biodigestor y para un buen sellado se utilizó cinta adhesiva para plástico y silicona para evitar infiltraciones de aire.

**Foto 8: Sellado hermético**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

➤ **Fermentación:**

A las doce horas de iniciado el proceso de inoculación tanto de las levaduras como del lactofermento respectivamente, se observó en algunos de los tratamientos la presencia de biogás lo que indicó que el proceso de descomposición se inició correctamente.

Durante esta etapa se realizó el control de calidad y seguimiento del proceso cada 7 días mediante toma de datos del pH, temperatura del líquido, color, olor y consistencia; adicional se toma los datos del burbujeo, temperatura ambiente, temperatura de biogás para lo cual el termómetro de alcohol se colocó uno por bloque al azar en una unidad experimentales.

**Foto 9: Toma de muestra**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

La lectura del pH se la realizó tomando una muestra de cada unidad experimental de 50 mL para determinar el rango del potencial hidrógeno de cada tratamiento.

**Foto 10: Lectura del pH.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

La lectura de temperatura del líquido es la primera en anotarse para evitar que la muestra se enfríe, se la realizó con termómetro de alcohol con una muestra de 50 ml.

**Foto 11: Lectura de la temperatura del líquido**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

Para determinar el color, el olor y la consistencia se colocó cada tratamiento con sus 3 repeticiones juntas, para poder diferenciar las características visuales entre ellos.

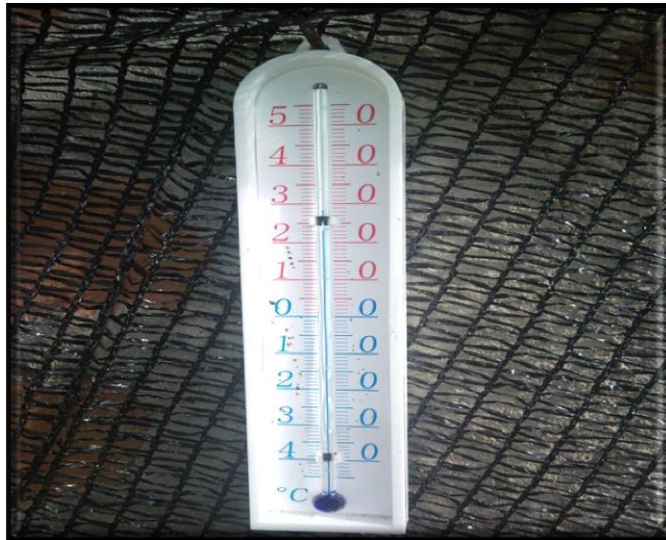
**Foto 12: Determinación del color, olor y consistencia**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

La lectura de la temperatura ambiente se la realizó con el termómetro de alcohol que se colocó en la parte lateral de la instalación.

**Foto 13: Lectura de temperatura ambiente.**



Fotografía por: Gordón, V. (2012)

La temperatura del biogás se le dio lectura en el termómetro de alcohol estático en el biodigestor como se señala en la foto 15.

**Foto 14: Lectura de temperatura del biogás**



Fotografía por: Gordón, V. (2012).

➤ **Cosecha:**

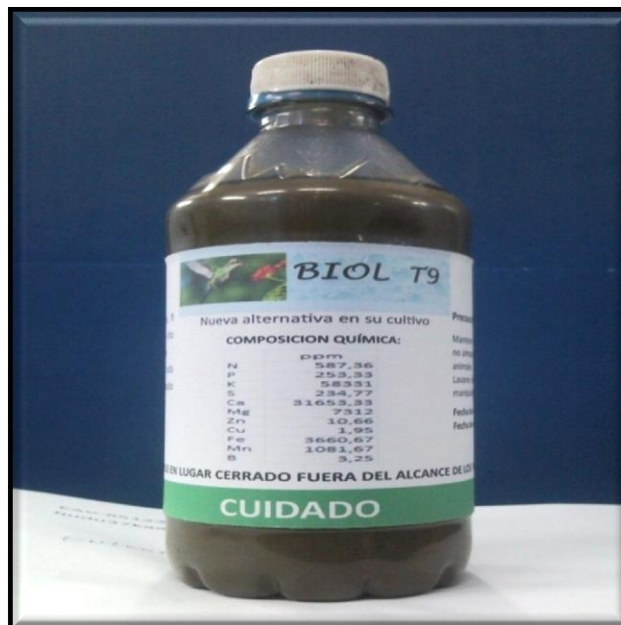
La cosecha se realizó una vez que dejó de burbujear la unidad experimental y cuando el pH se mantuvo constante, este proceso se llevó a cabo a los 50 días de iniciado el proceso fermentativo.

Se utilizó un lienzo para filtrar el líquido resultante y obtener un producto de calidad, en este proceso se consideró la asepsia de los materiales y utensilios utilizados, para evitar una contaminación cruzada.

➤ **Etiquetado y almacenado:**

El abono orgánico (biol) se envasó en botellas plásticas lavadas y desinfectadas previamente, se realizó un cierre hermético y se colocó su respectiva etiqueta para lo cual se consideró la norma NTE INEN 221: 1997 de etiquetado, luego de lo cual se enviaron muestras de cada tratamiento al laboratorio para sus respectivos análisis y las unidades restantes se almacenaron en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente.

**Foto 15: Etiquetado del biol**



Elaborado por: Gordón V. (2012)

### 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 3.6.1. Análisis de resultados.

En la presente investigación se determinó y consideró los datos de las unidades experimentales de observación, para la realización del diseño estadístico con un estudio de análisis de la varianza del factor A y factor B, porcentajes de suero de leche y tipo de inóculos microbianos respectivamente, tomando en cuenta los datos cuantitativos del producto final que son: contenido nutricional (N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B), pH, conductividad eléctrica, y las curvas de comportamiento de los datos tomados durante el proceso.

##### 3.6.1.1. Contenido nutricional del biol

Para el análisis estadístico del contenido nutricional del biol se consideró cada elemento, para lo cual una muestra de 300mL de cada unidad experimental fue analizada por el laboratorio LABONORT, quien arrojó los datos del contenido de: N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH final y conductividad eléctrica.

#### A. Valores de Nitrógeno

Cuadro 7: Valores del Nitrógeno

| NITRÓGENO (ppm) |         |         |         |          |         |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Tratamientos    | R1      | R2      | R3      | Σ        | X       |
| a1b1            | 285,55  | 459,18  | 303,82  | 1048,55  | 349,52  |
| a1b2            | 424,91  | 484,31  | 623,67  | 1532,89  | 510,96  |
| a2b1            | 382,64  | 413,48  | 440,90  | 1237,02  | 412,34  |
| a2b2            | 783,60  | 755,04  | 848,88  | 2387,52  | 795,84  |
| a3b1            | 385,73  | 750,47  | 621,39  | 1757,59  | 585,86  |
| a3b2            | 793,88  | 935,52  | 760,75  | 2490,15  | 830,05  |
| a4b1            | 670,51  | 790,45  | 715,06  | 2176,02  | 725,34  |
| a4b2            | 889,80  | 982,76  | 962,94  | 2835,50  | 945,17  |
| a5b1            | 387,39  | 548,83  | 825,86  | 1762,08  | 587,36  |
| a5b2            | 707,54  | 873,84  | 1045,19 | 2626,57  | 875,52  |
| Σ               | 5711,55 | 6993,88 | 7148,46 | 19853,89 | 6617,96 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

**Cuadro 8: ADEVA de los valores de Nitrógeno**

| F.V          | SC         | GL | CM        | F. cal   | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|--------------|------------|----|-----------|----------|-----------|-----------|
| Total        | 1408822,2  | 29 |           |          |           |           |
| Repeticiones | 124427,22  | 2  | 62213,61  | 6,43 **  | 3,55      | 6,01      |
| Tratamientos | 1110333,78 | 9  | 123370,42 | 12,76 ** | 2,46      | 3,6       |
| FA           | 564115,55  | 4  | 141028,89 | 14,58 ** | 2,93      | 4,58      |
| FB           | 504784,63  | 1  | 504784,63 | 52,2 **  | 4,41      | 8,29      |
| IAB          | 41433,6    | 4  | 10358,4   | 1,07 ns  | 2,93      | 4,58      |
| Error        | 174061,2   | 18 | 9670,07   |          |           |           |
| CV           | 14,86 %    |    |           |          |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

\*\* =Altamente significativo

\* = Significativo

ns= no significativo.

El análisis de varianza indica que entre repeticiones, tratamientos, factor A, factor B es altamente significativo; para la interacción entre factor A y factor B es no significativo.

El Coeficiente de Variación fue de 14,86 %.

**Cuadro 9: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A**

| Suero | Medias | Rangos |   |   |
|-------|--------|--------|---|---|
| a4    | 835,25 | A      |   |   |
| a5    | 731,45 | A      | B |   |
| a3    | 707,96 | A      | B |   |
| a2    | 604,09 |        | B |   |
| a1    | 430,24 |        |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

La prueba de Tukey al 5 % determina la presencia de tres rangos A, B, C, siendo el nivel de suero a4 con mayor contenido de nitrógeno en 835,25 ppm, en segundo lugar está el factor a5 y en tercero el factor a3.

**Cuadro 10: Prueba de Tukey para el Factor B**

| Fermentos | Medidas | Rango |   |
|-----------|---------|-------|---|
| b2        | 791,51  | A     |   |
| b1        | 532,08  |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Según la prueba de Tukey el fermento en el que se utilizó levadura b2 es el de mayor rango A y en el que se utilizó lactofermento b1 tiene un rango B lo que significa que el tipo de inoculante microbiano tiene importancia en la producción de nitrógeno, determinando que la levadura tiene mayor poder de fermentación, en la síntesis de este elemento.

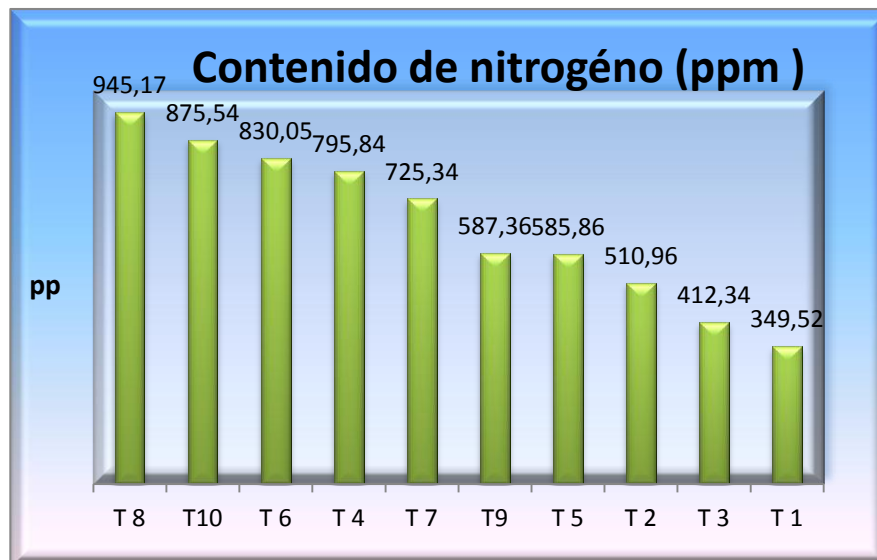
**Cuadro 11: Prueba de Tukey para tratamientos**

| Tratamientos | Medidas | Rango |   |   |   |
|--------------|---------|-------|---|---|---|
| a4 b2        | 945,17  | A     |   |   |   |
| a5 b2        | 875,54  | A     |   |   |   |
| a3 b2        | 830,05  | A     | B |   |   |
| a2 b2        | 795,84  | A     | B | C |   |
| a4 b1        | 725,34  | A     | B | C |   |
| a5 b1        | 587,36  |       | B | C | D |
| a3 b1        | 585,86  |       | B | C | D |
| a1 b2        | 510,96  |       |   | C | D |
| a2 b1        | 412,34  |       |   |   | D |
| a1 b1        | 349,52  |       |   |   | D |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey proyecta cuatro rangos A, B, C, D, en el que se determina que el mejor tratamiento es el a4 b2 (T8) con 945,17 ppm el cual se lo elaboró con 37,50 % de suero y 0,08 % de levadura, en segundo lugar está el tratamiento (T10) a5 b2 con 875,54 ppm elaborado con 50 % de suero y 0,08 % de levadura; los dos tratamientos presentan un rango A lo que significa que no tienen diferencia significativa.

**Gráfico 1: Medias de los tratamientos en cuanto al contenido de nitrógeno**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el gráfico se observa claramente como los mejores tratamientos son el T8 (12,5% agua; 37,5% suero; 0,08% levadura), el T10 (0% agua; 50% suero; 0,08% levadura) y el T6 (25% agua; 25% suero; 0,08% levadura), en contenido de nitrógeno por lo que se nota diferenciadamente que presentan mayor cantidad de nitrógeno amoniacal que el testigo el tratamiento dos.

## B. Contenido de Fósforo

**Cuadro 12: Valores de Fósforo.**

| <b>FÓSFORO (ppm)</b> |           |           |           |          |          |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
|                      | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b> | <b>X</b> |
| <b>a1b1</b>          | 189,35    | 158,65    | 181,10    | 529,10   | 176,37   |
| <b>a1b2</b>          | 173,46    | 160,02    | 172,54    | 506,02   | 168,67   |
| <b>a2b1</b>          | 201,41    | 172,09    | 158,49    | 531,99   | 177,33   |
| <b>a2b2</b>          | 206,37    | 179,42    | 167,50    | 553,29   | 184,43   |
| <b>a3b1</b>          | 230,44    | 232,73    | 241,13    | 704,30   | 234,77   |
| <b>a3b2</b>          | 204,93    | 252,59    | 275,04    | 732,56   | 244,19   |
| <b>a4b1</b>          | 203,86    | 247,85    | 206,76    | 658,47   | 219,49   |
| <b>a4b2</b>          | 231,96    | 195,90    | 278,40    | 706,26   | 235,42   |
| <b>a5b1</b>          | 235,88    | 255,64    | 268,47    | 759,99   | 253,33   |
| <b>a5b2</b>          | 166,28    | 151,53    | 202,79    | 520,60   | 173,53   |
| <b>Σ</b>             | 2043,94   | 2006,42   | 2152,22   | 6202,58  | 2067,53  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

**Cuadro 13: ADEVA de los valores de Fósforo**

| <b>F.V</b>   | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------------|
| Total        | 42104,78  | 29        |           |               |                  |                  |
| Repeticiones | 1146,33   | 2         | 573,17    | 0,99 ns       | 3,55             | 6,01             |
| Tratamientos | 30541,36  | 9         | 3393,48   | 5,86 **       | 2,46             | 3,6              |
| FA           | 20311,95  | 4         | 5077,99   | 8,77 **       | 2,93             | 4,58             |
| FB           | 908,82    | 1         | 908,82    | 1,57 ns       | 4,41             | 8,29             |
| IAB          | 9320,59   | 4         | 2330,15   | 4,03 *        | 2,93             | 4,58             |
| Error        | 10417,09  | 18        | 578,73    |               |                  |                  |
| C V          | 11,64 %   |           |           |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero de leche), significancia en la interacción de factor A \* factor B y no significativo entre repeticiones y el factor B (fermentos).

Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche utilizado en cada tratamiento influye en el contenido de fósforo del biol.

Por los rangos de alta significancia entre tratamientos y factor A se realiza la prueba de Tukey para demostrar el mejor tratamiento en cuanto al mejor porcentaje de suero de leche, como se muestra en los cuadros a continuación.

**Cuadro 14: Prueba de Tukey al 5% para el factor A**

| Suero | Medias | Rango |   |
|-------|--------|-------|---|
| a3    | 239,48 | A     |   |
| a4    | 227,46 | A     | B |
| a5    | 213,43 | A     | B |
| a2    | 180,88 |       | B |
| a1    | 172,52 |       |   |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Los datos que se determinan según la prueba de Tukey en el porcentaje de suero de leche empleado resulta altamente significativo el factor a3 (suero de leche 25 %) y el factor a4 (suero de leche 37,50%) en segundo lugar.

**Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5% para el factor B**

| Fermentos | Medias | Rango |
|-----------|--------|-------|
| b1        | 212,26 | A     |
| b2        | 201,25 | A     |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey para el factor B inóculos microbianos se observa que b1 (lactofermento) y b2 (levadura) son altamente significativos en cuanto a los valores del contenido de fósforo.

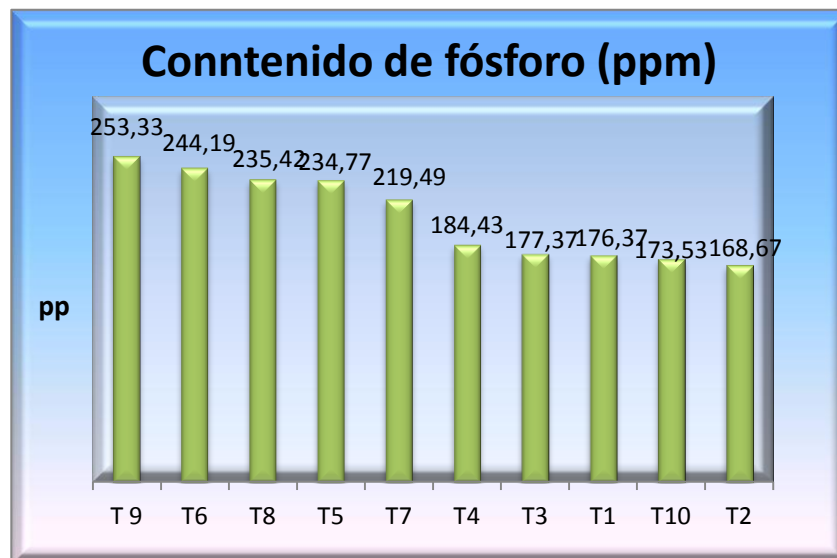
**Cuadro 16: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos**

| Tratamientos | Medias | Rango |   |   |
|--------------|--------|-------|---|---|
| a5 b1        | 253,33 | A     |   |   |
| a3 b2        | 244,19 | A     | B |   |
| a4 b2        | 235,42 | A     | B | C |
| a3 b1        | 234,77 | A     | B | C |
| a4 b1        | 219,49 | A     | B | C |
| a2 b2        | 184,43 | A     | B | C |
| a2 b1        | 177,37 |       | B | C |
| a1 b1        | 176,37 |       | B | C |
| a5 b2        | 173,53 |       |   | C |
| a1 b2        | 168,67 |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el cuadro 16 se puede diferenciar tres rangos A, B, C, lo que indica los mejores tratamientos ubicados en el rango A que son; el T9 (a5 b1) (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), en el rango AB está T6 (a3 b2) (25 % suero de leche, 25 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura), el T9 es el mejor con un contenido de 253,33 ppm lo que determina que el suero al reemplazar totalmente al agua y utilizando lactofermento da como resultado una mejor biosíntesis de fósforo.

**Gráfico 2: Medias de los tratamientos**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el gráfico se distingue claramente que el mejor tratamiento en cuanto al contenido de fósforo es el T9 (a5 b1) (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), observándose en su composición la cantidad total de suero de leche.

### C. Valores de Potasio

**Cuadro 17: Valores del Potasio**

| POTASIO ppm |           |           |           |            |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
|             | R1        | R2        | R3        | Σ          | X         |
| a1b1        | 50778,00  | 54873,00  | 56511,00  | 162162,00  | 54054,00  |
| a1b2        | 54054,00  | 52416,00  | 58149,00  | 164619,00  | 54873,00  |
| a2b1        | 40541,00  | 42588,00  | 38493,00  | 121622,00  | 40540,67  |
| a2b2        | 56511,00  | 54873,00  | 60606,00  | 171990,00  | 57330,00  |
| a3b1        | 62244,00  | 56511,00  | 63063,00  | 181818,00  | 60606,00  |
| a3b2        | 58149,00  | 60606,00  | 55692,00  | 174447,00  | 58149,00  |
| a4b1        | 64701,00  | 55692,00  | 58968,00  | 179361,00  | 59787,00  |
| a4b2        | 63063,00  | 63255,00  | 61425,00  | 187743,00  | 62581,00  |
| a5b1        | 54600,00  | 59787,00  | 60606,00  | 174993,00  | 58331,00  |
| a5b2        | 67158,00  | 65520,00  | 68796,00  | 201474,00  | 67158,00  |
| X           | 571799,00 | 566121,00 | 582309,00 | 1720229,00 | 573409,67 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 18: ADEVA de los valores del Potasio**

| F.V                 | SC            | GL | CM           | F. cal   | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|---------------------|---------------|----|--------------|----------|-----------|-----------|
| <b>Total</b>        | 1492220338,97 | 29 |              |          |           |           |
| <b>Repeticiones</b> | 13491704,27   | 2  | 6745852,14   | 0,78ns   | 3,55      | 6,01      |
| <b>Tratamientos</b> | 1323761724,30 | 9  | 147084636,03 | 17,08 ** | 2,46      | 3,6       |
| <b>FA</b>           | 762294191,13  | 4  | 190573547,79 | 22,14 ** | 2,93      | 4,58      |
| <b>FB</b>           | 215027349,63  | 1  | 215027349,64 | 24,98 ** | 4,41      | 8,29      |
| <b>IAB</b>          | 346440183,53  | 4  | 86610045,88  | 10,06**  | 2,93      | 4,58      |
| <b>Error</b>        | 154966910,40  | 18 | 8609272,80   |          |           |           |
| <b>C V</b>          | 5,12 %        |    |              |          |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El análisis de varianza indica que entre tratamientos, factor A, factor B, interacción factor A x factor B es altamente significativo; para las repeticiones es no significativo.

El Coeficiente de Variación fue de 5,12 %.

**Cuadro 19: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias   | Rango |   |   |
|-------|----------|-------|---|---|
| a5    | 62744,50 | A     |   |   |
| a4    | 61184,00 | A     |   |   |
| a3    | 59377,50 | A     | B |   |
| a1    | 54463,50 |       | B |   |
| a2    | 48935,33 |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey al 5 % determina la presencia de tres rangos A, B, C, siendo el nivel de suero a5 con mayor presencia de potasio con una media 62744,5 ppm, en segundo lugar está el factor a4 con una media de 61184,00 ppm que según lo determina la prueba de Tukey son los mejores tratamientos con alta significancia es decir que a mayor cantidad de suero de leche mayor cantidad de potasio, en relación al testigo el tratamiento T2.

**Cuadro 20: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias   | Rango |   |
|-----------|----------|-------|---|
| b2        | 60018,20 | A     |   |
| b1        | 54663,73 |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según la prueba de Tukey para el inóculo microbiano en el que se utilizó levadura b2 es el de mayor rango A lo que significa que tiene influencia en la biosíntesis de potasio.

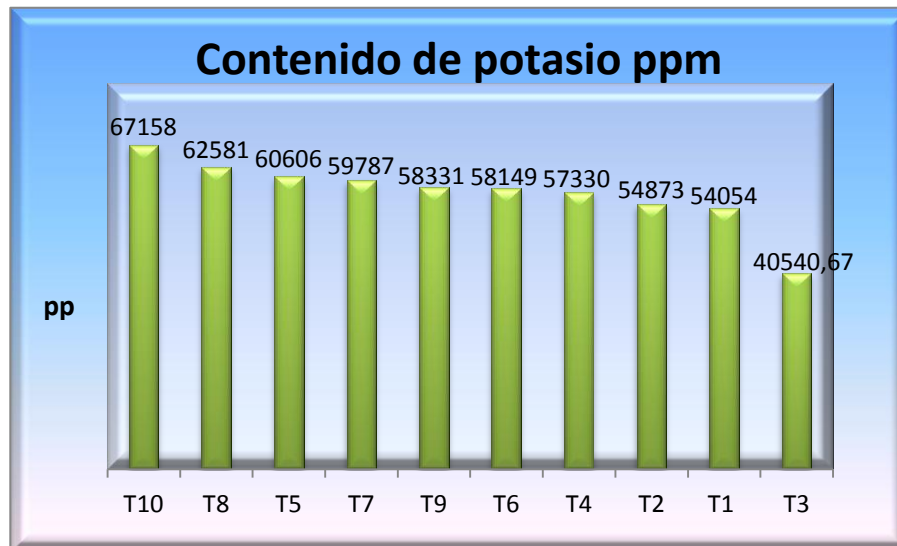
**Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias   | Rango |   |   |
|--------------|----------|-------|---|---|
| a5 b2        | 67158,00 | A     |   |   |
| a4 b2        | 62581,00 | A     | B |   |
| a3 b1        | 60606,00 | A     | B |   |
| a4 b1        | 59787,00 | A     | B |   |
| a5 b1        | 58331,00 |       | B |   |
| a3 b2        | 58149,00 |       | B |   |
| a2 b2        | 57330,00 |       | B |   |
| a1 b2        | 54873,00 |       | B |   |
| a1 b1        | 54054,00 |       | B |   |
| a2 b1        | 40540,67 |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey proyecta tres rangos A, B, C, en el que se determina que el mejor tratamiento es el a5 b2 (T10) con 67158,00 ppm de potasio el cual se lo elaboró con 50 % de suero y 0,08 % de levadura, en segundo lugar está el tratamiento T8 (a4 b2) con 62581,00 ppm elaborado con 37,50 % de suero y 0,08 % de levadura; en tercer lugar el tratamiento a3 b1 (T5) con una media 60606,00 ppm elaborado con 25 % de suero de leche y 0,08 % de lactofermento, en cuarto lugar el a4 b1 (T7) con una media de 59787,00 ppm elaborado con 37,50 % de suero de leche y 0,08 % de lactofermento, los tres tratamientos presentan un rango AB lo que determina que no hay diferencia significativa entre ellos, pero si con T10.

**Gráfico 3: Media de los tratamientos**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el gráfico se observa claramente como el mejor tratamientos T10 (0 % agua; 50 % suero; 38% estiércol; 2,38% melaza; 4,78% alfalfa; 2,38% ceniza; 2,38% humus; 0,08% levadura), seguido por T8 (12,5 % agua; 37,5% suero; 38% estiércol; 2,38% melaza; 4,78% alfalfa; 2,38% ceniza; 2,38% humus; 0,08% levadura) y el T5 (25% agua; 25% suero; 38% estiércol; 2,38% melaza; 4,78% alfalfa; 2,38% ceniza; 2,38% humus; 0,08% lactofermento), en contenido de potasio por lo que se nota diferencialmente que presentan mayor cantidad de

potasio que el tratamiento uno, dos y tres por su composición baja en suero de leche.

#### D. Valores de Azufre

**Cuadro 22: Valores de Azufre**

| <b>AZUFRE ppm</b> |           |           |           |          |          |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
|                   | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b> | <b>X</b> |
| <b>a1b1</b>       | 1384,26   | 1379,83   | 1343,58   | 4107,67  | 1369,22  |
| <b>a1b2</b>       | 968,35    | 1171,79   | 1207,95   | 3348,09  | 1116,03  |
| <b>a2b1</b>       | 862,12    | 979,87    | 1194,39   | 3036,38  | 1012,13  |
| <b>a2b2</b>       | 628,39    | 936,71    | 787,52    | 2352,62  | 784,21   |
| <b>a3b1</b>       | 1510,44   | 1366,18   | 1488,24   | 4364,86  | 1454,95  |
| <b>a3b2</b>       | 1628,49   | 1632,91   | 1682,64   | 4944,04  | 1648,01  |
| <b>a4b1</b>       | 1298,37   | 1506,33   | 1316,45   | 4121,15  | 1373,72  |
| <b>a4b2</b>       | 1262,21   | 1485,99   | 1709,76   | 4457,96  | 1485,99  |
| <b>a5b1</b>       | 1436,26   | 1307,41   | 1565,10   | 4308,77  | 1436,26  |
| <b>a5b2</b>       | 787,52    | 1149,19   | 1244,12   | 3180,83  | 1060,28  |
| <b>Σ</b>          | 11766,41  | 12916,21  | 13539,75  | 38222,37 | 12740,79 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

**Cuadro 23: ADEVA de los valores del Azufre.**

| <b>F.V</b>   | <b>SC</b>  | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|--------------|------------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------------|
| Total        | 2354586,36 | 29        |           |               |                  |                  |
| Repeticiones | 161852,56  | 2         | 80926,28  | 5,46 *        | 3,55             | 6,01             |
| Tratamientos | 1926041,47 | 9         | 214004,61 | 14,44 **      | 2,46             | 3,6              |
| FA           | 1465103,37 | 4         | 366275,84 | 24,72 **      | 2,93             | 4,58             |
| FB           | 91332,83   | 1         | 91332,83  | 6,16 *        | 4,41             | 8,29             |
| IAB          | 369605,27  | 4         | 92401,32  | 6,24 **       | 2,93             | 4,58             |
| Error        | 266692,33  | 18        | 14816,24  |               |                  |                  |
| C V          | 9,55 %     |           |           |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero) en la interacción de factor A \* factor B, significativo las repeticiones y el Factor B.

Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche utilizado en cada tratamiento influye para el contenido de Azufre en el biol.

Por los rangos de alta significancia entre tratamientos, factor A se realiza la prueba de Tukey para demostrar el mejor tratamiento y el mejor porcentaje de suero de leche, como se muestra en los cuadros a continuación.

**Cuadro 24: Prueba de Tukey al 5% para el factor A**

| Suero | Medias  | Rango |   |   |
|-------|---------|-------|---|---|
| a3    | 1551,48 | A     |   |   |
| a4    | 1429,85 | A     | B |   |
| a5    | 1248,27 |       | B |   |
| a1    | 1242,63 |       | B |   |
| a2    | 898,17  |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

La prueba de Tukey al 5% determina la presencia de tres rangos A, B, C, siendo el nivel de suero a3 con mayor contenido de Azufre.

**Cuadro 25: Prueba de Tukey al 5% para el factor B.**

| Fermentos | Medias  | Rango |   |
|-----------|---------|-------|---|
| b1        | 1329,26 | A     |   |
| b2        | 1218,90 |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Según la prueba de Tukey el biol en el que se utilizó lactofermento b1 es el de mayor rango A y en el que se utilizó levadura b2 tiene un rango B lo que significa que existe una mejor biosíntesis de azufre cuando se utiliza lactofermento.

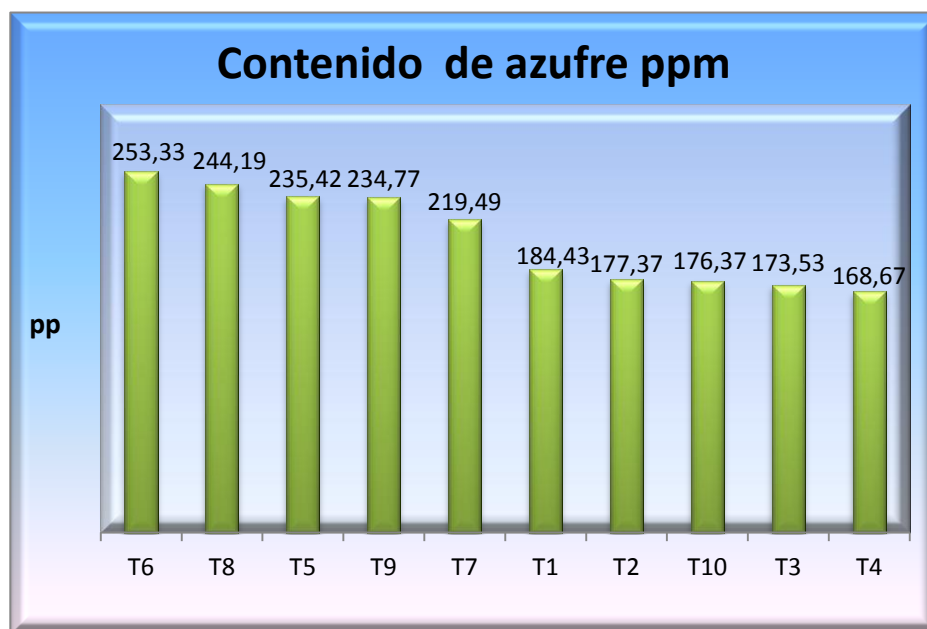
**Cuadro 26: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos**

| Tratamientos | Medias | Rango |   |   |   |
|--------------|--------|-------|---|---|---|
| a3 b2        | 253,33 | A     |   |   |   |
| a4 b2        | 244,19 | A     |   |   |   |
| a3 b1        | 235,42 | A     | B |   |   |
| a5 b1        | 234,77 | A     | B |   |   |
| a4 b1        | 219,49 | A     | B | C |   |
| a1 b1        | 184,43 | A     | B | C |   |
| a1 b2        | 177,37 |       | B | C | D |
| a5 b2        | 176,37 |       |   | C | D |
| a2 b1        | 173,53 |       |   |   | D |
| a2 b2        | 168,67 |       |   |   | D |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En el cuadro 26 se puede diferenciar cuatro rangos A, B, C, D lo que indica los mejores tratamientos ubicados en el rango A que son; el T6 (a3 b2) (25 % suero de leche, 25 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura), T8 (a4 b2) (37,5 % suero de leche, 12,5 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura), el T5 (a3 b1) (25 % suero de leche, 25 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), el T9 (a5 b1) (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), siendo el T6 es el mejor con una media de 253,33 ppm.

**Gráfico 4: Medias de los tratamientos del azufre.**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El gráfico indica visiblemente los mejores tratamientos en relación al contenido de azufre son el T6, T8, T5, T9, estos cuatro tratamientos son los que más relevancia presentan a diferencia de los demás.

## E. Valor del calcio

**Cuadro 27: Valores del Calcio.**

| <b>CALCIO ppm</b> |           |           |           |           |           |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b>  | <b>X</b>  |
| <b>a1b1</b>       | 27140,00  | 25040,00  | 27420,00  | 79600,00  | 26533,33  |
| <b>a1b2</b>       | 23000,00  | 20380,00  | 22480,00  | 65860,00  | 21953,33  |
| <b>a2b1</b>       | 31460,00  | 31070,00  | 30980,00  | 93510,00  | 31170,00  |
| <b>a2b2</b>       | 25620,00  | 22600,00  | 21100,00  | 69320,00  | 23106,67  |
| <b>a3b1</b>       | 30020,00  | 27720,00  | 35140,00  | 92880,00  | 30960,00  |
| <b>a3b2</b>       | 27860,00  | 29440,00  | 28100,00  | 85400,00  | 28466,67  |
| <b>a4b1</b>       | 31780,00  | 29320,00  | 30440,00  | 91540,00  | 30513,33  |
| <b>a4b2</b>       | 28020,00  | 27320,00  | 29580,00  | 84920,00  | 28306,67  |
| <b>a5b1</b>       | 30960,00  | 32580,00  | 31420,00  | 94960,00  | 31653,33  |
| <b>a5b2</b>       | 28390,00  | 31460,00  | 25320,00  | 85170,00  | 28390,00  |
| <b>Σ</b>          | 284250,00 | 276930,00 | 281980,00 | 843160,00 | 281053,33 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 28: ADEVA de los valores del calcio.**

| <b>F.V</b>          | <b>SC</b>   | <b>GL</b> | <b>CM</b>   | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|---------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Total</b>        | 378676546,7 | 29        |             |               |                  |                  |
| <b>Repeticiones</b> | 2807926,67  | 2         | 1403963,34  | 0,35 ns       | 3,55             | 6,01             |
| <b>Tratamientos</b> | 304455480   | 9         | 33828386,67 | 8,53 **       | 2,46             | 3,6              |
| <b>FA</b>           | 142861713,3 | 4         | 35715428,34 | 9 **          | 2,93             | 4,58             |
| <b>FB</b>           | 127390413,3 | 1         | 127390413,3 | 32,11 **      | 4,41             | 8,29             |
| <b>IAB</b>          | 34203353,32 | 4         | 8550838,33  | 2,16 ns       | 2,93             | 4,58             |
| <b>Error</b>        | 71413140    | 18        | 3967396,67  |               |                  |                  |
| <b>CV</b>           | 7,09 %      |           |             |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el análisis de la ADEVA se determina alta significancia para los tratamientos, el factor A y el factor B y no es significativo para las repeticiones y para la interacción de factor A \* factor B.

A continuación se realiza la prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos, el factor A y el factor B con sus respectivas medias estadísticas y analizar el tratamiento más óptimo en cuanto a la cantidad de calcio.

**Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5% para el Factor A**

| <b>Suero</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |   |
|--------------|---------------|--------------|---|
| a5           | 30021,67      | A            |   |
| a3           | 29713,33      | A            |   |
| a4           | 29410,00      | A            |   |
| a2           | 27138,33      | A            | B |
| a1           | 24243,33      |              | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según la prueba de Tukey se determina que los mejores factores son a5 (Suero de leche en porcentaje del 50 %), a3 (Suero de leche en porcentaje 25 %), a4 (suero de leche en porcentaje del 37,5 %), ya que el suero de leche tiene en su composición por naturaleza el calcio pero en los resultados se demuestra que éste elemento fue aprovechado de la mejor manera en casi todos los porcentajes del factor A.

**Cuadro 30: Prueba de Tukey al 5% para el Factor B**

| <b>Fermentos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |   |
|------------------|---------------|--------------|---|
| b1               | 1329,26       | A            |   |
| b2               | 1218,90       |              | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El factor b1 (lactofermento) se encuentra en el rango A por lo que indica que es el principal fermento para la biosíntesis de calcio en el biol, con diferencia significativa al factor b2 (levadura en pasta).

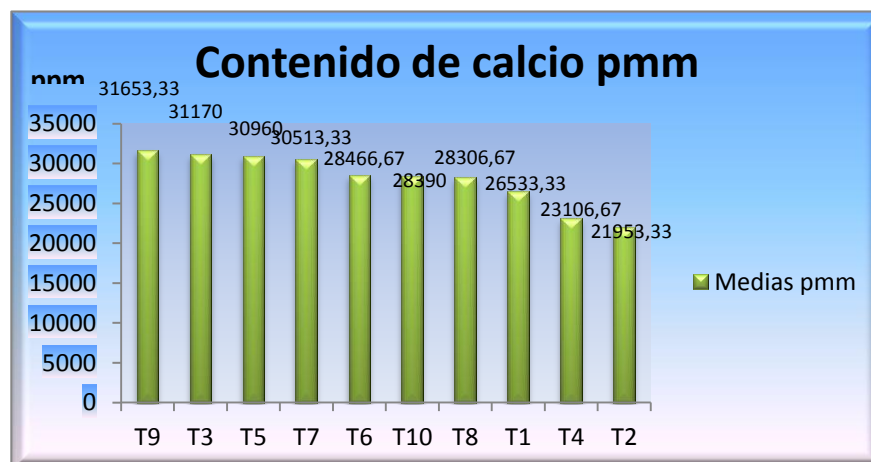
**Cuadro 31: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos**

| Tratamientos | Medias pmm | Rango |   |   |
|--------------|------------|-------|---|---|
| a5 b1        | 31653,33   | A     |   |   |
| a2 b1        | 31170,00   | A     |   |   |
| a3 b1        | 30960,00   | A     |   |   |
| a4 b1        | 30513,33   | A     |   |   |
| a3 b2        | 28466,67   | A     | B |   |
| a5 b2        | 28390,00   | A     | B |   |
| a4 b2        | 28306,67   | A     | B |   |
| a1 b1        | 26533,33   | A     | B | C |
| a2 b2        | 23106,67   |       | B | C |
| a1 b2        | 21953,33   |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Se determina que el mejor tratamiento es el T9 (a5 b1) (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) con una media de 31653,33 ppm.

**Gráfico 5: Medias de los tratamientos del calcio**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el gráfico se identifica al mejor tratamiento el T9 (50 % suero de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) por su alto contenido de calcio.

## F. Valores del Magnesio

**Cuadro 32: Valores de Magnesio**

| <b>MAGNESIO ppm</b> |           |           |           |           |          |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                     | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b>  | <b>X</b> |
| <b>A1B1</b>         | 6744,00   | 7104,00   | 7392,00   | 21240,00  | 7080,00  |
| <b>A1B2</b>         | 6756,00   | 6516,00   | 7140,00   | 20412,00  | 6804,00  |
| <b>A2B1</b>         | 7608,00   | 7698,00   | 7788,00   | 23094,00  | 7698,00  |
| <b>A2B2</b>         | 7284,00   | 6696,00   | 6169,00   | 20149,00  | 6716,33  |
| <b>A3B1</b>         | 7452,00   | 7104,00   | 7356,00   | 21912,00  | 7304,00  |
| <b>A3B2</b>         | 6948,00   | 7488,00   | 6996,00   | 21432,00  | 7144,00  |
| <b>A4B1</b>         | 7872,00   | 7020,00   | 7428,00   | 22320,00  | 7440,00  |
| <b>A4B2</b>         | 7296,00   | 7683,00   | 7368,00   | 22347,00  | 7449,00  |
| <b>A5B1</b>         | 7056,00   | 7224,00   | 7656,00   | 21936,00  | 7312,00  |
| <b>A5B2</b>         | 7786,00   | 7668,00   | 7512,00   | 22966,00  | 7655,33  |
| <b>Σ</b>            | 72802,00  | 72201,00  | 72805,00  | 217808,00 | 72602,67 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 33: ADEVA de los valores de Magnesio.**

| <b>F.V</b>   | <b>SC</b>  | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|--------------|------------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------------|
| Total        | 4878719,87 | 29        |           |               |                  |                  |
| Repeticiones | 24200,87   | 2         | 12100,44  | 0,11 ns       | 3,55             | 6,01             |
| Tratamientos | 2910774,54 | 9         | 323419,39 | 3 *           | 2,46             | 3,6              |
| FA           | 1135668,2  | 4         | 283917,05 | 2,63 ns       | 2,93             | 4,58             |
| FB           | 340480,54  | 1         | 340480,54 | 3,15 ns       | 4,41             | 8,29             |
| IAB          | 1434625,8  | 4         | 358656,45 | 3,32 *        | 2,93             | 4,58             |
| Error        | 1943744,46 | 18        | 107985,8  |               |                  |                  |
| C V          | 4,53 %     |           |           |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos significancia, igual que en la interacción de factor A \* factor B y no significativo las repeticiones, el factor A y el factor B.

**Cuadro 34: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A**

| <b>Suero</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |
|--------------|---------------|--------------|
| a5           | 7483,67       | A            |
| a4           | 7444,50       | A            |
| a3           | 7224,00       | A            |
| a2           | 7207,17       | A            |
| a1           | 6942,00       | A            |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según la prueba de Tukey se determina que los cinco factores son similares por lo que no presentan diferencia alguna para la biosíntesis del magnesio, sin embargo el mejor nivel fue el a5 (Suero dulce de queso fresco 50 %) con un valor estadístico de 7483,67 ppm.

**Cuadro 35: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor B**

| <b>Fermentos</b> | <b>Medias</b> | <b>Rango</b> |
|------------------|---------------|--------------|
| b1               | 7366,80       | A            |
| b2               | 7153,73       | A            |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En la prueba de Tukey para el factor B se observa un solo rango lo que determina que no presenta diferencia significativa datos del magnesio entre los dos tipos de inóculos microbianos b2 (levadura de pasta) y b1 (lactofermento).

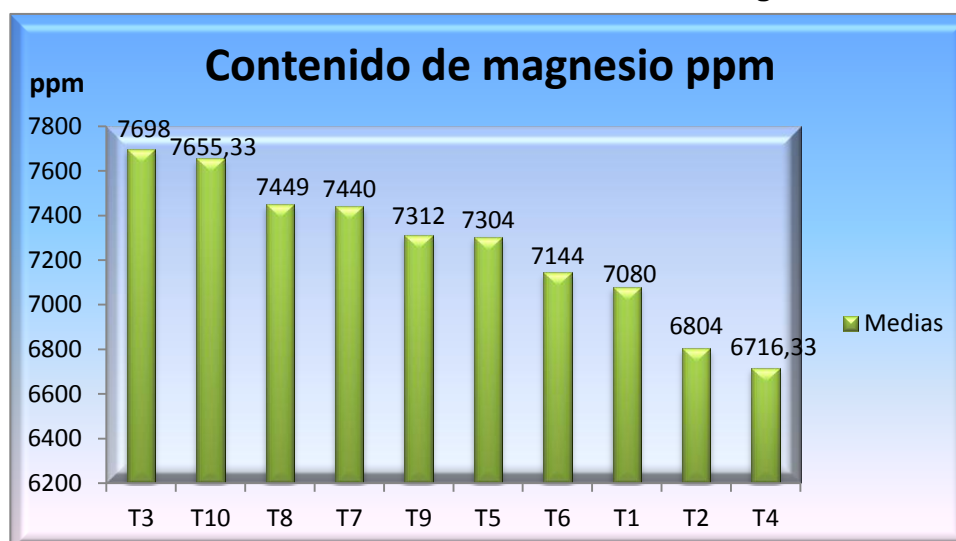
**Cuadro 36: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias  | Rango |   |
|--------------|---------|-------|---|
| a2 b1        | 7698,00 | A     |   |
| a5 b2        | 7655,33 | A     | B |
| a4 b2        | 7449,00 | A     | B |
| a4 b1        | 7440,00 | A     | B |
| a5 b1        | 7312,00 | A     | B |
| a3 b1        | 7304,00 | A     | B |
| a3 b2        | 7144,00 | A     | B |
| a1 b1        | 7080,00 | A     | B |
| a1 b2        | 6804,00 | A     | B |
| a2 b2        | 6716,33 |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según la prueba de Tukey se puede diferenciar dos rangos A y B, lo que indica al mejor tratamiento ubicado en el rango A que es; el T3 (a2 b1) (12,5 % suero de leche, 37,5 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), con una media de 7698,00 ppm y el T10 (a5 b2) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) con una media de 7655,33 ppm.

**Gráfico 6: Medias de los tratamientos del magnesio**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En el gráfico se determina con claridad los dos tratamientos relevantes T3 con un 7698 ppm y T10 en la cantidad 7655,33 ppm de magnesio.

### G. Valores del Zinc

**Cuadro 37: Valores del zinc**

| ZINC ppm |       |       |       |        |       |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|
|          | R1    | R2    | R3    | Σ      | X     |
| a1b1     | 8,65  | 5,33  | 5,52  | 19,50  | 6,50  |
| a1b2     | 6,81  | 4,60  | 4,61  | 16,02  | 5,34  |
| a2b1     | 5,59  | 5,77  | 5,28  | 16,64  | 5,55  |
| a2b2     | 7,46  | 5,68  | 7,31  | 20,45  | 6,82  |
| a3b1     | 6,05  | 6,38  | 6,23  | 18,66  | 6,22  |
| a3b2     | 5,04  | 3,51  | 4,25  | 12,80  | 4,27  |
| a4b1     | 1,87  | 1,98  | 1,91  | 5,76   | 1,92  |
| a4b2     | 3,04  | 4,60  | 3,44  | 11,08  | 3,69  |
| a5b1     | 10,50 | 10,84 | 10,63 | 31,97  | 10,66 |
| a5b2     | 6,36  | 8,75  | 7,85  | 22,96  | 7,65  |
| Σ        | 61,37 | 57,44 | 57,03 | 175,84 | 58,61 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 38: ADEVA de los valores del Zinc**

| F.V          | SC      | GL | CM    | F. cal  | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|--------------|---------|----|-------|---------|-----------|-----------|
| Total        | 170,19  | 29 |       |         |           |           |
| Repeticiones | 1,15    | 2  | 0,58  | 0,63 ns | 3,55      | 6,01      |
| Tratamientos | 152,41  | 9  | 16,93 | 18,4 ** | 2,46      | 3,6       |
| FA           | 124     | 4  | 31    | 33,7 ** | 2,93      | 4,58      |
| FB           | 2,83    | 1  | 2,83  | 3,08 ns | 4,41      | 8,29      |
| IAB          | 25,58   | 4  | 6,4   | 6,96 ** | 2,93      | 4,58      |
| Error        | 16,63   | 18 | 0,92  |         |           |           |
| C V          | 16,37 % |    |       |         |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero) y en la interacción de factor A \* factor B; no significativo las repeticiones y el Factor B.

Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche utilizado en cada tratamiento influye para el contenido de Zinc en el biol.

**Cuadro 39: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias ppm | Rango |   |   |
|-------|------------|-------|---|---|
| a5    | 9,16       | A     |   |   |
| a2    | 6,18       |       | B |   |
| a1    | 5,92       |       | B |   |
| a3    | 5,24       |       | B |   |
| a4    | 2,81       |       |   | C |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey al 5 % determina la presencia de tres rangos A, B, C, siendo el nivel de suero a5 (50 % de suero dulce de leche) con mayor presencia de Zinc con una media de 9,16 ppm, en segundo lugar está el factor a2 (12,5 % de suero dulce de leche) con una media de 6,18 ppm.

**Cuadro 40: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias ppm | Rango |
|-----------|------------|-------|
| b1        | 7366,80    | A     |
| b2        | 7153,73    | A     |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según la prueba de Tukey se puede observar un solo rango lo que representa que no existe significancia entre el factor b1 y el factor b2, es decir que el tipo de

inóculo microbiano no presenta diferencia relevante para la cantidad de zinc obtenida en el biol.

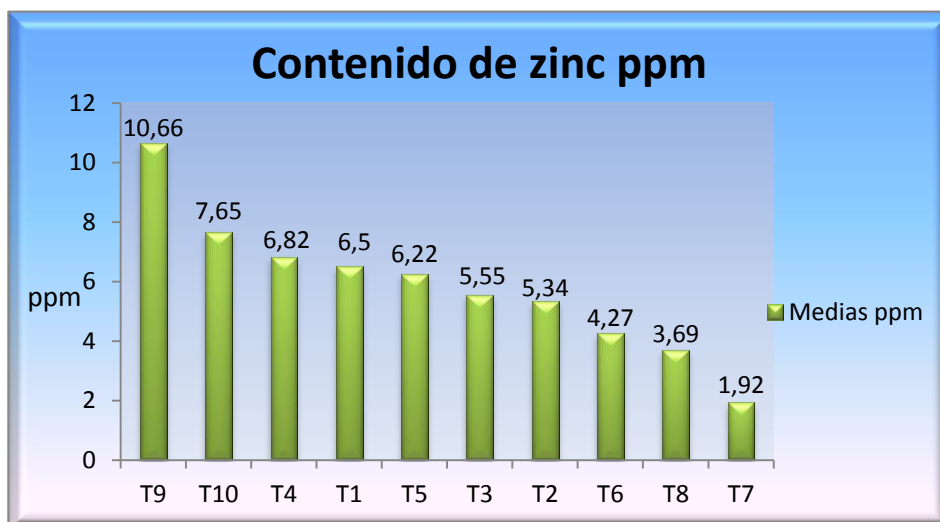
**Cuadro 41: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias ppm | Rango |   |   |   |
|--------------|------------|-------|---|---|---|
| a5 b1        | 10,66      | A     |   |   |   |
| a5 b2        | 7,65       |       | B |   |   |
| a2 b2        | 6,82       |       | B | C |   |
| a1 b1        | 6,50       |       | B | C | D |
| a3 b1        | 6,22       |       | B | C | D |
| a2 b1        | 5,55       |       | B | C | D |
| a1 b2        | 5,34       |       | B | C | D |
| a3 b2        | 4,27       |       |   | C | D |
| a4 b2        | 3,69       |       |   |   | D |
| a4 b1        | 1,92       |       |   |   | E |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el cuadro 41 se puede diferenciar cinco rangos A, B, C, D, E lo que indica el mejor tratamiento ubicado en el rango A que es; el T9 (a5 b1) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), seguido por el T10 (a5 b2) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) ubicado en el rango B.

**Gráfico 7: Medias de los tratamientos del zinc**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El gráfico indica visiblemente los mejores tratamientos en relación al zinc que son el T9 (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) y el T10 (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura.), estos dos tratamientos son los que más relevancia presentan a diferencia de los demás.

#### H. Valores del Cobre.

**Cuadro 42: Valores del Cobre**

| <b>COBRE ppm</b> |           |           |           |          |          |
|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
|                  | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b> | <b>X</b> |
| <b>a1b1</b>      | 1,64      | 1,27      | 1,34      | 4,25     | 1,42     |
| <b>a1b2</b>      | 1,33      | 1,32      | 1,77      | 4,42     | 1,47     |
| <b>a2b1</b>      | 1,91      | 1,94      | 2,33      | 6,18     | 2,06     |
| <b>a2b2</b>      | 2,97      | 2,45      | 2,41      | 7,83     | 2,61     |
| <b>a3b1</b>      | 2,08      | 1,75      | 1,86      | 5,69     | 1,90     |
| <b>a3b2</b>      | 1,25      | 1,32      | 1,64      | 4,21     | 1,40     |
| <b>a4b1</b>      | 1,58      | 1,27      | 1,05      | 3,90     | 1,30     |
| <b>a4b2</b>      | 1,61      | 1,55      | 1,79      | 4,95     | 1,65     |
| <b>a5b1</b>      | 2,06      | 1,95      | 1,83      | 5,84     | 1,95     |
| <b>a5b2</b>      | 3,24      | 3,46      | 3,63      | 10,33    | 3,44     |
| <b>Σ</b>         | 19,67     | 18,28     | 19,65     | 57,60    | 19,20    |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 43: ADEVA de los valores del Cobre**

| <b>F.V</b>          | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Total</b>        | 12,92     | 29        |           |               |                  |                  |
| <b>Repeticiones</b> | 0,13      | 2         | 0,07      | 1,75 ns       | 3,55             | 6,01             |
| <b>Tratamientos</b> | 11,99     | 9         | 1,33      | 33,25 **      | 2,46             | 3,6              |
| <b>FA</b>           | 7,62      | 4         | 1,91      | 47,75 **      | 2,93             | 4,58             |
| <b>FB</b>           | 1,15      | 1         | 1,15      | 28,75 **      | 4,41             | 8,29             |
| <b>IAB</b>          | 3,22      | 4         | 0,81      | 20,25 **      | 2,93             | 4,58             |
| <b>Error</b>        | 0,8       | 18        | 0,04      |               |                  |                  |
| <b>C V</b>          | 10,42 %   |           |           |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero dulce de leche), el factor B (inóculos microbianos), en la interacción de factor A \* factor B y no significativo entre repeticiones.

Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche y el tipo de inóculo microbiano utilizado en cada tratamiento influye para el contenido de cobre en el biol.

Por los rangos de alta significancia entre tratamientos, factor A, factor B, se realiza la prueba de Tukey para demostrar el mejor tratamiento y el mejor porcentaje de suero de leche y de inóculo microbiano como se muestra en los cuadros a continuación.

**Cuadro 44: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias ppm | Rango |   |
|-------|------------|-------|---|
| a5    | 2,70       | A     |   |
| a2    | 2,34       | A     |   |
| a3    | 1,65       |       | B |
| a4    | 1,48       |       | B |
| a1    | 1,45       |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

La prueba de Tukey al 5 % determina la presencia de dos rangos A, y B siendo el nivel de suero a5 (50 % de suero dulce de leche) con mayor presencia de cobre con una media 2,70 ppm, en segundo lugar está el factor a2 (12,50 % de suero dulce de leche) con una media de 2,34 ppm.

**Cuadro 45: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias | Rango |   |
|-----------|--------|-------|---|
| b2        | 2,12   | A     |   |
| b1        | 1,72   |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El factor b2 (levadura en pasta) se encuentra en el rango A por lo que indica que es el principal fermento para la concentración de cobre en el biol, con diferencia significativa acorde al factor b1 (lactofermento), el factor b2 con una media estadística de 2,12 ppm y el b1 con una media estadística de 1,72 ppm.

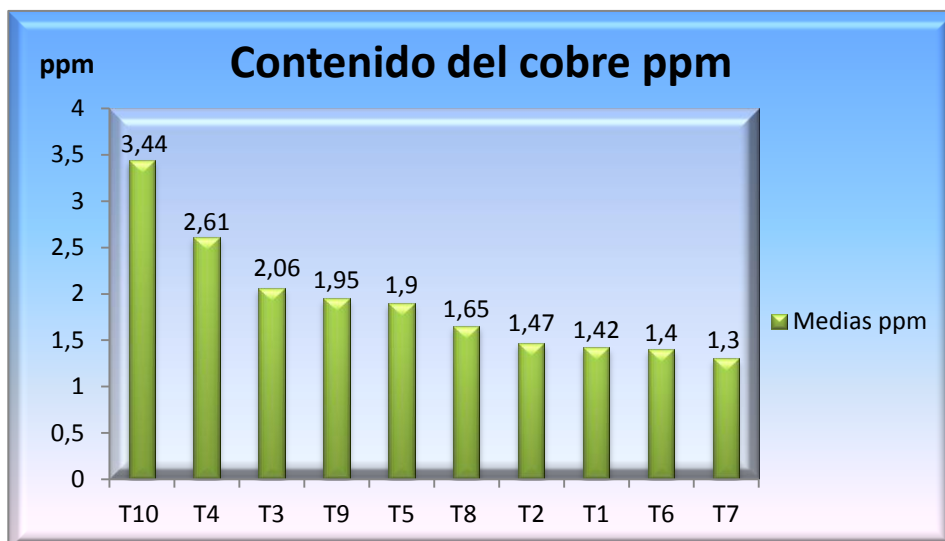
**Cuadro 46: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias ppm | Rango |   |   |   |   |
|--------------|------------|-------|---|---|---|---|
|              |            |       |   |   |   |   |
| a5 b2        | 3,44       | A     |   |   |   |   |
| a2 b2        | 2,61       |       | B |   |   |   |
| a2 b1        | 2,06       |       | B | C |   |   |
| a5 b1        | 1,95       |       |   | C | D |   |
| a3 b1        | 1,90       |       |   | C | D | E |
| a4 b2        | 1,65       |       |   | C | D | E |
| a1 b2        | 1,47       |       |   | C | D | E |
| a1 b1        | 1,42       |       |   |   | D | E |
| a3 b2        | 1,40       |       |   |   | D | E |
| a4 b1        | 1,30       |       |   |   |   | E |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Se puede diferenciar cinco rangos A, B, C, D, E lo que indica el mejor tratamientos ubicado en el rango A el cual es; el T10 (a5 b2) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura), a referencia del testigo el tratamiento dos (T2),

**Gráfico 8: Medias de los tratamientos del cobre**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El gráfico indica visiblemente el mejor tratamiento en relación al cobre que es el T10 (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura en pasta).

### I. Valores del Hierro.

**Cuadro 47: Valores del Hierro.**

| <b>HIERRO ppm</b>   |           |           |           |          |          |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| <b>Tratamientos</b> | <b>R1</b> | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b> | <b>X</b> |
| <b>a1b1</b>         | 3669,00   | 2704,00   | 2932,00   | 9305,00  | 3101,67  |
| <b>a1b2</b>         | 1138,00   | 1116,00   | 1166,00   | 3420,00  | 1140,00  |
| <b>a2b1</b>         | 1820,00   | 1905,00   | 1964,00   | 5689,00  | 1896,33  |
| <b>a2b2</b>         | 1844,00   | 1925,00   | 1833,00   | 5602,00  | 1867,33  |
| <b>a3b1</b>         | 2786,00   | 3116,00   | 4644,00   | 10546,00 | 3515,33  |
| <b>a3b2</b>         | 2210,00   | 2311,00   | 2253,00   | 6774,00  | 2258,00  |
| <b>a4b1</b>         | 2473,00   | 2721,00   | 2315,00   | 7509,00  | 2503,00  |
| <b>a4b2</b>         | 1940,00   | 1908,00   | 2034,00   | 5882,00  | 1960,67  |
| <b>a5b1</b>         | 3568,90   | 3753,00   | 3661,00   | 10982,90 | 3660,97  |
| <b>a5b2</b>         | 2348,00   | 2414,00   | 2574,00   | 7336,00  | 2445,33  |
| <b>Σ</b>            | 23796,90  | 23873,00  | 25376,00  | 73045,90 | 24348,63 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 48: ADEVA para los datos del Hierro**

| <b>F.V</b>          | <b>SC</b>   | <b>GL</b> | <b>CM</b>  | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|---------------------|-------------|-----------|------------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Total</b>        | 19627430,65 | 29        |            |               |                  |                  |
| <b>Repeticiones</b> | 158611,9    | 2         | 79305,95   | 0,58 ns       | 3,55             | 6,01             |
| <b>Tratamientos</b> | 16995128,24 | 9         | 1888347,58 | 13,74 **      | 2,46             | 3,6              |
| <b>FA</b>           | 6192497,14  | 4         | 1548124,29 | 11,27 **      | 2,93             | 4,58             |
| <b>FB</b>           | 7517910,68  | 1         | 7517910,68 | 54,7 **       | 4,41             | 8,29             |
| <b>IAB</b>          | 3284720,42  | 4         | 821180,11  | 5,98 **       | 2,93             | 4,58             |
| <b>Error</b>        | 2473690,51  | 18        | 137427,25  |               |                  |                  |
| <b>C V</b>          | 15,23 %     |           |            |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero de leche) en el factor B (inóculo microbiano), en la interacción de factor A \* factor B y no es significativo para las repeticiones. Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche utilizado en cada tratamiento influye para el contenido de Hierro en el Biol.

**Cuadro 49: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias ppm | Rango |   |
|-------|------------|-------|---|
| a5    | 3053,00    | A     |   |
| a3    | 2886,67    | A     |   |
| a4    | 2231,83    |       | B |
| a1    | 2120,83    |       | B |
| a2    | 1881,83    |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey al 5% determina la presencia de dos rangos A y B, siendo el nivel de suero a5 (50 % de suero dulce de leche) con mayor presencia de Hierro en el contenido de biol, en segundo lugar se encuentra el factor a3 (25 % de suero de leche).

**Cuadro 50: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias  | Rango |   |
|-----------|---------|-------|---|
| b1        | 2935,40 | A     |   |
| b2        | 1934,27 |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El factor b1 (lactofermento) con una media estadística de 2935,40 ppm se encuentra en el rango A por lo que indica que es el principal fermento para la concentración de Hierro en el biol, con diferencia significativa acorde al factor b2 (levadura en pasta), con una media estadística de 1934,27 ppm.

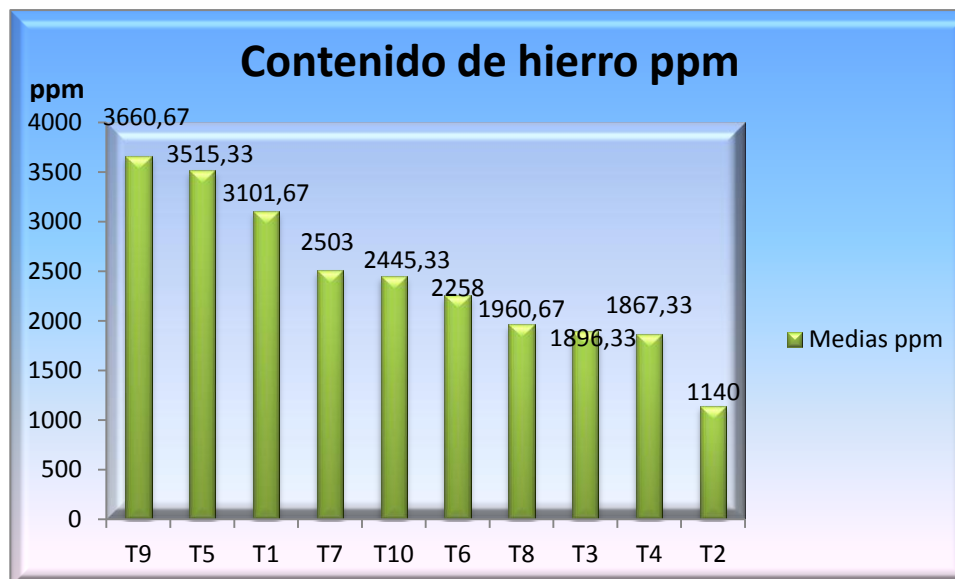
**Cuadro 51: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias ppm | Rango |   |   |   |   |
|--------------|------------|-------|---|---|---|---|
| a5 b1        | 3660,67    | A     |   |   |   |   |
| a3 b1        | 3515,33    | A     | B |   |   |   |
| a1 b1        | 3101,67    | A     | B | C |   |   |
| a4 b1        | 2503,00    |       | B | C | D |   |
| a5 b2        | 2445,33    |       | B | C | D |   |
| a3 b2        | 2258,00    |       |   | C | D |   |
| a4 b2        | 1960,67    |       |   |   | D | E |
| a2 b1        | 1896,33    |       |   |   | D | E |
| a2 b2        | 1867,33    |       |   |   | D | E |
| a1 b2        | 1140,00    |       |   |   |   | E |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Se puede diferenciar cinco rangos A, B, C, D, E lo que indica el mejor tratamientos ubicado en el rango A el cual es; el T9 (a5 b1) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento).

**Gráfico 9: Medias de los tratamientos del Hierro**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El gráfico indica visiblemente el mejor tratamiento en relación al Hierro que es el T9 (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 %

alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), en relación al testigo el T2 siendo el último en cuanto a la cantidad del Hierro.

## J. Valores del Manganeso

**Cuadro 52: Valores del Manganeso**

| <b>MANGANESO ppm</b> |         |         |         |          |         |
|----------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Tratamientos         | R1      | R2      | R3      | Σ        | X       |
| <b>a1b1</b>          | 1016,00 | 1038,00 | 1044,00 | 3098,00  | 1032,67 |
| <b>a1b2</b>          | 747,00  | 700,00  | 712,00  | 2159,00  | 719,67  |
| <b>a2b1</b>          | 890,00  | 798,00  | 983,00  | 2671,00  | 890,33  |
| <b>a2b2</b>          | 700,00  | 765,00  | 685,00  | 2150,00  | 716,67  |
| <b>a3b1</b>          | 988,00  | 970,00  | 963,00  | 2921,00  | 973,67  |
| <b>a3b2</b>          | 862,00  | 877,00  | 963,00  | 2702,00  | 900,67  |
| <b>a4b1</b>          | 951,00  | 922,00  | 910,00  | 2783,00  | 927,67  |
| <b>a4b2</b>          | 794,00  | 751,00  | 1054,00 | 2599,00  | 866,33  |
| <b>a5b1</b>          | 1087,00 | 1120,00 | 1038,00 | 3245,00  | 1081,67 |
| <b>a5b2</b>          | 821,00  | 832,00  | 852,00  | 2505,00  | 835,00  |
| <b>Σ</b>             | 8856,00 | 8773,00 | 9204,00 | 26833,00 | 8944,33 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 53: ADEVA de los valores del Manganeso**

| F.V                 | SC        | GL | CM        | F. cal   | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|---------------------|-----------|----|-----------|----------|-----------|-----------|
| <b>Total</b>        | 471377,37 | 29 |           |          |           |           |
| <b>Repeticiones</b> | 10458,47  | 2  | 5229,24   | 1,23 ns  | 3,55      | 6,01      |
| <b>Tratamientos</b> | 384207,37 | 9  | 42689,71  | 10,02 ** | 2,46      | 3,6       |
| <b>FA</b>           | 87110,87  | 4  | 21777,72  | 5,11 **  | 2,93      | 4,58      |
| <b>FB</b>           | 225853,64 | 1  | 225853,64 | 53 **    | 4,41      | 8,29      |
| <b>IAB</b>          | 71242,86  | 4  | 17810,72  | 4,18 *   | 2,93      | 4,58      |
| <b>Error</b>        | 76711,53  | 18 | 4261,75   |          |           |           |
| <b>C V</b>          | 7,30 %    |    |           |          |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El análisis de varianza indica que entre tratamientos, factor A, factor B, interacción factor A \* factor B es altamente significativo; para las repeticiones no significativo.

El Coeficiente de Variación es de 5,12 %.

**Cuadro 54: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias ppm | Rango |   |
|-------|------------|-------|---|
| a5    | 958,33     | A     |   |
| a3    | 937,17     | A     |   |
| a4    | 897,00     | A     | B |
| a1    | 876,17     | A     | B |
| a2    | 803,50     |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey al 5% determina la presencia de dos rangos A y B, siendo el nivel de suero a5 (50 % de suero dulce de leche) con mayor presencia de Manganeso en el contenido de biol, en segundo lugar se encuentra el factor a3 (25 % de suero dulce de leche).

**Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias ppm | Rango |   |
|-----------|------------|-------|---|
| b1        | 981,20     | A     |   |
| b2        | 807,67     |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El factor b1 (lactofermento) con una media estadística de 981,20 ppm se encuentra en el rango A por lo que indica que es el principal fermento para la concentración de Manganeso en el biol, con diferencia significativa acorde al factor b2 (levadura en pasta), con una media estadística de 807,67 ppm.

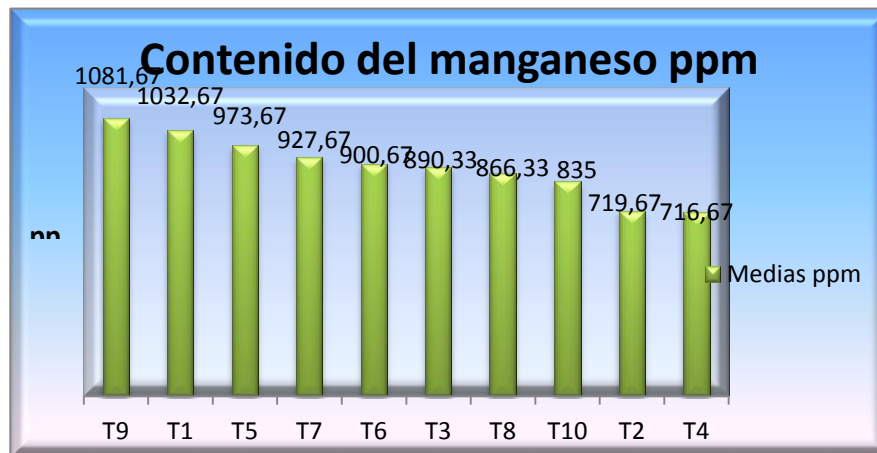
**Cuadro 56: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos**

| Tratamientos | Medias ppm | Rango |   |   |   |
|--------------|------------|-------|---|---|---|
| a5 b1        | 1081,67    | A     |   |   |   |
| a1 b1        | 1032,67    | A     | B |   |   |
| a3 b1        | 973,67     | A     | B | C |   |
| a4 b1        | 927,67     | A     | B | C |   |
| a3 b2        | 900,67     | A     | B | C | D |
| a2 b1        | 890,33     |       | B | C | D |
| a4 b2        | 866,33     |       | B | C | D |
| a5 b2        | 835,00     |       |   | C | D |
| a1 b2        | 719,67     |       |   |   | D |
| a2 b2        | 716,67     |       |   |   | D |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Se puede diferenciar cuatro rangos A, B, C, D lo que indica el mejor tratamientos ubicado en el rango A el cual es; el T9 (a5 b1) (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08% lactofermento).

**Gráfico 10: Medias de los tratamientos del Manganeso**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El gráfico indica visiblemente el mejor tratamiento en relación al Manganeso que es el T9 (50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento).

## K. Valores del Boro

**Cuadro 57: Valores del Boro**

| BORO ppm     |       |       |       |        |       |
|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Tratamientos | R1    | R2    | R3    | Σ      | X     |
| a1b1         | 3,38  | 3,63  | 3,77  | 10,78  | 3,59  |
| a1b2         | 2,85  | 3,05  | 3,03  | 8,93   | 2,98  |
| a2b1         | 4,19  | 4,05  | 3,85  | 12,09  | 4,03  |
| a2b2         | 3,14  | 3,25  | 3,43  | 9,82   | 3,27  |
| a3b1         | 3,68  | 3,47  | 3,91  | 11,06  | 3,69  |
| a3b2         | 3,34  | 3,47  | 3,78  | 10,59  | 3,53  |
| a4b1         | 3,86  | 3,55  | 3,68  | 11,09  | 3,70  |
| a4b2         | 3,48  | 3,87  | 4,45  | 11,80  | 3,93  |
| a5b1         | 2,75  | 3,48  | 3,52  | 9,75   | 3,25  |
| a5b2         | 3,10  | 3,55  | 3,57  | 10,22  | 3,41  |
| Σ            | 33,77 | 35,37 | 36,99 | 106,13 | 35,38 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Cuadro 58: ADEVA de los valores del Boro**

| F.V                 | SC     | GL | CM   | F. cal | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|---------------------|--------|----|------|--------|-----------|-----------|
| <b>Total</b>        | 4,25   | 29 |      |        |           |           |
| <b>Repeticiones</b> | 0,52   | 2  | 0,26 | 5,2 *  | 3,55      | 6,01      |
| <b>Tratamientos</b> | 2,8    | 9  | 0,31 | 6,2 ** | 2,46      | 3,6       |
| <b>FA</b>           | 1,22   | 4  | 0,31 | 6,2 ** | 2,93      | 4,58      |
| <b>FB</b>           | 0,39   | 1  | 0,39 | 7,8 *  | 4,41      | 8,29      |
| <b>IAB</b>          | 1,19   | 4  | 0,3  | 6 **   | 2,93      | 4,58      |
| <b>Error</b>        | 0,93   | 18 | 0,05 |        |           |           |
| <b>C V</b>          | 6,32 % |    |      |        |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Según el análisis del ADEVA se determina que existe entre tratamientos alta significancia, igual que en el factor A (Suero dulce de leche), el factor B (inóculos microbianos), en la interacción de factor A \* factor B y entre repeticiones.

Estos resultados demuestran que el porcentaje de suero de leche y el tipo de biofermento utilizado en cada tratamiento influye para el contenido de Boro en el biol.

Por los rangos de alta significancia entre tratamientos, factor A, factor B, se realiza la prueba de Tukey para demostrar el mejor tratamiento y el mejor porcentaje de suero de leche y de inóculo microbiano como se muestra en los cuadros a continuación.

**Cuadro 59: Prueba de Tukey al 5 % para el factor A**

| Suero | Medias ppm | Rango |   |
|-------|------------|-------|---|
| a4    | 3,82       | A     |   |
| a2    | 3,65       | A     | B |
| a3    | 3,61       | A     | B |
| a5    | 3,33       |       | B |
| a1    | 3,29       |       | B |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

La prueba de Tukey al 5% determina la presencia de dos rangos A y B, siendo el nivel de suero a4 (37,5 % de suero dulce de leche) con mayor presencia de Boro en el contenido de biol, en segundo lugar se encuentra el factor a2 (12,5 % de suero de leche).

**Cuadro 60: Prueba de Tukey al 5 % para el factor B**

| Fermentos | Medias ppm | Rango |      |
|-----------|------------|-------|------|
|           |            | b1    | 3,65 |
| b2        | 3,42       |       | B    |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

El factor b1 (lactofermento) con una media estadística de 3,65 ppm se encuentra en el rango A por lo que indica que es el principal fermento para la concentración de Boro en el biol, con diferencia significativa acorde al factor b2 (levadura en pasta), con una media estadística de 3,42 ppm.

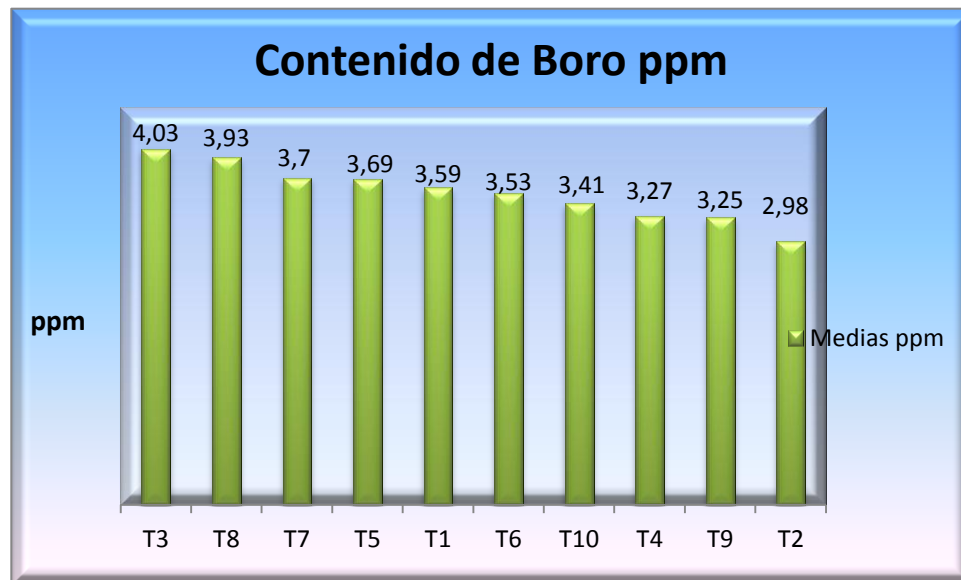
**Cuadro 61: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.**

| Tratamientos | Medias ppm | Rango |      |   |   |
|--------------|------------|-------|------|---|---|
|              |            | a2 b1 | 4,03 | A |   |
| a4 b2        | 3,93       | A     | B    |   |   |
| a4 b1        | 3,70       | A     | B    | C |   |
| a3 b1        | 3,69       | A     | B    | C |   |
| a1 b1        | 3,59       | A     | B    | C | D |
| a3 b2        | 3,53       | A     | B    | C | D |
| a5 b2        | 3,41       | A     | B    | C | D |
| a2 b2        | 3,27       |       | B    | C | D |
| a5 b1        | 3,25       |       |      | C | D |
| a1 b2        | 2,98       |       |      |   | D |

Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Se puede diferenciar cuatro rangos A, B, C, D lo que indica el mejor tratamientos ubicado en el rango A el cual es; el T3 (a2 b1) (12,5 % suero dulce de leche, 37,50 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lacto fermento).

**Gráfico 11: Medias de los tratamientos del Boro**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

El gráfico indica visiblemente el mejor tratamiento en relación al Boro que es el T3 (12,5 % suero dulce de leche, 37,5 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento).

### **3.6.1.2. Contenido de las características físicas, pH, Conductividad Eléctrica.**

#### **A. Valores del pH (Potencial hidrógeno)**

Se realiza la curva de comportamiento del pH de los datos obtenidos durante la fermentación del biol y el análisis estadístico de los datos del pH del biol como producto terminado.

### a. Valores del pH durante la fermentación

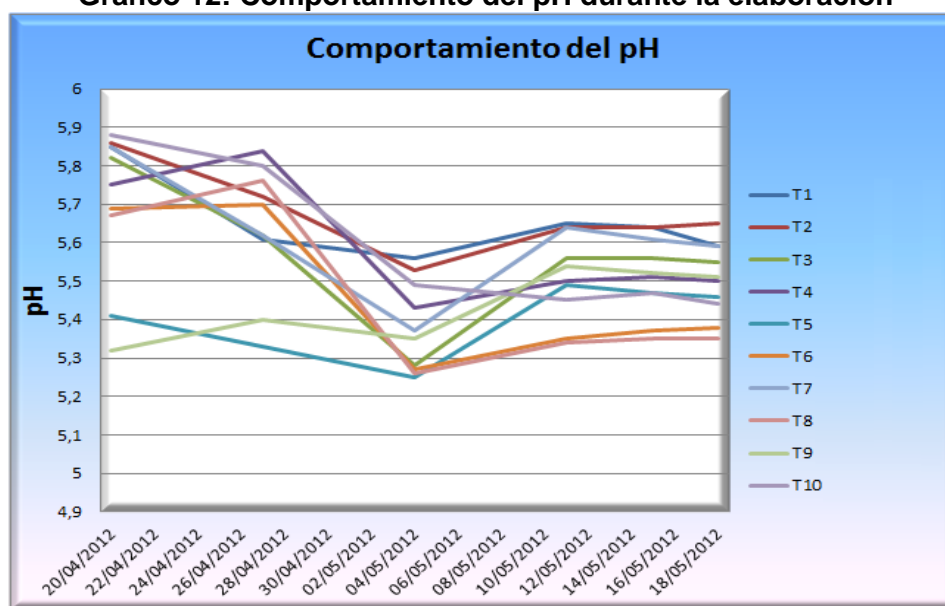
Se realiza la curva de comportamiento de los datos tomados durante el proceso de fermentación del biol para el análisis característico y estadístico de la composición ácida de acuerdo a cada tratamiento.

**Tabla 7: Valores del pH durante el proceso de fermentación**

| pH                   |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Días de fermentación | Fecha      | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  |
| inicio               | 29/03/2012 | 6,82 | 6,83 | 6,81 | 6,81 | 6,80 | 6,79 | 6,77 | 6,77 | 6,72 | 6,73 |
| 7                    | 05/04/2012 | 6,90 | 7,00 | 6,96 | 7,01 | 6,98 | 7,03 | 6,12 | 6,10 | 5,55 | 6,92 |
| 15                   | 13/04/2012 | 7,13 | 6,84 | 6,79 | 6,32 | 7,51 | 6,83 | 7,5  | 6,5  | 6,05 | 6,57 |
| 22                   | 20/04/2012 | 5,85 | 5,86 | 5,82 | 5,75 | 5,41 | 5,69 | 5,85 | 5,67 | 5,32 | 5,88 |
| 29                   | 27/04/2012 | 5,61 | 5,72 | 5,62 | 5,84 | 5,33 | 5,70 | 5,62 | 5,76 | 5,40 | 5,80 |
| 36                   | 04/05/2012 | 5,56 | 5,53 | 5,28 | 5,43 | 5,25 | 5,27 | 5,37 | 5,26 | 5,35 | 5,49 |
| 43                   | 11/05/2012 | 5,65 | 5,64 | 5,56 | 5,50 | 5,49 | 5,35 | 5,64 | 5,34 | 5,54 | 5,45 |
| 47                   | 15/05/2012 | 5,64 | 5,64 | 5,56 | 5,51 | 5,47 | 5,37 | 5,61 | 5,35 | 5,52 | 5,47 |
| 50 cosecha           | 18/05/2012 | 5,59 | 5,65 | 5,55 | 5,50 | 5,46 | 5,38 | 5,59 | 5,35 | 5,51 | 5,44 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Gráfico 12: Comportamiento del pH durante la elaboración**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En el gráfico se diferencia el pH de cada tratamiento desde el día 22 en donde empezó a desestabilizarse dentro de la escala ácida hasta el día 43 que empezó a permanecer constante y dejó de burbujear lo que indicó el tiempo de cosecha para el biol.

**b. Valores del pH en el producto final biol**

**Cuadro 62: Valores del pH en el producto final Biol**

| pH           |              |       |       |          |       |
|--------------|--------------|-------|-------|----------|-------|
|              | Repeticiones |       |       | $\Sigma$ | X     |
| Tratamientos | R1           | R2    | R3    |          |       |
| T1           | 5,35         | 5,65  | 5,72  | 16,72    | 5,57  |
| T2           | 5,54         | 5,64  | 5,78  | 16,96    | 5,65  |
| T3           | 5,55         | 5,42  | 5,67  | 16,64    | 5,55  |
| T4           | 5,60         | 5,62  | 5,29  | 16,51    | 5,50  |
| T5           | 5,40         | 5,41  | 5,37  | 16,18    | 5,39  |
| T6           | 5,36         | 5,60  | 5,27  | 16,23    | 5,41  |
| T7           | 5,54         | 5,38  | 5,58  | 16,50    | 5,50  |
| T8           | 5,40         | 5,25  | 5,49  | 16,14    | 5,38  |
| T9           | 5,58         | 5,44  | 5,44  | 16,46    | 5,49  |
| T10          | 5,33         | 5,36  | 5,60  | 16,29    | 5,43  |
| $\Sigma$     | 54,65        | 54,77 | 55,21 | 164,63   | 54,88 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Según el cuadro 62 se demuestra que el pH del producto terminado tomado en el laboratorio coincide con los datos tomados en el proceso de la cosecha del biol.

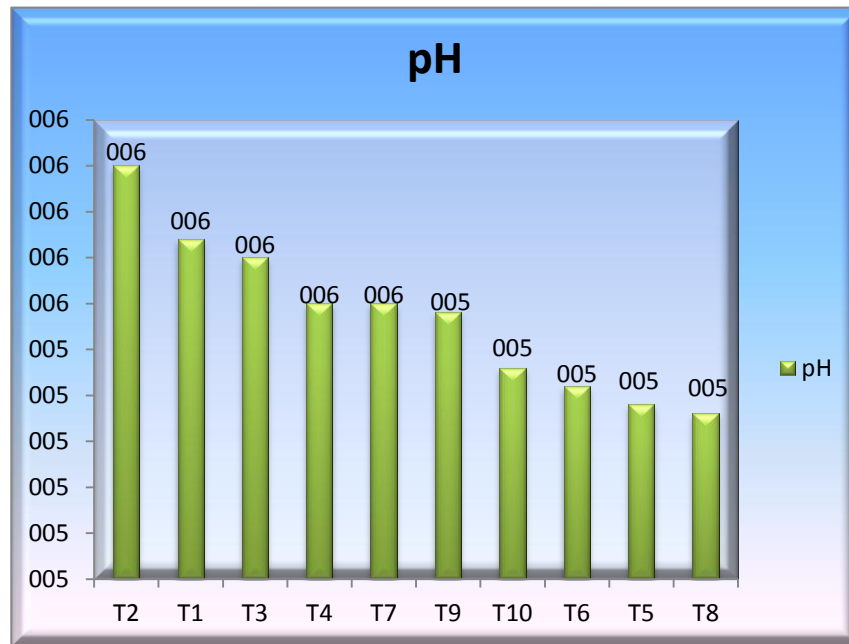
**Cuadro 63: ADEVA para los valores del pH**

| F.V          | SC     | GL | CM   | F. cal | F. Tab 5% | F. Tab 1% |
|--------------|--------|----|------|--------|-----------|-----------|
| Total        | 0,58   | 29 |      |        |           |           |
| Repeticiones | 0,02   | 2  | 0,01 | 0,5 ns | 3,55      | 6,01      |
| Tratamientos | 0,21   | 9  | 0,02 | 1 ns   | 2,46      | 3,6       |
| FA           | 0,17   | 4  | 0,04 | 2 ns   | 2,93      | 4,58      |
| FB           | 0,01   | 1  | 0,01 | 0,5 ns | 4,41      | 8,29      |
| IAB          | 0,03   | 4  | 0,01 | 0,5 ns | 2,93      | 4,58      |
| Error        | 0,35   | 18 | 0,02 |        |           |           |
| C V          | 2,56 % |    |      |        |           |           |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el análisis de la ADEVA se observa que no hay significancia entre tratamientos, repeticiones, factor A, factor B, Interacción factor A \* factor B, lo que significa que el pH se encuentra en una rango adecuado a los requerimientos del biol.

**Gráfico 13: Valores del pH final**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Evidentemente se observa en el gráfico que el T8 (a4 b2) (37,5 % suero de leche, 12,5 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) presenta una característica acida del 5,38 siendo el rango mayor a los demás sin significancia estadística.

### **B. Valores de Conductividad Eléctrica (CE)**

Se realiza el análisis estadístico de los datos de la conductividad eléctrica del biol como producto terminado.

**Cuadro 64: Valores de la conductividad eléctrica**

| <b>Conductividad Eléctrica</b> |                     |           |           |          |          |
|--------------------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|----------|
|                                | <b>Repeticiones</b> |           |           |          |          |
| <b>Tratamientos</b>            | <b>R1</b>           | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>Σ</b> | <b>X</b> |
| <b>T1</b>                      | 14,610              | 15,373    | 15,220    | 45,203   | 15,068   |
| <b>T2</b>                      | 14,754              | 15,084    | 16,356    | 46,194   | 15,398   |
| <b>T3</b>                      | 16,695              | 13,076    | 16,042    | 45,813   | 15,271   |
| <b>T4</b>                      | 17,373              | 16,017    | 12,220    | 45,61    | 15,203   |
| <b>T5</b>                      | 16,677              | 16,525    | 17,144    | 50,346   | 16,782   |
| <b>T6</b>                      | 16,508              | 17,389    | 16,712    | 50,609   | 16,870   |
| <b>T7</b>                      | 17,237              | 16,508    | 17,330    | 51,075   | 17,025   |
| <b>T8</b>                      | 17,712              | 14,449    | 18,237    | 50,398   | 16,799   |
| <b>T9</b>                      | 17,017              | 16,745    | 16,406    | 50,168   | 16,723   |
| <b>T10</b>                     | 13,500              | 18,415    | 19,991    | 51,906   | 17,302   |
| <b>Σ</b>                       | 162,083             | 159,581   | 165,658   | 487,322  | 162,441  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Los datos expresados en el cuadro relevan la capacidad de absorción del biol en la planta.

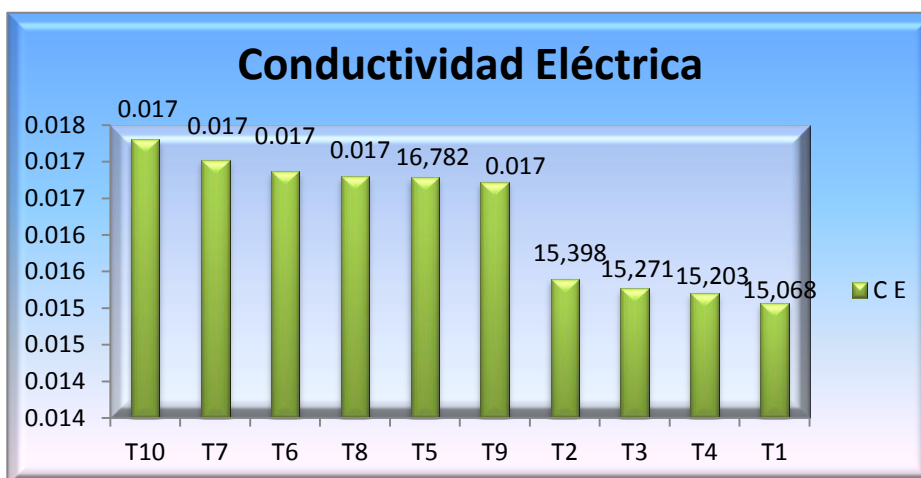
**Cuadro 65: ADEVA de los valores de la CE**

| <b>F.V</b>          | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F. cal</b> | <b>F. Tab 5%</b> | <b>F. Tab 1%</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Total</b>        | 67,93     | 29        |           |               |                  |                  |
| <b>Repeticiones</b> | 1,02      | 2         | 0,51      | 0,19 ns       | 3,55             | 6,01             |
| <b>Tratamientos</b> | 18,69     | 9         | 2,08      | 0,78 ns       | 2,46             | 3,6              |
| <b>FA</b>           | 18,42     | 4         | 4,61      | 1,72 ns       | 2,93             | 4,58             |
| <b>FB</b>           | 0,01      | 1         | 0,01      | 0 ns          | 4,41             | 8,29             |
| <b>IAB</b>          | 0,26      | 4         | 0,07      | 0,03 ns       | 2,93             | 4,58             |
| <b>Error</b>        | 48,22     | 18        | 2,68      |               |                  |                  |
| <b>C V</b>          | 10,11 %   |           |           |               |                  |                  |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El análisis de la ADEVA para la conductividad eléctrica señala que no existe significancia entre tratamientos, factor A, factor B, interacción entre factor A \* factor B, lo que significa que las treinta unidades experimentales tienen la misma capacidad de penetrar en la planta.

**Gráfico 14: Valores de la conductividad eléctrica**



Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En el gráfico el tratamiento diez presenta la mayor cantidad de conductividad eléctrica a diferencia de los demás, lo que significa que tiene mayor electrolitos para su capacidad de intercambio energético en la planta.

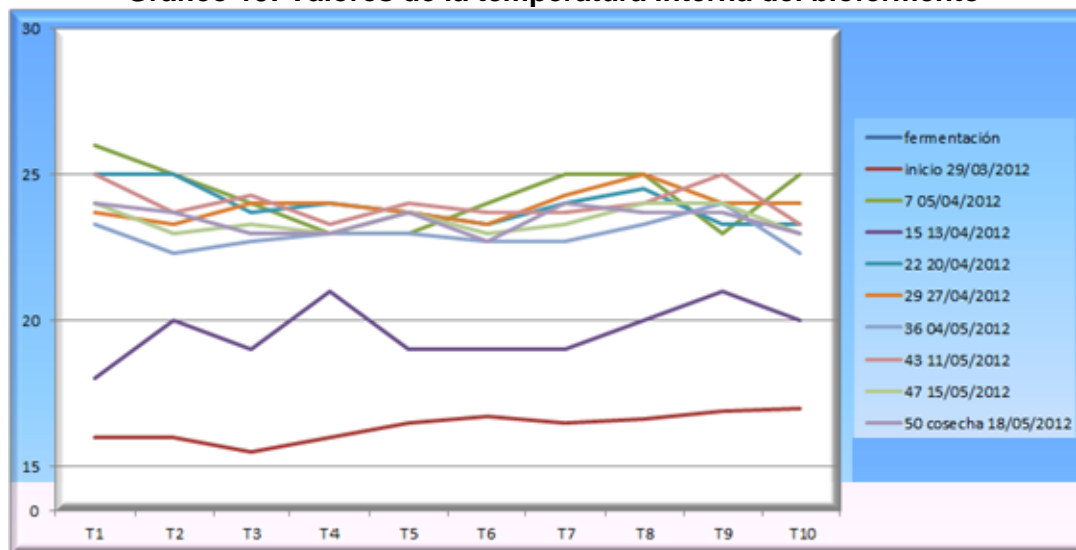
### C. Valores de la temperatura interna del biofermento.

**Tabla 8: Valores de la temperatura interna del biofermento**

| Temperatura interna de los biofermentos en °C |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Días de fermentación                          | Fecha      | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  |
| inicio  | 29/03/2012 | 16   | 16   | 15,5 | 16   | 16,5 | 16,7 | 16,5 | 16,6 | 16,9 | 17   |
| 7   | 05/04/2012 | 26   | 25   | 24   | 23   | 23   | 24   | 25   | 24   | 23   | 25   |
| 15  | 13/04/2012 | 18   | 20   | 19   | 21   | 19   | 19   | 19   | 20   | 21   | 20   |
| 22  | 20/04/2012 | 25   | 25   | 23,7 | 24   | 23,7 | 23,3 | 24   | 24,5 | 23,3 | 23,3 |
| 29  | 27/04/2012 | 23,7 | 23,3 | 24   | 24   | 23,7 | 23,3 | 24,3 | 25   | 24   | 24   |
| 36  | 04/05/2012 | 23,3 | 22,3 | 22,7 | 23   | 23   | 22,7 | 22,7 | 23,3 | 24   | 22,3 |
| 43  | 11/05/2012 | 25   | 23,7 | 24,3 | 23,3 | 24   | 23,7 | 23,7 | 24   | 25   | 23,3 |
| 47  | 15/05/2012 | 24   | 23   | 23,3 | 23   | 23,7 | 23   | 23,3 | 24   | 24   | 23   |
| 50 cosecha                                    | 18/05/2012 | 24   | 23,7 | 23   | 23   | 23,7 | 22,7 | 24   | 23,7 | 23,7 | 23   |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

**Gráfico 15: Valores de la temperatura interna del biofermento**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

Se observa en el gráfico como la temperatura empieza en un rango bajo y luego ha aumentado conforme al paso de los días de fermentación hasta mantenerse en un rango de (20 – 25) °C el cual fue óptimo para la fermentación adecuada de la levadura en pasta y del lactofermento.

**A. Valores de la Temperatura Ambiente**

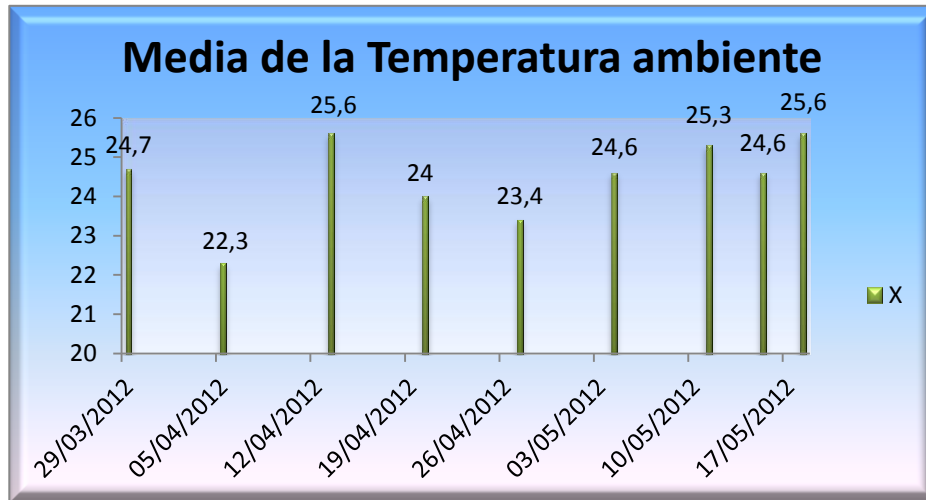
**Tabla 9: Valores de la Temperatura Ambiente**

| Días       | Fecha      | Temperatura ambiente °C |                   |                  | X    |
|------------|------------|-------------------------|-------------------|------------------|------|
|            |            | Mañana<br>7:00am        | Tarde<br>13:00 pm | Noche<br>7:00 pm |      |
| inicio     | 29/03/2012 | 19                      | 31                | 23               | 24,7 |
| 7          | 05/04/2012 | 18                      | 29                | 21               | 22,3 |
| 15         | 13/04/2012 | 20                      | 33                | 24               | 25,6 |
| 22         | 20/04/2012 | 21                      | 29                | 22               | 24   |
| 29         | 27/04/2012 | 19                      | 32                | 20               | 23,4 |
| 36         | 04/05/2012 | 22                      | 34                | 18               | 24,6 |
| 43         | 11/05/2012 | 21                      | 35                | 20               | 25,3 |
| 47         | 15/05/2012 | 24                      | 31                | 19               | 24,6 |
| 50 cosecha | 18/05/2012 | 23                      | 32                | 22               | 25,6 |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En la tabla se indica que la temperatura diaria no tuvo cambios bruscos por su ambiente controlado sin bajar de los 18 °C durante la mañana y noche.

**Gráfico 16: Media de los valores de la Temperatura ambiente**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En el gráfico se indica que la temperatura ambiente se pudo mantener en un rango promedio de (20 – 25) °C para la temperatura interna del biofermento, en donde mayor temperatura ambiente en los días 15 y 50 de la cosecha.

#### D. Valores de Temperatura del biogás

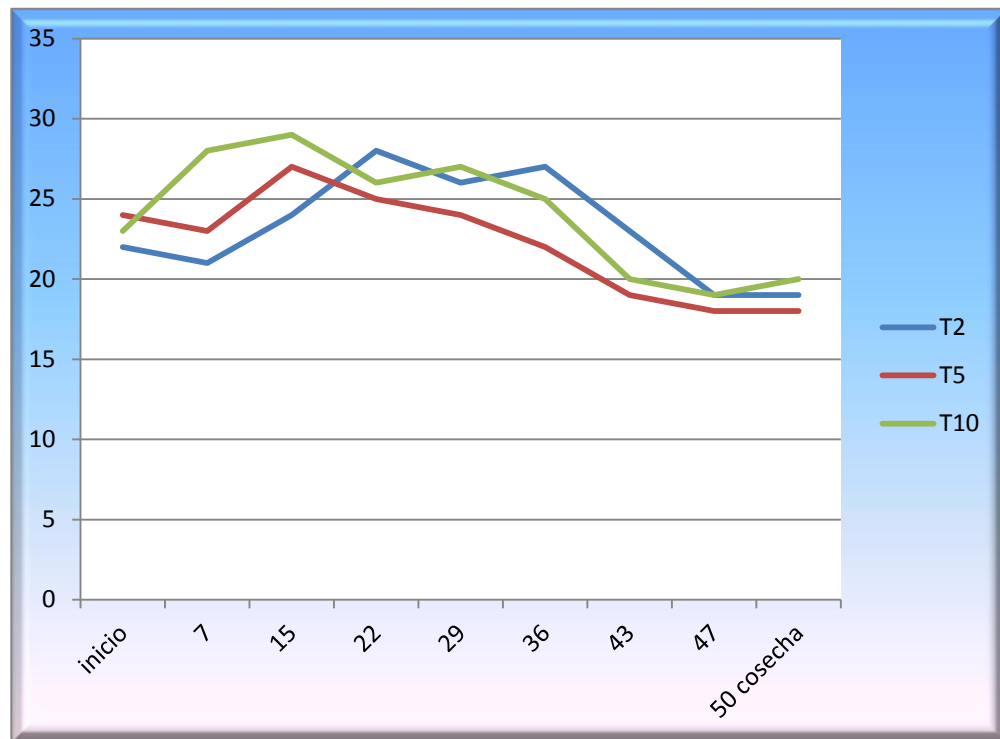
**Tabla 10: Valores de temperatura del biogás**

| Días       | Fecha      | Temperatura biogás °C |               |                | X    |
|------------|------------|-----------------------|---------------|----------------|------|
|            |            | Bloque 1 (T2)         | Bloque 2 (T5) | Bloque 3 (T10) |      |
| inicio     | 29/03/2012 | 22                    | 24            | 23             | 23   |
| 7          | 05/04/2012 | 21                    | 23            | 28             | 24   |
| 15         | 13/04/2012 | 24                    | 27            | 29             | 26,7 |
| 22         | 20/04/2012 | 28                    | 25            | 26             | 26,3 |
| 29         | 27/04/2012 | 26                    | 24            | 27             | 25,7 |
| 36         | 04/05/2012 | 27                    | 22            | 25             | 24,7 |
| 43         | 11/05/2012 | 23                    | 19            | 20             | 20,7 |
| 47         | 15/05/2012 | 19                    | 18            | 19             | 18,7 |
| 50 cosecha | 18/05/2012 | 19                    | 18            | 20             | 19   |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Se realizó un promedio de la temperatura del biogás la cual nos ayuda a determinar el tiempo de fermentación por bloque, por lo que se analizó que el T10 presentó mayor temperatura durante la fermentación.

**Gráfico 17: Valores promedio de temperatura del biogás**



Elaborado por: Gordón, V. (2012).

En el gráfico se nota claramente la temperatura del biogás en los tres bloques que se mantienen en un rango de (20 – 30) °C, y la temperatura en cada bloque hasta los 22 días de fermentación la temperatura se eleva, del día 22 al 36 se mantiene constante y del día 36 al 50 baja la temperatura manteniéndose en un rango constante los tres últimos días.

## E. Burbujeo en cada tratamiento.

**Tabla 11: Burbujeo de los tratamientos**

| Burbujeo             |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----------------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Días de fermentación | Fecha      | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
| inicio               | 29/03/2012 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |
| Primer día           | 30/03/2012 | -  | Si | -  | Si | -  | Si | -  | Si | -  | Si  |
| 3                    | 02/04/2012 | -  | Si | Si | Si | Si | Si | -  | Si | Si | Si  |
| 7                    | 05/04/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 15                   | 13/04/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 22                   | 20/04/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 29                   | 27/04/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 36                   | 04/05/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 43                   | 11/05/2012 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si  |
| 45                   | 13/05/2012 | Si | Si | Si | Si | -  | Si | Si | -  | Si | Si  |
| 47                   | 15/05/2012 | Si | -  | -  | -  | Si | -  | Si | -  | -  | -   |
| 48                   | 16/05/2012 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |
| 49                   | 17/05/2012 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |
| 50 cosecha           | 18/05/2012 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En la tabla se señala los tratamientos que presentaron biogás como muestra de inicio del proceso de fermentación fueron T2, T4, T6, T8, T10 es decir los tratamientos que contienen levadura como inóculo microbiano. A los 47 días solo el T1, T5 y el T7 presentaron burbujeo atenuado, a los 48 días hasta la cosecha ningún tratamiento burbujeo lo que significa que paro la fermentación.

## F. Características físicas (color, olor, consistencia)

Se registró las características físicas de cada uno de los tratamientos para un control de calidad óptimo, para la presentación del producto final.

La diferencia radicó siempre en que los tratamientos T1 y T2 presentaron un color verde opaco, un olor característico a fermentado y una consistencia líquida, conforme el porcentaje de suero va subiendo en cada tratamiento el color es más llamativo por lo tanto el T9 y T10 presentaron un color verde claro con olor a fermento dulce y una consistencia semilíquida, por lo tanto son los tratamientos con mejores características visuales.

## G. Rendimiento del biol de cada tratamiento

Para el rendimiento del biol se considera el volumen inicial (16 L) que es la cantidad total de materia prima e insumos agregados en el biodigestor y el volumen final se considera la cantidad total del biodigestor menos el biosol (nata y lodo); para el rendimiento se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

**Tabla 12: Rendimiento en la producción de biol**

| Tratamientos | Volumen inicial (L) | Volumen final (L) | Rendimiento (L) |
|--------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| T1           | 16                  | 11                | 68,75 %         |
| T2           | 16                  | 11,5              | 71,88 %         |
| T3           | 16                  | 11                | 68,75 %         |
| T4           | 16                  | 11,5              | 71,88 %         |
| T5           | 16                  | 10                | 62,5 %          |
| T6           | 16                  | 10,5              | 65,62 %         |
| T7           | 16                  | 9,5               | 59,37 %         |
| T8           | 16                  | 10                | 62,5 %          |
| T9           | 16                  | 9                 | 56,25 %         |
| T10          | 16                  | 9,5               | 59,37 %         |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

En la tabla se indica el análisis de rendimiento demostrando que los tratamientos de mayor porcentaje son el T2 (50 % agua, 0 % suero de leche y 0,08 % levadura) y el T4 (12,5 % de suero de leche, 37,5 % de agua y 0,08 % de levadura).

#### H. Costos de producción del biol.

| Biodigestor                    | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario \$ | Valor total \$  |
|--------------------------------|------------------|----------|-------------------|-----------------|
| Baldes                         | unid             | 30       | 1,5               | 45              |
| Manguera de plástico           | m                | 24       | 0,5               | 12              |
| Manguera de caucho             | m                | 9        | 0,65              | 5,85            |
| Pernos tapón                   | unid             | 30       | 0,05              | 1,5             |
| Cinta teflón                   | unid             | 1        | 2                 | 2               |
| botellas                       | unid             | 100      | 0,04              | 4               |
| Cinta de embalaje              | unid             | 1        | 8                 | 8               |
| Silicona                       | unid             | 1        | 4,5               | 4,5             |
| Termómetros de alcohol         | unid             | 4        | 18                | 72              |
| Vasos plásticos                | unid             | 300      | 0,006             | 1,8             |
| Guantes y cubre bocas          | unid             | 4        | 1                 | 4               |
| <b>Materia prima e insumos</b> |                  |          |                   |                 |
| Estiércol                      | Kg               | 180      | 0,02              | 3,6             |
| Suero de leche                 | L                | 120      | 0,05              | 6               |
| Alfalfa                        | Kg               | 23       | 0,3               | 6,9             |
| Humus                          | Kg               | 12       | 0,25              | 3               |
| Ceniza                         | Kg               | 12       | 0,05              | 0,6             |
| Melaza                         | Kg               | 12       | 0,4               | 4,8             |
| Levadura                       | gr               | 15       | 0,03              | 0,45            |
| Lactofermento                  | gr               | 9        | 0,04              | 0,36            |
|                                |                  |          |                   | 186,36          |
| <b>DEPRECIACIONES</b>          |                  |          |                   |                 |
| Mano de Obra 10 %              |                  |          |                   | 18,63           |
| Imprevistos 5 %                |                  |          |                   | 9,32            |
| SUBTOTAL                       |                  |          |                   | 214,31          |
| Utilidad 5 %                   |                  |          |                   | 10,72           |
| Costos de producción           |                  |          |                   | 225,03          |
| Rendimiento                    |                  |          |                   | 311 litros      |
| <b>Costo por unidad (L)</b>    |                  |          |                   | <b>0,73 c/L</b> |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

El costo de producción se lo realizó considerando todo el material y materia prima e insumos utilizados en la elaboración del biol y tomando en cuenta las depreciaciones, el litro de biol de suero de leche es de \$ 0,73. Cabe recalcar que el precio por c/L es sin tomar en cuenta el análisis químico.

### 3.6.2. Interpretación de datos.

**Cuadro 66: Interpretación de datos.**

| Elementos<br>Tratamientos | N     | P     | K     | S     | Ca    | Mg    | Zn    | Cu    | Fe    | Mn    | B     |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1                        | Alto  | Medio | Medio | Medio | Medio | Medio | Medio | Bajo  | Alto  | Alto  | Medio |
| T2                        | Medio | Medio | Medio | Medio | Bajo  | Bajo  | Medio | Bajo  | Bajo  | Bajo  | Bajo  |
| T3                        | Bajo  | Medio | Bajo  | Medio | Alto  | Alto  | Medio | Medio | Medio | Medio | Alto  |
| T4                        | Alto  | Medio | Medio | Bajo  | Medio | Bajo  | Medio | Medio | Medio | Bajo  | Medio |
| T5                        | Medio | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Medio | Medio | Alto  | Alto  | Medio |
| T6                        | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Bajo  | Bajo  | Medio | Medio | Medio |
| T7                        | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Bajo  | Bajo  | Medio | Medio | Medio |
| T8                        | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Bajo  | Bajo  | Medio | Medio | Alto  |
| T9                        | Medio | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Alto  | Medio | Alto  | Alto  | Medio |
| T10                       | Alto  | Medio | Alto  | Alto  | Alto  | Alto  | Medio | Alto  | Medio | Medio | Medio |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

|  |       |
|--|-------|
|  | Alto  |
|  | Medio |
|  | Bajo  |

**Tabla 13: Porcentajes de la interpretación de datos**

| Tratamientos | % DE VALORES                |        |                              |        |                             |        |
|--------------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
|              | Elementos de contenido ALTO |        | Elementos de contenido MEDIO |        | Elementos de contenido BAJO |        |
| <b>T1</b>    | 2                           | 18,18% | 7                            | 63,64% | 2                           | 18,18% |
| <b>T2</b>    | 0                           | 0%     | 5                            | 45,45% | 6                           | 54,55% |
| <b>T3</b>    | 3                           | 27,27% | 6                            | 54,55% | 2                           | 18,18% |
| <b>T4</b>    | 1                           | 9,09%  | 7                            | 63,64% | 3                           | 27,27% |
| <b>T5</b>    | 6                           | 54,55% | 5                            | 45,45% | 0                           | 0%     |
| <b>T6</b>    | 5                           | 45,45% | 4                            | 36,36% | 2                           | 18,18% |
| <b>T7</b>    | 5                           | 45,45% | 4                            | 36,36% | 2                           | 18,18% |
| <b>T8</b>    | 6                           | 54,55% | 3                            | 27,27% | 2                           | 18,18% |
| <b>T9</b>    | 7                           | 63,64% | 4                            | 36,36% | 0                           | 0%     |
| <b>T10</b>   | 6                           | 54,55% | 5                            | 45,45% | 0                           | 0%     |

Elaborado por: Gordón, V. (2012)

Se analizó que los tratamientos T6, T7, T8 tienen valores altos en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y calcio siendo el T8 alto en boro; mientras que los tratamientos T5 y T9 tienen alto contenido de fósforo, potasio, azufre y calcio; el tratamiento T9 tiene alto contenido zinc, hierro y manganeso; el tratamiento T10 presenta alto contenido de nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y cobre; el tratamiento T1 en hierro y manganeso; el tratamiento T3 alto contenido en calcio, magnesio y boro; el tratamiento T4 alto en contenido de nitrógeno y por último el tratamiento T2 no presenta rango alto en ninguno de los elementos.

### **3.6.3. Verificación de hipótesis.**

De acuerdo a las variables evaluadas en la elaboración del biol se afirma que si es posible la utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol).

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1. CONCLUSIONES.**

Finalizada la investigación “Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol)” se concluye que:

El mejor tratamiento es T9 (a5 b1) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) ya que presenta un alto contenido de nitrógeno, potasio, azufre, calcio, zinc, hierro y manganeso, un contenido medio de nitrógeno, magnesio, cobre y boro; seguido de T10 (a5 b2) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura) que presenta un mayor contenido de nitrógeno, magnesio y cobre y un contenido medio de fósforo, cobre, hierro, manganeso y boro; ninguno de los dos tratamientos presenta un bajo contenido en los macro y micro nutrientes, pudiendo ser complementarios.

En la producción del biol el suero de leche es un factor fundamental para la biosíntesis de los macro y micro elementos, lo que se verifica en la composición del biol del testigo T2 (tratamientos en ausencia de suero de leche); T2 no presenta ningún elemento en contenido alto, presenta un 45,45% de elementos de contenido medio (nitrógeno fosforo, potasio, azufre y zinc), y un 54,55% de elementos de bajo contenido (calcio, magnesio, cobre, hierro y manganeso) por lo tanto la biosíntesis de macro y micro elementos no se vieron favorecidas en las condiciones de composición de dichos tratamientos.

El tipo de biofermento si influye en la biosíntesis de los macro y micro elementos, T9 (a5 b1)( 50 % suero dulce de leche, 0 % agua, 38% estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento) presenta el 8,1 % de macro y micro nutrientes de alto contenido más que T10 (a5 b2) (50 %

de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % levadura).

El tiempo de elaboración del biol a base de suero de leche es de 50 días, lo que se determinó por el pH y la temperatura estable al finalizar la fermentación sin presencia de biogás.

El costo de un litro de biol de suero de leche es de \$ 0,73 USD versus \$3,00 USD PVP. biol comercial, denotando una diferencia y ahorro de \$ 2, 27 USD definiéndose como una fuente de inversión rentable.

#### **4.2. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda aplicar el mejor tratamiento T9 (a5 b1) (50 % de suero de leche, 0 % agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lactofermento), biol a base de suero de leche en diferentes cultivos para comprobar sus beneficios.

Continuar la investigación sobre el uso del biosol para optimizar el aprovechamiento de los recursos generados.

Elegir el tratamiento de elaboración del biol en base a la cantidad o nivel de los requerimientos de macro y micro nutrientes de los cultivos en los que se vaya a aplicar.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *AGROECOLOGÍA, Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexico: Edithor.
- Basaure, P. (2005). Manual de lombricultura. *Manual de lombricultura*.
- Bizzozero, F. (2006). *Tecnologías Apropriadas, Biofertilizantes Nutriendo Cultivos Sanos*. Uruguay: CEUTA.
- Bylund, G. (2003). *Manual de Industrias Lacteas*. Madrid: Mundi-Prensa Libros, S.A. Recuperado el 12 de 2012, de Manual de Industrias Lacteas.
- Campesinos, F. H. (2010). *Manual Agricultura Alternativa*. Bogota: Lexus.
- Carrasco, G., & Izquierdo, J. (1996). *LA EMPRESA HIDROPONICA DE MEDIANA ESCALA*. Chile: Universidad de Talca.
- Claure, C. (1992). *Manejo de Efluente. Proyecto de biogas*. Bolivia: UMMS.
- Danisco. (31 de Agosto de 2011). *CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU*. Recuperado el 21 de Febrero de 2012, de CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU: [https://www.fromagex.com/usa/media/wysiwyg/documents/TechnicalDocument/I201CDL400\\_Technical\\_Spec\\_Sheet.pdf](https://www.fromagex.com/usa/media/wysiwyg/documents/TechnicalDocument/I201CDL400_Technical_Spec_Sheet.pdf)
- Duran, F. (2007). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Colombia: grupo Latino LTDA.
- EcuRed. (10 de Abril de 2013). *Conocimiento con todos y para todos EcuRed*. Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php/Levadura>
- FAO. (Marzo de 2000). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*. Recuperado el 24 de Octubre de 2012, de Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura: [www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/](http://www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/)
- Garcia, M., Quintero, R., & Lopez, A. (18 de Diciembre de 2004). *Biotecnología Alimentaria*. Mexico: LIMUSA, S.A. Recuperado el 2012, de Tecnología Alimentaria.

- IDAE. (Octubre de 2007). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. Obtenido de Biomasa: Digestores anaerobios: [www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_10737\\_Biomasa\\_digestores\\_07\\_a996b846.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10737_Biomasa_digestores_07_a996b846.pdf)
- Levapan. (2012). *www.levapan.com*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012, de Compañía Nacional de Levadura Levapan S. A.: <http://www.levapan.com/es-co/panader%C3%ADa/l%C3%ADneadeproductos/levaduras/levadurafresca.aspx>
- Lorente, J., Yuste, P., & Gostincar, J. (2007). *Biblioteca de la Agricultura*. España: IDEA BOOKS, S.A.
- Medina, A. (1992). *El Biol y el Biosol en la agricultura*. Bolivia: Programa especial de energía.
- Meyer, M. (2010). *Elaboración de productos lácteos*. México: Trillas.
- Potter, N., & Hotchkiss, J. (1999). *Ciencia de los Alimentos*. Zaragoza (España): Acribia S.A.
- Proaño, C., & Armas, D. (2011). *Estudio de la influencia del suero de leche fermentado en la elaboracion de jabón líquido con ph ácido*. Ibarra: UTN.
- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados Y Biofertilizantes Foliars*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Rimache, M. (2011). *Biohuertos, Agricultura ecológica*. Bogotá : Ediciones de la U.
- Rosas, A. (2003). *Agricultura organica pracitca: Alternativas tecnologicas para la agricultura del futuro*. Bogota: Instituto Colombiano Agropecuario.
- Sánchez, C. (2003). *Abonos Orgánicos*. Guayaquil: SERVILIBROS.
- Sánchez, J. (2007). *Fertilizantes: El alimento de nuestros alimentos*. México: Trillas.

Soto, G. (2003). *Abonos Organicos: El Proceso de Compostaje. Taller de Abonos Organicos.*

Suquilanda, M. (1996). *Agricultura orgánica - Alternativa tecnológica del futuro .*  
Quito: Fundación para el desarrollo agropecuario.

## **LINKOGRAFÍA**

Danisco. (31 de Agosto de 2011). *CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU*. Recuperado el 21 de Febrero de 2012, de CHOOZIT MA 14 LYO 50 DCU: [https://www.fromagex.com/usa/media/wysiwyg/documents/TechnicalDocument/I201CDL400\\_Technical\\_Spec\\_Sheet.pdf](https://www.fromagex.com/usa/media/wysiwyg/documents/TechnicalDocument/I201CDL400_Technical_Spec_Sheet.pdf)

EcuRed. (10 de Abril de 2013). *Conocimiento con todos y para todos EcuRed*.  
Obtenido de EcuRed: <http://www.ecured.cu/index.php/Levadura>

FAO. (Marzo de 2000). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*. Recuperado el 24 de Octubre de 2012, de Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura: [www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/](http://www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/)

IDAE. (Octubre de 2007). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*.  
Obtenido de Biomasa: Digestores anaerobios: [www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_10737\\_Biomasa\\_digestores\\_07\\_a996b846.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10737_Biomasa_digestores_07_a996b846.pdf)

Jiménez, W. (19 de Febrero de 2009). *Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (Prosopis juliflora (Sw.) DC.) en fase de vivero*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2010, de Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (Prosopis juliflora (Sw.) DC.)

en fase de vivero:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/998.pdf>

Levapan. (2012). *www.levapan.com*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2012, de Compañía Nacional de Levadura Levapan S. A.: <http://www.levapan.com/es-co/panader%C3%ADa/l%C3%ADneadeproductos/levaduras/levadurafresca.aspx>

Roman, P. (21 de Junio de 2012). *Taller – Biodigestores y Biogas*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2012, de Taller – Biodigestores y Biogas: [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&ved=0CFUQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.rlc.fao.org%2Ffileadmin%2Fcontent%2Fevents%2Ftaller\\_tcp-par-3303%2FBiodigestor.ppt&ei=s0ZbUe2OGKjD4AP3k4HoBg&usg=AFQjCNGghjMQIGeN2-zkgKKunnJfBDAt](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&ved=0CFUQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.rlc.fao.org%2Ffileadmin%2Fcontent%2Fevents%2Ftaller_tcp-par-3303%2FBiodigestor.ppt&ei=s0ZbUe2OGKjD4AP3k4HoBg&usg=AFQjCNGghjMQIGeN2-zkgKKunnJfBDAt)

Vogel, M. A. (24 de Agosto de 2011). *Historia Molkosan: el sano sabor de los Alpes*. Recuperado el 24 de Agosto de 2011, de Historia Molkosan: el sano sabor de los Alpes: [www.avogel.es/noticias\\_de\\_salud/articulos/molkosan\\_historia.php](http://www.avogel.es/noticias_de_salud/articulos/molkosan_historia.php)

## VII. ANEXOS.

### Anexo 1. Análisis de laboratorio a1b1R1

|  |                 |                              |
|--|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

#### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

##### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a1b1R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3866  
**FECHA:** 14/06/2012

##### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 285,55    | 0,0286  |
| FÓSFORO    | 189,35    | 0,0189  |
| AZUFRE     | 1384,26   | 0,1384  |
| POTASIO    | 50778,00  | 5,0778  |
| CALCIO     | 27140,00  | 2,7140  |
| MAGNESIO   | 6744,00   | 0,6744  |
| ZINC       | 8,65      | 0,0009  |
| COBRE      | 1,64      | 0,00016 |
| HIERRO     | 3669,00   | 0,3669  |
| MANGANESO  | 1016,00   | 0,1016  |
| BORO       | 3,38      | 0,00034 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,35         |
| CE**                   | 14,610 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 2. Análisis de laboratorio a1b1R2

|   |                  |                             |
|---|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a1b1R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3867  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 459,18    | 0,0459  |
| FOSFORO    | 158,65    | 0,0159  |
| AZUFRE     | 1379,83   | 0,1380  |
| POTASIO    | 54873,00  | 5,4873  |
| CALCIO     | 25040,00  | 2,5040  |
| MAGNESIO   | 7104,00   | 0,7104  |
| ZINC       | 5,33      | 0,0005  |
| COBRE      | 1,27      | 0,00013 |
| HIERRO     | 2704,00   | 0,2704  |
| MANGANESO  | 1038,00   | 0,1038  |
| BORO       | 3,63      | 0,00036 |

\* Nitrógeno amoniacal  
ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,65         |
| CE**                   | 15,373 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



### Anexo 3. Análisis de laboratorio a1b1R3

|  |                  |                              |
|--|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

#### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

##### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a1b1R3  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3870  
FECHA: 14/06/2012

##### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 303,82    | 0,0304  |
| FOSFORO    | 181,10    | 0,0181  |
| AZUFRE     | 1343,58   | 0,1344  |
| POTASIO    | 56511,00  | 5,6511  |
| CALCIO     | 27420,00  | 2,7420  |
| MAGNESIO   | 7392,00   | 0,7392  |
| ZINC       | 5,52      | 0,0006  |
| COBRE      | 1,34      | 0,00013 |
| HIERRO     | 2932,00   | 0,2932  |
| MANGANESO  | 1044,00   | 0,1044  |
| BORO       | 3,77      | 0,00038 |

\* Nitrógeno amoniacal  
ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,72         |
| CE**                   | 15,220 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 4. Análisis de laboratorio a1b2R1

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Rorkdos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a1b2R1  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3875  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 424,91    | 0,0425  |
| FOSFORO    | 173,46    | 0,0173  |
| AZUFRE     | 968,35    | 0,0968  |
| POTASIO    | 54054,00  | 5,4054  |
| CALCIO     | 23000,00  | 2,3000  |
| MAGNESIO   | 6756,00   | 0,6756  |
| ZINC       | 6,81      | 0,0007  |
| COBRE      | 1,33      | 0,00013 |
| HIERRO     | 1138,00   | 0,1138  |
| MANGANESO  | 747,00    | 0,0747  |
| BORO       | 2,85      | 0,00029 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

#### RESULTADOS ADICIONALES

|      |              |
|------|--------------|
| pH   | 5,54         |
| CE** | 14,754 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT

## Anexo 5. Análisis de laboratorio a1b2R2

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a1b2R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3861  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 484,31    | 0,0484  |
| FOSFORO    | 160,02    | 0,0160  |
| AZUFRE     | 1171,79   | 0,1172  |
| POTASIO    | 52416,00  | 5,2416  |
| CALCIO     | 20380,00  | 2,0380  |
| MAGNESIO   | 6516,00   | 0,6516  |
| ZINC       | 4,60      | 0,0005  |
| COBRE      | 1,32      | 0,00013 |
| HIERRO     | 1116,00   | 0,1116  |
| MANGANESO  | 700,00    | 0,0700  |
| BORO       | 3,05      | 0,00031 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,64         |
| CE**                   | 15,084 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 6. Análisis de laboratorio a1b2R3

|   |                 |                             |
|---|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a1b2R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3885  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 623,67    | 0,0624  |
| FÓSFORO    | 172,54    | 0,0173  |
| AZUFRE     | 1207,95   | 0,1208  |
| POTASIO    | 58149,00  | 5,8149  |
| CALCIO     | 22480,00  | 2,2480  |
| MAGNESIO   | 7140,00   | 0,7140  |
| ZINC       | 4,61      | 0,0005  |
| COBRE      | 1,77      | 0,00018 |
| HIERRO     | 1166,00   | 0,1166  |
| MANGANESO  | 712,00    | 0,0712  |
| BORO       | 3,03      | 0,00030 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,78         |
| CE**                   | 16,356 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 7. Análisis de laboratorio a2b1R1

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a2b1R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3869  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 382,64    | 0,0383  |
| FOSFORO    | 201,41    | 0,0201  |
| AZUFRE     | 862,12    | 0,0862  |
| POTASIO    | 40541,00  | 4,0541  |
| CALCIO     | 31460,00  | 3,1460  |
| MAGNESIO   | 7608,00   | 0,7608  |
| ZINC       | 5,59      | 0,0006  |
| COBRE      | 1,91      | 0,00019 |
| HIERRO     | 1820,00   | 0,1820  |
| MANGANESO  | 890,00    | 0,0890  |
| BORO       | 4,19      | 0,00042 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,55         |
| CE**                   | 16,695 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 8. Análisis de laboratorio a2b1R2

|   |                  |                             |
|---|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a2b1R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3868  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 413,48    | 0,0413  |
| FOSFORO    | 172,09    | 0,0172  |
| AZUFRE     | 979,87    | 0,0980  |
| POTASIO    | 42588,00  | 4,2588  |
| CALCIO     | 31070,00  | 3,1070  |
| MAGNESIO   | 7698,00   | 0,7698  |
| ZINC       | 5,77      | 0,0006  |
| COBRE      | 1,94      | 0,00019 |
| HIERRO     | 1905,00   | 0,1905  |
| MANGANESO  | 798,00    | 0,0798  |
| BORO       | 4,05      | 0,00041 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,42         |
| CE**                   | 13,076 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 9. Análisis de laboratorio a2b1R3

|   |                 |                             |
|---|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a2b1R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3884  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 440,90    | 0,0441  |
| FÓSFORO    | 158,49    | 0,0158  |
| AZUFRE     | 1194,39   | 0,1194  |
| POTASIO    | 38493,00  | 3,8493  |
| CALCIO     | 30980,00  | 3,0980  |
| MAGNESIO   | 7788,00   | 0,7788  |
| ZINC       | 5,28      | 0,0005  |
| COBRE      | 2,33      | 0,00023 |
| HIERRO     | 1964,00   | 0,1964  |
| MANGANESO  | 983,00    | 0,0983  |
| BORO       | 3,85      | 0,00039 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,67         |
| CE**                   | 16,042 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 10. Análisis de laboratorio a2b2R1



### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a2b2R1  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3862  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 783,60    | 0,0784  |
| FOSFORO    | 256,40    | 0,0256  |
| AZUFRE     | 628,39    | 0,0628  |
| POTASIO    | 56511,00  | 5,6511  |
| CALCIO     | 25620,00  | 2,5620  |
| MAGNESIO   | 7284,00   | 0,7284  |
| ZINC       | 7,46      | 0,0007  |
| COBRE      | 2,97      | 0,00030 |
| HIERRO     | 1844,00   | 0,1844  |
| MANGANESO  | 700,00    | 0,0700  |
| BORO       | 3,14      | 0,00031 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,60         |
| CE**                   | 17,373 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 11. Análisis de laboratorio a2b2R2

|  |                 |                              |
|--|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a2b2R2  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3872  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 755,04    | 0,0755  |
| FÓSFORO    | 179,42    | 0,0179  |
| AZUFRE     | 936,71    | 0,0937  |
| POTASIO    | 54873,00  | 5,4873  |
| CALCIO     | 22600,00  | 2,2600  |
| MAGNESIO   | 6696,00   | 0,6696  |
| ZINC       | 5,68      | 0,0006  |
| COBRE      | 2,45      | 0,00025 |
| HIERRO     | 1925,00   | 0,1925  |
| MANGANESO  | 765,00    | 0,0765  |
| BORO       | 3,25      | 0,00033 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,62         |
| CE**                   | 16,017 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 12. Análisis de laboratorio a2b2R3

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a2b2R3  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3879  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 540,28    | 0,0540  |
| FOSFORO    | 167,50    | 0,0168  |
| AZUFRE     | 787,52    | 0,0788  |
| POTASIO    | 60603,00  | 6,0603  |
| CALCIO     | 21100,00  | 2,1100  |
| MAGNESIO   | 6169,00   | 0,6169  |
| ZINC       | 7,31      | 0,0007  |
| COBRE      | 2,41      | 0,00024 |
| HIERRO     | 18,33     | 0,0018  |
| MANGANESO  | 6,85      | 0,0007  |
| BORO       | 3,43      | 0,00034 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,29         |
| CE**                   | 12,220 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 13. Análisis de laboratorio a3b1R1

|   |                 |                              |
|---|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                        |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a3b1R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3873  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 462,61    | 0,0463  |
| FÓSFORO    | 230,44    | 0,0230  |
| AZUFRE     | 1510,44   | 0,1510  |
| POTASIO    | 62244,00  | 6,2244  |
| CALCIO     | 30020,00  | 3,0020  |
| MAGNESIO   | 7452,00   | 0,7452  |
| ZINC       | 6,05      | 0,0006  |
| COBRE      | 2,08      | 0,00021 |
| HIERRO     | 2786,00   | 0,2786  |
| MANGANESO  | 988,00    | 0,0988  |
| BORO       | 3,68      | 0,00037 |

\* Nitrógeno amoniacal  
ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,40         |
| CE**                   | 16,677 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 14. Análisis de laboratorio a3b1R2

|   |                  |                             |
|---|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a3b1R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3881  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 750,47    | 0,0750  |
| FOSFORO    | 232,73    | 0,0233  |
| AZUFRE     | 1366,18   | 0,1366  |
| POTASIO    | 56511,00  | 5,6511  |
| CALCIO     | 27720,00  | 2,7720  |
| MAGNESIO   | 7104,00   | 0,7104  |
| ZINC       | 6,38      | 0,0006  |
| COBRE      | 1,75      | 0,00018 |
| HIERRO     | 3116,00   | 0,3116  |
| MANGANESO  | 970,00    | 0,0970  |
| BORO       | 3,47      | 0,00035 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,41         |
| CE**                   | 16,525 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 15. Análisis de laboratorio a3b1R3

|  |                 |                             |
|--|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a3b1R3  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3886  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 621,39    | 0,0621  |
| FÓSFORO    | 241,13    | 0,0241  |
| AZUFRE     | 1488,24   | 0,1488  |
| POTASIO    | 63063,00  | 6,3063  |
| CALCIO     | 35140,00  | 3,5140  |
| MAGNESIO   | 7356,00   | 0,7356  |
| ZINC       | 6,23      | 0,0006  |
| COBRE      | 1,86      | 0,00019 |
| HIERRO     | 4644,00   | 0,4644  |
| MANGANESO  | 963,00    | 0,0963  |
| BORO       | 3,91      | 0,00039 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,37         |
| CE**                   | 17,144 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 16. Análisis de laboratorio a3b2R1

|   |                  |                             |
|---|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a3b2R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3887  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 793,88    | 0,0794  |
| FOSFORO    | 204,93    | 0,0205  |
| AZUFRE     | 1628,49   | 0,1628  |
| POTASIO    | 58149,00  | 5,8149  |
| CALCIO     | 27860,00  | 2,7860  |
| MAGNESIO   | 6948,00   | 0,6948  |
| ZINC       | 5,04      | 0,0005  |
| COBRE      | 1,25      | 0,00013 |
| HIERRO     | 2210,00   | 0,2210  |
| MANGANESO  | 862,00    | 0,0862  |
| BORO       | 3,34      | 0,00033 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,36         |
| CE**                   | 16,508 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 17. Análisis de laboratorio a3b2R2

|  |                  |                              |
|--|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Rorkdos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a3b2R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3863  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 935,52    | 0,0936  |
| FOSFORO    | 252,59    | 0,0253  |
| AZUFRE     | 1632,91   | 0,1633  |
| POTASIO    | 60606,00  | 6,0606  |
| CALCIO     | 29440,00  | 2,9440  |
| MAGNESIO   | 7488,00   | 0,7488  |
| ZINC       | 3,51      | 0,0004  |
| COBRE      | 1,32      | 0,00013 |
| HIERRO     | 2311,00   | 0,2311  |
| MANGANESO  | 877,00    | 0,0877  |
| BORO       | 3,47      | 0,00035 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

#### RESULTADOS ADICIONALES

|      |              |
|------|--------------|
| pH   | 5,60         |
| CE** | 17,389 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 18. Análisis de laboratorio a3b2R3

|  |                  |                              |
|--|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Rorkdos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a3b2R3  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3871  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 760,75    | 0,0761  |
| FOSFORO    | 275,04    | 0,0275  |
| AZUFRE     | 1682,64   | 0,1683  |
| POTASIO    | 55692,00  | 5,5692  |
| CALCIO     | 28100,00  | 2,8100  |
| MAGNESIO   | 6996,00   | 0,6996  |
| ZINC       | 4,25      | 0,0004  |
| COBRE      | 1,64      | 0,00016 |
| HIERRO     | 2253,00   | 0,2253  |
| MANGANESO  | 963,00    | 0,0963  |
| BORO       | 3,78      | 0,00038 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,27         |
| CE**                   | 16,712 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 19. Análisis de laboratorio a4b1R1

|  |                  |                              |
|--|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a4b1R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3888  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 670,51    | 0,0671  |
| FOSFORO    | 203,86    | 0,0204  |
| AZUFRE     | 1298,37   | 0,1298  |
| POTASIO    | 64701,00  | 6,4701  |
| CALCIO     | 31780,00  | 3,1780  |
| MAGNESIO   | 7872,00   | 0,7872  |
| ZINC       | 1,87      | 0,0002  |
| COBRE      | 1,58      | 0,00016 |
| HIERRO     | 2473,00   | 0,2473  |
| MANGANESO  | 951,00    | 0,0951  |
| BORO       | 3,86      | 0,00039 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,54         |
| CE**                   | 17,237 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 20. Análisis de laboratorio a4b1R2

|  |                 |                             |
|--|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a4b1R2  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3882  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 790,45    | 0,0790  |
| FÓSFORO    | 247,85    | 0,0248  |
| AZUFRE     | 1506,33   | 0,1506  |
| POTASIO    | 55692,00  | 5,5692  |
| CALCIO     | 29320,00  | 2,9320  |
| MAGNESIO   | 7020,00   | 0,7020  |
| ZINC       | 1,98      | 0,0002  |
| COBRE      | 1,27      | 0,00013 |
| HIERRO     | 2721,00   | 0,2721  |
| MANGANESO  | 922,00    | 0,0922  |
| BORO       | 3,55      | 0,00036 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,38         |
| CE**                   | 16,508 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 21. Análisis de laboratorio a4b1R3

|  |                 |                             |
|--|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a4b1R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3880  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 715,06    | 0,0715  |
| FÓSFORO    | 206,76    | 0,0207  |
| AZUFRE     | 1316,45   | 0,1316  |
| POTASIO    | 58968,00  | 5,8968  |
| CALCIO     | 30440,00  | 3,0440  |
| MAGNESIO   | 7428,00   | 0,7428  |
| ZINC       | 1,91      | 0,0002  |
| COBRE      | 1,05      | 0,00011 |
| HIERRO     | 2315,00   | 0,2315  |
| MANGANESO  | 910,00    | 0,0910  |
| BORO       | 3,68      | 0,00037 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,58         |
| CE**                   | 17,330 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 22. Análisis de laboratorio a4b2R1

|  |                 |                              |
|--|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a4b2R1  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3889  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 889,80    | 0,0890  |
| FÓSFORO    | 231,96    | 0,0232  |
| AZUFRE     | 1262,21   | 0,1262  |
| POTASIO    | 63063,00  | 6,3063  |
| CALCIO     | 28020,00  | 2,8020  |
| MAGNESIO   | 7296,00   | 0,7296  |
| ZINC       | 3,04      | 0,0003  |
| COBRE      | 1,61      | 0,00016 |
| HIERRO     | 1940,00   | 0,1940  |
| MANGANESO  | 794,00    | 0,0794  |
| BORO       | 3,48      | 0,00035 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,40         |
| CE**                   | 17,712 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 23. Análisis de laboratorio a4b2R2

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a4b2R2  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3877  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 687,64    | 0,0688  |
| FOSFORO    | 178,04    | 0,0178  |
| AZUFRE     | 1485,99   | 0,1486  |
| POTASIO    | 63255,00  | 6,3255  |
| CALCIO     | 27320,00  | 2,7320  |
| MAGNESIO   | 7683,00   | 0,7683  |
| ZINC       | 4,60      | 0,0005  |
| COBRE      | 1,55      | 0,00016 |
| HIERRO     | 1908,00   | 0,1908  |
| MANGANESO  | 781,00    | 0,0781  |
| BORO       | 3,87      | 0,00039 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,25         |
| CE**                   | 14,449 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 24. Análisis de laboratorio a4b2R3

|  |                 |                             |
|--|-----------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a4b2R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3864  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 962,94    | 0,0963  |
| FÓSFORO    | 278,40    | 0,0278  |
| AZUFRE     | 1709,76   | 0,1710  |
| POTASIO    | 61425,00  | 6,1425  |
| CALCIO     | 29580,00  | 2,9580  |
| MAGNESIO   | 7368,00   | 0,7368  |
| ZINC       | 3,44      | 0,0003  |
| COBRE      | 1,79      | 0,00018 |
| HIERRO     | 2034,00   | 0,2034  |
| MANGANESO  | 1054,00   | 0,1054  |
| BORO       | 4,45      | 0,00045 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,49         |
| CE**                   | 18,237 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 25. Análisis de laboratorio a5b1R1

|   |                  |                             |
|---|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a5b1R1  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3810  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 1144,10   | 0,1144  |
| FOSFORO    | 155,20    | 0,0155  |
| AZUFRE     | 1436,26   | 0,1436  |
| POTASIO    | 54600,00  | 5,4600  |
| CALCIO     | 30960,00  | 3,0960  |
| MAGNESIO   | 7056,00   | 0,7056  |
| ZINC       | 10,50     | 0,0011  |
| COBRE      | 2,06      | 0,00021 |
| HIERRO     | 3568,90   | 0,3569  |
| MANGANESO  | 1087,00   | 0,1087  |
| BORO       | 3,75      | 0,00038 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,58         |
| CE**                   | 17,017 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 26. Análisis de laboratorio a5b1R2

|  |                 |                              |
|--|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a5b1R2  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3878  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 548,83    | 0,0549  |
| FÓSFORO    | 255,64    | 0,0256  |
| AZUFRE     | 1307,41   | 0,1307  |
| POTASIO    | 59787,00  | 5,9787  |
| CALCIO     | 32580,00  | 3,2580  |
| MAGNESIO   | 7224,00   | 0,7224  |
| ZINC       | 10,84     | 0,0011  |
| COBRE      | 1,95      | 0,00020 |
| HIERRO     | 3753,00   | 0,3753  |
| MANGANESO  | 1120,00   | 0,1120  |
| BORO       | 3,48      | 0,00035 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,44         |
| CE**                   | 16,745 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 27. Análisis de laboratorio a5b1R3

|  |                  |                              |
|--|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a5b1R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3883  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 825,86    | 0,0826  |
| FOSFORO    | 268,47    | 0,0268  |
| AZUFRE     | 1565,10   | 0,1565  |
| POTASIO    | 60606,00  | 6,0606  |
| CALCIO     | 31420,00  | 3,1420  |
| MAGNESIO   | 7656,00   | 0,7656  |
| ZINC       | 10,63     | 0,0011  |
| COBRE      | 1,83      | 0,00018 |
| HIERRO     | 3661,00   | 0,3661  |
| MANGANESO  | 1038,00   | 0,1038  |
| BORO       | 3,52      | 0,00035 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,44         |
| CE**                   | 16,406 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 28. Análisis de laboratorio a5b2R1

|  |                  |                             |
|--|------------------|-----------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                  |                             |
| LABORATORIOS NORTE                         |                  |                             |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Rorkdos | Ibarra - Ecuador | Tel. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: VERÓNICA GORDÓN  
MUESTRA: BIOL  
N. CAMPO: a5b2R1  
ANÁLISIS: COMPLETO  
REPORTE: 3865  
FECHA: 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 589,40    | 0,0589  |
| FOSFORO    | 166,28    | 0,0166  |
| AZUFRE     | 787,52    | 0,0788  |
| POTASIO    | 67158,00  | 6,7158  |
| CALCIO     | 28390,00  | 2,8390  |
| MAGNESIO   | 7786,00   | 0,7786  |
| ZINC       | 6,36      | 0,0006  |
| COBRE      | 3,24      | 0,00032 |
| HIERRO     | 2348,00   | 0,2348  |
| MANGANESO  | 821,00    | 0,0821  |
| BORO       | 3,10      | 0,00031 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,33         |
| CE**                   | 13,500 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 29. Análisis de laboratorio a5b2R2

|  |                 |                              |
|--|-----------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                            |                 |                              |
| LABORATORIOS NORTE                         |                 |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos | Ibarra-Ecuador. | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a5b2R2  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3874  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITRÓGENO* | 873,84    | 0,0874  |
| FÓSFORO    | 249,08    | 0,0249  |
| AZUFRE     | 1149,19   | 0,1149  |
| POTASIO    | 65520,00  | 6,5520  |
| CALCIO     | 31460,00  | 3,1460  |
| MAGNESIO   | 7668,00   | 0,7668  |
| ZINC       | 8,75      | 0,0009  |
| COBRE      | 3,46      | 0,00035 |
| HIERRO     | 2414,00   | 0,2414  |
| MANGANESO  | 832,00    | 0,0832  |
| BORO       | 3,55      | 0,00036 |

\* Nitrógeno amoniacal  
ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,36         |
| CE**                   | 18,415 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 30. Análisis de laboratorio a5b2R3

|   |                  |                              |
|---|------------------|------------------------------|
| <b>LABONORT</b>                           |                  |                              |
| LABORATORIOS NORTE                        |                  |                              |
| Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos | Ibarra - Ecuador | Telf. 2547097 cel. 099591050 |

### REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

#### RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

**NOMBRE:** VERÓNICA GORDÓN  
**MUESTRA:** BIOL  
**N. CAMPO:** a5b2R3  
**ANÁLISIS:** COMPLETO  
**REPORTE:** 3876  
**FECHA:** 14/06/2012

#### RESULTADOS

| ELEMENTO   | CONTENIDO |         |
|------------|-----------|---------|
|            | ppm       | %       |
| NITROGENO* | 1045,19   | 0,1045  |
| FOSFORO    | 202,79    | 0,0203  |
| AZUFRE     | 1244,12   | 0,1244  |
| POTASIO    | 68796,00  | 6,8796  |
| CALCIO     | 25320,00  | 2,5320  |
| MAGNESIO   | 7512,00   | 0,7512  |
| ZINC       | 7,85      | 0,0008  |
| COBRE      | 3,63      | 0,00036 |
| HIERRO     | 2574,00   | 0,2574  |
| MANGANESO  | 852,00    | 0,0852  |
| BORO       | 3,57      | 0,00036 |

\* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

| RESULTADOS ADICIONALES |              |
|------------------------|--------------|
| pH                     | 5,6          |
| CE**                   | 19,991 mS/cm |

\*\* Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
RESPONSABLE DE LABONORT



## Anexo 31. Normas INEN del etiquetado de productos fertilizantes



### INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 221:1997**  
Primera revisión

---

### **FERTILIZANTES O ABONOS. REQUISITOS. ETIQUETADO.**

Primera Edición

FERTILIZERS. LABELING. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Productos químicos para uso agrícola, fertilizantes, etiquetado, requisitos.

AG 03.01-401

ODL: 631.89

ORL: 2512

ICS: 65.080

| Norma Técnica<br>Ecuatoriana<br>Obligatoria   | FERTILIZANTES O ABONOS.<br>ETIQUETADO.<br>REQUISITOS. | NTE INEN<br>221:1997<br>Primera revisión<br>1997-07 |
|---|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las etiquetas en los envases destinados a contener fertilizantes o abonos.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p>2.1 <b>Envase.</b> Es el recipiente que contiene un fertilizante que está destinado a protegerlo del deterioro, contaminación y a facilitar su manipulación.</p> <p>2.2 <b>Etiqueta.</b> Es toda expresión escrita o gráfica impresa o grabada directamente sobre el envase o embalaje de un producto de presentación comercial que identifica al producto.</p> <p>2.3 <b>Etiquetado.</b> Es la información impresa en la etiqueta.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 Las etiquetas deben estar redactadas en español, y las representaciones gráficas o diseños incluidos deben aparecer claramente visibles.</p> <p>3.2 La información contenida en la etiqueta deberá estar impresa horizontalmente con respecto a la posición normal del envase.</p> <p>3.3 La etiqueta será de buena calidad para que resista la acción de los agentes atmosféricos y la manipulación bajo condiciones adecuadas de almacenamiento y transporte.</p> <p>3.4 En la etiqueta de envases cuya capacidad sea inferior a cuatro litros ó 10 kg, no se presentarán indicaciones o recomendaciones para cultivos, en los cuales no haya sido probado o registrado oficialmente.</p> <p>3.5 Para los envases en que la etiqueta debido al tamaño no pueda contener la información requerida se deberá entregar una hoja informativa anexa.</p> <p>3.6 El producto no deberá describirse, en lo que respecta a los riesgos que presenta para las personas o los animales, con las palabras tales como "seguro", "inocuo", "no tóxico", "no venenoso", o "no perjudicial".</p> <p>3.7 No deberán utilizarse términos superlativos tales como "el mejor", "sumamente eficaz", "tratamiento excelente", o "incomparable".</p> <p>3.8 A excepción del logotipo, la etiqueta, no deberá contener gráficos.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRPTORES: Productos de uso agrícola, fertilizantes, etiquetado, requisitos.</p> |   |   |

#### 4. REQUISITOS ESPECÍFICOS

4.1 **Tamaño de las etiquetas.** El tamaño de las etiquetas debe estar en relación con el tamaño y forma de los envases de acuerdo a las siguientes proporciones:

4.1.1 En envases cuya capacidad sea de hasta cuatro litros (4 litros), ó diez kilogramos (10 kg), la etiqueta deberá abarcar el 80% de la superficie del envase, en el caso de envases no cilíndricos (fundas, galones, etc.). La información será distribuida en las caras laterales de mayor tamaño, considerando los dos cuerpos o secciones (un cuerpo o sección en cada cara).

4.1.2 En envases cuya capacidad sea superior a cuatro litros (4 litros), ó diez kilogramos (10 kg), la etiqueta deberá abarcar por lo menos el 25% de la superficie. Para el caso de envases no cilíndricos se considerará una de las caras laterales de mayor tamaño.

4.2 **Etiquetas para envases de capacidad inferior a cuatro litros Ó diez kilogramos.** Este tipo de etiquetas tendrán dos cuerpos o secciones.

##### 4.2.1 **Cuerpo o sección 1**

4.2.1.1 La leyenda **"CONSERVESE EN LUGAR CERRADO FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS"**.

4.2.1.2 Nombre comercial de producto.

4.2.1.3 Clasificación del fertilizante según NTE INEN 330.

4.2.1.4 **Fórmula.** Se indicará la cantidad de los ingredientes, que intervienen en el fertilizante.

4.2.1.5 **Forma de uso.** Se indicará si el fertilizante es de aplicación al suelo, foliar, etc.

4.2.1.6 Una frase resumen del producto, por ejemplo: **"Para ayudar en la floración"**.

4.2.1.7 **Ingredientes (Grado).** Se deberá indicar el contenido de macronutrientes primarios, secundarios y micronutrientes, según la clase de fertilizante.

4.2.1.8 **Proceso de fabricación.** Indicar la forma en que ha sido procesado el fertilizante. Por ejemplo: **prilado, etc.**

4.2.1.9 **Precio de venta al público (P.V.P)**

4.2.1.10 **Contenido neto expresado en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI)**

4.2.1.11 **Logotipo del importador o distribuidor y del fabricante, los mismos que no excederán el 8% del área total de la etiqueta.**

##### 4.2.2 **Cuerpo o sección 2**

4.2.2.1 **Indicaciones relativas al modo en empleo, por ejemplo:**

**"No aplicar cuando esta por llover"**

**"Es fácilmente soluble"**

**"Es rápidamente absorbido"**

(Continúa)

## Anexo 32. Normas INEN de la definición de fertilizante o abono

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 209:1998**  
**Primera revisión**

---

---

### **FERTILIZANTES O ABONOS. DEFINICIONES.**

#### **Primera Edición**

FERTILIZERS. DEFINITIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Productos químicos para uso agrícola, fertilizantes, definiciones.  
AG 03.04-101  
CDU: 631.8  
CIU: 3512  
ICS: 65.080

**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**FERTILIZANTES O ABONOS.  
DEFINICIONES.**

**NTE INEN  
209:1998  
Primera revisión  
1998-07**

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece las definiciones relacionadas con fertilizantes o abonos.

**2. DEFINICIONES**

**2.1 Fertilizante.** Cualquier sustancia o mezcla de sustancias conteniendo uno o más de los elementos esenciales para la nutrición de las plantas que aplicadas al suelo o a la planta!, suministra uno o más de los elementos químicos que requieren los vegetales.

**2.2 Fertilizante orgánico natural.** Toda sustancia orgánica, de origen animal, vegetal o mixto, que se añade al suelo con el fin de mejorar su fertilidad.

**2.3 Fertilizante químico mineral, o inorgánico.** Todo fertilizante simple, compuesto o complejo, de origen inorgánico u orgánico sintético obtenido mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial.

**2.4 Fertilizante químico simple.** Es el que contiene uno de los elementos necesarios para la nutrición de los vegetales.

**2.5 Fertilizante químico compuesto.** Es la mezcla de dos o más fertilizantes químicos simples.

**2.6 Fertilizante complejo.** Es el producto resultante de la combinación o reacción química de dos o más fertilizantes.

**2.7 Nutriente.** Cualquier elemento clasificado como esencial para el desarrollo de las plantas, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio (macronutrientes primarios), calcio, magnesio, azufre (macronutrientes secundarios), hierro, cobre, manganeso, zinc (micronutrientes).

**2.8 Macronutriente primario o elemento mayor.** Elemento químico requerido por la planta en cantidades altas en relación a los otros elementos y se los mide en gramos por litro (g/l). Ejemplo: Nitrógeno, fósforo, potasio.

**2.9 Macronutriente o elemento secundario.** Elemento químico requerido por la planta en menor proporción que los macronutrientes primarios se los mide en gramos por litro (g/l). Ejemplo: calcio, azufre, magnesio.

**2.10 Micronutriente o elemento menor.** Elemento químico requerido por la planta en pequeñas cantidades en relación con los otros elementos y se los mide en miligramos por litro (mg/l) , o en partes por millón (ppm). Ejemplo: Cloro, boro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, hierro, sodio, etc.

**2.11 Materia inerte.** Producto que se agrega a los fertilizantes para lograr los grados especificados

### Anexo 33. Encuesta realizada a queseras artesanales y a la ILCSA



UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI

DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO



La presente encuesta tiene como propósito exclusivo la utilización de la información con fines académicos, por lo que solicito de la mejor manera que las respuestas sean veraces.

Industria láctea:.....

Parroquia: Gonzales Suarez  Tulcán  Otra.....

Fecha:.....

1. ¿Qué cantidad de leche procesa para quesos?

Menos de 200 L  (1000 – 3000) L

(200 – 500) L  (500 -1000) L

2. ¿Le da tratamiento al suero obtenido?

Sí  No

3. ¿Usa el suero obtenido para la elaboración de otro producto?

Sí

No

En parte  Cuál?.....

4. ¿Usa o destina el suero para alimentación de cerdos?

Sí  No

## Anexo 34. Encuesta realizada a los agricultores



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO



La presente encuesta tiene como propósito exclusivo la utilización de la información con fines académicos, por lo que solicito de la mejor manera que las respuestas sean veraces.

Sexo: Masculino  Femenino   
Edad: 15 a 25 años  26 a 35 años  mayor de 36 años   
Parroquia: Gonzales Suarez  Tulcán  Otra.....  
Fecha:.....

1. ¿En sus cultivos que tipo de fertilizantes utiliza en mayor cantidad?

Químicos  Orgánicos

2. ¿En cuanto al abono químico que características cree usted que éste presenta?

Precio: Alto  Producción: Alto   
Bajo  Bajo

3. ¿En cuanto al abono orgánico que características cree usted que éste presenta?

Precio: Alto  Producción: Alto   
Bajo  Bajo

4. ¿Al momento de adquirir un fertilizante orgánico que aspectos toma en cuenta?

Calidad  Marca  Precio  Presentación   
Impacto ambiental  Otro.....

5. ¿Conoce usted el biofertilizante BIOL?

Si  No

6. ¿Ha presentado algún problema en sus cultivos con el uso de mencionado producto (BIOL)?

Si  No  Por qué?.....

7. ¿Con qué frecuencia utiliza el fertilizante orgánico líquido BIOL en sus cultivos?  
Diario  Semanal  Quincenal  mensual  Otros.....

8. ¿Conoce acerca de la composición nutricional del suero lácteo?  
Si  No

9. ¿Conoce alguna forma de utilización del suero de leche en la agricultura?  
Si  No   
En caso de ser la respuesta afirmativa indique de que forma:.....

10. ¿Estaría dispuesto/a a utilizar un nuevo fertilizante orgánico semejante a los fertilizantes químicos?  
Si  No  Por qué?.....

Observaciones:.....  
.....  
.....

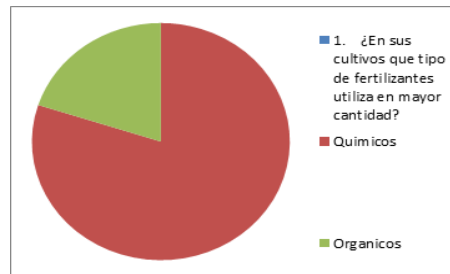
**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Anexo 35. Tabulación de las encuestas

### Tabulación de datos de la encuesta realizada a los agricultores

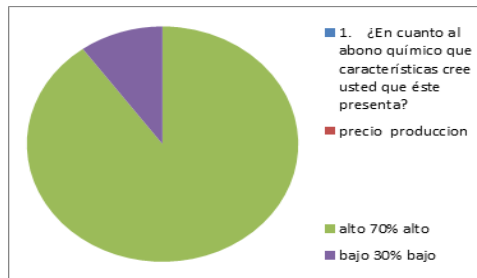
¿En sus cultivos que tipo de fertilizantes utiliza en mayor cantidad?

|           |     |
|-----------|-----|
| Químicos  | 80% |
| Orgánicos | 20% |



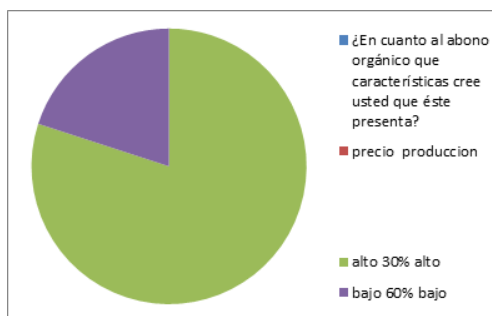
¿En cuanto al abono químico que características cree usted que éste presenta?

| Precio |     | Producción |     |
|--------|-----|------------|-----|
| Alto   | 70% | alto       | 90% |
| Bajo   | 30% | bajo       | 10% |



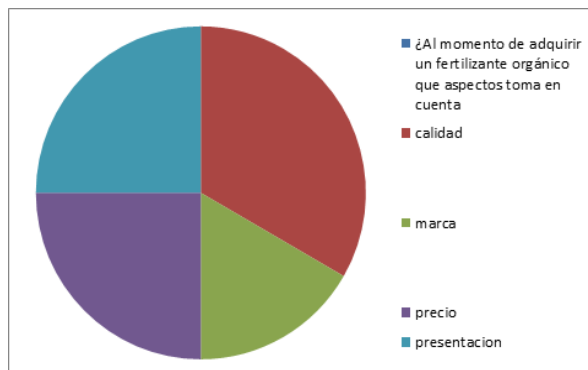
¿En cuanto al abono orgánico que características cree usted que éste presenta?

| Precio |     | Producción |     |
|--------|-----|------------|-----|
| Alto   | 30% | alto       | 80% |
| Bajo   | 60% | bajo       | 20% |



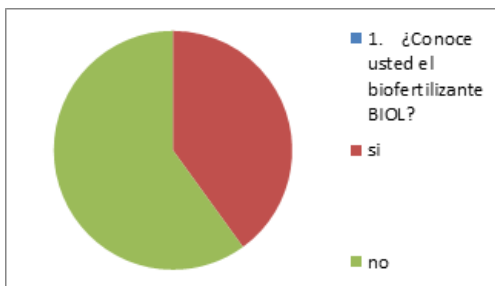
¿Al momento de adquirir un fertilizante orgánico que aspectos toma en cuenta?

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Calidad           | 40% |
| Marca             | 20% |
| Precio            | 30% |
| Presentación      | 30% |
| Impacto Ambiental |     |



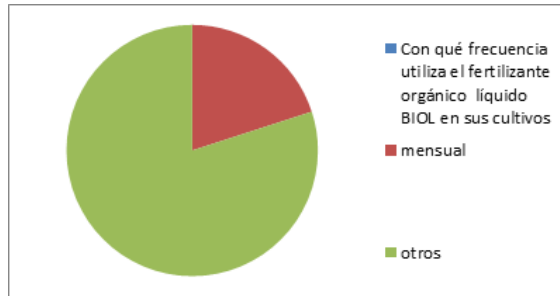
¿Conoce usted el biofertilizante BIOL?

|    |     |
|----|-----|
| SI | 40% |
| NO | 60% |



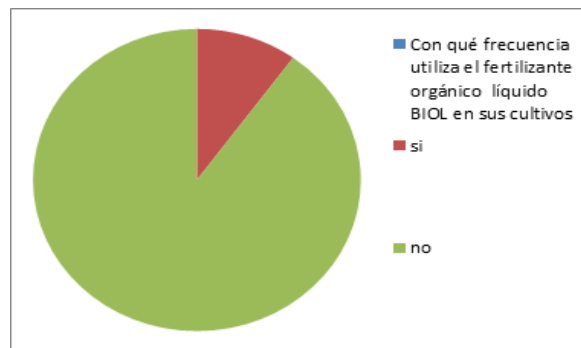
¿Ha presentado algún problema en sus cultivos con el uso de mencionado producto (BIOL)?

|           |     |
|-----------|-----|
| Diario    | 0 % |
| Semanal   | 0 % |
| Quincenal | 0 % |
| Mensual   | 20% |
| Otros     | 80% |



¿Con qué frecuencia utiliza el fertilizante orgánico líquido BIOL en sus cultivos?

|    |     |
|----|-----|
| SI | 10% |
| NO | 90% |



¿Conoce alguna forma de utilización del suero de leche en la agricultura?

|    |      |
|----|------|
| SI | 0%   |
| NO | 100% |

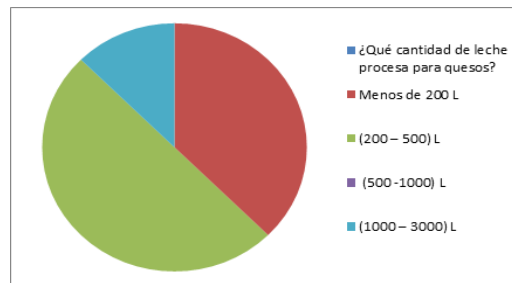
¿Estaría dispuesto/a a utilizar un nuevo fertilizante orgánico semejante a los fertilizantes químicos?

|    |      |
|----|------|
| SI | 100% |
| NO | 0%   |

**Tabulación de datos de la encuesta realizada a queseras artesanales y a la  
Industria Lechera Carchi S. A.**

¿Qué cantidad de leche procesa para quesos?

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Menos de 200 L  | 37,50% |
| (200 – 500) L   | 50,00% |
| (500 -1000) L   | 0%     |
| (1000 – 3000) L | 12,50% |

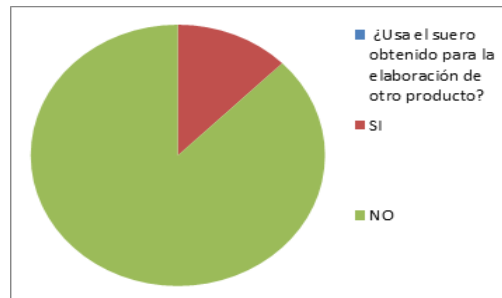


¿Le da tratamiento al suero obtenido?

|    |      |
|----|------|
| SI | 0%   |
| NO | 100% |

¿Usa el suero obtenido para la elaboración de otro producto?


|    |     |
|----|-----|
| SI | 13% |
| NO | 87% |



¿Usa o destina el suero para alimentación de cerdos?

|    |      |
|----|------|
| SI | 100% |
| NO | 0%   |

## Anexo 36. Etiqueta abono orgánico biol

| <b>BIOL T9</b>  |    | <b>BIOL T9</b>   |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
|---|--|--|-----|---|--------|---|--------|---|-------|---|--------|----|----------|----|------|----|-------|----|------|----|---------|----|---------|---|------|--|
| Es un abono líquido orgánico, fi<br><u>toestimulante</u> biológico de alto<br>contenido nutricional a base de<br>suero de leche, apto para todo<br>tipo de cultivo en cualquier<br>estado <u>fenológico</u> . | Nueva alternativa en su cultivo  | <b>Precauciones:</b>   |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Contenido neto: 500 ml<br>P.V.P. \$ 0,37  | <b>COMPOSICION QUÍMICA:</b>  | Mantener en un lugar fresco y seco,<br>no almacenar junto con alimentos ni<br>animales.<br>Lavarse bien las manos luego de su<br>manipulación. |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
|   | <table border="1"><thead><tr><th></th><th>ppm</th></tr></thead><tbody><tr><td>N</td><td>587,36</td></tr><tr><td>P</td><td>253,33</td></tr><tr><td>K</td><td>58331</td></tr><tr><td>S</td><td>234,77</td></tr><tr><td>Ca</td><td>31653,33</td></tr><tr><td>Mg</td><td>7312</td></tr><tr><td>Zn</td><td>10,66</td></tr><tr><td>Cu</td><td>1,95</td></tr><tr><td>Fe</td><td>3660,67</td></tr><tr><td>Mn</td><td>1081,67</td></tr><tr><td>B</td><td>3,25</td></tr></tbody></table> |  | ppm | N | 587,36 | P | 253,33 | K | 58331 | S | 234,77 | Ca | 31653,33 | Mg | 7312 | Zn | 10,66 | Cu | 1,95 | Fe | 3660,67 | Mn | 1081,67 | B | 3,25 | Fecha de elaboración: 14 junio 2012<br>Fecha de vencimiento: 14 sept. 2012 |
|   | ppm  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| N   | 587,36   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| P   | 253,33   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| K   | 58331  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| S   | 234,77   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Ca  | 31653,33   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Mg  | 7312   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Zn  | 10,66  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Cu  | 1,95   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Fe  | 3660,67  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| Mn  | 1081,67  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| B   | 3,25   |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| <b>CONSÉRVESE EN LUGAR CERRADO FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS</b>   |  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |
| <b>CUIDADO</b>  |  |  |     |   |        |   |        |   |       |   |        |    |          |    |      |    |       |    |      |    |         |    |         |   |      |  |