

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño”

Tesis de grado.

AUTOR: Johanna Maribel Jiménez Mideros

ASESOR: Hernán Rigoberto Benavides Rosales Ing.

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2012

CERTIFICADO.

Certifico que la estudiante Johanna Maribel Jiménez Mideros con el número de cédula 0401358270 ha elaborado bajo mi dirección la tesis de grado titulada: “Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño”.

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.

Ing Hernán Benavides

Tulcán, 09 de noviembre del 2012.

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, Johanna Maribel Jiménez Mideros con cédula de identidad número 0401358270 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.....

Johanna Jiménez Mideros

Tulcán, 01 de febrero de 2013

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo, Johanna Maribel Jiménez Mideros, 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, 09 de Noviembre de 2012

Johanna Maribel Jiménez Mideros
CI 0401358270

AGRADECIMIENTO.

A DIOS quien me dio la sabiduría y fortaleza para cumplir un reto más de mi vida, A mis padres Hernán y Flor quienes con su apoyo incondicional me han llevado hasta donde estoy ahora.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y en particular a la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, por formarme como profesional servible a la sociedad, brindándome conocimientos dentro de sus aulas; en el ámbito científico, educativo, cultural y ético.

De manera especial al Ing. Hernán Benavides, asesor de este proyecto de tesis, por su dedicación, preocupación y acertados aportes para que iniciara y concluyera con éxito esta investigación.

Al Ing. Fausto Montenegro, Biometrista de la Escuela, quien contribuyó desinteresada y decididamente en la realización exitosa de esta investigación. A los docentes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, por su amistad y valiosa colaboración en mi proceso de enseñanza y durante la elaboración de este trabajo.

Al criadero piscícola “El Paraíso del Pescador” y a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de la fase de campo de esta investigación quienes demostraron su excelente calidad humana brindándome su apoyo incondicional.

Por último pero no menos importante a mis amigos que llegaron a ocupar un lugar muy importante en mi vida: Alexandra, Luis, y Andrés, por el apoyo, y respaldo recibido en todo este tiempo.

A TODOS MIL GRACIAS.....

DEDICATORIA.

Dedico este proyecto de Tesis especialmente a DIOS que ha estado conmigo para guiar mis pasos, dándome sabiduría, salud y perseverancia para lograr mis metas.

A mis queridos padres, a quienes debo lo que soy, por ser los pilares de mi vida, por sus sabios consejos, por ser mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un momento de mi capacidad.

A mis hermanos, porque nunca me han dejado sola y me han acompañado en todo momento como una gran familia.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
AUTORÍA DE TRABAJO.....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.	iii
AGRADECIMIENTO.	iv
DEDICATORIA.....	v
Índice de cuadros.....	xiv
Índice de gráficos.....	xviii
Índice de Fotos.	xix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxiv
I. EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN.....	- 3 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	- 3 -
1.5. OBJETIVOS.....	- 4 -
1.5.1 Objetivo General.....	- 4 -
1.5.2 Objetivos Específicos.....	- 4 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	- 5 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 5 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 6 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 7 -

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	- 7 -
2.4.1. Contaminación Ambiental.....	- 7 -
2.4.1.1. El Medio Ambiente.....	- 7 -
2.4.1.2. Definición de contaminación ambiental.....	- 8 -
2.4.1.3. Origen de la contaminación ambiental.....	- 8 -
2.4.1.4. Clases de contaminación.....	- 9 -
a. Contaminación del aire.....	- 9 -
b. Contaminación del suelo.....	- 9 -
c. Contaminación del agua.....	- 9 -
2.4.1.5. Tipos de contaminantes.....	- 10 -
2.4.1.6. Fuentes de contaminantes orgánicos.....	- 10 -
A. Actividad agropecuaria.....	- 10 -
a. Subproductos de origen animal.....	- 11 -
B. Actividad agroindustrial.....	- 11 -
C. Industria de la pesca.....	- 11 -
a. Vísceras.....	- 12 -
b. Colas y aletas.....	- 12 -
c. Cabezas y espinas.....	- 12 -
D. Industria forestal.....	- 13 -
E. Residuos sólidos urbanos.....	- 13 -
2.4.1.7. Control integrado de los residuos.....	- 13 -
2.4.2. Agricultura Orgánica.....	- 15 -
2.4.2.1. Definiciones.....	- 15 -
2.4.2.2. Planteamientos de la agricultura orgánica.....	- 16 -

2.4.2.3. Principios de la producción orgánica.....	- 16 -
2.4.2.4. Ventajas de la agricultura orgánica.	- 17 -
2.4.2.5. Limitantes de la agricultura orgánica.....	- 17 -
2.4.3. Fertilización Orgánica.	- 17 -
2.4.3.1. Abonos orgánicos.....	- 18 -
2.4.3.2. Clasificación de los abonos orgánicos.	- 18 -
a. Sin procesar.....	- 18 -
b. Procesados.....	- 19 -
2.4.3.3. Abonos sólidos.	- 19 -
2.4.3.4. Abonos orgánicos líquidos.	- 19 -
2.4.4. El Biol.....	- 20 -
2.4.4.1. Definiciones.....	- 20 -
2.4.4.2. Elaboración de Biol.	- 20 -
2.4.4.2.1. Biosol.....	- 21 -
2.4.4.3. Ingredientes para la elaboración del biol.....	- 21 -
a. Estiércol.	- 21 -
b. Leche o suero de leche.....	- 21 -
c. Melaza.	- 22 -
d. Levadura.....	- 22 -
e. Agua.	- 22 -
2.4.4.4. Equipo para la elaboración de biol.	- 23 -
2.4.4.5. Procedimiento para elaborar biol.....	- 23 -
2.4.4.6. Factores que intervienen en la formación del biol.	- 23 -
a. La temperatura.	- 23 -

b. La humedad interna del biodigestor.....	- 24 -
c. La aireación.	- 24 -
d. Relación carbono-nitrógeno.....	- 24 -
e. Relación materia orgánica agua.	- 25 -
f. El Potencial Hidrógeno (pH).	- 25 -
g. Conductividad eléctrica (CE).	- 25 -
h. El tamaño de las partículas.	- 25 -
i. Aditivos.....	- 26 -
j. Fermentación anaerobia.....	- 26 -
A. Fases de la descomposición anaerobia.....	- 27 -
B. Tiempo de fermentación.	- 28 -
2.4.4.7. Composición química del Biol.	- 28 -
2.4.4.8. Clasificación y función de los nutrientes.....	- 29 -
A. Macro elementos:	- 29 -
a. Nitrógeno (N).	- 29 -
b. Fósforo (P)	- 29 -
c. Potasio (K).	- 29 -
B. Los macro elementos secundarios	- 29 -
a. Calcio (Ca).....	- 29 -
b. Magnesio (Mg).....	- 30 -
c. Azufre (S).....	- 30 -
C. Los micronutrientes.....	- 30 -
a. Boro (B)	- 30 -
b. Cobre (Cu).....	- 30 -

c.	Hierro (Fe).....	- 30 -
d.	Manganeso (Mn).....	- 30 -
e.	Molibdeno (Mo).....	- 31 -
f.	Zinc (Zn).....	- 31 -
2.4.4.9.	Funciones del biol.	- 31 -
2.4.4.10.	Ventajas del biol.....	- 31 -
2.4.4.11.	Forma y dosis de aplicación del Biol.	- 32 -
2.5.	HIPÓTESIS.	- 32 -
2.6.	VARIABLES.	- 32 -
III.	METODOLOGÍA.	- 33 -
3.1.	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 33 -
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 33 -
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.	- 33 -
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	- 34 -
3.5.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 35 -
3.5.1.	Información bibliográfica.	- 35 -
3.5.2.	Información procedimental.....	- 35 -
3.5.2.1.	Localización del experimento.	- 35 -
a.	Datos Informativos del lugar	- 35 -
3.5.2.2.	Factores en estudio.....	- 35 -
3.5.2.3.	Tratamientos.	- 36 -
3.5.2.4.	Diseño experimental.....	- 37 -
A.	Tipo de diseño.....	- 37 -
a.	Diseño experimental	- 37 -

b. Características del ensayo.....	- 37 -
c. Esquema del análisis estadístico	- 38 -
d. Análisis funcional	- 38 -
3.5.2.5. Variables a evaluarse.....	- 38 -
a. Determinación de la Temperatura.....	- 39 -
b. Determinación del PH	- 39 -
c. Calidad nutricional del biol	- 40 -
d. Conductividad Eléctrica.....	- 41 -
e. Determinación del rendimiento total.....	- 41 -
f. Determinación de costos.....	- 41 -
3.5.2.6. Manejo específico del ensayo.	- 41 -
3.5.2.6.1. Materiales y equipos.....	- 41 -
3.5.2.8. Procedimiento.	- 43 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	- 52 -
3.6.1. Análisis de resultados.....	- 52 -
3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.....	- 52 -
A. Contenido nutricional del BIOL.	- 53 -
a. Contenido de Nitrógeno.....	- 53 -
b. Contenido de Fósforo.	- 56 -
c. Contenido de potasio.....	- 59 -
d. Contenido de calcio.	- 62 -
e. Contenido de azufre.	- 65 -
f. Contenido de Magnesio.....	- 67 -

g.	Contenido de boro.	- 70 -
h.	Contenido de cobre.	- 73 -
i.	Contenido de Hierro.....	- 76 -
j.	Contenido de manganeso.....	- 79 -
k.	Contenido de zinc.	- 82 -
B.	Características físico - químicas.	- 84 -
a.	Análisis del Potencial Hidrógeno (pH) en el BIOL.....	- 84 -
b.	Análisis de la conductividad eléctrica.	- 88 -
c.	Análisis de la temperatura interna del biodigestor.	- 91 -
d.	Rendimiento del biol.	- 93 -
e.	Análisis de costos.	- 94 -
3.6.2.	Interpretación de datos.	- 95 -
3.6.3.	Verificación de hipótesis.	- 96 -
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 97 -
4.1.	CONCLUSIONES.....	- 97 -
4.2.	RECOMENDACIONES.	- 98 -
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	- 99 -
VII.	ANEXOS.....	- 103 -
	Anexo 1: Análisis de laboratorio Tratamiento 1.....	- 103 -
	Anexo 2: Análisis de laboratorio Tratamiento 2.....	- 104 -
	Anexo 3: Análisis de laboratorio Tratamiento 3.....	- 105 -
	Anexo 4: Análisis de laboratorio Tratamiento 4.....	- 106 -
	Anexo 5: Análisis de laboratorio Tratamiento 5.....	- 107 -
	Anexo 6: Análisis de laboratorio Tratamiento 6.....	- 108 -

Anexo 7: Análisis de laboratorio Tratamiento 7	- 109 -
Anexo 8: Análisis de laboratorio Tratamiento T1R1	- 110 -
Anexo 9: Análisis de laboratorio Tratamiento T2R2	- 111 -
Anexo 10: Análisis de laboratorio Tratamiento T3R2.	- 112 -
Anexo 11: Análisis de laboratorio Tratamiento T4R2	- 113 -
Anexo 13: Análisis de laboratorio Tratamiento T6R2	- 115 -
Anexo 14: Análisis de laboratorio Tratamiento T7R2.	- 116 -
Anexo 15: Análisis de laboratorio Tratamiento T1R3	- 117 -
Anexo 16: Análisis de laboratorio Tratamiento T2R3	- 118 -
Anexo 17: Análisis de laboratorio Tratamiento T3R3	- 119 -
Anexo 18: Análisis de laboratorio Tratamiento T4R3	- 120 -
Anexo 19: Análisis de laboratorio Tratamiento T5R3	- 121 -
Anexo 20: Análisis de laboratorio Tratamiento T6R3	- 122 -
Anexo 21: Análisis de laboratorio Tratamiento T7R3	- 123 -
Anexo 22: Norma INEN para fertilizantes.....	- 124 -
Anexo 23: Fases de la fermentación anaerobia. (Flotats, 1997)	127
Anexo 24: Resumen Del Presupuesto.	128
Anexo 25: Cronograma de actividades.	- 130 -

Índice de cuadros.

Cuadro 1: Composición química del biol.....	- 28 -
Cuadro 2: Factor A (dosis de vísceras).....	- 36 -
Cuadro 3: Factor B (Microorganismos eficientes).....	- 36 -
Cuadro 4: Tratamientos en estudio.....	- 37 -
Cuadro 5: Esquema del análisis estadístico	- 38 -
Cuadro 6: Valores obtenidos para el contenido de Nitrógeno.....	- 53 -
Cuadro 7: ADEVA de la variable contenido de Nitrógeno	- 53 -
Cuadro 8: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%) - 54 -	
Cuadro 9: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).	- 55 -
Cuadro 10: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismos).	- 55 -
Cuadro 11: Valores obtenidos para el contenido de Fósforo en el biol.....	- 56 -
Cuadro 12: ADEVA de la variable contenido de Fósforo.	- 56 -
Cuadro 13: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de Fósforo.....	- 57 -
Cuadro 14: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).	- 58 -
cuadro 15: Valores obtenidos para el contenido de Potasio en el biol.....	- 59 -
Cuadro 16: ADEVA de la variable contenido de potasio en el biol.....	- 59 -
Cuadro 17: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%)	- 60 -
Cuadro 18: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).	- 60 -

Cuadro 19: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).	- 61 -
Cuadro 20: Valores obtenidos para el contenido de Calcio en el biol.	- 62 -
Cuadro 21: ADEVA de la variable contenido de Calcio.	- 62 -
Cuadro 22: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de calcio.....	- 63 -
Cuadro 23: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris).	- 63 -
Cuadro 24: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).	- 64 -
Cuadro 25: Valores obtenidos para el contenido de Azufre en el biol.....	- 65 -
Cuadro 26: ADEVA de la variable contenido de azufre.	- 65 -
Cuadro 27: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%) ..	66 -
Cuadro 28: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris)	- 66 -
Cuadro 29: Valores para el Contenido de Magnesio.	- 67 -
Cuadro 30: ADEVA de la variable contenido de Magnesio.....	- 68 -
Cuadro 31: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de magnesio.	- 68 -
Cuadro 32: Pruebas de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).....	- 69 -
Cuadro 33: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismo).	- 69 -
Cuadro 34: Valores obtenidos para el contenido de boro en el biol.....	- 70 -
Cuadro 35: ADEVA de la variable contenido de boro en el biol.	- 71 -

Cuadro 36: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): contenido de boro en el biol.	- 71 -
Cuadro 37 : Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha).....	- 72 -
Cuadro 38: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).	- 72 -
Cuadro 39: Valores obtenidos para el contenido de Cobre en el biol.	- 73 -
Cuadro 40: ADEVA de la variable contenido de cobre.	- 74 -
Cuadro 41: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%) ...	- 74 -
Cuadro 42: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismos).	- 75 -
Cuadro 43: Valores obtenidos para el contenido de hierro en el biol.	- 76 -
Cuadro 44: ADEVA de la variable contenido de hierro en el biol.	- 76 -
Cuadro 45: Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY(5%).	- 77 -
Cuadro 46: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris).	- 77 -
Cuadro 47: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismo).	- 78 -
Cuadro 48: Comportamiento de las medias para el contenido de Manganeso en el biol.	- 79 -
Cuadro 49: ADEVA de la variable contenido de Mn.	- 79 -
Cuadro 50: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable.....	- 80 -
Cuadro 51: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris)	- 80 -

Cuadro 52. Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).....	- 81 -
Cuadro 53: Valores obtenidos para el contenido de Zinc en el biol.	- 82 -
Cuadro 54: ADEVA de la variable contenido de Zinc.....	- 82 -
Cuadro 55: Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%).	- 83 -
Cuadro 56: Valores obtenidos del pH al finalizar el proceso de fermentación.-	- 85 -
Cuadro 57: Valores obtenidos del pH al finalizar el proceso de fermentación.-	- 86 -
Cuadro 58: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH final... -	- 86 -
Cuadro 59: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).....	- 87 -
Cuadro 60: Valores para la variable CE al final del BIOL	- 88 -
Cuadro 61: ADEVA de la variable CE al final del BIOL.....	- 89 -
Cuadro 62: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CE del BIOL.....	- 89 -
Cuadro 63: Prueba de significación de Tukey para el factor A (% de vísceras) ..	- 90 -
Cuadro 64: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).....	- 90 -

Índice de gráficos.

Gráfico 1: Comportamiento de las medias para el contenido de Nitrógeno. ... -	55 -
Gráfico 2: Comportamiento de las medias para el contenido de Fósforo. -	58 -
Gráfico 3: Comportamiento de las medias para el contenido de Potasio.. -	61 -
Gráfico 4 : Comportamiento de las medias para el contenido de Calcio en el biol.	- 64 -
Gráfico 5: Comportamiento de las medias para el contenido de Azufre en el biol.	- 67 -
Gráfico 6 : Comportamiento de las medias para el contenido de Magnesio en el biol.	- 70 -
Gráfico 7: Comportamiento de las medias para el contenido de boro en el biol.	- 73 -
Gráfico 8: Comportamiento de las medias para el contenido de Cobre en el biol.	- 75 -
Gráfico 9: Comportamiento de las medias para el contenido de Fe en el biol. -	78 -
Gráfico 10: Comportamiento de las medias para el contenido de Mn en el biol.	- 81 -
Gráfico 11: Comportamiento de las medias para el contenido de Zn en el biol.	- 83 -
Gráfico 12: Curva de comportamiento del pH en el biol	- 85 -
Gráfico 13: Comportamiento de las medias para el pH al final.	- 87 -
Gráfico 14: Comportamiento de las medias para la CE.	- 91 -
Gráfico 15: Curva de temperatura interna del biol.	- 92 -

Índice de Tablas.

Tabla 1: Operacionalización de variables	- 34 -
Tabla 2: Control del pH en el proceso de fermentación	- 84 -
Tabla 3: Control de temperatura en el proceso de fermentación.	- 92 -
.Tabla 4: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos.	- 93 -
Tabla 5: Costo de producción sin análisis químico.	- 94 -

Índice de Fotos.

Foto 1: Medición de Temperatura	- 39 -
Foto 2: Medición del pH	- 40 -
Foto 3: Muestras para enviar a laboratorio	- 40 -
Foto 4: Adecuación del área	- 43 -
Foto 5: Eviscerado de trucha arco iris.....	- 44 -
Foto 6: Recolección de Vísceras de trucha arco iris	- 44 -
Foto 7: Congelación de vísceras.....	- 45 -
Foto 8: Trituración de vísceras.....	- 45 -
Foto 9: Pesado de ceniza de leña.....	- 46 -
Foto 10: Pesado de vísceras de trucha	- 46 -
Foto 11: Adición de vísceras de trucha arco iris	- 47 -
Foto 12: Adición de ceniza de leña	- 47 -
Foto 13: Adición de leche al biodigestor	- 48 -

Foto 14: Adición de Melaza al biodigestor	- 48 -
Foto 15: Homogenización de los ingredientes en el biodigestor	- 49 -
Foto 16: Sellado del biodigestor.....	- 49 -
Foto 17: Biodigestores en fermentación	- 50 -
foto 18: Toma de muestra de biol	- 50 -
Foto 19: Cosecha del biol	- 51 -
Foto 20: Etiquetado del biol	- 51 -
Foto 21: Almacenamiento del biol.....	- 52 -

RESUMEN EJECUTIVO.

Con la finalidad de contribuir al uso de fertilizantes orgánicos en la agricultura y minimizar la problemática ambiental, se elaboró abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño, cantón Tulcán, provincia del Carchi.

El proceso tecnológico de la presente investigación inició con la recolección de la materia prima, que fue sometida a una fase de descomposición anaerobia, por un periodo de ochenta y ocho días. Al finalizar el proceso de fermentación se procedió a envasar, sellar, etiquetar y almacenar, logrando un producto orgánico de calidad nutricional adecuada.

Para la medición estadística de las variables en estudio se experimentaron seis tratamientos además del testigo con tres repeticiones cada uno. Se adecuó el área de investigación para evitar la interferencia de variables externas, y se optó por aplicar un diseño de bloques completos al azar (D.B.C.A), donde el factor A representó el porcentaje de vísceras de trucha arco iris, con tres niveles y el factor B fue el tipo de microorganismo, con dos niveles; obedeciendo a un arreglo factorial $A \times B + 1$.

El tratamiento T2 que se elaboró utilizando 30% de vísceras de trucha arco iris, con un 55,71% de agua y Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes fue identificado como el mejor, en cuanto a la calidad nutricional con un contenido de 0,28% de N; 1,8% de K; 0,017% de P; de 1,6% para el Ca; 0,021% de S; 4308 ppm para Mg; 331 ppm de Fe; 123 ppm de Mn; 2,23 ppm de Cu; 4,56 ppm de Zn y 1,48 ppm de B.

Presenta un pH parcialmente neutro de 6,7; conductividad eléctrica moderadamente salina de 11,04 m S /cm, rendimiento de la parte líquida (biol) de 89,74 %. Finalmente se determina que el costo por un litro de biol de vísceras de trucha es de 0,98 usd.

ABSTRACT.

In order to support the use of organic fertilizers in agriculture and minimize environmental problems, was developed fermented liquid manure (Biol), from gut of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) of hatchery fish in the parish of Tufiño Region Tulcan Carchi Province.

Specifically, the technological process of this investigation began with the collection of raw material, which was subjected to anaerobic decomposition phase for a period of eighty-eight days. At the end of the fermentation proceeded to pack, seal and store label, managing an organic product with adequate nutritional value

For the statistical measurement of the variables under study were experienced and witnessed six treatments with three replicates each. He adapted the research area to avoid interference of external variables, and opted for a design randomized complete block (RCBD), where the factor A represents the percentage of rainbow trout viscera, with three levels and factor B is the type of microorganism, with two levels, obeying a factorial $A * B + 1$.

The T2 prepared using 30% of the viscera of rainbow trout, with a 55.71% water and EM forest of myrtle was identified as the best in the nutritional quality of a content of 0.28 % N, 1.8% K; 0.017% P, 1.6% for Ca, 0.021% of S, 4308 ppm Mg, 331 ppm Fe, Mn 123 ppm, 2.23 ppm Cu, 4.56 ppm Zn and 1,48 ppm B.

Has a pH of 6.7 partially neutral, moderately saline electrical conductivity of 11.04 m S / cm, performance of the liquid (biol) of 89.74%. Finally it is determined that the cost per liter of bio trout viscera is \$ 0, 98

LLAKIKUNATA ALLIYACHINKAPA UCHILLA YUYAYKUNA.

Allpa llamkaypi alli wanukunawan hampishpa pukuchinkapa, shinallata allpamamata, pachamamatapash ama mapayachishpa katina yuyaywan, alli yaku wanuta putsuhuyachishpami rurashkanchik, kay wanuka biol shutimi kan, kay wanutaka kuychi trucha chaluwa chunchulimantami (*Oncorhynchus mykiss*) rurashkanchik, Carchi Marka, Tulcán Kiti, Tufiño kitilli, chaluwata wiñachik kuskapimi ruranakunchik.

Kay hatun ruray taripaytaka paktachishkanchikmi, kallariyapika mutsurishkata tantachishpa, pusak chunka pusak punchata waklishpa ismuchun churashkanchik . Kay wanu alli putsukushpa pukushka hipaka, pukpupi alli huntachishpa, shutitapash churashpa, sumak alli wanuta wiñachishpa allichishkanchik.

Kay wanuta alli mana alli kakta rikunkapaka, sukta kutintami hampishkanchik, shinallata shuk testigo-ta kimsa kutinta churashpapash rikushkanchik. Chaymantami taripana ukutapash alliyachishkanchik, ama kanchamanta imapash yaykuchun; shinashpa shuk mushuk rurayta (diseño de bloques completos al azar D.B.C.A.) paktachishkanchik, A unanchaka chaluwa chunchulikunata rikuchinkapami kan, kimsaniki patawan shinallata B unanchaka ishkaniki patawan mayuchillatami rikuchi; kaytaka $A*B+1$ unanchata allichishpami paktachishkanchik.

Kay T2 ruray nishkataka kimsa chunka (30%) patsakyarishkatami chunchuli chaluwataka churashkanchik, 55,71% patsakyarishka yakuwan, shinallata EM arrayan kirukunamanta sumak N llukchishpa 0,28% patsakyarishkatami churashkanchik; 1,8% K, 0,017% P, 1,6 para el Ca; 0,021% de S; 4308 ppm para Mg; 331ppm de Fe; 123 ppm de Mn; 2,23 ppm de Cu; 4,56 ppm de Zn, shinallata 1,48 ppm de B.

Kay ruraykunaka rikuchinmi shuk pH neutro 6,7 nishkata; zirna anku kuskapash 11,04mS/cm llukshishkata churashka, biol yakutapash 89,74% patsakyarishkata churashka. Tukuripika shuk litro biol, chaluwapa chunchuliwan rurashkataka 0,98 dolarpami hatunkapaka llukshikrin.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, la contaminación del medio ambiente y la destrucción de los recursos naturales han suscitado una creciente preocupación en la sociedad y su debate alcanza a todos los sectores de la comunidad. Ello ha generado, la paulatina toma de conciencia acerca de los peligros que la degradación del ambiente causa para el presente y el futuro de la humanidad, esto ha incluido en la última década los criterios de sostenibilidad y reciclaje, que de una u otra manera contribuyen a dar solución al mencionado problema.

El uso de tecnologías apropiadas permite reducir el riesgo que ocasiona la contaminación ambiental, una de ellas es la elaboración de abonos orgánicos, para ello se utilizan desperdicios y materiales biodegradables con la finalidad de transformarlos en productos que se devuelven a la naturaleza. Además, en los últimos años los consumidores prefieren productos sin trazas de agroquímicos, por lo que se ha incorporado al proceso de producción agrícola, algunas sustancias denominadas fitoreguladores, como el biol, que tiene como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas y que además no contamina el ambiente.

La Provincia del Carchi no escapa a la realidad mundial, en cuanto a la existencia de una gran cantidad de desechos orgánicos, producidos por varias actividades económicas, una de ellas es la explotación de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de la cual se eliminan de manera inadecuada los residuos resultantes, causando problemas de insalubridad y contaminación ambiental.

La presente investigación se la desarrollo como una necesidad de aprovechar las vísceras resultantes del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de los criaderos de la parroquia de Tufiño, de ello se beneficiarán los productores piscícolas y agrícolas del sector disminuyendo el riesgo de contaminación ambiental y a su vez reduciendo la utilización de fertilizantes sintéticos.

I. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Una de las principales preocupaciones a nivel mundial es la crisis ambiental, los desechos sólidos son un problema que se convierte cada vez en algo más difícil de resolver y manejar debido a la falta de conciencia ambiental, a la nula costumbre de la reutilización y la falta de creatividad para transformar los desechos en productos de utilidad para las personas.

En la actualidad debido al crecimiento demográfico y a las actividades económicas en países industrializados el deterioro de la naturaleza aumenta aceleradamente causando daños que en ocasiones pueden llegar a ser irreversibles tanto en los ecosistemas, como en la salud de las personas.

En nuestro país existen leyes y reglamentos que prohíben la contaminación del aire, el agua, o el suelo, así mismo, ordenanzas municipales en varias ciudades para minimizar los impactos de la contaminación ambiental, pese a ello el problema lejos de disminuir se incrementa cada día más.

Las actividades piscícolas reciben una gran variedad de impactos ambientales, la provincia del Carchi no es la excepción. En la parroquia de Tufiño es evidente observar una inadecuada eliminación de los residuos del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Las vísceras procedentes de esta explotación son utilizadas como fuente de alimentación de animales menores o en su mayoría son arrojadas al río Carchi o Grande que atraviesa el sector, lo que afecta directamente la calidad del agua, e incide en el desarrollo de plagas y enfermedades que producen una grave contaminación ambiental.

Es evidente observar una falta de capacitación en el manejo de actividades piscícolas, sobre todo en los criaderos con proyección comunitaria, esto debido al escaso apoyo técnico por parte de las autoridades locales, lo que provoca

que no se lleve a cabo una explotación adecuada de los recursos, que disminuye sus posibilidades de crecimiento.

En el sector no existe la suficiente información técnica sobre el manejo de residuos orgánicos en la elaboración de fertilizantes, lo que provoca que la mayoría de agricultores utilicen fertilizantes sintéticos en sus cultivos, para obtener mayores producciones.

El uso indiscriminado de agroquímicos, provoca un decrecimiento en la fertilidad de los suelos disminuye su carga bacteriana, e interfiere en el aprovechamiento de nutrientes de forma natural lo que obliga a que la planta los absorba forzosamente además, cuando estos fertilizantes se utilizan en mayor cantidad del que pueda absorber la planta puede causar un severo problema de contaminación (Tompkins, 2002).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En el Ecuador se puede observar que existe un dinamismo económico que busca establecerse cada día más, con actividades que permitan incrementar la productividad nacional, sin embargo, existen explotaciones tanto agrícolas como pecuarias en las que aún no se genera investigación suficiente para determinar un manejo adecuado de sus residuos, una de ellas es la explotación piscícola de la región.

En este ámbito es importante señalar que una de las principales actividades económicas de la parroquia de Tufiño es la producción de trucha arco iris, que actualmente cuenta con tres granjas piscícolas, dos de carácter comunitario y una privada, las mismas que eliminan las vísceras resultantes de una forma inadecuada.

No obstante, otra problemática que enfrenta la comunidad es el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos en sus cultivos, debido al desconocimiento de los beneficios que proporciona los fertilizantes orgánicos como el biol en calidad y mejoramiento de los cultivos.

Con lo antes mencionado, se puede establecer que en la provincia del Carchi, parroquia de Tufiño existe el desconocimiento de la utilización de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la elaboración de biol.

1.3. DELIMITACIÓN.

El objeto de estudio se centra en el área agrícola ambiental, se busca establecer que las vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se pueden utilizar como materia prima en la elaboración de abonos orgánicos como el biol, mediante un proceso de fermentación anaerobia.

El proyecto se llevó a cabo en un tiempo aproximado de un año, en el sector de la Rinconada, Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán, en vinculación directa con el criadero piscícola El Paraíso del Pescador de la Parroquia de Tufiño.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

El Ecuador es un país agrícola y gran parte de su economía radica en la producción agropecuaria y agroindustrial, por tal motivo, se busca formas de manejo de estas dos actividades, en las que se establezca un desarrollo sustentable. En la actualidad es de gran importancia buscar el uso de residuos, resultantes de diferentes explotaciones en la elaboración de abonos orgánicos útiles en la práctica de la agricultura agroecológica.

La presente investigación es una alternativa que propone la elaboración de un biol a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para generar un impacto ambiental positivo a fin de erradicar, casi en su totalidad el uso inadecuado que se da a los residuos procedentes de la explotación piscícola.

Los productores de trucha se verán beneficiados con la elaboración de biol al optimizar todos los recursos que esta explotación proporciona, a su vez con la utilización de los abonos orgánicos los agricultores pueden reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos de la comunidad.

Además “los abonos orgánicos reducen la dependencia de los productos químicos en diferentes cultivos, mejora las características físicas, químicas y

microbiológicas del suelo y genera una producción más amigable con el medio ambiente”. (Tompkins, 2002, pág. 32).

Al formar parte de la sociedad nos sentimos comprometidos en la búsqueda de soluciones que aporten con el cuidado de los recursos naturales, que eviten la contaminación ambiental generada por la eliminación inadecuada de los residuos de trucha, y así se dará cumplimiento con el objetivo 4 del Plan Nacional para el Buen vivir 2009-2013.

En la zona existe una activa organización comunitaria como es el caso de la Comuna La Esperanza, que agrupa a la mayoría de los habitantes del área rural, donde existe una gran predisposición para la implementación de nuevas alternativas en el manejo de sus actividades.

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se permitirá ampliar el conocimiento de las tres granjas piscícolas de la parroquia de Tufiño, y además, contribuir con artículos técnicos, y especialmente para la revista Enverde de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General.

Elaborar un abono orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), procedentes de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Sustentar científicamente la investigación.
- Determinar la mejor formulación para la elaboración de biol a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).
- Establecer las características físico- químicas del biol elaborado.
- Realizar el análisis económico del mejor tratamiento en estudio.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

La Dirección Regional de la producción de Lambayeque en Perú ha incursionado a partir del año 2006 en la conformación de brigadas que se dedicarán al reciclamiento de vísceras de pescado en Lambayeque, a fin de evitar la contaminación ambiental, para lo cual se inició con el desarrollo de un proceso que convierte las vísceras de pescado en abono orgánico compost. Este abono, denominado científicamente ictiocompost, contiene una serie de nutrientes como calcio, magnesio, nitrógeno y otros elementos que renuevan la calidad de las tierras de cultivo. (s.r, 2006).

La elaboración de abonos orgánicos es un tema de investigación constante, debido a las bondades que proporcionan al suelo, las plantas y al medio ambiente. En Riobamba Ecuador en el año 2009 Edwin Basantes estudió la elaboración de dos tipos de abono y su aplicación en el cultivo de brócoli, en la que se pudo determinar que la mejor formulación para obtener un abono con buenas características físico químicas es la formulación en la que interviene 50% de estiércol, 30% de harina de sangre, 10% de roca fosfórica, 10% de ceniza, humus, melaza, leche, alfalfa, levadura y agua.

En julio del 2008 en Bogotá, Adriana Gómez y Ximena Tovar investigaron sobre la elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa), donde se concluyó que la búsqueda de alternativas para utilización de subproductos de diferentes explotaciones puede tener resultados favorables, en cuanto a la calidad nutricional del abono.

La evaluación de abonos orgánicos y biofertilizantes líquidos para el desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo el sistema de cultivo protegido en Panamá fue una investigación realizada en el año 2005 por Andrew Katuska en Costa Rica donde se pretendía evaluar el efecto de abonos orgánicos y biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate como alternativa a la fertilización sintética. Los resultados

experimentales mostraron que los biofertilizantes evaluados no ejercieron un efecto determinante sobre el crecimiento de las plántulas, sin embargo los abonos orgánicos, desde el punto de vista económico, muestran que el costo de producción es menor si lo comparamos con un sustrato comercial.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

La presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, capítulo II del marco legal, artículo 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los artículos 80 literal e y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES.

Desde el punto de vista nacional se busca dar cumplimiento a lo establecido en la Constitución de la república del Ecuador en cuanto al reconocimiento de la naturaleza como titular de derechos que se manifiesta en el capítulo séptimo de los derechos de la naturaleza en los artículos 71-72-73 de la carta magna.

En el Artículo 71 se habla de que la naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales.

El Artículo 72 menciona que la Naturaleza tiene derecho a la restauración y que esta restauración y que, ya sea el Estado o personas naturales o jurídicas deberán indemnizar a los sistemas ambientales que se vean afectados.

En el Artículo 73 se indica que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan llevar a la degradación de los ecosistemas o los sistemas naturales.

Comprometido con el Buen Vivir de la población, el Estado asume sus responsabilidades con la naturaleza, señalando en el marco del Capítulo II, Título VII, del Régimen del Buen Vivir de la Constitución de la República. La responsabilidad de tratar el agua y la biodiversidad como patrimonios estratégicos.

2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

Según Rosas (2003). La agricultura orgánica en realidad se debe concebir como una filosofía o forma de vida, no solo como una forma de producción. Actualmente se la mira como un movimiento amplio que en la práctica, podríamos dividirla en dos corrientes históricas que la originaron:

La primera, conocida como corriente orgánica e impulsada por Sir Albert Howard a partir de sus experiencias agrícolas, en la India en los años cuarenta, quien 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.

La segunda, parte 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.

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.4.1. Contaminación Ambiental.

2.4.1.1. El Medio Ambiente.

El concepto de medio ambiente ha evolucionado en gran manera durante la última década, ha pasado de enfocarse de la conservación ambiental a una concepción más amplia, que incluye temas de gestión de los recursos naturales y calidad de vida (Ayovi, 2010).

El medio ambiente, a través de los bienes y servicios que proporciona a la sociedad y a la economía, juega un papel crítico en nuestro modo de vida, proporciona cuatro categorías de servicios: de aprovisionamiento de regulación, culturales y de apoyo (CEPE, 2007).

2.4.1.2. Definición de contaminación ambiental.

La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas, los procesos industriales, y las condiciones de vida del ser humano pueden malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables o no renovables (De la Orden, 2007, pág. 27).

El desarrollo industrial y tecnológico característico de las sociedades actuales, ha creado de manera alarmante una enorme cantidad de desechos que la naturaleza es incapaz de reintegrar a la misma velocidad con que se generan. Esto ha provocado una serie de trastornos que originan en deterioro de nuestra calidad de vida a causa del fenómeno llamado contaminación (Nebel, 2005) .

2.4.1.3. Origen de la contaminación ambiental.

El origen de la contaminación ambiental puede ser natural o debido a la actividad humana. De forma natural, puede afectar tanto al aire, al agua o al suelo, en el aire por ejemplo se da por episodios generados por la propia naturaleza como las erupciones volcánicas, en el agua también se presenta al inicio de la época de lluvias

Por la acción del hombre la contaminación se produce como resultado de las actividades productivas, la mayoría de estas implica procesos de transformación de recursos o de materiales, con la subsecuente generación de residuos o desechos lanzados al ambiente (Romero, 2010).

Cuando el tamaño de población mundial no era tan grande, las actividades realizadas por el hombre no implicaban tanto la transformación de recursos como sucede hoy, por lo que la cantidad y tipo de contaminantes son más peligrosos actualmente (Spiegel & Lucien, 2007) .

2.4.1.4. Clases de contaminación.

a. Contaminación del aire.

La civilización industrial da origen a una elevada cantidad de desechos, de los cuales una parte significativa pasa a la atmósfera. De este modo, se produce una importante alteración de la composición del aire atmosférico. Una vez superados ciertos niveles de tolerancia pone en peligro la salud de los ecosistemas y las poblaciones.

En las grandes ciudades, la contaminación del aire es consecuencia de los escapes de gases de los motores de explosión, de los aparatos domésticos de la calefacción, de las industrias que es liberado en la atmósfera, ya sea como gases, vapores o partículas sólidas capaces de mantenerse en suspensión, con valores superiores a los normales. Cuando las concentraciones de gases y sólidos superan las concentraciones admitidas perjudican la vida y la salud, tanto del ser humano como de animales y plantas (De la Orden, 2007).

b. Contaminación del suelo.

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias perjudiciales que afecten en su composición o comportamiento, y cuando estas sustancias se vuelven tóxicas inicia una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

“Las causas más frecuentes de contaminación son debidas a la actuación antrópica, que al desarrollarse sin la necesaria planificación producen un cambio negativo de las propiedades del suelo” (Nebel, 2005, pág. 45).

c. Contaminación del agua.

La industrialización de las fábricas ocasionó que se busquen lugares propicios para su funcionamiento siendo estos lugares cercanos a cursos de agua, que los convirtió en receptores de los desperdicios de las actividades industriales y humanas.

Las plantas de tratamiento, aún las más avanzadas técnicamente, son incapaces de remover, transformar o destruir los compuestos orgánicos sintéticos que son el resultado de los procesos industriales. Todo esto complica el proceso de purificación de las plantas de tratamiento de aguas (Romero, 2010).

La contaminación del agua pone en peligro la salud pública, interfiere con el desarrollo de enfermedades, además puede causar serios problemas en el abastecimiento de agua pura a las industrias, perjudica también la actividad pesquera y anula el valor estético de los cursos superficiales (Nebel, 2005).

2.4.1.5. Tipos de contaminantes.

Se puede dividir a los contaminantes en biodegradables y no biodegradables.

Los contaminantes biodegradables u orgánicos son aquellos materiales que pueden ser descompuestos por la acción de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias principalmente. Este fenómeno permite que los elementos que forman tales residuos queden disponibles para su nueva incorporación a la naturaleza de manera útil.

Los contaminantes no biodegradables son aquellas que no pueden desintegrarse naturalmente o bien, si esto es posible, sufren una descomposición demasiado lenta, este factor los hace más peligrosos que los anteriores, su acumulación en la naturaleza es progresiva (Romero, 2010, pág. 32).

2.4.1.6. Fuentes de contaminantes orgánicos.

A. Actividad agropecuaria.

En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos procedentes de diversas especies cultivadas. Entre los residuos animales, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y

leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, avicultura, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos (Romero, 2010).

a. Subproductos de origen animal.

“Son aquellos residuos de la explotación de cualquier animal que no se utilizan en la elaboración de productos primarios, y que pueden tener algún otro aprovechamiento” (Paltrinieri, 2009, pág. 9).

Las ventajas de la utilización de subproductos animales pueden ser económicas, con su recuperación permiten obtener una remuneración que no hubiera sido posible desperdiciándolos. Higiénicas pues se reduce el riesgo de atraer plagas, que vuelven el lugar insalubre, creando peligro de epidemias y aumento de la contaminación (Paltrinieri, 2009).

B. Actividad agroindustrial.

Existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Las características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores. Muchos residuos de las actividades agroindustriales son reutilizados a través de alternativas que se aplican, desde hace ya algunos años, con menor o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro de un marco económico viable (Sztern & Pravia, 2009).

C. Industria de la pesca.

La parte aprovechable que se obtiene del pescado para la alimentación es solamente el 62% aproximado de su peso, no se utilizan las cabezas, esqueletos, vísceras, escamas y aletas. Toda esa masa de pescado era y, por desgracia, sigue siendo, en gran parte desaprovechada (s.r, El paraíso de la pesca, 2008).

La FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación tiene entre sus objetivos reducir los descartes de la pesca al máximo a través de una actividad más responsable. No obstante, en el caso de que sea imposible evitarlo, también quiere hallar salidas comerciales a esos residuos como fuente de proteínas (Maroto, 2010).

La importancia de la industria de los subproductos de pescado es extraordinaria, tanto desde el punto de vista económico como de los elementos que se obtienen de ella útiles al hombre, como son las harinas, aceites, productos farmacéuticos y abonos (Sztern & Pravia, 2009).

a. Vísceras.

“Las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11% del peso corporal. Su composición química promedio es 76,6% agua, 20,4% proteína, y 3% minerales” (Sztern & Pravia, 2009, pág. 17).

El ensilaje de vísceras de pescado se ha venido utilizando como alternativa para conservar los subproductos del pescado, los cuales tienen uso potencial como fuente de proteína en dietas para cerdos. A pesar de ser residuos complejos, las vísceras de pescado se pueden tratar mediante procesos biológicos o una combinación de procesos físico-químicos y biológicos (Álvarez, 2008).

b. Colas y aletas.

La obtención de pegamentos y gelatinas a partir del pescado se realiza por el tratamiento de tejidos conjuntivos y pieles, es decir, de aquellas estructuras en cuya composición interviene la sustancia colágena (Álvarez, 2008).

c. Cabezas y espinas.

El contenido medio de calcio de pescados y mariscos ronda el 30% en los esqueletos o espinas de los peces se acumula una rica fuente de calcio mineral que varía en contenido según la especie. Las cabezas y los desechos

de camarón permiten fabricar una harina que contiene el 30% de proteínas, esto representa el 30% del peso vivo del animal (Maroto, 2010).

D. Industria forestal.

Es una agroindustria es común que se generen volúmenes muy importantes de residuos entre corteza, costaneros, aserrines, entre otros, estos representan aproximadamente un 40 a 50% de la materia bruta. Las alternativas de aprovechamiento que se han implantado hasta el momento están enfocadas a la recuperación energética de estos residuos (Sztern & Pravia, 2009).

E. Residuos sólidos urbanos.

La denominación Residuos Sólidos Urbanos hace referencia, en términos generales, a los residuos generados por cualquier actividad en los centros urbanos y en sus zonas de influencia (Romero, 2010).

2.4.1.7. Control integrado de los residuos.

Los desequilibrios ambientales que se viven actualmente a nivel mundial fueron destacados en la cumbre de la tierra, (Conferencia sobre el medio ambiente y desarrollo de las Naciones Unidas celebrada en 1992 en las cercanías del río de Janeiro, Brasil), donde se desarrolló y legitimo una agenda de medidas relacionadas con el cambio medio ambiental que eran necesarias a largo plazo y el inicio de procesos para su implementación y supervisión internacionales (Borderías, 2008).

Para evitar una posible sobrecarga ambiental y los costes asociados a la eliminación de residuos y para promover una gestión más cuidadosa de unos recursos escasos, cada vez se está dedicando mayor atención a la minimización y el reciclado de los residuos. Los gobiernos han adoptado normativas para imponer unas prácticas aceptables de recogida, tratamiento y eliminación de residuos y garantizar la protección del medio ambiente (Spiegel & Lucien, 2007).

Bajo la óptica del control de la contaminación, “los residuos se consideran como un subproducto no deseado del proceso de producción que debe controlarse para garantizar que los recursos de tierra, agua y aire no sean contaminados por encima de unos niveles considerados como aceptables” (De la Orden, 2007, pág. 19).

La globalización económica está produciendo múltiples efectos en la sostenibilidad ambiental. Las interacciones son tantas y tan complejas que sería demasiado simplista afirmar que se trata de ámbitos contrapuestos. Además no existen razones teóricas ni evidencia empírica suficiente o concluyente para demostrar que la relación entre globalización y sostenibilidad ambiental sea de signo único (CEPE, 2007).

Un mecanismo innovador para el financiamiento de la conservación es el de que responsables de proyectos de desarrollo, en una parte del mundo, pagan el costo de actividades de conservación, como compensación por el daño inevitable que un proyecto suyo causa a la biodiversidad (Novo, 2006).

Aunque lo ideal sería trabajar desde una óptica para evitar el daño a los ecosistemas previamente a cualquier actividad extractiva o productiva, y no tanto mediante mecanismos de reconstrucción o reparación, lo cierto es que estos representan al menos una forma de asunción de responsabilidades orientada a compensar las pérdida de bienes naturales en un lugar con la conservación o regeneración de la naturaleza, lo cual implica un avance en las políticas ambientales globales (Nebel, 2005).

A lo largo de las últimas décadas se ha ido fraguando una línea de pensamiento que se identifica a partir de una preocupación por dotar de viabilidad ecológica a los sistemas humanos por esto, se ha producido un avance espectacular de las ciencias de la naturaleza, especialmente de la ecología (Calvo, 2007).

Por tanto decir que un sistema o proceso es sostenible significa que puede continuar indefinidamente sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. El concepto de producción sostenible también se aplica a los suministros de agua dulce, los suelos y la capacidad de los sistemas naturales, de absorber los contaminantes sin resultar dañados (Nebel, 2005).

2.4.2. Agricultura Orgánica.

En un sistema de producción orgánica, se procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por tanto es el resultado de la interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente. La agricultura orgánica se basa principalmente en el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes localmente (Sánchez, 2003).

El término agricultura orgánica está relacionado con la utilización de estiércol animal y otros insumos naturales, lo que implícitamente deja fuera la utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos o químicos, el término agricultura biológica se basa en el aprovechamiento del mecanismo de productividad de los organismos vivos, por su parte la agricultura ecológica integra la producción agropecuaria al ecosistema, finalmente la agricultura alternativa propone opciones a los sistemas convencionales (Céspedes, 2005).

2.4.2.1. Definiciones.

“La agricultura orgánica es una técnica de cultivo y producción que privilegia la tierra y todo lo que signifique aumentar la fertilidad natural que es microbiológica es decir incrementar la materia orgánica del suelo” (Sánchez J. , 2010, pág. 9).

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 (Basantes, 2009).

2.4.2.2. Planteamientos de 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. 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.

Esta alimentación se hará mediante la adición al suelo de desechos vegetales reciclados, abonos verdes, estiércoles animales, desechos orgánicos así mismo plantea para el manejo de plagas y enfermedades la conservación del principio de biodiversidad a través de la implementación de agro ecosistemas altamente diversificados (Sánchez, 2003).

2.4.2.3. Principios de la producción orgánica.

Según Fósero (2005) para mejorar o por lo menos mantener la fertilidad y la actividad biológica del suelo, la base de los programas de fertilización debe estar sustentada en la utilización de materiales biodegradables de origen microbiano, vegetal o animal producido en las propiedades orgánicas. Se recomienda la utilización de abonos biodegradables, para minimizar las pérdidas de los nutrientes. Se debe evitar la acumulación de metales pesados y otros contaminantes.

El mismo autor manifiesta que los fertilizantes minerales no sintéticos y otros abonos de origen biológico, deben considerarse como suplementos y no como sustitutos de los producidos en el huerto. Y que además debe establecerse límites de las cantidades de fertilizantes de origen biológico traídas de otras fincas, considerando las condiciones locales y tipo de cultivo. Los fertilizantes minerales deben ser aplicados al suelo en su estado natural y no se debe hacer tratamientos químicos para aumentar su solubilidad.

2.4.2.4. Ventajas de la agricultura orgánica.

Según Zamora & Torres (2008) las ventajas que proporciona la utilización de la agricultura orgánica son:

- Permite aprovechar al máximo los recursos naturales presentes en una explotación agrícola
- Mejora la calidad de los suelos aumentando cada vez más su productividad.
- Permite obtener productos sanos de buena calidad
- Tiende a abaratar los costos de producción.
- Permite ubicar productos no tradicionales en mercados internacionales.

2.4.2.5. Limitantes de la agricultura orgánica.

Sánchez (2003) afirma que los limitantes que enfrenta la agricultura orgánica son: La no existencia de grandes volúmenes de materia orgánica para la realización de enmiendas en los suelos de cultivo. No hay todavía disponibilidad de suficientes insumos biológicos en el mercado local. Y además el carácter inmediatista de muchos productores impiden la implementación de cultivos orgánicos, pues no comprenden de éste nuevo tipo de agricultura es un proceso natural que no responde a recetas.

2.4.3. Fertilización Orgánica.

La fertilización orgánica tiene como objetivo efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz, por medio de los fenómenos físico-químicos que tiene lugar en su seno, de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada.

Además, el método de fertilización orgánica, desiste conscientemente del abastecimiento con sustancias nutritivas solubles en agua y de la ósmosis forzada, proponiendo alimentar a la inmensa cantidad de microorganismos del suelo de manera correcta y abundante, dejando a cargo de ella la preparación

de sustancias nutritivas en forma altamente biológica y más provechosa para las plantas (Suquilanda, 2006).

2.4.3.1. Abonos orgánicos.

Un abono orgánico es cualquier material de origen animal o vegetal capaz de proporcionar uno o más de los elementos que son esenciales para el desarrollo de las plantas cultivadas, y que a su vez, mejoran las características físicas, biológicas y químicas del suelo. Esta clase de abono no solo proporciona al suelo materiales nutritivos sino que influye favorablemente en la estructura del suelo (Salgado & Nuñez, 2010).

Los abonos orgánicos han sido catalogados principalmente como enmiendas o mejoradores del suelo, una de las principales preguntas que siempre ha generado con respecto a estos materiales, es con relación a su capacidad de suplemento de nutrimento a los cultivos. Se sabe que esta propiedad depende del grado de mineralización de los materiales y está en función no solo de las propiedades de la materia prima y del proceso de fabricación, sino también de las condiciones imperantes en el campo para su consecuente descomposición (Zamora & Torres, 2008).

Según la norma INEN 209:1998 un abono orgánico es toda sustancia orgánica de origen animal, vegetal o mixto que se añade al suelo con el fin de mejorar su fertilidad.

2.4.3.2. Clasificación de los abonos orgánicos.

Según Restrepo (2007) los abonos orgánicos, se clasifican de la siguiente manera:

a. Sin procesar.

- Excretas animales
- Desechos vegetales
- Abonos verdes.

b. Procesados

- Compost.
- Bocashi.
- Lombricompost.
- Ácidos húmicos.
- Abono líquido fermentado (biol)
- Te de estiércol.

2.4.3.3. Abonos sólidos.

Según Sánchez (2003) los abonos sólidos se clasifican en compost, lombricompost y compost tipo bokashi:

Compost. -Es un tipo de abono orgánico sólido que mejora la calidad de los suelos, incorpora microorganismos y minerales que se han generado gracias a la fermentación aerobia de los residuos vegetales y animales incorporados al preparado.

Lombricompost.- Es un preparado orgánico de actividad anaerobia de la flora intestinal de las lombrices sobre residuos vegetales, animales y lodos, para la formación de un abono enriquecido con microorganismos, el proceso tiene una duración entre 70 a 90 días.

Compost tipo bokashi.- Es un abono producto de una fermentación aeróbica de residuos vegetales y animales

2.4.3.4. Abonos orgánicos líquidos.

Según Gómez A & Tovar X (2008) los abonos líquidos se clasifican en cuatro grupos:

Caldo super cuatro.- Es un preparado que tiene como base el estiércol de bovino, agua y una fuente de carbohidratos para su fermentación.

Poligástricos.- Es un producto resultado de la fermentación de estiércoles animales de varios estómagos como caprinos en ausencia de agua.

Purines.-Son preparados orgánicos con base en plantas medicinales y aromáticas en algunos casos con residuos de animales.

Biofertilizantes.- Los efluentes que se generan del proceso de la fermentación de materiales orgánicos, comúnmente se llaman biofermentos y en algunos lugares se les conoce con el nombre de bioles.

2.4.4. El Biol.

2.4.4.1. Definiciones.

“Es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes”(INIA, 2005, pág. 8).

Puede ser considerado como una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), que actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas (Suquilanda, 2006).

2.4.4.2. Elaboración de Biol.

En la elaboración de biol la proporción del peso y el volumen con los residuos entrantes es de 0.9 a 1, contiene una fase sólida, conocida como biosol y su fase líquida conocida como biol, ambos componentes tienen extraordinarias cualidades agronómicas beneficiosas para los cultivos.

Dependiendo de las características de los residuos a fermentar se tiene que en promedio el fango resultante del biodigestor presenta aproximadamente entre el 85 y 90% de la materia entrante, de esto aproximadamente el 90 % corresponde al biol y el 10% al biosol, estos porcentajes varían según los residuos a fermentar y el método de separación empleado (Aparcana, 2008).

2.4.4.2.1. Biosol.

La parte sólida que resulta en el biodigestor que es el biosol puede alcanzar entre 25% a solo 10% de humedad, su composición depende mucho de los residuos que se emplearon para su fabricación. Se puede emplear solo o en conjunto con compost o fertilizantes químicos (Aparcana, 2008).

2.4.4.3. Ingredientes para la elaboración del biol.

a. Estiércol.

Tiene principalmente la función de aportar los ingredientes vivos para que ocurra la fermentación del biol, 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 encuentran en el tanque de fermentación (Restrepo, 2007).

La composición del estiércol bovino está influenciada por varios factores, siendo el principal el tipo de ración y su digestibilidad; otros factores que afectan son la edad del ganado y el estado general del animal. La composición química del estiércol encontrada por varios autores fue recolectada por Albin, R 1971, quien muestra que la máxima cantidad de proteína es de 19% y la mínima de 1,87% (Pérez & Viniegra, 2007).

b. Leche o suero de leche.

Tiene la función de reavivar el bio preparado 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 biol, al mismo tiempo permite la reproducción de la microbiología de la fermentación (Restrepo, 2007).

El suero es un derivado de la leche, que posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica (Huyata, 2006).

c. Melaza.

Sirven como fuente de energía para los microorganismos, quienes se encargan de descomponer los materiales orgánicos. Además proveen cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrientes (Salgado & Nuñez, 2010) .

Su función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso de fermentación se potencialice además de aportan otros componentes en menor escala como son algunos minerales entre ellos calcio, fosforo boro, hierro, azufre zinc y magnesio (Medina, 2000).

d. Levadura.

“Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias” (Bamforth, 2007, pág. 291) .

En la elaboración de biol las levaduras producen sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular (Huyata, 2006).

e. Agua.

Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad (Salgado & Nuñez, 2010).

Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaerobia del biol (Medina, 2000).

2.4.4.4. Equipo para la elaboración de biol.

El equipo necesario para la realización del biol es el biodigestor constituido por un tanque construido de diversas formas geométricas, tamaños y materiales. El tanque debe de disponer de algún sistema que le permita capturar el biogás controlando su presión y evitando su mezcla con el aire atmosférico (Zamora & Torres, 2008).

El biodigestor es un tanque donde se almacena residuos, estiércol de animales, y otros elementos que diluidos en agua forman una mezcla que se descompone biológicamente, en el proceso de descomposición se forma el biogás, por lo que el tanque debe disponer de algún sistema que le permite capturar el biogás (Salaya, 2010).

2.4.4.5. Procedimiento para elaborar biol.

Según Céspedes (2005) la manera adecuada para elaborar biol en una caneca de 200 litros es:

En un recipiente de plástico de 75 litros poner 30 litros de agua, luego colocar la majada fresca de bovino, cuy, pollos y humus de lombriz. Picar raíz, hojas, flores y fruto de dos o tres leguminosas. En otro recipiente pequeño con 4 litros de leche o suero se mezcla la levadura, melaza y los diferentes minerales.

Lo preparado en el recipiente pequeño colocar en el tacho grande y completar con agua, se deja un espacio vacío de 20 centímetros y revolver la mezcla. Seguidamente poner la tapa se asegura con un alambre, luego un extremo de la manguera se introduce en una botella con agua, para permitir el desfogue de gases.

2.4.4.6. Factores que intervienen en la formación del biol.

a. La temperatura.

Representa el incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 12 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar

temperatura que puede superar fácilmente los 50°C, lo que es buena señal para continuar con las demás etapas del proceso (Huyata, 2006).

La temperatura interna del biodigestor, aunque el proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperaturas desde 14 hasta 60°C, aunque la mayor eficiencia se alcanza cuando se trabaja en temperaturas de 30 a 40 °C donde la mayoría de las bacterias metanogénicas digieren la materia orgánica más eficientemente en estos rangos de temperatura (Botero & Preston, 1987, pág. 6).

b. La humedad interna del biodigestor.

La humedad óptima, para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono, oscila entre un (50 y 60) % (en peso). Bajo del 40% de humedad, hay una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos que hacen parte del compuesto. Por otro lado, cuando la humedad supera el 60%, la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación (Huyata, 2006).

c. La aireación.

La presencia de oxígeno es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se calcula que en la mínimo debe existir entre un (5- 10) % de concentración de oxígeno en los macro poros de la masa. Sin embargo, cuando los micro poros se encuentran en estado anaeróbico por un exceso de humedad, pueden perjudicar la aireación del proceso y consecuentemente obtener un producto de mala calidad (Huyata, 2006) .

d. Relación carbono-nitrógeno.

La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que sea entre 25 a 35%. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, por

otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación más lenta. (Restrepo, 2007)

e. Relación materia orgánica agua.

La cantidad de materia orgánica varía de acuerdo a su origen con respecto al agua, pero se puede trabajar en concentraciones de 50-50 o 25- 75 respectivamente, dependiendo de la disponibilidad de la materia prima aunque lo más recomendable es utilizar 1/3 de materia orgánica y 2/3 de agua, dejando siempre un espacio de 10 a 20 cm en el borde superior del recipiente (Restrepo, 2007, pág. 62).

f. El Potencial Hidrógeno (pH).

La fabricación de este tipo de abono, requiere que el pH oscile entre un 6 y 7, los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales. El pH desciende en los primeros días hasta 5 por la producción de ácidos orgánicos (Fundación Mazan, 2007).

g. Conductividad eléctrica (CE).

Sirve para medir la concentración total de sales en una solución, pero no indica qué sales están presentes. La CE se expresa en dS/m (anteriormente denominada mmho/cm). Cuando se habla de la CE, debemos siempre especificar si es la CE del agua de riego, la CE del agua de drenaje o la CE de la solución del suelo. En el caso de la CE de la solución del suelo, hay que especificar el estado de humedad del suelo (Huyata, 2006).

h. El tamaño de las partículas.

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, pueden presentar la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica de los mismos. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas pueden llevar fácilmente a una compactación favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen abono orgánico fermentado (Huyata, 2006).

i. Aditivos.

Potter & Hotchkiss (2000) sostienen, que las levaduras son microorganismos que sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa.

Los microorganismos beneficiosos es una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural. Contienen principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación (Huyata, 2006).

Estos microorganismos cuando entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, y fundamentalmente sustancias antioxidantes que promueven la descomposición de materia orgánica aumentando el contenido de humus (Medina, 2000).

j. Fermentación anaerobia.

Fue descubierta por Pasteur, que la describió como la vida sin aire. La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. También algunos metazoos y protistas son capaces de realizarla. El proceso de fermentación anaerobio se produce en ausencia de oxígeno, ello significa que el aceptor final de los electrones del NADH produciendo en la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá por el poder reductor del NADH a NAD el compuesto orgánico que se reduce es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente (Fermentación 2007).

El método básico consiste en alimentar al biodigestor con materiales orgánicos y agua, dejándolos un periodo de semanas o meses, a lo largo de los cuales, e condiciones ambientales y químicas favorables, el proceso bioquímico y la

acción bacteriana se desarrollan simultáneamente y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde se acumula el gas metano (INIA, 2005).

A. Fases de la descomposición anaerobia.

Fase de hidrólisis y fermentación.- La materia orgánica es metabolizada por los microorganismos, se descomponen las cadenas largas de materia orgánica en otras más cortas, obteniéndose productos intermedios, es decir las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles (FAO, 1995).

Fase de acidogénesis.-En esta fase se convierten los productos intermedios en ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono, esto es los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO₂, hidrogeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas.

Estas dos fases las llevan a cabo un primer grupo de bacterias, las hidrolíticas acidogénicas y las acetogénicas que hidrolizan y fermentan las cadenas complejas de la materia orgánica en ácidos orgánicos simples (FAO, 1995).

Fase metanogénica.-El segundo grupo de bacterias convierte los ácidos orgánicos en metano y dióxido de carbono, se trata de bacterias estrictamente anaerobias. Se denominan bacterias metanogénicas y las más importantes son la que transforman los ácidos propanóico y acético, denominadas bacterias metano génicas acetoclásticas (INIA, 2005).

El otro grupo de metanogénicas, las hidrogenófilas, consumen el hidrógeno generado en la primera parte de la reacción y, lo convierten en biogás. En estas condiciones el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico debido a la ausencia de oxígeno. Estas últimas bacterias son fundamentales para el equilibrio de las condiciones ambientales de la reacción, puesto que la acumulación de hidrógeno alteraría la biodigestión de la materia orgánica (Medina, 2000).

B. Tiempo de fermentación.

La fermentación anaeróbica del biol varía según la estación del año y lugar, según la temperatura del medio ambiente o presión atmosférica. Por ejemplo la fermentación del biol en los meses de verano es más rápida (1-2 meses) y en el invierno es lenta (2-4 meses).

El biol más sencillo de preparar y fermentar demora para estar listo de entre 20 a 30 días. Sin embargo para preparar bioles enriquecidos con sales minerales se puede demorar de entre 35 a 45 días. Los bioles estarán listos para ser utilizados cuando después de preparados, pare o finalice el periodo más activo de la fermentación anaerobia del estiércol, lo cual es verificado cuando se haya paralizado por completo la salida de los gases por la manguera (Huyata, 2006).

2.4.4.7. Composición química del Biol.

Según Medina (2000) el Biol presenta una cantidad bastante equilibrada de nutrientes los cuales influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. (p.46).

Cuadro 1: Composición química del biol

Componente	Fuente1	Fuente2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5
PH	8.1	6,5	6,7	6,5	6,3
Materia Orgánica	35%	No menciona	No menciona	38%	35%
Materia seca	4,2%	No menciona	1,4%	5,6%	No menciona
Nitrógeno total	2,03%	1,5%	1,4%	1,6%	1,6%
Nitrógeno Amoniacal	0,8%	0,4%	0,9%	0,3%	0,31%
Fosforo	0,15%	0,076%	0,24%	0,2%	0,1%
Potasio	2,6%	2,9%	1,9%	1,5%	0,35%
Calcio	1,5%	0,5%	0,135%	0,2%	0,6%
Magnesio	380ppm	No menciona	310ppm	320 ppm	170ppm
Sodio	No menciona	2,4ppm	No menciona	No menciona	No menciona
Azufre	0,2%	No menciona	0,06%	0,2%	No menciona
Boro	56ppm	No menciona	No menciona	48ppm	35 ppm
Hierro	No menciona	No menciona	No menciona	50 ppm	No menciona
Manganeso	No menciona	No menciona	No menciona	1ppm	2,3 ppm
Cobre	No menciona	No menciona	8ppm	8ppm	No menciona
Zinc	No menciona	No menciona	No menciona	32ppm	No menciona

Fuente1: Biol de estiércol vacuno (Potsch, 2004)

Fuente 2: Biol de mezcla de sustratos: estiércol de vacuno y restos de comida casera (Zethner, G, 2002)

Fuente3: Biol de estiércol vacuno con banano promedio Hojas, tallos y frutos (Clark, A, 2007)

Fuente 4: Biol de estiércol bovino (Medina, A, 1992)

Fuente 5: Biol de estiércol bovino enriquecido con roca fosfórica (Basantes, E ,2009).

Elaborado por: Jiménez Johanna. 2012

2.4.4.8. Clasificación y función de los nutrientes.

Según la norma INEN 209: 1998 Los nutrientes que necesita la planta se clasifican en macro nutrientes primarios, macro nutrientes secundarios y micronutrientes.

A. Macro elementos:

a. Nitrógeno (N).

Suquilanda (2006) plantea las siguientes funciones del nitrógeno. Es un constituyente de la clorofila, el protoplasma, la proteína y los ácidos nucleicos. Aumenta el crecimiento y desarrollo de todos los tejidos vivos.

b. Fósforo (P)

Suquilanda (1995), indica las siguientes funciones del fósforo: Ayuda a la formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces. Les permite un rápido y vigoroso comienzo a las plantas, es decir las ayuda a agarrarse del suelo.

c. Potasio (K).

La absorción de este catión univalente es altamente selectiva y muy acoplada a la actividad metabólica. Se caracteriza por su alta movilidad en las plantas, es decir entre células, tejidos y en su transporte por xilema y floema. El potasio es el catión más abundante en el citoplasma y sus sales contribuyen al potencial osmótico de células y tejidos. Se encuentra también en cloroplastos y vacuolas facilitando alargamiento celular (Pía & Viniegra, 2007)

B. Los macro elementos secundarios

a. Calcio (Ca)

Es un constituyente de las paredes celulares en forma de pectato cálcico, necesario para la mitosis (división celular) normal. Contribuye a la estabilidad de las membranas, mantenimiento de la estructura de los cromosomas (Pía & Viniegra, 2007).

b. Magnesio (Mg)

Suquilanda (2006), expone que el magnesio es un componente esencial de la clorofila, además es necesario para la formación de azúcar, como también ayuda a regular la asimilación de otros nutrimentos.

c. Azufre (S)

Suquilanda (2006), cita que el azufre es un ingrediente esencial de la proteína, así mismo ayuda a mantener el color verde intenso.

C. Los micronutrientes.

a. Boro (B)

Está ligado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de la planta. Interviene en la formación de proteína y en la translocación de azúcares (Pía & Viniegra, 2007).

b. Cobre (Cu).

Hernández (1990), expresa que el cobre es un constituyente del citocromo oxidasa y componente de muchas enzimas; oxidasa del ácido ascórbico, cumpliendo las siguientes funciones: Estimula la formación de vitamina A en las plantas

c. Hierro (Fe).

Suquilanda (2006), expone que el hierro cataliza varias reacciones enzimáticas en las plantas que actúan en los procesos de respiración, además actúa como un transportador de oxígeno, así como también es necesario para la formación de la clorofila

d. Manganeseo (Mn).

El manganeseo es absorbido como Mn^{2+} y es translocado de las raíces al tallo por el xilema como un catión divalente libre. Participa en las metaloproteínas

donde actúa como componente estructural, sitio activo o simplemente como un sistema rédox (Pía & Viniegra, 2007).

e. Molibdeno (Mo).

Suquilanda (2006), cita que el molibdeno es un catalizador en varias reacciones enzimáticas y fisiológicas de las plantas, además participa en los procesos respiratorios de las plantas.

f. Zinc (Zn)

Suquilanda (2006), menciona las siguientes funciones del Zinc: Es necesario para la producción normal de la clorofila y para el crecimiento. Es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos. Promueve funciones metabólicas. Ayuda a la síntesis de los sistemas enzimáticos.

2.4.4.9. Funciones del biol.

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos, azúcares entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (INIA, 2005).

2.4.4.10. Ventajas del biol

Según Tomkins (2004). El uso de biol permite un mejor intercambio catiónico en el suelo con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo, también ayuda a mantener la humedad del suelo y a la creación de un microclima adecuado para las plantas.

Además manifiesta que siendo el biol una fuente de fitoreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para enraizamiento aumentando y

fortaleciendo la base radicular, acción sobre el forraje, mejora el vigor y poder germinativo de las semillas.(p. 43).

2.4.4.11. Forma y dosis de aplicación del Biol.

Según Suquilanda (2006), El biol se puede aplicar tanto al suelo como al follaje o en conjunto. Así mismo se lo puede aplicar en semillas, plántulas y tubérculos, raíces y bulbos. Afirma que la dosis de Biol/agua debe estar en relación de 1/100.

La aplicación foliar podría llegar hasta un máximo de dilución del 75%, y un mínimo del 25% hay que tomar en cuenta que en aplicaciones foliares se debe utilizar un adherente, y como variante se puede utilizar leche o suero de leche (1 litro en cada 200 litros de solución)

2.5. HIPÓTESIS.

Hi: Es posible obtener abono orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arco iris. (*Oncorhynchus mykiss*).

Ho: No es posible obtener abono orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arco iris. (*Oncorhynchus mykiss*).

2.6. VARIABLES.

Variable independiente: Dosis de vísceras de trucha arco iris. (*Oncorhynchus mykiss*).

Variable dependiente: Abono orgánico líquido fermentado biol.

Variable interviniente: Microorganismos eficientes.

III. METODOLOGÍA.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta tesis se encuentra dentro de la modalidad de investigación cuantitativa y cualitativa porque las variables a evaluarse fueron medidas mediante la toma de datos numéricos y además se determinó las características de calidad del biol a partir de vísceras de trucha arco iris.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Para la elaboración de esta tesis se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

Experimental: Debido a que en la presente investigación se evalúa la dosis de vísceras en la elaboración de biol, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir por qué causa se produce o no la formación de este biol

Bibliográfica: Es fundamental para contribuir como una excelente introducción para futuras investigaciones.

Aplicada: Debido a que los resultados obtenidos van a estar dirigidos a solucionar el problema de la sociedad como es la inadecuada eliminación de vísceras de trucha arco iris y el uso excesivo de fertilizantes sintéticos en la agricultura.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

Población: La población de la presente investigación estuvo conformada por 21 unidades experimentales constituidas por biodigestores de 20 litros, donde se desarrolló la fermentación anaerobia para la formación de biol.

Muestra: La muestra de este experimento son los siete tratamientos planteados donde se evalúa la interacción de la dosis de vísceras a utilizarse con los microorganismos que intervienen en la fermentación.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 1: Operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Descripción de la variable	Índice (sub-variables)	Indicador	Técnica	Informante
Hi: Es posible obtener abono orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arco iris. (Oncorhynchus mykiss).	VI: Dosis de vísceras de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).	Es la cantidad de residuos orgánicos que se agregan al bio- digestor en sustitución del estiércol bovino que es utilizado generalmente en la elaboración de biol.	Porcentaje de vísceras a utilizar	21,42% 30% 42,85%	Diferencia de pesos	Investigador
	VT: Microorganismos Eficientes.	Microorganismos beneficiosos que intervienen en la descomposición de la materia orgánica, mediante un proceso fermentativo	Tipo de microorganismos	Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes.		Investigador
				Levadura comercial		
	VD: Abono orgánico líquido fermentado BIOL	Abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas.	Rangos de pH	6-7,5	Medición y observación.	Investigador
			Rango de temperatura	12-20°C	Medición y observación	Investigador
			Calidad nutricional	Alto Medio Bajo		Laboratorio

Elaborado por: Jiménez Johanna

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

3.5.1. Información bibliográfica.

La información bibliográfica del tema investigado se recolectó a través de libros referentes a agricultura orgánica, contaminación ambiental, desarrollo sostenible entre otros, que se hallan en bibliotecas, libros virtuales, tesis de investigación, información de periódicos y revistas científicas.

3.5.2. Información procedimental.

Dentro de la información necesaria para la realización de esta investigación se considera localización del experimento, factores en estudio, análisis funcional, las variables a evaluarse y manejo específico del experimento.

3.5.2.1. Localización del experimento.

La fase experimental de la presente investigación se realizó en el sector La Rinconada, mismo que se encuentra localizado en la parroquia Tulcán, cantón Tulcán, provincia del Carchi. La materia prima se obtuvo del criadero piscícola El Paraíso del Pescador de la parroquia de Tufiño. Los análisis químicos de los tratamientos se realizaron en el laboratorio Labonort de la ciudad de Ibarra.

a. Datos Informativos del lugar

El proceso fermentativo de los biodigestores se desarrolló a una temperatura de 15°C promedio, a una altura de 2980 msnm, en un clima frío, con una altitud norte de 00° 44' y 77° 43' de longitud occidental, según los datos meteorológicos del Aeropuerto "Teniente Coronel Luis A. Mantilla" de la ciudad de Tulcán.

3.5.2.2. Factores en estudio.

En la presente investigación "Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus*

mykiis), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño”, se consideró como factores en estudio los siguientes:

Factor A: Porcentaje (%) de vísceras de trucha arco iris.

Para la determinación de este factor se consideró la relación de materia orgánica agua (MO/Agua) que puede existir en un biol (Restrepo, 2007).

Cuadro 2: Factor A (dosis de vísceras)

	Relación MO/Agua	M.O % Vísceras	Agua
A1	25- 75	21,42%	64,28%
A2	35-65	30%	55,71%
A3	50-50	42,85%	42,85%

Elaborado por: Jiménez Johanna, 2012

Factor B: Microorganismos eficientes (EM).

Su importancia está en su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos (Bamforth, 2007).

Cuadro 3: Factor B (Microorganismos eficientes)

	Tipo de Microorganismo
B1	Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes
B2	Levadura comercial

Elaborado por: Jiménez Johanna, 2012

3.5.2.3. Tratamientos.

Las interacciones de los niveles dan lugar a la formación de seis tratamientos además del testigo. En el siguiente cuadro se indica las dosis de todos los componentes de cada uno de los tratamientos en estudio:

Cuadro 4: Tratamientos en estudio

Tratamientos		Estiércol	Vísceras de trucha	Agua	Microorganismos eficientes	Levadura comercial	Humus	Leche	Melaza	Ceniza de leña	TOTAL
T1	A1B1		21,42%	64,28%	0,72%		7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T2	A2B1		30%	55,71%	0,72%		7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T3	A3B1		42,85%	42,85%	0,72%		7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T4	A1B2		21,42%	64,28%		0,72%	7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T5	A2B2		30%	55,71%		0,72%	7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T6	A3B2		42,85%	42,85%		0,72%	7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%
T7	Testigo	21,42%		64,28%		0,72%	7,14%	2,85%	1,42%	2,17%	100%

Elaborado por: Jiménez Johanna, 2012

3.5.2.4. Diseño experimental

A. Tipo de diseño.

a. Diseño experimental

Se realizó un experimento donde las condiciones fueron controladas, y se optó por aplicar un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A).

b. Características del ensayo

Se aplicó un arreglo factorial $A \times B+1$ donde el factor A representa el porcentaje de vísceras a utilizarse, con tres niveles y el factor B es el tipo de microorganismo con dos niveles, donde se obtuvo un total de seis tratamientos y el testigo, los cuales se repitieron tres veces.

- **Número de repeticiones por tratamiento:** Tres (3)
- **Número de tratamientos:** Seis (6)
- **Número de Testigos:** Uno (1)

- **Unidad experimental:** El número de unidades experimentales es $(t+1 \times r) = 21$
- **Características de la unidad experimental**

La unidad experimental estuvo constituida por un biodigestor artesanal de 20 L, agregado de la dosis de todos los materiales que intervienen en la formación de biol dependiendo de las formulaciones establecidas.

c. Esquema del análisis estadístico

Cuadro 5: Esquema del análisis estadístico

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	20
REPETICIONES	2
TRATAMIENTOS	6
Factor (A): % de Vísceras	2
Factor (B): Tipo de microorganismo.	1
Interacción AXB	2
Testigo vs Otros	1
ERROR EXPERIMENTAL	12

Elaborado por: Jiménez Johanna, 2012

d. Análisis funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos, y factor A, DMS para factor B.

3.5.2.5. Variables a evaluarse.

- Temperatura interna del biodigestor
- Potencial Hidrógeno pH
- Contenido nutricional del biol (N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe)
- Conductividad eléctrica
- Rendimiento
- Costos

a. Determinación de la Temperatura

Una vez iniciado el proceso fermentativo en los biodigestores artesanales se tomó el parámetro de temperatura cada 7 días, utilizando un termómetro manual.

Foto 1: Medición de Temperatura



Foto tomada por: Jiménez Johanna. (2012)

b. Determinación del PH

Se realizó la determinación de este parámetro en cada una de las unidades experimentales, utilizando cintas de medición de pH, cada 7 días con la finalidad de establecer la curva del comportamiento del potencial hidrogeno en el biol.

Foto 2: Medición del pH



Foto tomada por: Jiménez Johanna .2012

c. Calidad nutricional del biol

Una vez terminado el tiempo de fermentación se tomó una muestra de cada unidad experimental y se envió a realizar análisis químicos a laboratorio para determinar el contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, B.

Foto 3: Muestras para enviar a laboratorio



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2012

d. Conductividad Eléctrica.

Este parámetro se determinó mediante los resultados del análisis químico enviado a laboratorio.

e. Determinación del rendimiento total

El rendimiento del biol se determinó mediante una medición de la cantidad de biol obtenido y la relación con su peso inicial. Se propone la siguiente formula:

$$Rendimiento = \frac{\textit{peso final}}{\textit{peso inicial}} * 100$$

f. Determinación de costos

El costo del biol se determinó por medio del registro de los gastos, realizados durante el proceso de elaboración y obtención del producto final.

3.5.2.6. Manejo específico del ensayo.

3.5.2.6.1. Materiales y equipos.

En la elaboración de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Materia Prima:

- Vísceras de trucha arco iris.
- Estiércol bovino.

Insumos:

- Agua
- Ceniza de leña
- Levadura
- Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes
- Melaza
- Humus

Materiales de Proceso:

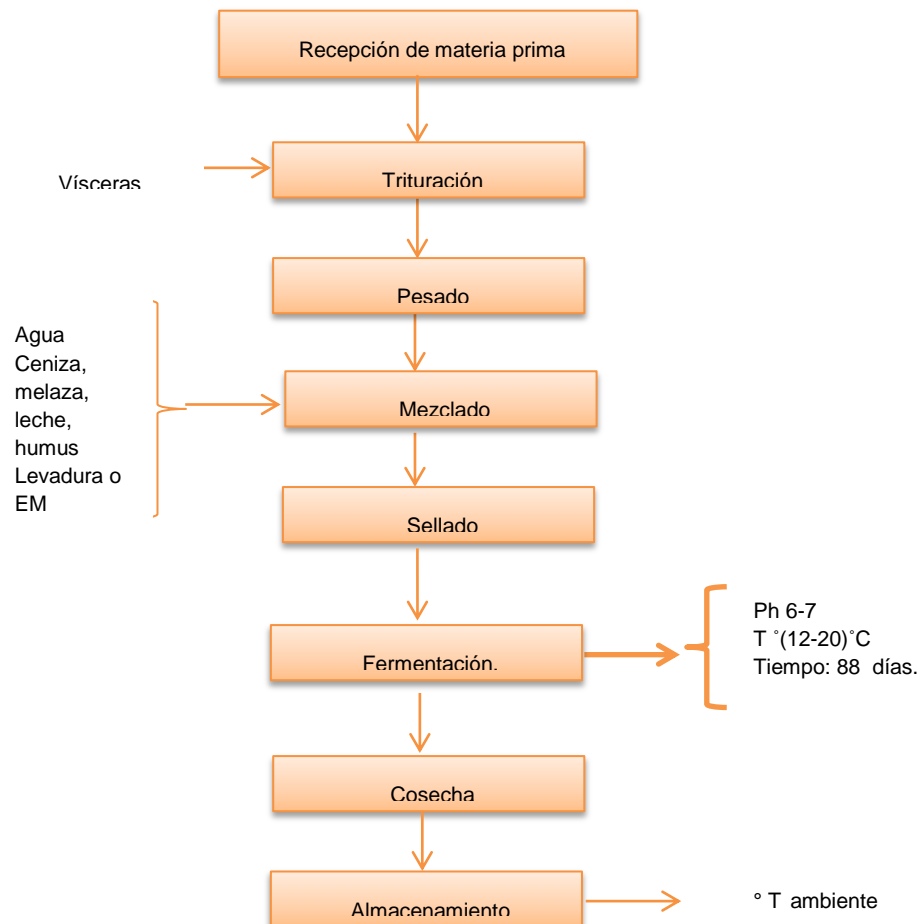
- Manguera
- Baldes de 20 L
- Botellas descartables.
- Guantes

Materiales de laboratorio:

- Cintas de pH
- Termómetro
- Balanza
- Licuadora industria

3.5.2.7. Diagrama de bloques para la elaboración de biol.

(Fermentación anaerobia)



3.5.2.8. Procedimiento.

Adecuación del área experimental.- Se adecua el área destinada para colocar los biodigestores artesanales mediante un cerco y cubierta para evitar la influencia de factores externos en el proceso de formación del biol.

Foto 4: Adecuación del área



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2011

Obtención de la materia prima. Las vísceras a ser utilizadas en la elaboración de biol proceden de los criaderos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de la parroquia de Tufiño, los microorganismos eficientes EM se obtuvieron del bosque de los arrayanes, mientras que la levadura (*Sacharomyces cerevisiae*), melaza y humus provienen de una distribuidora agrícola, la leche de un proveedor pecuario.

Foto 5: Eviscerado de trucha arco iris.



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Foto 6: Recolección de Vísceras de trucha arco iris



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Recepción. Las vísceras fueron transportadas vía terrestre desde Tufiño hacia el sector La Rinconada donde se realizó la fase experimental, fueron sometidas a congelación previa a su utilización, hasta completar la cantidad suficiente para el desarrollo del experimento.

Foto 7: Congelación de vísceras



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Trituración.- Las vísceras de trucha arco iris se trituran en una licuadora industrial con la finalidad de reducir su tamaño y formar una composición más homogénea, fácil de degradar en el proceso de fermentación.

Foto 8: Trituración de vísceras



Foto tomada por: Jiménez Johanna.2011

Pesaje. Todos los materiales se pesan en una balanza manual o en una balanza gramera dependiendo de su naturaleza y se agregan al biodigestor en las cantidades establecidas.

Foto 9: Pesado de ceniza de leña



Foto tomada por: Jiménez Johanna.2011

Foto 10: Pesado de vísceras de trucha



Foto tomada por: Jiménez Johanna.2011

Adición de los componentes. Una vez pesados todos los ingredientes se incorporan secuencialmente en el biodigestor artesanal conformado por un tanque de 20 L.

Foto 11: Adición de vísceras de trucha arco iris



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Foto 12: Adición de ceniza de leña



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2012

Foto 13: Adición de leche al biodigestor



Foto tomada por Jiménez Johanna. 2011

Foto 14: Adición de Melaza al biodigestor



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Homogenización.-Una vez incorporados todos los ingredientes al biodigestor se procede a realizar una mezcla de todos los ingredientes para facilitar la desintegración de los mismos.

Foto 15: Homogenización de los ingredientes en el biodigestor



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Sellado. Cargado el biodigestor con los materiales a descomponerse, se completa la capacidad con agua limpia, se agita los componentes con el fin de homogenizar el material, finalmente se sella con una tapa de sellado hermético, en la tapa del biodigestor se coloca una manguera con el objeto de expulsar los gases del metano al exterior.

Foto 16: Sellado del biodigestor



Foto tomada por: Jiménez Johanna. 2011

Fermentación. Una vez iniciado el proceso de descomposición de la materia orgánica se deja fermentar por un tiempo de 88 días, lapso en el cual cada una de las unidades experimentales dejaron de burbujear gas indicando el fin del proceso fermentativo.

Foto 17: Biodigestores en fermentación



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2011

Control. Se realiza un control permanente de pH y temperatura interna del biodigestor, el proceso de fabricación así lo exige.

foto 18: Toma de muestra de biol



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2012

Cosecha. Transcurrido el tiempo de fermentación del biol se procede a filtrar en recipientes limpios y asépticos para garantizar la calidad del producto final.

Foto 19: Cosecha del biol



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2012

Almacenamiento. Una vez obtenido el biofertilizante o biol se procede a envasarlo en recipientes limpios y asépticos, con cierre hermético, debidamente etiquetados, para ser almacenados en un lugar fresco a temperatura ambiente.

Foto 20: Etiquetado del biol



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2012

Foto 21: Almacenamiento del biol



Foto tomada por: Jiménez Johanna, 2012.

3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.6.1. Análisis de resultados.

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación “Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño” Con la finalidad de comprobar factores, variables, e hipótesis planteada, se realizó el siguiente análisis estadístico.

3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.

Para realizar el diseño estadístico, se consideró los siguientes factores: dosis de vísceras de trucha arco iris y microorganismos que intervienen en la fermentación. Se tomó en cuenta las variables cuantitativas, de pH final del producto, contenido de N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn, y conductividad eléctrica. Además se considera la curva de temperatura interna del biodigestor.

A. Contenido nutricional del BIOL.

Para esta variable se parte de enviar una muestra a laboratorio para determinar los contenidos de N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn, luego se realiza un análisis estadístico para cada elemento.

a. Contenido de Nitrógeno.

Cuadro 6: Valores obtenidos para el contenido de Nitrógeno

CONTENIDO DE N (ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	2.385,120	2.240,220	2.287,360	6912,7	2304,23333
T2	2.753,490	2.924,580	2.922,830	8600,9	2866,96667
T3	2.325,770	2.893,160	3.151,540	8370,47	2790,15667
T4	2.683,660	2.584,150	2.638,270	7906,08	2635,36
T5	2.655,740	3.217,880	3.196,930	9070,55	3023,51667
T6	3.006,630	2.938,550	2.905,380	8850,56	2950,18667
T7	642,810	545,040	647,230	1835,08	611,693333
Σ	16453,22	17343,58	17749,54	51546,34	17182,1133

Elaborado por: Jiménez Johanna. (2012)

Cuadro 7: ADEVA de la variable contenido de Nitrógeno

FUENTE DE VARIACION	GI	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	13517698,53	675884,9264			
REPETICIONES	2	125618,57	62809,28556	1,565140566 ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	12910518,47	2151753,078	53,61939718**	3	4,82
Factor A : % de Vísceras	2	783967,187	391983,5936	9,767814072**	3,89	6,93
Factor B: Tipo de microorganismos	1	209761,96	209761,96	5,227044927*	4,75	9,33
FA*FB	2	29881,60	29881,60	0,744617581 ns	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	11886907,72	11886907,72	296,2090924**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	481561,49	40130,1244			
COEFICIENTE DE VARIACION.	8,16 %					

Elaborado por: Jiménez Johanna. (2012)

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns: No significativo.

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, y el factor A (% de vísceras), para el factor B (tipo de microorganismo) existe significación estadística, mientras que la interacción (AXB) no presenta significación alguna.

La relación del testigo vs otros es altamente significativa lo que demuestra que el testigo difiere estadísticamente de los demás tratamientos. Al existir diferencia significativa, se realizó Tukey para tratamientos y factor A; y DMS para el factor B.

Ccuadro 8: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%)

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO		
T5	3023,52	A		
T6	2950,19	A		
T2	2866,97	A	B	
T3	2790,16	A	B	
T4	2635,36	A	B	
T1	2304,23		B	
TESTIGO	611,69			C

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey, en los tratamientos se observa tres rangos de significación A, B, y C, correspondiendo al rango "A" tenemos a los tratamientos T5, T6, T2, T3 y T4, donde estadísticamente son iguales. Las mejores medias se encuentran en los tratamientos T5 (30%visceras, 55,71%agua, +levadura) cuyo valor es de 3023,52ppm (0,3%), T6 (42,85%visceras, 42,85%agua, +levadura) con un valor de 2950,19 ppm (0,29%), y T2 (30% vísceras, 55,71%agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con un valor de 2866,97ppm (0,28%).

Cuadro 9: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A2	2945,24	A	
A3	2870,17	A	
A1	2469,80		B

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) se evidencia que existen dos rangos de significación "A" y "B"; los niveles A2 (30% de vísceras) y A3 (42,85% de vísceras); pertenecen al rango "A". Lo que indica que estadísticamente son iguales, y se consideran como los mejores, ya que presentan altos contenidos de nitrógeno con valores de 2945 ppm (0,29%) y 2870,17 ppm (0,28%) respectivamente.

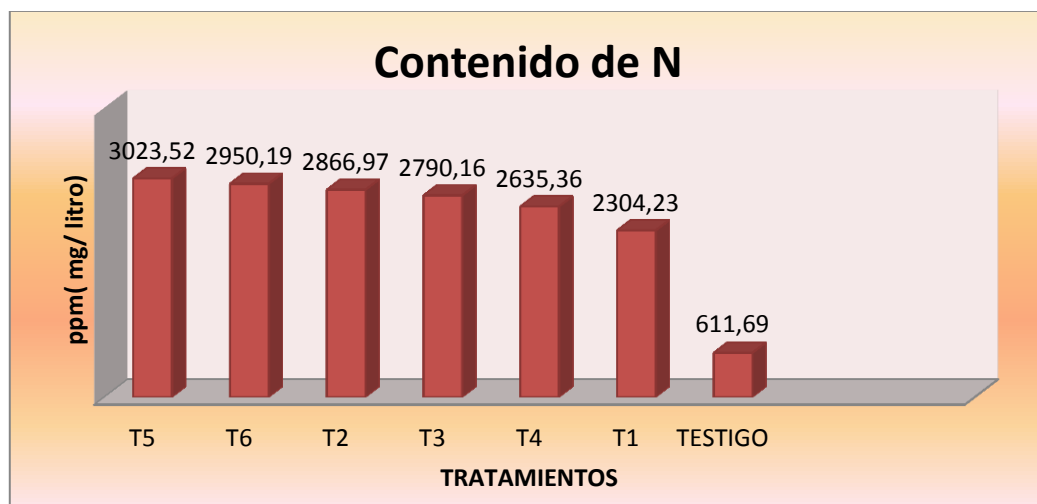
Cuadro 10: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismos).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B2	2869,688	A
B1	2653,786	A

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En la prueba DMS realizada para el factor B (tipo de microorganismo), se evidencia que existe un rango de significación "A" donde se encuentran el nivel B2 y B1 respectivamente, lo que significa que el tipo de microorganismo no influye estadísticamente en cuanto al contenido de nitrógeno en el biol.

Gráfico 1: Comportamiento de las medias para el contenido de Nitrógeno.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°1 se indican los valores promedios para contenido de nitrógeno, correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio, siendo identificados como los tres mejores al; T5 (30%visceras, 55,71%agua, +levadura) cuyo valor es de 3023,52ppm (0,3%) , T6 (42,85%visceras, 42,85%agua, +levadura) con un valor de 2950,19 ppm (0,29%) y T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con una media de 2866,97 ppm (0,28%), evidenciando que estos tratamientos adquieren mayor contenido de nitrógeno amoniacal frente al testigo con un valor de 611,69 ppm (0,06%).

b. Contenido de Fósforo.

Cuadro 11: Valores obtenidos para el contenido de Fósforo en el biol.

CONTENIDO DE P(ppm)					
	Repeticiones				
Tratamiento	I	II	III	Σ	X
T1	75,39	74,61	73,21	223,21	74,4033333
T2	170,25	173,99	171,34	515,58	171,86
T3	217,13	196,26	181,46	594,85	198,283333
T4	77,72	76,01	73,52	227,25	75,75
T5	225,39	195,95	180,37	601,71	200,57
T6	214,33	178,66	184,89	577,88	192,626667
T7	133,80	129,60	134,73	398,13	132,71
Σ	1114,01	1025,08	999,52	3138,61	1046,20333

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 12: ADEVA de la variable contenido de Fósforo.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	58572,29	2928,614739			
REPETICIONES	2	1031,90	515,9480619	7,373997814ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	56124,90258	9354,15043	79,30068267**	3	4,82
Factor A :% de Vísceras	2	53856,100	26928,04987	228,2850542**	3,89	6,93
Factor B: Tipo de microorganismos	1	297,68	297,68	2,523609963ns	4,75	9,33
FA*FB	2	989,43	989,43	8,388012514**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	981,69	981,69	8,322365167*	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	1415,50	117,9580			
COEFICIENTE DE VARIACION.	7,27 %					

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris), y para la interacción de los factores FA*FB, mientras que la relación del testigo vs otros presenta significación estadística. Esto demuestra que el porcentaje de vísceras utilizadas influye en el contenido de fosforo en el biol, y que a su vez el testigo se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos.

Se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes para los tratamientos y para el factor A.

Cuadro 13: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de Fósforo.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO		
T5	200,57	A		
T3	198,28	A		
T6	192,63	A		
T2	171,86	A		
TESTIGO	132,71		B	
T4	75,75			C
T1	74,40			C

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para los tratamientos, se observa que existen tres rangos de significación, donde los tratamientos que ocupan el rango "A" son el T5 (30% vísceras, 55,71% agua, + levadura), cuyo valor es de 200,57 ppm (0,02%), T3 (42,85% vísceras, 42,85% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 198,28 ppm (0,0198), T6 (42,85% vísceras, 42,85 % agua, levadura), con un valor de 192,63 ppm (0,0192) y T2(30%viscceras, 55,71 % agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), cuyo valor es de 171,86 ppm (0,017), considerándose como los mejores tratamientos.

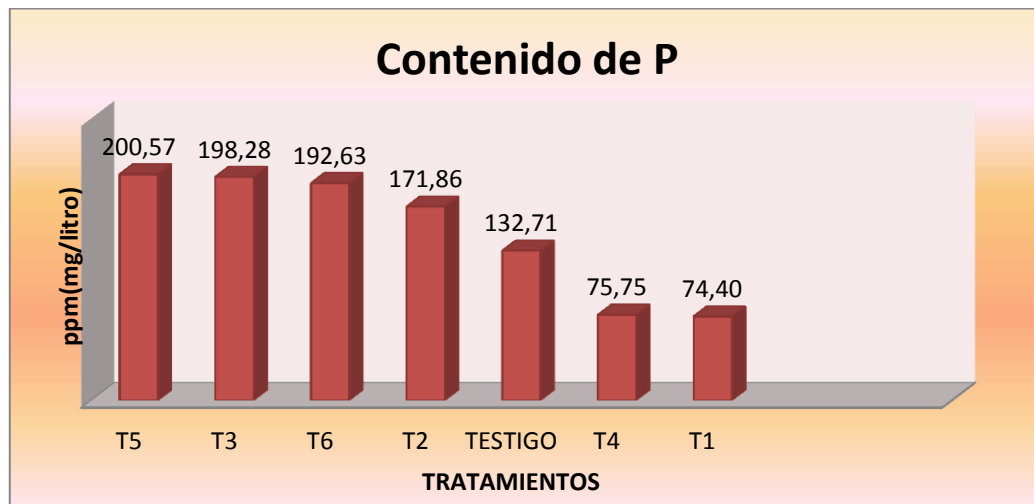
Cuadro 14: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A3	195,46	A	
A2	186,22	A	
A1	75,08		B

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris), se puede distinguir que existen dos rangos de significancia. Encontrando que los niveles A3 (42,85% de vísceras) y A2 (30% de víscera) pertenecen al primer rango con valores de 195,46 ppm (0,019%) y 186,22 ppm (0,018%), respectivamente lo que los convierte en las mejores concentraciones en cuanto al fósforo.

Gráfico 2: Comportamiento de las medias para el contenido de Fósforo.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N ° 2, se indican los valores promedio del contenido de fosforo correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Considerando como los mejores al T5 (30% vísceras, 55,71% agua, +levadura) cuyo valor es de 200,57 ppm (0,02%), T3 (42,85% vísceras, 42,85% agua,+ Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 198,28 ppm(0,0198), T6 (42,85% vísceras, 42,85% agua,+ levadura), con una media de 192,63 ppm (0,0192) y T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), on un valor de

171,86 ppm (0,017%), por encontrarse sobre del testigo con un valor de 132,71 ppm (0,013%).

c. Contenido de potasio.

cuadro 15: Valores obtenidos para el contenido de Potasio en el biol.

CONTENIDO DE K (ppm)					
Tratamiento	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
T1	17.940,00	14.820,00	16.380,00	49140	16380
T2	18.330,00	17.940,00	18.330,00	54600	18200
T3	15.210,00	13.260,00	15.600,00	44070	14690
T4	12.870,00	13.260,00	13.260,00	39390	13130
T5	13.260,00	14.820,00	14.430,00	42510	14170
T6	13.650,00	15.210,00	15.210,00	44070	14690
T7	15.210,00	13.260,00	13.650,00	42120	14040
Σ	106470	102570	106860	315900	105300

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 16: ADEVA de la variable contenido de potasio en el biol.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	65576828,57	3278841,429			
REPETICIONES	2	1607914,29	803957,1429	0,82630273ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	52293428,57	8715571,429	8,957816377**	3	4,82
Factor A :% de Vísceras	2	8568300,000	4284150	4,403225806*	3,89	6,93
Factor B: Tipo de microorganismos	1	26499200,00	26499200,00	27,23573201**	4,75	9,33
FA*FB	2	13705900,00	13705900,00	14,08684864**	3,89	6,99
Testigo. Vs otros.	1	3520028,57	3520028,57	3,617866005ns	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	11675485,71	972957,1429			
COEFICIENTE DE VARIACION.				6,56 %		

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el análisis de varianza se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, el factor B (tipo de microorganismo) y para la interacción A*B, mientras que el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) muestra significación estadística. Esto indica que tanto el tipo de microorganismo como el % de vísceras influyen en el contenido de potasio en el biol.

La relación del testigo vs otros no es significativa lo que indica que el testigo no es estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Cuadro 17: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%)

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO		
T2	18200,00	A		
T1	16380,00	A	B	
T3	14690,00		B	C
T6	14690,00		B	C
T5	14170,00		B	C
TESTIGO	14040,00		B	C
T4	13130,00			C

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey, en los tratamientos se observa tres rangos de significación “A”, “B” Y “C”; correspondiendo al primer rango tenemos al tratamiento T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), cuyo valor es de 18200 ppm (1,8%) y el T1 (21,42% vísceras, 64,28% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 16380 ppm (1,6%), lo que indica que estos tratamientos son los mejores en cuanto al contenido de potasio en el biol.

Cuadro 18: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A2	16185,00	A	
A1	14755,00	A	B
A3	14690,00		B

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba Tukey para el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) se evidencia que los niveles A2 y A1 pertenecen al primer rango de significación sin embargo, se considera a A2 (30 % de vísceras) con un valor de 16185 ppm (1,6%) como el más adecuado para obtener el mayor contenido de potasio en el biol.

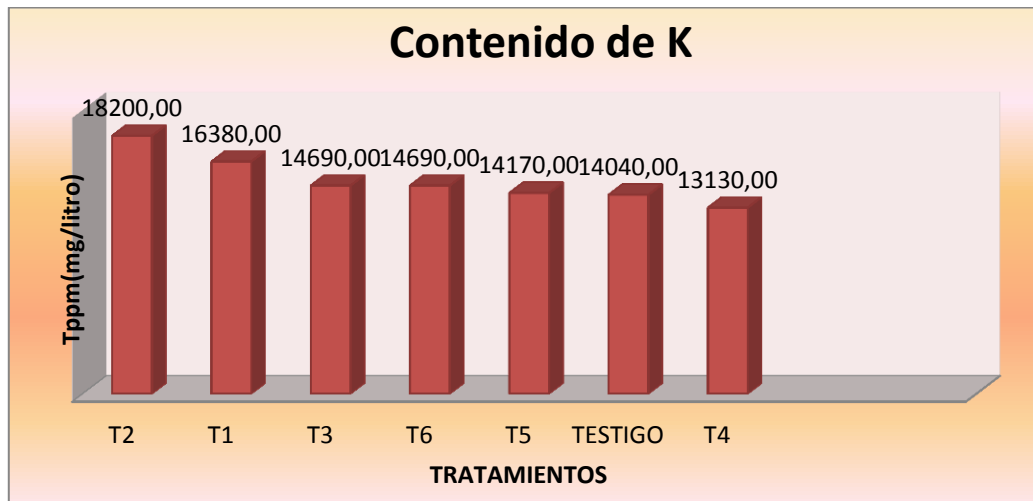
Cuadro 19: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGO	
B1	16423,333	A	
B2	13996,667		B

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

La prueba de significación DMS para el factor B indica que el nivel B1 y B2 pertenecen a distintos rangos de significación, encontrándose en el rango “A” el nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 16423,33 ppm (1,6%) lo que indica que es el más adecuado para obtener un mayor contenido de potasio.

Gráfico 3: Comportamiento de las medias para el contenido de Potasio.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N °3, se indican los valores promedios del contenido de potasio correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio, siendo identificados como los mejores el T2 (30 % vísceras, 55,71 % agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 18200 ppm (1,8%), y el T1 (21,42% vísceras, 64,28 %agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 16380 ppm (1,63%); superando al testigo en el contenido de potasio.

d. Contenido de calcio.

Cuadro 20: Valores obtenidos para el contenido de Calcio en el biol.

CONTENIDO DE Ca(ppm)					
	Repeticiones				
Tratamiento	I	II	III	Σ	X
T1	9560,00	10540,00	10420,00	30520	10173,3333
T2	14920,00	16660,00	17320,00	48900	16300
T3	4060,00	3960,00	5100,00	13120	4373,33333
T4	4800,00	6400,00	4620,00	15820	5273,33333
T5	3500,00	3600,00	3740,00	10840	3613,33333
T6	3980,00	4560,00	3300,00	11840	3946,66667
T7	11500,00	11960,00	11860,00	35320	11773,3333
Σ	52320	57680	56360	166360	55453,3333

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 21: ADEVA de la variable contenido de Calcio.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	439510323,81	21975516,19			
REPETICIONES	2	2228266,67	1114133,333	2,633608237ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	432205523,8	72034253,97	170,2758538**	3	4,82
Factor A :% de Vísceras	2	102572933,333	51286466,67	121,2318643**	3,89	6,93
Factor B :Tipo de microorganismos	1	162240088,89	162240088,89	383,5060146**	4,75	9,33
FA*FB	2	115475244,44	115475244,44	272,9624416**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	51917257,14	51917257,14	122,722938**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	5076533,33	423044,4444			
COEFICIENTE DE VARIACION.			8,21 %			

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, factor A (dosis de vísceras de truca arco iris), factor B (tipo de microorganismo), la interacción A*B y para la relación del testigo vs otros. Esto demuestra que tanto la dosis de vísceras como el tipo de microorganismo influyen significativamente en el contenido de calcio del biol y que el testigo es diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Cuadro 22: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de calcio.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO		
T2	16300,00	A		
TESTIGO	11773,33		B	
T1	10173,33		B	
T4	5273,33			C
T3	4373,33			C
T6	3946,67			C
T5	3613,33			C

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para tratamientos, se observa que existen tres rangos de significación, donde el tratamiento T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes),forma el rango “A” con un valor de 16300 ppm (1,6%) por lo que se considera el mejor tratamiento en cuanto al contenido de calcio, seguido por los tratamientos que se ubican en el rango “B” como el testigo y del tratamiento T1 (21,42% vísceras, 64,28%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con medias de 11773,3 ppm y 10173,33 ppm (1,01%) respectivamente.

Cuadro 23: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS		
A2	9956,67	A		
A1	7723,33		B	
A3	4160,00			C

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba Tukey para el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) se puede distinguir claramente que existen tres rangos diferentes .Encontrando que el nivel A2 tiene un rango “A”, con un valor de 9956,67 ppm (0,9%), lo que indica que con un porcentaje de 30 % de vísceras se logra obtener el mayor contenido de calcio.

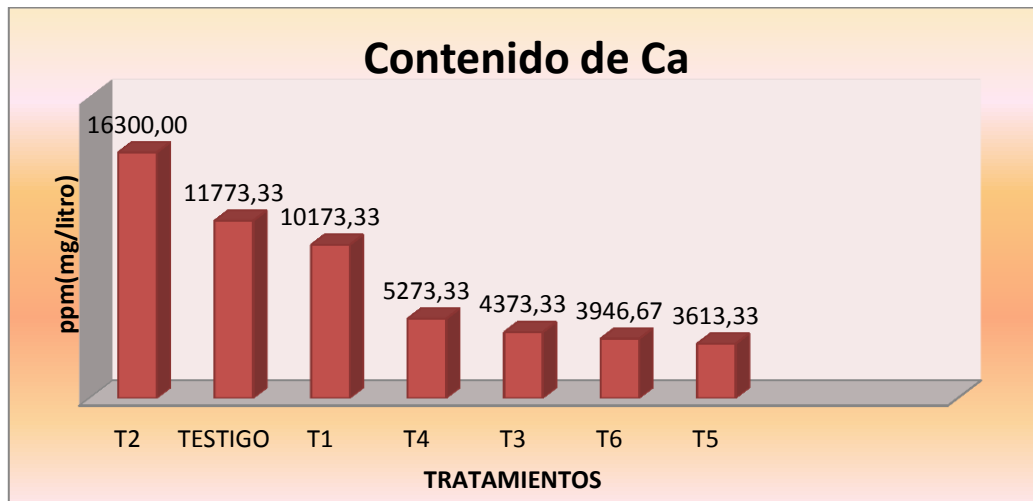
Cuadro 24: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGO	
B1	10282,222	A	
B2	4277,778		B

Elaborado por.: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismo) se puede señalar que existen dos rangos diferentes. Encontrando que el nivel B1 tiene rango “A” con un valor de 10282,22 ppm (1,02%) lo que indica que los Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes permiten una mayor concentración de calcio disponible en el biol.

Gráfico 4 : Comportamiento de las medias para el contenido de Calcio en el biol.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico 4, se indican los valores promedios del contenido de calcio correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Considerando como el mejor tratamiento al T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 16300 ppm (1,6%), siendo el único tratamiento que antecede al testigo que presenta un valor de 11773,33 ppm (1,17%).

e. Contenido de azufre.

Cuadro 25: Valores obtenidos para el contenido de Azufre en el biol.

CONTENIDO DE S(ppm)					
	Repeticiones				
Tratamiento	I	II	III	Σ	X
T1	184,11	206,54	212,03	602,68	200,893333
T2	199,96	242,19	194,11	636,26	212,086667
T3	215,32	215,68	226,84	657,84	219,28
T4	152,25	166,69	197,77	516,71	172,236667
T5	212,94	189,54	231,77	634,25	211,416667
T6	243,11	254,62	251,15	748,88	249,626667
T7	705,63	717,33	744,39	2167,35	722,45
Σ	1913,32	1992,59	2058,06	5963,97	1987,99

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 26: ADEVA de la variable contenido de azufre.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	687076,08	34353,80406			
REPETICIONES	2	1500,94	750,4695571	2,782577869ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	682338,7063	113723,1177	421,6605825**	3	4,82
Factor A: % Visceras	2	6886,053	3443,026317	12,76599263**	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	0,52	0,52	0,001928788ns	4,75	9,33
FA*FB	2	2613,34	2613,34	9,689697109**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	672838,79	672838,79	2494,739884**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	3236,44	269,7030			
COEFICIENTE DE VARIACION.	5,78 %					

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el análisis de varianza se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris), y para la interacción A*B. Mientras que el factor B (tipo de microorganismo), no muestra significación alguna. Esto indica que la dosis de vísceras influye en el contenido de azufre en el biol.

La relación del testigo vs otros también presenta alta significación; lo que muestra que el testigo es diferente estadísticamente de los demás

tratamientos. Al existir significación estadística se procedió a realizar la prueba de Tukey para tratamientos y factor A.

Cuadro 27: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%)

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO			
TESTIGO	722,45	A			
T6	249,63		B		
T3	219,28		B	C	
T2	212,09		B	C	
T5	211,42		B	C	D
T1	200,89			C	D
T4	172,24				D

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el cuadro anterior se puede observar que existen cuatro rangos de significación; el testigo pertenece a un rango “A” con un valor de 722,45 ppm(0,072%); seguido por los tratamientos T6, T3,T2,T5, que conforman un rango “B” siendo los tratamientos con las mejores medias el T6 (42,85% vísceras, 42,85%agua, levadura),con un valor de 249,63 ppm (0,024%), T3 (42,85%visceras, 42,85% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y T2 (30%visceras, 55,71%agua,+ Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes),con valores de 219ppm(0.019%) y 212,09 ppm(0,021%) respectivamente.

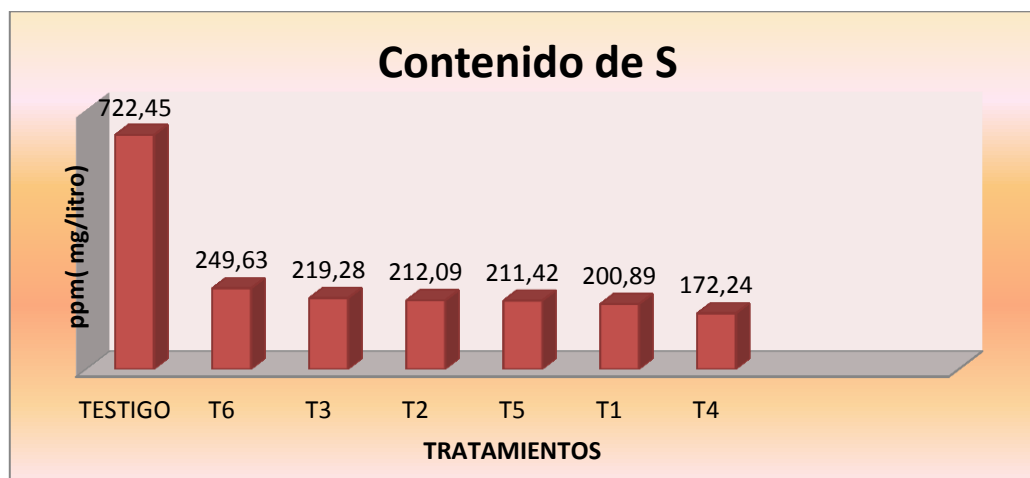
Cuadro 28: Prueba de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A3	234,45	A	
A2	211,75	A	
A1	186,57		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A(% de vísceras), encontramos que los niveles A3 Y A2, pertenecen al primer rango de significación con medias de 234,45 ppm(0,024%) ; 211,75ppm(0,021%) respectivamente esto evidencia que una dosis de 50% o 35 % de vísceras son las mejores para obtener el mayor contenido de azufre en el biol

Gráfico 5: Comportamiento de las medias para el contenido de Azufre en el biol.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°5 se indican los valores promedios para el contenido de azufre correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Es evidente observar que el testigo obtiene el más alto contenido de azufre con un valor de 722,45ppm (0,072%); seguido por los tratamientos T6(42,85% vísceras, 42,85 % agua, levadura), con un valor de 249,63 ppm(0,024%), T3(42,85% vísceras, 42,85%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un promedio de 219,28 ppm (0,0219%) y T2 (30%visceras,55,71 %agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 212,09 ppm (0,0212%).

f. Contenido de Magnesio.

Cuadro 29: Valores para el Contenido de Magnesio.

CONTENIDO DE Mg(ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	3648,00	3612,00	3852,00	11112	3704
T2	4524,00	4224,00	4176,00	12924	4308
T3	3193,00	2964,00	2928,00	9085	3028,33333
T4	2964,00	3036,00	2976,00	8976	2992
T5	3120,00	2736,00	2724,00	8580	2860
T6	2300,00	2016,00	1812,00	6128	2042,66667
T7	3692,00	3632,00	3612,00	10936	3645,33333
Σ	23441	22220	22080	67741	22580,3333

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 30: ADEVA de la variable contenido de Magnesio.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	9983343,81	499167,1905			
REPETICIONES	2	160131,52	80065,7619	4,492135868*	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	9609329,81	1601554,968	89,85616756**	3	4,82
Factor A: %Visceras	2	3630409,000	1815204,5	101,8430981**	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	4947609,39	4947609,39	277,5884856**	4,75	9,33
FA*FB	2	415170,78	415170,78	23,29339655**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	616140,64	616140,64	34,56892704**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	213882,48	17823,5397			
COEFICIENTE DE VARIACION.	4,14 %					

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris), factor B (Tipo de microorganismos) y la interacción (AXB). Esto demuestra, que tanto la cantidad de vísceras como el tipo de microorganismo influyen significativamente en la cantidad de magnesio en el biol. La relación del testigo vs otros también presenta diferencias altamente significativas.

Al existir diferencia significativa, se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Cuadro 31: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable contenido de magnesio.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO			
T2	4308,00	A			
T1	3704,00		B		
TESTIGO	3645,33		B		
T3	3028,33			C	
T4	2992,00			C	
T5	2860,00			C	
T6	2042,67				D

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para tratamientos, se observa que existen cuatro rangos de significación donde, T2 (35%visceras,65%agua,Microorganismos

eficientes del bosque de los Arrayanes) con un valor de 4308 ppm (0,4%) ocupa el rango “A”, considerándose el mejor en cuanto al contenido de magnesio en el biol, seguido por los tratamientos que ocupan el rango “B” T1(21,42% vísceras,64,28%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y el testigo con valores de 3704ppm(0,37%) y 3645,33 ppm(0,36%) respectivamente.

Cuadro 32: Pruebas de significación de Tukey para el factor A (Dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A2	3584,00	A	
A1	3348,00	A	
A3	2535,50		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris) se puede distinguir dos rangos de significación, encontrando que el nivel A2 (30%) y A1 (21,42%) tienen un rango “A” con un valor de 3584 ppm (0,38%) y 3348ppm (0,33%) respectivamente, por lo que se considera que son los mejores en cuanto al contenido de magnesio en el biol.

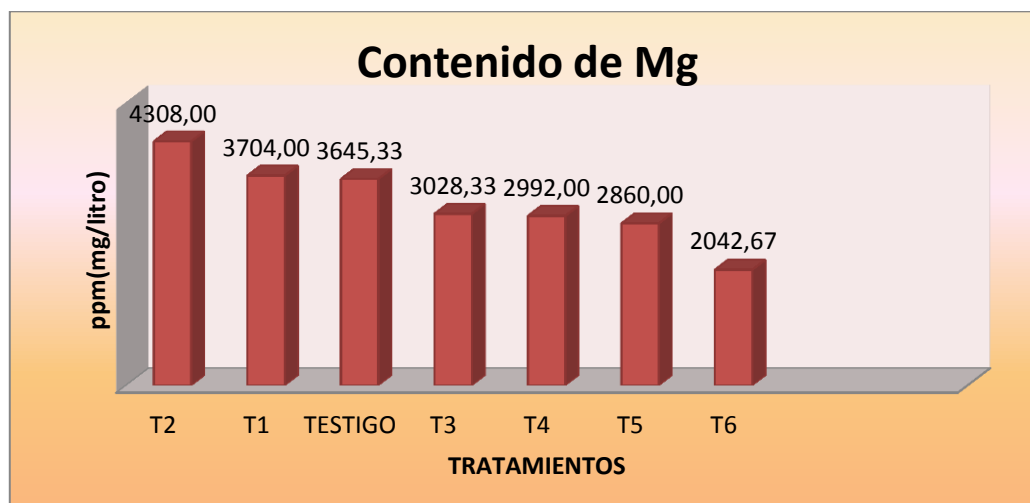
Cuadro 33: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B1	3680,111	A	
B2	2631,556		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismo) se puede señalar que existen dos rangos de significación. Encontrando al nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los arrayanes) en el rango “A”, obtiene el mayor contenido de magnesio en el biol con un valor de 3680 ppm (0,36%).

Gráfico 6 : Comportamiento de las medias para el contenido de Magnesio en el biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°6, se indican los valores promedios del contenido de magnesio correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Considerando como los mejores; al T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 4308 ppm (0,43%); y T1 (21,42% vísceras, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un promedio de 3704 ppm (0,37%), ya que anteceden al testigo que presenta un valor de 3645 ppm (0,36%).

g. Contenido de boro.

Cuadro 34: Valores obtenidos para el contenido de boro en el biol.

CONTENIDO DE B (ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	1,08	1,25	1,22	3,55	1,18333333
T2	1,50	1,44	1,49	4,43	1,47666667
T3	1,01	0,99	0,90	2,9	0,96666667
T4	1,21	1,06	1,04	3,31	1,10333333
T5	0,87	0,99	0,92	2,78	0,92666667
T6	0,94	1,01	1,12	3,07	1,02333333
T7	1,70	1,70	1,83	5,23	1,74333333
Σ	8,31	8,44	8,52	25,27	8,42333333

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 35: ADEVA de la variable contenido de boro en el biol.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	1,70	0,085133333			
REPETICIONES	2	0,00	0,001604762	0,258633922ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	1,625	0,270833333	43,64927091**	3	4,82
Factor A: % vísceras	2	0,136	0,068116667	10,9781274**	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	0,16	0,16	26,48861601**	4,75	9,33
FA*FB	2	0,30	0,30	48,96418521**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	1,02	1,02	164,4865695**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	0,07	0,0062			
COEFICIENTE DE VARIACION.	6,55 %					

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris), factor B (Tipo de microorganismos) y la interacción (AXB). Esto demuestra, que tanto la cantidad de vísceras como el tipo de microorganismo, influyen significativamente en la cantidad de boro en el biol. La relación del testigo vs otros también presenta diferencias estadísticas altas.

Al existir diferencia significativa, se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Cuadro 36: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): contenido de boro en el biol.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO			
TESTIGO	1,74	A			
T2	1,48		B		
T1	1,18			C	
T4	1,10			C	D
T6	1,02			C	D
T3	0,97				D
T5	0,93				D

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey en los tratamientos se observa cuatro rangos de significancia, en el rango “A” tenemos al testigo con un valor de 1,74ppm, seguido por el rango “B” con el tratamiento T2 (30%visceras, 55,71%agua,+ Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 1,48 ppm lo que lo convierte en el mejor tratamiento en cuanto al contenido de boro después del testigo.

Cuadro 37 : Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A2	1,20	A	
A1	1,14	A	
A3	1,00		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris) se evidencian dos rangos de significación, el nivel A2 (30% vísceras) y A1 (21,42% vísceras) pertenecen a el rango “A” considerándose como los mejores para la obtención del mayor contenido de boro con valores de 1,20 y 1,14 ppm respectivamente.

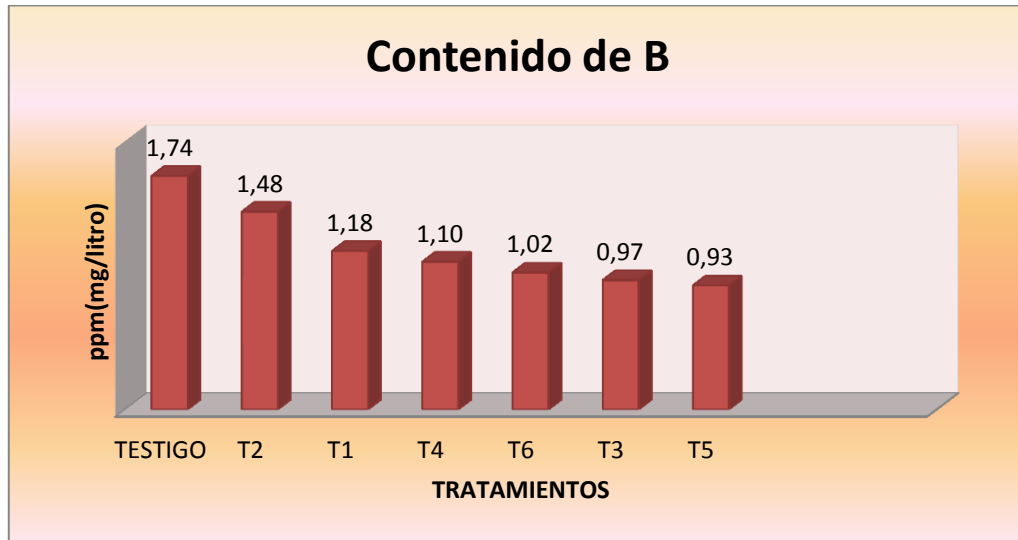
Cuadro 38: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B1	1,209	A	
B2	1,018		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismos) se evidencian dos rangos de significación donde el nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) pertenece al rango “A” considerándose como el mejor para obtener un mayor contenido de boro con un valor de 1,2 ppm.

Gráfico 7: Comportamiento de las medias para el contenido de boro en el biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N° 7, se indican los valores promedios del contenido de boro, correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Identificando al testigo como el tratamiento con mayor contenido de boro con un valor de 1,74 ppm, seguido de los tratamientos T2 (30%visceras, 55,71%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), y T1 (21,42% vísceras, 64,28 %agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con valores de 1,48 y 1,18 ppm respectivamente.

h. Contenido de cobre.

Cuadro 39: Valores obtenidos para el contenido de Cobre en el biol.

CONTENIDO DE Cu(ppm)					
	Repeticiones				
Tratamiento	I	II	III	Σ	X
T1	1,51	1,24	0,86	3,61	1,20333333
T2	3,95	1,21	1,52	6,68	2,22666667
T3	0,98	1,95	1,02	3,95	1,31666667
T4	0,76	0,13	0,61	1,5	0,5
T5	0,61	0,36	0,36	1,33	0,44333333
T6	1,30	0,59	0,82	2,71	0,90333333
T7	2,78	2,02	2,95	7,75	2,58333333
Σ	11,89	7,5	8,14	27,53	9,17666667

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 40: ADEVA de la variable contenido de cobre.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	18,47	0,923339048			
REPETICIONES	2	1,61	0,803433333	2,041358478ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	12,13698095	2,022830159	5,139594441**	3	4,82
Factor A:%de Visceras	2	0,702	0,350972222	0,891748066ns	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	4,21	4,21	10,68403817**	4,75	9,33
FA*FB	2	1,56	1,56	3,973039354*	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	5,67	5,67	14,39699299**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	4,72	0,3936			
COEFICIENTE DE VARIACION.	47,86 %					

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza, indica alta significación estadística para los tratamientos, factor B (tipo de microorganismos) y significación estadística para la interacción de los factores FA*FB. Esto indica que el porcentaje de vísceras influye en la cantidad de cobre en el biol. Para la relación del testigo vs otros la diferencia es altamente significativa es decir que es diferente estadísticamente a los demás tratamientos .Por lo tanto, se realizó Tukey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 41: Prueba de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%)

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO	
TESTIGO	2,58	A	
T2	2,23	A	
T3	1,32	A	B
T1	1,20	A	B
T6	0,90	A	B
T4	0,50		B
T5	0,44		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el cuadro anterior se puede observar que según Tukey existen dos rangos de significación, donde el testigo y los tratamientos T2, T3, T1 y T6 pertenecen al rango "A", considerando como las mejores medias al testigo con un valor de 2,58 ppm seguido de los tratamientos T2 (30%visceras,

55,71%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un promedio de 2,23 ppm y T3 (42,85%visceras, 42,85%agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con un valor de 1,32 ppm.

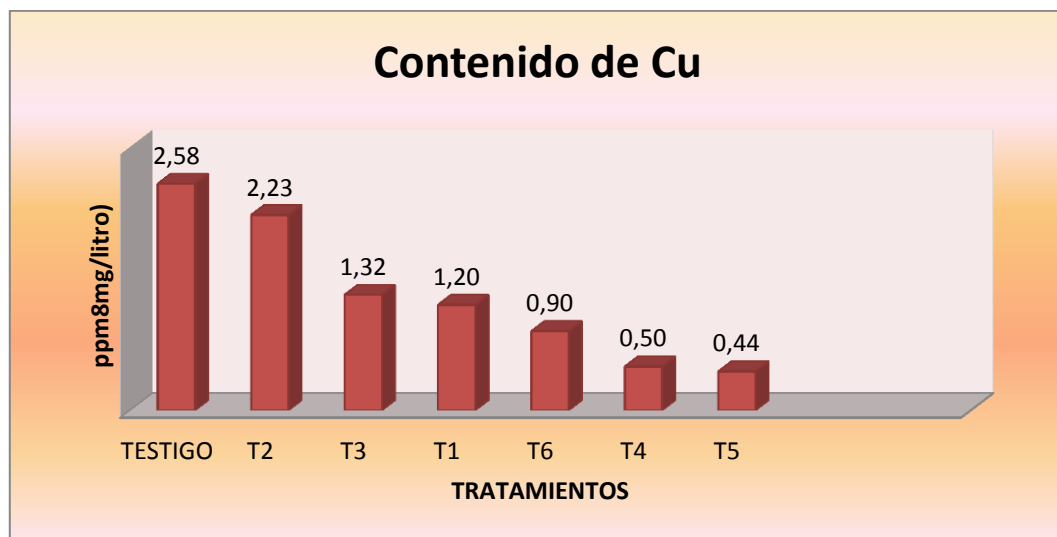
Cuadro 42: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismos).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B1	1,582	A	
B2	0,616		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismo), se evidencian dos rangos distintos de significación, donde el nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con un valor de 1,58 ppm pertenece a un rango “A” y es considerado como el mejor para adquirir una mayor concentración de cobre.

Gráfico 8: Comportamiento de las medias para el contenido de Cobre en el biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N° 8, se indican los valores promedios del contenido de cobre correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Siendo identificados como los tres mejores al testigo seguido del tratamiento T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y el T3 (42,85% vísceras, 42,85%agua, Microorganismos

eficientes del bosque de los Arrayanes) con valores de 2,58; 2,23 y 1,38 ppm respectivamente.

i. Contenido de Hierro.

Cuadro 43: Valores obtenidos para el contenido de hierro en el biol.

CONTENIDO DE Fe(ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	469,56	439,36	430,61	1339,53	446,51
T2	330,33	350,09	375,55	1055,97	351,99
T3	189,46	191,72	251,34	632,52	210,84
T4	217,36	267,82	241,13	726,31	242,103333
T5	191,27	236,16	233,77	661,2	220,4
T6	140,32	203,69	156,07	500,08	166,693333
T7	438,17	403,66	425,63	1267,46	422,486667
Σ	1976,47	2092,5	2114,1	6183,07	2061,02333

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 44: ADEVA de la variable contenido de hierro en el biol.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	232751,04	11637,55191			
REPETICIONES	2	1565,31	782,6556619	1,159724381ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	223087,3647	37181,22745	55,09444073**	3	4,82
Factor A: % de Vísceras	2	74123,875	37061,93754	54,91767919**	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	72254,48	72254,48	107,0653195**	4,75	9,33
FA*FB	2	19315,94	19315,94	28,62198854**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	57393,08	57393,08	85,04397796**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	8098,36	674,8635			
COEFICIENTE DE VARIACION.	8,82 %					

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, Factor A (% de vísceras), Factor B (Tipo de microorganismo), la interacción A*B y para la relación del testigo vs otros, lo que determina que tanto el factor A como el factor B intervienen en el contenido de hierro en el biol, y que a su vez el testigo difiere estadísticamente de los demás

tratamientos. Por lo tanto se procedió a realizar las pruebas correspondientes.

Cuadro 45: Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY(5%)

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO			
T1	446,51	A			
TESTIGO	422,49	A	B		
T2	351,99		B		
T4	242,10			C	
T5	220,40			C	D
T3	210,84			C	D
T6	166,69				D

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey en los tratamientos se observa cuatro rangos de significación, correspondiendo a el rango “A” tenemos al tratamiento T1 (21,42% vísceras, 64,28%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 446,51 ppm, y el testigo con una media de 422,49 ppm, seguidos del T2 (30% vísceras, 55,71%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 351,99 ppm en el rango “B”; siendo los mejores tratamientos en cuanto al contenido de hierro.

Cuadro 46: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris).

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS	
A1	344,31	A	
A2	286,20	A	B
A3	188,77		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) se evidencia que los niveles A1 y A2 pertenecen al rango “A”, lo que indica que el nivel A1 (21,42% vísceras) y A2 (30% vísceras) son considerados como los mejores para un mayor contenido de hierro en el biol con valores de 344,31 y 286,20 ppm respectivamente.

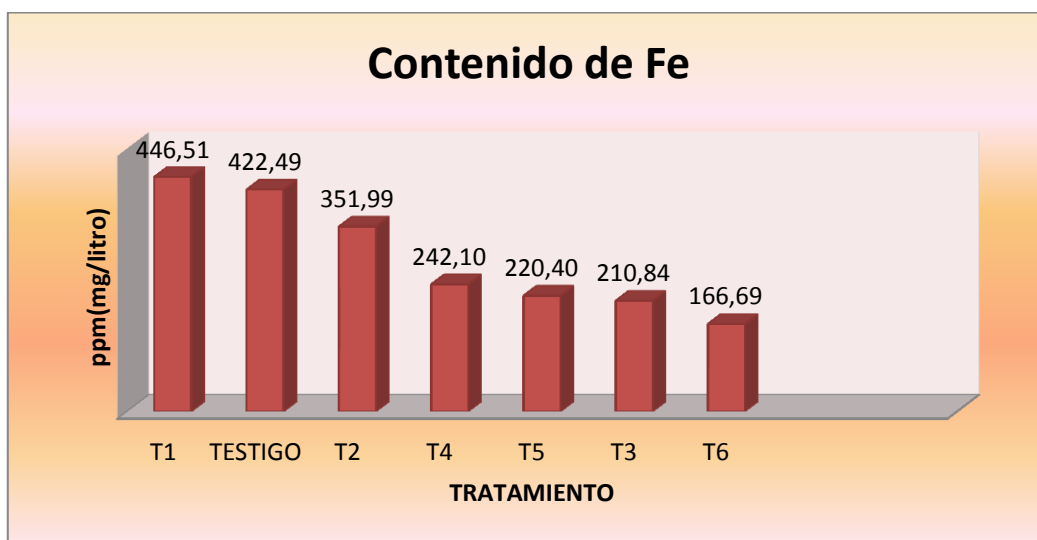
Cuadro 47: Prueba de significación de DMS para el factor B (tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B1	336,447	A	
B2	209,732		B

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismo) se evidencia que los niveles B1 y B2 pertenecen a distintos rangos de significación. En el rango “A” encontramos al nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) lo que indica que es el mejor, para obtener un mayor contenido de hierro en el biol con un valor de 336, 4 ppm.

Gráfico 9: Comportamiento de las medias para el contenido de Fe en el biol



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N° 9, se indican los valores promedios del contenido de hierro correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Siendo identificados como los tres mejores al T1 (21,42% vísceras, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), Testigo y T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con valores de 446,51; 422,49 y 351,99 ppm respectivamente.

j. Contenido de manganeso.

Cuadro 48: Comportamiento de las medias para el contenido de Manganeso en el biol.

CONTENIDO DE Mn(ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	169,28	170,57	170,91	510,76	170,253333
T2	121,63	121,26	126,16	369,05	123,016667
T3	70,68	70,36	67,95	208,99	69,6633333
T4	118,11	116,75	115,11	349,97	116,656667
T5	93,38	93,51	87,92	274,81	91,6033333
T6	59,33	61,89	58,47	179,69	59,8966667
T7	179,29	182,04	185,60	546,93	182,31
Σ	811,7	816,38	812,12	2440,2	813,4

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 49: ADEVA de la variable contenido de Mn.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01	
TOTAL	20	39911,12	1995,55606				
REPETICIONES	2	1,92	0,957771429	0,163893777ns	3,89	6,93	
TRATAMIENTOS	6	39839,0794	6639,846567	1136,210059**	3	4,82	
Factor A: % Visceras	2	18610,035	9305,01755	1592,273923**	3,89	6,93	
Factor B : Tipo de microorganismos	1	4491,31	4491,31	768,5523435**	4,75	9,33	
FA*FB	2	1440,87	1440,87	246,5621985**	3,89	6,93	
Testigo. Vs otros.	1	15296,86	15296,86	2617,597968**	4,75	9,33	
ERROR EXPERIMENTAL	12	70,13	5,8439				
COEFICIENTE DE VARIACION.	2,08 %						

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

El análisis de varianza indica alta significación estadística para los tratamientos, factor A (% de vísceras de trucha arco iris), factor B (tipo de microorganismo) y la interacción (AXB). Esto demuestra, que la dosis de vísceras y el tipo de microorganismo influyen significativamente en el contenido de manganeso en el biol. A su vez la relación del testigo vs otros también presenta alta significación estadística evidenciando que el testigo presenta diferencias estadísticas en relación con los demás tratamientos.

Al existir diferencia significativa, se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes.

Cuadro 50: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO				
TESTIGO	182,31	A				
T1	170,25		B			
T2	123,02			C		
T4	116,66			C		
T5	91,60				D	
T3	69,66					E
T6	59,90					F

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para tratamientos, se observa que existen cinco rangos, donde el tratamiento que ocupa el rango “A” es el testigo cuyo valor es 182 ppm, seguido del rango “B” con el T1 (21,42% vísceras, 64,28%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 170,25 ppm y por el rango “C” con los tratamientos T2(30% vísceras, 57,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y T4 (21,42% vísceras, 64,28%agua, levadura), cuyos valores son 123,02 y 116,66 ppm respectivamente, considerándose como los mejores tratamientos.

Cuadro 51: Prueba de significación de Tukey para el factor A (dosis de vísceras de trucha arco iris)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS		
A1	143,46	A		
A2	107,31		B	
A3	64,78			C

Elaborado po: Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor A (% de vísceras de trucha arco iris) se puede distinguir claramente que existen tres rangos diferentes. Encontrando que el nivel A1 (21,42% vísceras) tiene rango “A”, con un valor de 143,46ppm, logrando un mayor contenido de manganeso en el biol.

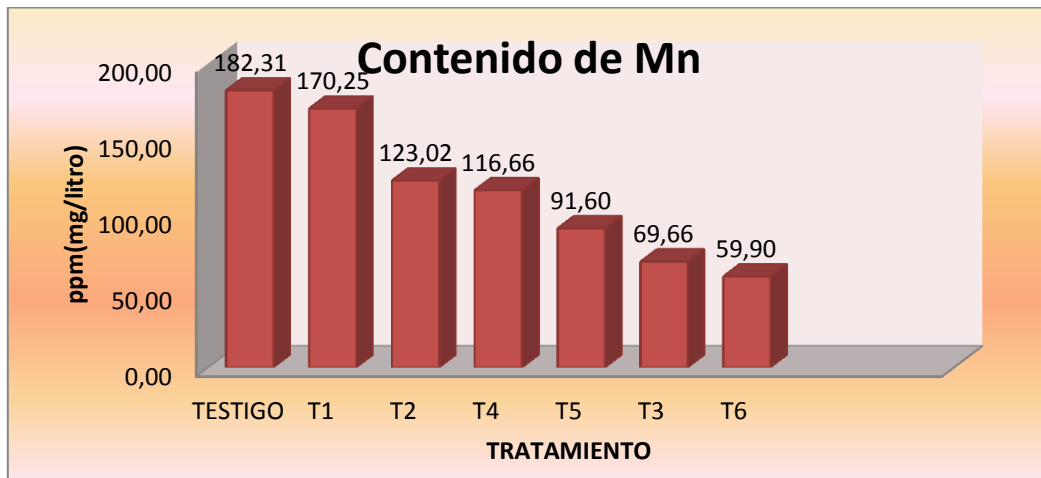
Cuadro 52. Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B1	120,978	A	
B2	89,386		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba DMS para el factor B (Tipo de microorganismo) se puede señalar que existen dos rangos diferentes. Encontrando que el nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) tiene rango “A”, con un valor de 120,97 ppm esto significa que es el mejor en cuanto al contenido de manganeso en el biol.

Gráfico 10: Comportamiento de las medias para el contenido de Mn en el biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°10, se indican los valores promedios del contenido de manganeso correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Considerándose como los tres mejores al testigo con un valor de 182,31 ppm, seguido del T1 (21,42% vísceras, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 170,25 ppm y el T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 123,02 ppm.

k. Contenido de zinc.

Cuadro 53: Valores obtenidos para el contenido de Zinc en el biol.

CONTENIDO DE Zn(ppm)					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	3,13	4,77	4,89	12,79	4,26333333
T2	3,95	4,95	4,79	13,69	4,56333333
T3	6,56	7,49	6,88	20,93	6,97666667
T4	4,92	3,46	4,45	12,83	4,27666667
T5	5,35	5,01	5,88	16,24	5,41333333
T6	7,90	6,06	8,56	22,52	7,50666667
T7	75,87	65,86	81,70	223,43	74,47666667
Σ	107,68	97,6	117,15	322,43	107,476667

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 54: ADEVA de la variable contenido de Zinc

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	12400,82	620,0410748			
REPETICIONES	2	27,31	13,65451905	1,505105245ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	12264,64683	2044,107805	225,3171545**	3	4,82
Factor A : % Vísceras	2	28,849	14,42431667	1,589958211ns	3,89	6,93
Factor B : Tipo de microorganismos	1	0,97	0,97	0,106996734ns	4,75	9,33
FA*FB	2	0,53	0,53	0,058936263ns	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	12234,29	12234,29	1348,557078**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	108,87	9,0721			
COEFICIENTE DE VARIACION.	19,62 %					

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el análisis de varianza se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, y se evidencia que tanto el factor A (% de vísceras de trucha arco iris), factor B (tipo de microorganismos) y la interacción A*B no presentan significación estadística alguna. Lo que indica que ni el contenido de vísceras ni el tipo de microorganismo influyen en el contenido de zinc en el biol.

La relación del testigo vs otros es altamente significativo, lo que muestra que el testigo es diferente estadísticamente a los demás tratamientos. Al no existir significancia entre los factores, se procede hacer la prueba de Tukey para tratamientos.

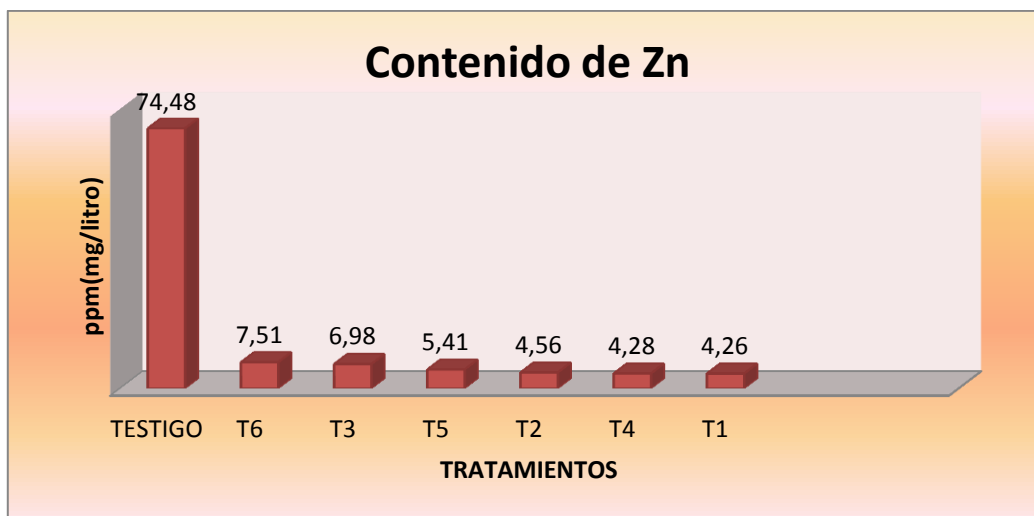
Cuadro 55: Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%).

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO	
TESTIGO	74,48	A	
T6	7,51		B
T3	6,98		B
T5	5,41		B
T2	4,56		B
T4	4,28		B
T1	4,26		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el cuadro anterior se puede observar que el testigo pertenece a un rango “A” con un valor de 74,48 ppm, mientras que los demás tratamientos pertenecen a un rango “B”, sin embargo se consideran como los dos mejores después del testigo a los tratamientos T6 (42,85%visceras, 42,85%agua, levadura) y T3 (42,85%visceras, 42,85%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con valores de 7,51 y 6,98 ppm respectivamente.

Gráfico 11: Comportamiento de las medias para el contenido de Zn en el biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°11 se indican los valores promedios para el contenido de zinc, correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio. Es evidente observar que el testigo presenta el más alto contenido de zinc con un valor de 74,48ppm seguido por el T6 (42,85% vísceras, 42,85% agua, levadura) y T3 (42,85%visceras, 42,85%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con valores de 7,51 y 6,98 ppm respectivamente.

B. Características físico - químicas.

Para la caracterización del biol se analiza las variables químicas de pH, C.E y las variables físicas de temperatura interna y rendimiento.

a. Análisis del Potencial Hidrógeno (pH) en el BIOL.

Para esta variable se presenta la curva de pH durante el proceso de elaboración de todos los tratamientos y se analiza estadísticamente los valores del pH final del producto elaborado.

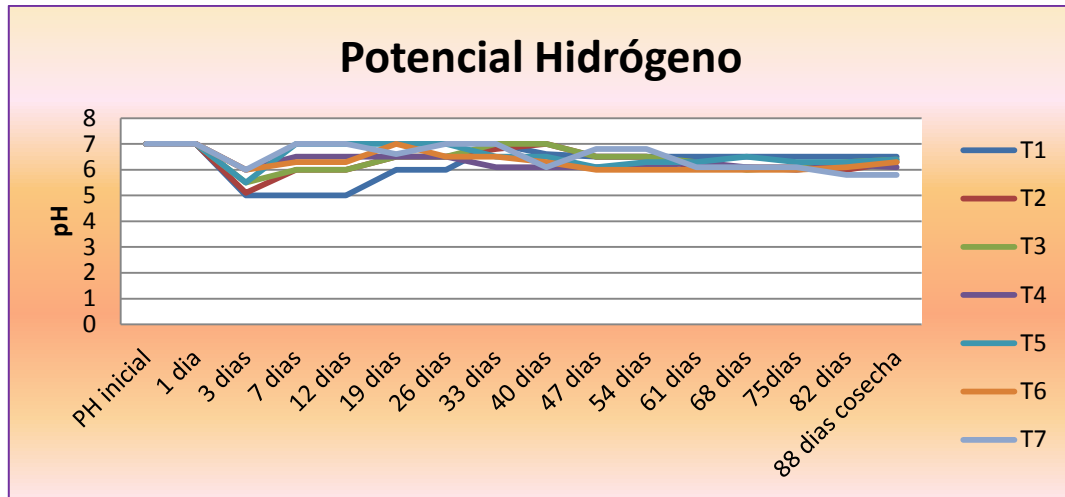
Tabla 2: Control del pH en el proceso de fermentación

		pH						
fecha	días de fermentación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
23/12/2011	pH inicial	7	7	7	7	7	7	7
24/12/2011	1 día	7	7	7	7	7	7	7
26/12/2011	3 días	5	5,1	5,5	6	5,5	6	6
30/12/2011	7 días	5	6	6	6,5	7	6,3	7
04/01/2012	12 días	5	6	6	6,5	7	6,3	7
11/01/2012	19 días	6	6,5	6,5	6,5	7	7	6,6
25/01/2012	33 días	7	6,8	7	6,1	6,5	6,5	7
01/02/2012	40 días	6,6	7	7	6,1	6,5	6,3	6,1
08/02/2012	47 días	6,5	6,5	6,5	6,1	6,1	6	6,8
15/02/2012	54 días	6,5	6,5	6,5	6,1	6,3	6	6,8
22/02/2012	61 días	6,5	6,1	6,3	6,3	6,3	6	6,1
29/02/2012	68 días	6,5	6,1	6	6,1	6,5	6	6,1
07/03/2012	75 días	6,5	6,1	6,1	6	6,3	6	6,1
14/03/2012	82 días	6,5	6	6,3	6,2	6,3	6,1	5,8
21/03/2012	88 día de cosecha	6,53	6,37	6,43	6,13	6,40	6,37	5,8

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

La tabla N° 1 Indica el registro del potencial hidrógeno (pH) de todos los tratamientos en estudio; durante la fase de elaboración del biol, evaluado cada 7 días.

Gráfico 12: Curva de comportamiento del pH en el biol .



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°12 se observa que al inicio del proceso fermentativo todos los tratamientos presentaron un pH prácticamente neutro, a los tres días de elaboración toman valores ácidos, y a partir del séptimo día, el potencial hidrogeno se torna con valores irregulares, hasta el día 61 donde tienden a estabilizarse hasta terminar su proceso de elaboración, a los 88 días obteniendo finalmente bioles ligeramente ácidos.

Cuadro 56: Valores obtenidos del pH al finalizar el proceso de fermentación.

pH/ 88 días					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	6,5	6,6	6,5	19,6	6,53333333
T2	6,6	6,6	6,9	20,1	6,7
T3	6,5	6,4	6,4	19,3	6,43333333
T4	6,3	6,4	5,7	18,4	6,13333333
T5	6,4	6,4	6,4	19,2	6,4
T6	6,5	6,7	5,9	19,1	6,36666667
T7	5,8	5,8	5,9	17,5	5,83333333
Σ	44,6	44,9	43,7	133,2	44,4

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Cuadro 57: Valores obtenidos del pH al finalizar el proceso de fermentación.

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	2,15	0,107571429			
REPETICIONES	2	0,11	0,055714286	1,110759494ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	1,438095238	0,23968254	4,778481013*	3	4,82
Factor A: % de Visceras	2	0,148	0,073888889	1,473101266ns	3,89	6,93
Factor B: Tipo de microorganismos	1	0,29	0,29	5,859177215*	4,75	9,33
FA*FB	2	0,09	0,09	1,75ns	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	0,91	0,91	18,11550633**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	0,60	0,0502			
COEFICIENTE DE VARIACION.	3,53 %					

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

En el análisis de varianza se determinó que existe significación estadística para los tratamientos, y factor B (Tipo de microorganismo), la interacción A x B, estadísticamente no es significativa. Esto indica que el tipo de microorganismo influye estadísticamente en el valor del pH en el biol.

La relación del testigo vs otros presenta diferencias altamente significativas, lo que demuestra que el testigo es diferente estadísticamente de los demás tratamientos en estudio. Por lo tanto, se realizó Tukey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 58: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH final.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO	
T2	6,70	A	
T1	6,53	A	
T3	6,43	A	
T5	6,40	A	
T6	6,37	A	
T4	6,13	A	
TESTIGO	5,83		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el cuadro anterior se observa que los tratamientos T2 (30% de vísceras, 55,71% de agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes),

T1 (21,42% de vísceras, 64,28% de agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T3 (42,85% de vísceras, 42,85% de agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T5 (30% de vísceras, 55,71% agua, levadura comercial), T6 (42,85% de vísceras, 42,85% de agua, levadura comercial) y T4 (21,42% de vísceras 64,28% de agua, levadura comercial) pertenecen al primer rango de significación “A”; lo que indica que estadísticamente son iguales, mientras que el testigo forma parte del rango “B”.

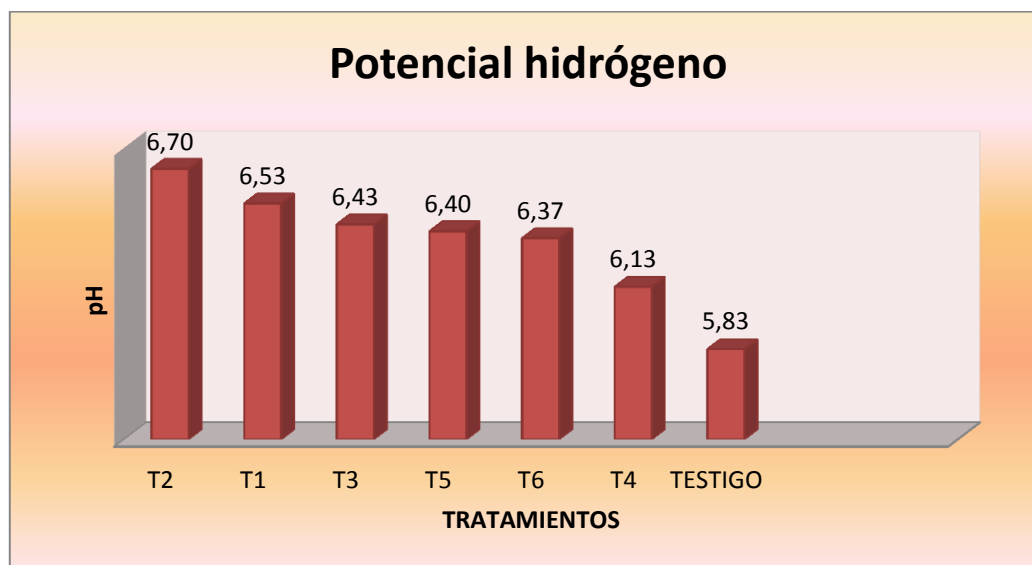
Cuadro 59: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo).

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B1	6,556	A
B2	6,300	A

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Al realizar la prueba de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo) encontramos que el nivel B1 y B2 pertenecen a un mismo rango de significación, sin embargo B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con una media de 6,55 tiende a la neutralidad, mientras que B2 (levadura comercial) es ligeramente ácido con una media de 6,3.

Grafico 13: Comportamiento de las medias para el pH al final.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°13, se indican los valores promedios de pH correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio, donde se observa que el tratamiento T2 (30% vísceras,55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), con un valor de 6,7 se encuentra con un pH parcialmente neutro, los tratamientos T1(21,42% vísceras, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T3 (42,85% vísceras, 42,85% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T5, (30 %visceras,55,71 %agua, levadura), T6(42,85%visceras, 42,85 %agua, levadura), y T4 (21,42% vísceras,64,28 % agua, levadura) con valores de 6,53;6;43;6;40;6;37;6,13 respectivamente pertenecen a un rango de pH ligeramente ácido con tendencia a la neutralidad, mientras que el testigo con un valor de 5,83 es ligeramente ácido.

b. Análisis de la conductividad eléctrica.

Para la determinación de esta variable se consideró los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio.

Cuadro 60: Valores para la variable CE al final del BIOL

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1	10,52	9,32	9,36	29,2	9,73333333
T2	11,29	10,93	10,91	33,13	11,04333333
T3	12,09	11,77	12,08	35,94	11,98
T4	9,43	9,66	9,41	28,5	9,5
T5	11,58	11,51	11,11	34,2	11,4
T6	13,70	13,89	13,92	41,51	13,8366667
T7	6,11	5,71	5,85	17,67	5,89
Σ	74,72	72,79	72,64	220,15	73,38333333

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

Cuadro 61: ADEVA de la variable CE al final del BIOL

FUENTE DE VARIACION	gl	S.C	C.M	Fc	0,05	0,01
TOTAL	20	113,17	5,658273333			
REPETICIONES	2	0,38	0,192233333	2,353077185ns	3,89	6,93
TRATAMIENTOS	6	111,8006667	18,63344444	228,0870452**	3	4,82
Factor A: %Viseras	2	32,512	16,25593889	198,9846311**	3,89	6,93
Factor B: Tipo de microorganismo	1	1,96	1,96	23,99428766**	4,75	9,33
FA*FB	2	3,48	3,48	42,63570214**	3,89	6,93
Testigo. Vs otros.	1	73,85	73,85	903,9230194**	4,75	9,33
ERROR EXPERIMENTAL	12	0,98	0,0817			
COEFICIENTE DE VARIACION.	2,73 %					

Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

El cuadro anterior muestra que según el análisis de varianza, existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (% de vísceras), factor B (Tipo de microorganismo) y para la interacción A*B. lo que indica que la cantidad de vísceras y el tipo de microorganismo influyen estadísticamente en la conductividad eléctrica del biol.

La relación del testigo vs otros es altamente significativa lo que muestra que el testigo es diferente estadísticamente a los demás tratamientos en estudio. Por lo que se procedió a realizar las pruebas correspondientes.

Cuadro 62: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CE del BIOL

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO				
T6	13,84	A				
T3	11,98		B			
T5	11,40		B	C		
T2	11,04			C		
T1	9,73				D	
T4	9,50				D	
TESTIGO	5,89					E

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para tratamientos existen cinco rangos de significación, donde el tratamiento T6 (42,85% vísceras, 42,85% agua,

levadura) pertenece a un rango “A”, el T3(42,85% vísceras, 42,85%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y T5 (30% vísceras, 55,71 % agua, levadura) ocupan un rango “B”, T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) en un rango “C”, T1(21,42% vísceras, 64,28%agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y T4 (21,42%, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) en un rango “D” y el testigo forma un rango “E”.

Cuadro 63: Prueba de significación de Tukey para el factor A (% de vísceras)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS		
A3	12,91	A		
A2	11,22		B	
A1	9,62			C

Elaborado por Jiménez, J. (2012)

Según muestra Tukey para el factor A (% de vísceras) se evidencian tres rangos de significación diferentes donde el nivel A3 (42,85%) forma el rango “A” proporcionando valores altamente salinos, el nivel A2 (30% de vísceras) en el rango “B” confieren al biol un nivel moderadamente salino y en un rango “C” se encuentra el nivel A1 (21,42%) que presenta un nivel de salinidad más bajo.

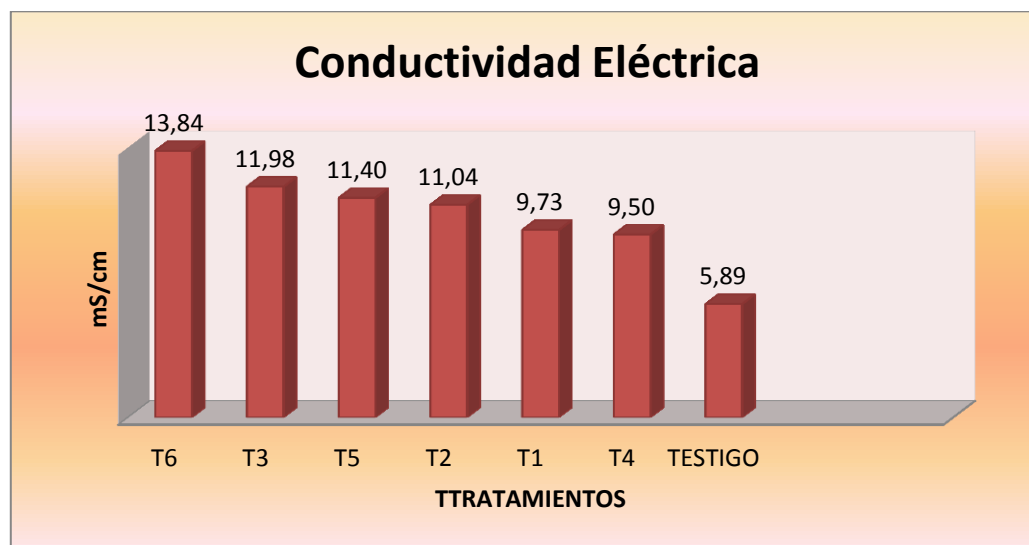
Cuadro 64: Prueba de significación de DMS para el factor B (Tipo de microorganismo)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS	
B2	11,579	A	
B1	10,919		B

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

La prueba DMS para el factor B (tipo de microorganismo) indica que existen dos rangos de significación, “A” y “B” donde el nivel B2 (levadura) proporción aun mayor nivel de salinidad con un valor de 11,5 m S /cm que el nivel B1 (Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) con un valor de 10,9 m S/ cm.

Gráfico 14: Comportamiento de las medias para la CE.



Elaborado por: Jiménez, J. (2012)

El cuadro N °14. Indica las medias para la variable conductividad eléctrica de todos los tratamientos evaluados, donde se observa que el T6(42,85%visceras,42,85%agua,levadura), presenta un nivel altamente salino con un valor de 13,84 m S/ cm, los tratamientos T3(42,85% visceras,42,85% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T5(30% vísceras, 55,71% agua, levadura), T2(30% vísceras,55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T1(21,42% vísceras, 64,28% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) y T4(21,42% vísceras, 64,28% agua, levadura), con valores de 11,98;11,40;11,04;9,73; y 9,50 m S /cm respectivamente se encuentran en un nivel moderadamente salino, y el testigo con un valor de 5,89 es considerado como ligeramente salino.

c. Análisis de la temperatura interna del biodigestor.

Para esta variable se tomó datos al inicio durante el proceso cada 7 días y al final de la fermentación. Se presentan los valores de temperatura para cada tratamiento para analizar la curva de comportamiento de la T° interna del biol.

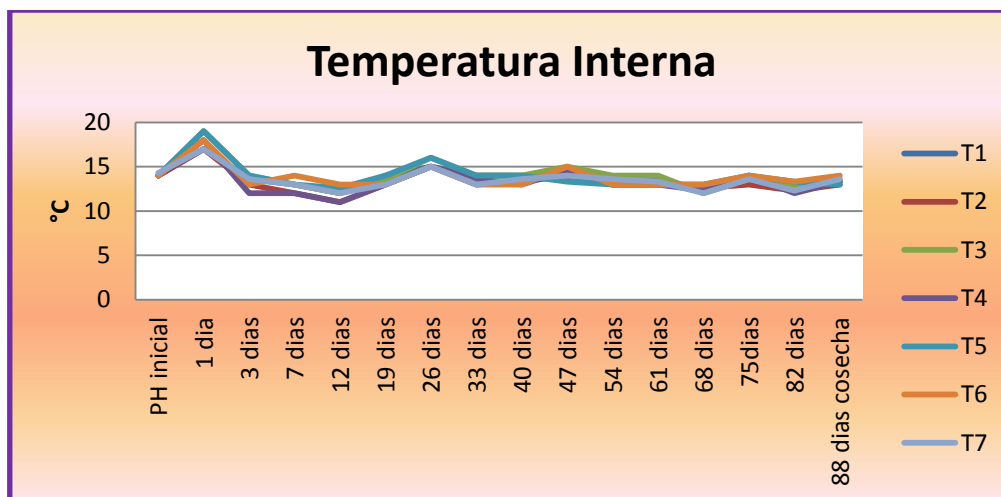
Tabla 3: Control de temperatura en el proceso de fermentación.

Temperatura								
Fecha	días de fermentación	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
23/12/2011	T° inicial	14	14	14	14	14	14	14,3
24/12/2011	1 día	17	17	19	18	19	18	17
26/12/2011	3 días	13,6	13	14	12	14	13	13,6
30/12/2011	7 días	13	12	13	12	13	14	13
04/01/2012	12 días	12	11	12	11	12,6	13	12
11/01/2012	19 días	14	13	13,6	13	14	13	13
18/01/2012	26 días	15	15	16	15	16	15	15
25/01/2012	33 días	14	13	14	13,6	14	13	13
01/02/2012	40 días	14	13,3	14	13	14	13	13,6
08/02/2012	47 días	14	14	15	14,6	13,3	15	14
15/02/2012	54 días	13,6	13	14	13	13	13	13,6
22/02/2012	61 días	13,6	13	14	13	13	13	13,3
29/02/2012	68 días	12,3	12,6	12	12,3	13	13	12
07/03/2012	75 días	14	13	13,6	14	14	14	13,6
14/03/2012	82 días	13	12,3	13	12	13,3	13,3	12,3
21/03/2012	88 día de cosecha	13,3	13	13,6	13,3	13	14	13,6

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En la tabla N° 2 se muestra el registro de la temperatura interna del biodigestor durante todo el proceso de elaboración, evaluada cada 7 días.

Gráfico 15: Curva de temperatura interna del biol.



Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

En el gráfico N°15 se puede observar que al inicio de la fermentación todos los tratamientos parten de una temperatura promedio de 14° C, a las 24 horas de elaboración la temperatura se eleva y alcanza valores de entre 17 y 19°C, a partir del tercer día desciende a temperaturas relativas a la temperatura ambiente, comportamiento que se mantiene en toda la fase fermentativa del biol hasta el día de la cosecha.

d. Rendimiento del biol.

Para establecer el rendimiento de cada uno de los tratamientos en estudio se considera como peso inicial a la cantidad de agua agregada al biodigestor, los demás ingredientes pasan a formar parte del biosol al final del proceso y como peso final se considera a la cantidad de biol obtenida. Se aplica la siguiente formula:

$$x = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Tabla 4: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos.

	Peso Inicial (L)	Peso Final (L)	Rendimiento (%)
T1	9	6	66,67
T2	7,8	7	89,74
T3	6	4	66,67
T4	9	6,5	72,22
T5	7,8	6,5	83,33
T6	6	5	83,33
Testigo	9	7	77,78

Elaborado por : Jiménez, J. (2012)

La tabla anterior muestra los resultados obtenidos para el porcentaje de rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados, donde se indica que los tratamientos T2 (30% vísceras, 55,71% agua, Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), T5 (30% vísceras, 55,71% agua, levadura) y T6 (42,85% vísceras, 42,85% agua, levadura), poseen los rendimientos más altos con valores de 89,7%, 83,33% y 83,33 % respectivamente.

e. Análisis de costos.

Para la determinación de esta variable no se considera el valor de los análisis químicos del biol enviados a laboratorio.

El costo por un litro de biol de vísceras de trucha arco iris, considerando el valor de todos los materiales que intervienen en su formación, además un porcentaje de mano de obra del 10%, imprevistos un 3% y una utilidad del 5% es de 0,98 USD.

Tabla 5: Costo de producción sin análisis químico.




COSTO DE PRODUCCIÓN POR 1 L DE BIOL				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total (en USD)
Materia prima				
vísceras	4,2	kg	0,2	0,84
levadura	0,1	kg	5	0,5
ceniza	0,3	kg	0,5	0,15
melaza	0,2	Kg	0,44	0,088
humus de lombriz	0,5	kg	0,2	0,1
Leche	0,4	L	0,5	0,2
Materiales				
baldes	1	unid	0,5	0,5
manguera	1	m	0,15	0,15
cinta	0,5	unid	1,15	0,575
grifos	1	unid	0,1	0,1
plástico negro	0,5	m2	1,25	0,625
lienzo	1	unid	0,75	0,75
jarras	1	unid	1	1
Transporte de materiales	1	alquiler	0,2	0,2
Total				5,778usd
DEPRECIACIONES				
Mano de Obra 10%				0,5778
Imprevistos 3 %				0,17334
Sub Total				6,52914usd

Utilidad 5%	0,326457
Costo de producción	6,855597usd
Rendimiento	7Litros
Costo por litro de biol	0,98usd

Elaborado por: Jiménez Johanna, 2012

3.6.2. Interpretación de datos.

	N	K	P	Ca	S	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	Medio	Alto	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto	Medio
T2	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio
T3	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
T4	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio
T5	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
T6	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
TESTIGO	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto

Alto: 
Medio: 
Bajo: 

Para el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, se tiene que el tratamiento T2 (30%visceras, 55.71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), adquiere valores más altos del contenido de estos nutrientes, con relación al testigo elaborado a partir de estiércol bovino.

En cuanto al contenido de macronutrientes secundarios para el Calcio y el Magnesio, el tratamiento T2 (30%visceras, 55.71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes), presenta valores más altos con relación al testigo, mientras que para el Azufre el testigo se antepone a todos los tratamientos evaluados.

Para los micro nutrientes Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, y Zinc, el testigo elaborado a partir de estiércol bovino adquiere los contenidos más altos en comparación con los tratamientos elaborados, a partir de vísceras de trucha arco iris, de los cuales el tratamiento T2 (30% vísceras, 55.71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) es el que adquiere los valores más próximos al testigo.

Según los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se obtuvo que los tratamientos elaborados a partir de vísceras de trucha arco iris al finalizar el proceso de fermentación adquieren un pH, ligeramente ácido con tendencia a la neutralidad mientras que el testigo de estiércol bovino adquiere un potencial hidrógeno más ácido.

Además, se determinó que los tratamientos elaborados a partir de vísceras de trucha arco iris presentan una salinidad moderada, mientras que el testigo elaborado a partir de estiércol bovino tiene un comportamiento más salino.

La temperatura interna del biodigestor a las 24 horas de fermentación se eleva alcanzando valores de entre 17 y 19 °C, a partir de esto la temperatura adquiere valores relativos al comportamiento de la temperatura ambiental para todos los tratamientos evaluados.

En cuanto al rendimiento se observa que todos los tratamientos evaluados adquieren porcentajes adecuados de rendimiento en relación a la cantidad de biol y biosol obtenidos para cada uno.

3.6.3. Verificación de hipótesis.

En base al análisis de cada una de las variables evaluadas, es posible afirmar que se puede obtener abono orgánico líquido fermentado tipo biol a partir de vísceras de trucha arco iris, con características nutricionales apropiadas y con parámetros de pH, CE, rendimiento y costos afines a los de un producto comercial.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES.

Luego de haber realizado la investigación sobre la elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño, se plantea las siguientes conclusiones:

Se demostró que el factor porcentaje de vísceras de trucha arco iris influye significativamente en la calidad nutricional del biol, para obtener el mayor contenido de nutrientes primarios, Nitrógeno, Fosforo, Potasio y macro nutrientes Calcio, Azufre, Magnesio, el porcentaje de vísceras a utilizar debe ser del 30%, puesto que con un porcentaje inferior de 21.42% o mayor de 42.85% la concentración de estos nutrientes disminuye.

Para el factor tipo de microorganismo se afirma que la levadura comercial lleva a cabo una adecuada biosíntesis de los compuestos que liberan nitrógeno y producen una mayor concentración de este elemento en el biol, mientras que los microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes, actúan de mejor manera en la biosíntesis de Potasio, Calcio, Magnesio, Boro, Hierro y Manganeso.

Se comprobó que la formulación del tratamiento T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes) es la más adecuada para obtener una concentración óptima de nutrientes primarios, macro y micro nutrientes con valores de: 0,28% de N, 0,017% de P, 1,81% de K, 1,6% de Ca, 0,021% de S, 4308ppm de Mg, 1,48ppm de B, 2,23 ppm de Cu, 331,99 ppm de Fe, 123 ppm de Mn y 4,56 ppm de Zn.

El T2 (30% vísceras, 55,71% agua, + Microorganismos eficientes del bosque de los Arrayanes); es un biol con concentraciones altas de potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso, con un pH parcialmente neutro de 6,7, conductividad eléctrica moderadamente salina de 11,04 m S/cm y un rendimiento de 89,74%.

El costo de un litro de biol de vísceras de trucha arco iris es de 0,98 USD, lo que lo convierte en un producto de bajo costo y accesible para el productor agrícola, considerando que en su mayor parte los materiales a utilizar en su elaboración son desperdicios de otras explotaciones.

4.2. RECOMENDACIONES.

Se sugiere aplicar el biol a partir de vísceras de trucha arco iris, elaborado en esta investigación, en la producción agrícola para evaluar el efecto en el desarrollo de diferentes cultivos.

Se recomienda fomentar la organización con los productores piscícolas de la parroquia de Tufiño para crear un sistema de recolección de los desperdicios que proceden de esta explotación con la finalidad de utilizarlos en la elaboración de biol

Según revisión bibliográfica, se conoce la calidad nutricional del biol se puede enriquecer con la adición de ciertos componentes en el proceso de elaboración, por lo tanto se recomienda adicionar algunos materiales como roca fosfórica o sales minerales de zinc, magnesio, cobre, hierro, cobalto, o molibdeno.

Realizar investigaciones sobre el efecto del uso del biosol obtenido como una alternativa de material enriquecedor de las composteras con la finalidad de contribuir con el equilibrio ambiental del sector.

Se sugiere realizar una investigación más profunda sobre el efecto de los microorganismos que intervienen como aditivos en la elaboración de biol

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Ayoví, F. (2010). *Manual de gestión y control Ambiental*. Ecuador: R.N Industria gráfica.
- Bamforth, C. (2007). *Alimentos fermentación y microorganismos*. España: ACRIBIA S.A.
- Basantes, E. (2009). *Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Legacy)*. Riobamba.
- Borderías, P. (2008). *Evaluación del impacto ambiental1*. España: UNED.
- Botero, R., & Preston, T. (1987). *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de estiércol*. Costa Rica: MVZ.
- Calvo, M. (2007). *Sostenibilidad ambiental huella ecológica*. Quito: Servilibros.
- CEPE. (2007). *Protocolo sobre la evaluación estratégica del medio ambiente en la conservación sobre la evaluación del impacto ambiental*. Perú: Pearson.
- Céspedes, C. (2005). *Agricultura orgánica principios y prácticas de producción*. Chile: Centro regional de investigación QUILAMAPU.
- De la Orden, E. (2007). *Contaminación Ambiental*. Catamarca: Editorial Científica Universitaria Catamarca.
- Fosero, G. (2005). *Granja Integral Autosuficiente*. Bogotá: Fundación hogares juveniles campesinos.
- Gómez, A., & Tobar, X. (2008). *Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores(petalos de rosa) y su caracterización para el uso en la producción de albahaca (Ocimum basilicum)*. Bogotá.

- INIA. (2008). *Agricultura Orgánica Principios y Prácticas de Producción*. Chile: Cecilia Céspedes.
- Maroto, E. (2010). *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundiprensa.
- Nebel, b. (2005). *Ecología y desarrollo sostenible*. Perú: Pearson.
- Novo, M. (2006). *Crisis ambiental y desarrollo sostenible*. Madrid: Pearson educación s.a.
- Paltrinieri, G. (2009). *Sub productos animales, suelos y agua*. México: Trillas.
- Pérez, P., & Viniegra, G. (2007). *Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos*. México: UNA.
- Pía, P., & Viniegra, G. (2007). *Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos*. México: UNA.
- Potter, N., & Hotchkiss, J. (2000). *Ciencia de los alimentos*. España: Acribia SA.
- Restrepo, J. (2007). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. Costa Rica: ILCA.
- Romero, a. (2010). *Contaminación Ambiental*. México: Trillas.
- Rosas, M. (2003). *Agricultura orgánica práctica: Alternativas tecnológicas para la agricultura del futuro*. Bogotá: ICA.
- Salaya, J. (2010). *Elaboración artesanal de dos abonos orgánicos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántulas de chile habanero*. Tabasco.
- Salgado, G., & Nuñez, E. (2010). *Respuesta a la soca de caña de azúcar a la fertilización N,PK*. Argentina: El Alenco.
- Sánchez, C. (2003). *Los abonos orgánicos-Abonos orgánicos y lombricultura*. Ecuador: Servilibros.
- Sánchez, J. (2010). *Fertilizantes el alimento de nuestros alimentos*. México: Trillas.

- Spiegel, J., & Lucien, Y. (2007). *Control de la Contaminación Ambiental*. Perú: GOELZER.
- Suquilanda, M. (2006). *Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro*. Quito-Ecuador: Fundación para el desarrollo Agropecuario.
- Sztern, D., & Pravia, M. (2009). *Manual para la elaboración de compost*. Perú: OPS.
- Tompkins, P. y. (2002). *Manual para la elaboración de Compost*. Estados Unidos: ISBN.
- Zamora, F., & Torres, D. (2008). *Evaluación de fuentes orgánicas sobre el desarrollo de los vegetales*. Costa Rica: FTG.
- Zamora, F., & Torres, D. (2008). *Evaluación de fuentes orgánicas sobre el desarrollo de los vegetales*. Costa Rica: FTG.

LINKOGRAFIA.

- Álvarez, J. (octubre de 2008). *Valoración energética de los residuos y sub productos de la pesca*. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de www.plancaliadproductospesqueros.es
- Aparcana, S. (12 de octubre de 2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaerobia para la producción de biogás*. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de www.germanprofec.com/upoad/
- FAO. (1995). *Trade Policy Technical Briefs*. Recuperado el 5 de octubre de 2011, de [http:// www.infoam.org](http://www.infoam.org)
- Huyata, R. (13 de Agosto de 2006). *Manual de elaboración de abono foliar*. Recuperado el 22 de octubre de 2010, de <http://elagronómico.blogspot.com>

Medina, A. (2 de febrero de 2000). *El biol y el biosol en la agricultura*. Recuperado el 12 de enero de 2012, de <http://www.revistafuturos.info/download/download/12/sostenAmbHuellaEco.p>

s.r. (24 de mayo de 2006). *ANDINA*. Recuperado el 12 de octubre de 2010, de www.andina.com.pe/Español/Noticia.aspx

s.r. (17 de mayo de 2008). *El paraíso de la pesca*. Recuperado el 22 de julio de 2011, de www.clubdelamar.org/derivados.htm.

VII. ANEXOS.

Anexo 1: Análisis de laboratorio Tratamiento 1.

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Roldos	Ibarra-Ecuador.	Tel. 2547097 cel. 099591050
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3683
CAMPO: T1
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2385,12	0,2385
FÓSFORO	75,39	0,0075
AZUFRE	184,11	0,0184
POTASIO	17940,00	1,7940
CALCIO	14920,00	1,4920
MAGNESIO	3948,00	0,3948
ZINC	3,13	0,0003
COBRE	1,51	0,0002
HIERRO	469,56	0,0470
MANGANESO	168,28	0,0169
BORO	1,08	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,48
CE**	10,529 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 2: Análisis de laboratorio Tratamiento 2

LABONORT

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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3684
CAMPO: T2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2753,49	0,2753
FÓSFORO	77,72	0,0078
AZUFRE	199,96	0,0200
POTASIO	18330,00	1,8330
CALCIO	9560,00	0,9560
MAGNESIO	4524,00	0,4524
ZINC	3,95	0,0004
COBRE	1,39	0,0001
HIERRO	330,33	0,0330
MANGANESO	121,63	0,0122
BORO	1,50	0,0002

* Nitrogeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,64
CE**	11,290 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 3: Análisis de laboratorio Tratamiento 3

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Roldos	Ibarra-Ecuador	Tel: 2547097 cel 099591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3686
CAMPO: T3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2325,77	0,2326
FÓSFORO	217,13	0,0217
AZUFRE	215,32	0,0215
POTASIO	15210,00	1,5210
CALCIO	4060,00	0,4060
MAGNESIO	3396,00	0,3396
ZINC	6,66	0,0007
COBRE	0,98	0,0001
HIJERRO	189,46	0,0189
MANGANESO	70,68	0,0071
BORO	1,01	0,0001

* Nitrogeno amoniacal
ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,45
CE**	12,090 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 4: Análisis de laboratorio Tratamiento 4

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3687
CAMPO: T4
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2683,66	0,2684
FÓSFORO	170,25	0,0170
AZUFRE	152,25	0,0152
POTASIO	12870,00	1,2870
CALCIO	4800,00	0,4800
MAGNESIO	2964,00	0,2964
ZINC	4,92	0,0005
COBRE	0,76	0,0001
HIERRO	217,36	0,0217
MANGANESO	118,11	0,0118
BORO	1,21	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,32
CE**	9,430 dS/m

** Conductividad eléctrica

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



Anexo 5: Análisis de laboratorio Tratamiento 5

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Roldos	Ibarra-Ecuador.	Tel. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3688
CAMPO: T5
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

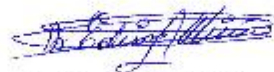
ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2655,74	0,2656
FÓSFORO	225,39	0,0225
AZUFRE	212,94	0,0213
POTASIO	13260,00	1,3260
CALCIO	3500,00	0,3500
MAGNESIO	3120,00	0,3120
ZINC	5,35	0,0005
COBRE	0,61	0,0001
HIERRO	191,27	0,0191
MANGANESO	93,38	0,0093
BORO	0,87	0,0001

* Nitrogeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,41
CE**	11,586 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 6: Análisis de laboratorio Tratamiento 6

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3689
CAMPO: T6
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	3006,63	0,3007
FÓSFORO	214,33	0,0214
AZUFRE	243,11	0,0243
POTASIO	13650,00	1,3650
CALCIO	3960,00	0,3960
MAGNESIO	3300,00	0,3300
ZINC	7,90	0,0008
COBRE	1,30	0,0001
HIERRO	140,32	0,0140
MANGANESO	59,33	0,0059
BORO	0,94	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,52
CE**	13,776 dS/m

** Conductividad eléctrica

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



Anexo 7: Análisis de laboratorio Tratamiento 7

LABONORT

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: JOHANNA JIMÉNEZ
 MUESTRA: BIOL
 ANÁLISIS: COMPLETO
 REPORTE: 3690
 CAMPO: T7
 FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	642,81	0,0843
FÓSFORO	133,80	0,0134
AZUFRE	705,83	0,0706
POTASIO	15210,00	1,5210
CALCIO	11500,00	1,1500
MAGNESIO	3792,00	0,3792
ZINC	75,87	0,0076
COBRE	2,78	0,0003
HIERRO	438,17	0,0438
MANGANESO	179,29	0,0179
BORO	1,70	0,0002

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES

pH	5,11
CE**	6,116 dS/m

** Conductividad eléctrica

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



Anexo 8: Análisis de laboratorio Tratamiento T1R1

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3704
CAMPO: T1-R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2240,22	0,2240
FÓSFORO	74,61	0,0075
AZUFRE	206,54	0,0207
POTASIO	14820,00	1,4820
CALCIO	16660,00	1,6660
MAGNESIO	3612,00	0,3612
ZINC	4,77	0,0005
COBRE	1,24	0,0001
HIERRO	439,36	0,0439
MANGANESO	170,57	0,0171
BORO	1,25	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,57
CE**	9,329 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 9: Análisis de laboratorio Tratamiento T2R2

LABONORT

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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3697
CAMPO: T2-R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2924,58	0,2925
FÓSFORO	78,01	0,0078
AZUFRE	242,19	0,0242
POTASIO	17940,00	1,7940
CALCIO	10540,00	1,0540
MAGNESIO	4224,00	0,4224
ZINC	4,96	0,0005
COBRE	1,21	0,0001
HIERRO	350,09	0,0350
MANGANESO	121,26	0,0121
BORO	1,44	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES

pH	6,6
CE**	10,937 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 10: Análisis de laboratorio Tratamiento T3R2.

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3695
CAMPO: T3-R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2893,16	0,2893
FÓSFORO	196,28	0,0196
AZUFRE	215,68	0,0216
POTASIO	13260,00	1,3260
CALCIO	3960,00	0,3960
MAGNESIO	2964,00	0,2964
ZINC	7,49	0,0007
COBRE	1,95	0,0002
HIERRO	191,72	0,0192
MANGANESO	70,36	0,0070
BORO	0,99	0,0001

* Nitrogeno amoniacal
 ppm - partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,44
CE**	11,771 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 11: Análisis de laboratorio Tratamiento T4R2

LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Roldos

Ibarra-Ecuador.

Tel. 2547097 cel. 098591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
 MUESTRA: BIOL
 ANÁLISIS: COMPLETO
 REPORTE: 3708
 CAMPO: T4R2
 FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2584,15	0,2584
FÓSFORO	173,99	0,0174
AZÚCAR	186,69	0,0167
POTASIO	13250,00	1,3260
CALCIO	6400,00	0,6400
MAGNESIO	3036,00	0,3036
ZINC	3,46	0,0003
COBRE	0,13	0,0000
HIERRO	267,82	0,0268
MANGANESO	116,75	0,0117
BORO	1,08	0,0001

* Nitrogeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,48
CF**	9,652 dS/m

** Conductividad eléctrica

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



Anexo 12: Análisis de laboratorio Tratamiento T5R2

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3693
CAMPO: T5-R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	3217,88	0,3218
FÓSFORO	195,95	0,0196
AZUFRE	189,54	0,0190
POTASIO	14820,00	1,4820
CALCIO	3600,00	0,3600
MACNESIO	2736,00	0,2736
ZINC	5,01	0,0005
COBRE	0,36	0,0000
HIERRO	236,16	0,0236
MANGANESO	93,51	0,0094
BORO	0,99	0,0001

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

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,41
CE**	11,519 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 13: Análisis de laboratorio Tratamiento T6R2

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Huidobro	Ibarra-Ecuador.	Tel. 2547097 cel. 099581050
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3709
CAMPO: T6-R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS


ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2938,55	0,2939
FÓSFORO	178,86	0,0179
AZUFRE	254,82	0,0255
POTASIO	15210,00	1,5210
CALCIO	4560,00	0,4560
MAGNESIO	2016,00	0,2015
ZINC	6,02	0,0006
COBRE	0,59	0,0001
HIERRO	203,69	0,0204
MANGANESO	61,89	0,0062
BORO	1,01	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,87
CE**	13,894 dS/m

** Conductividad eléctrica


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



Anexo 14: Análisis de laboratorio Tratamiento T7R2.

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Crístóbal de Troya 493 y Jaime Rolón	Ibarra-Ecuador.	Tel: 2547097 cel. 099591050
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3705
CAMPO: T7R2
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	545,04	0,0545
FÓSFORO	117,60	0,0118
AZUFRE	717,33	0,0717
POTASIO	13260,00	1,3260
CALCIO	11960,00	1,1960
MAGNESIO	3432,00	0,3432
ZINC	65,86	0,0066
COBRE	2,02	0,0002
HIERRO	403,66	0,0404
MANGANESO	182,04	0,0182
BORO	1,70	0,0002

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

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,45
CE**	5,713 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 15: Análisis de laboratorio Tratamiento T1R3

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3703
CAMPO: T1-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2287,36	0,2287
FÓSFORO	73,21	0,0073
AZUFRE	212,03	0,0212
POTASIO	18380,00	1,8380
CALCIO	17320,00	1,7320
MAGNESIO	3852,00	0,3852
ZINC	4,89	0,0006
COBRE	0,86	0,0001
HIERRO	430,61	0,0431
MANGANESO	170,91	0,0171
BORO	1,22	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,58
CE**	9,363 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 16: Análisis de laboratorio Tratamiento T2R3

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3699
CAMPO: T2-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2922,83	0,2923
FÓSFORO	73,52	0,0074
AZUFRE	194,11	0,0194
POTASIO	18330,00	1,8330
CALCIO	10420,00	1,0420
MAGNESIO	4176,00	0,4176
ZINC	4,79	0,0005
COBRE	1,52	0,0002
HIERRO	376,56	0,0376
MANGANESO	126,16	0,0126
BORO	1,49	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,91
CE**	10,915 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 17: Análisis de laboratorio Tratamiento T3R3

LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya, 483 y Jaime Roldos

Ibarra-Ecuador.

Tel. 2547097 cel. 099591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3692
CAMPO: T3-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	3151,54	0,3152
FÓSFORO	181,46	0,0181
AZUFRE	226,84	0,0227
POTASIO	15600,00	1,5600
CALCIO	5100,00	0,5100
MAGNESIO	2928,00	0,2928
ZINC	8,88	0,0007
COBRE	1,02	0,0001
HIERRO	251,34	0,0251
MANGANESO	67,95	0,0068
BORO	0,90	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

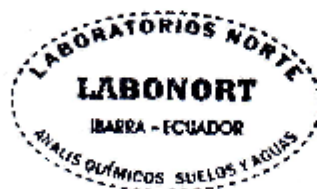
RESULTADOS ADICIONALES

pH	6,47
CE**	12,081 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 18: Análisis de laboratorio Tratamiento T4R3

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos	Ibarrá-Ecuador.	Tel. 2547097 cel. 099591050
REPORTE DE ANALISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3701
CAMPO: TY-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2638,27	0,2638
FÓSFORO	171,34	0,0171
AZUFRE	197,77	0,0198
POTASIO	13260,00	1,3260
CALCIO	4820,00	0,4820
MAGNESIO	2976,00	0,2976
ZINC	4,45	0,0004
COBRE	0,61	0,0001
HIERRO	241,13	0,0241
MANGANESO	115,11	0,0115
BORO	1,04	0,0001

*Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,71
CE**	8,413 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 19: Análisis de laboratorio Tratamiento T5R3

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Rodóe	Ibarra-Ecuador.	Tel. 2547097 cel. 099591050
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3684
CAMPO: T5R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	3196,93	0,3197
FÓSFORO	180,37	0,0180
AZUFRE	231,77	0,0232
POTASIO	14430,00	1,4430
CALCIO	3740,00	0,3740
MAGNESIO	2724,00	0,2724
ZINC	5,88	0,0006
COBRE	0,36	0,0000
HIERRO	233,77	0,0234
MANGANESO	87,92	0,0088
BORO	0,92	0,0001

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

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	6,43
CE**	11,117 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 20: Análisis de laboratorio Tratamiento T6R3

LABONORT		
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: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3700
CAMPO: T6-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	2905,38	0,2905
FÓSFORO	184,89	0,0185
AZUFRE	251,15	0,0251
POTASIO	15210,00	1,5210
CALCIO	3300,00	0,3300
MAGNESIO	1812,00	0,1812
ZINC	8,58	0,0009
COBRE	0,82	0,0001
HIERRO	156,07	0,0156
MANGANESO	58,47	0,0058
BORO	1,12	0,0001

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES	
pH	5,88
CE**	13,924 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 21: Análisis de laboratorio Tratamiento T7R3

LABONORT		
LABORATORIOS NORTE		
Av. Cristóbal de Troya 483 y Jaime Roldos	Ibarra-Ecuador.	tel. 2547097 cel. 099591050
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO		

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JOHANNA JIMÉNEZ
MUESTRA: BIOL
ANÁLISIS: COMPLETO
REPORTE: 3898
CAMPO: T7-R3
FECHA: 23/03/2012

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	647,23	0,0847
FÓSFORO	134,73	0,0135
AZÚCAR	744,39	0,0744
POTASIO	13850,00	1,3850
CALCIO	11860,00	1,1860
MAGNESIO	3612,00	0,3612
ZINC	81,70	0,0082
COBRE	2,95	0,0003
HIERRO	425,63	0,0426
MANGANESO	185,60	0,0186
BORO	1,83	0,0002

* Nitrogeno amoniacal

ppm = partes por millón (mg/litro)

RESULTADOS ADICIONALES

pH	5,15
CF**	5,655 dS/m

** Conductividad eléctrica



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



Anexo 22: Norma INEN para fertilizantes



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 209:1998
Primera revisión

FERTILIZANTES O ABONOS. DEFINICIONES.

Primera Edición

FERTILIZERS. DEFINITIONS.

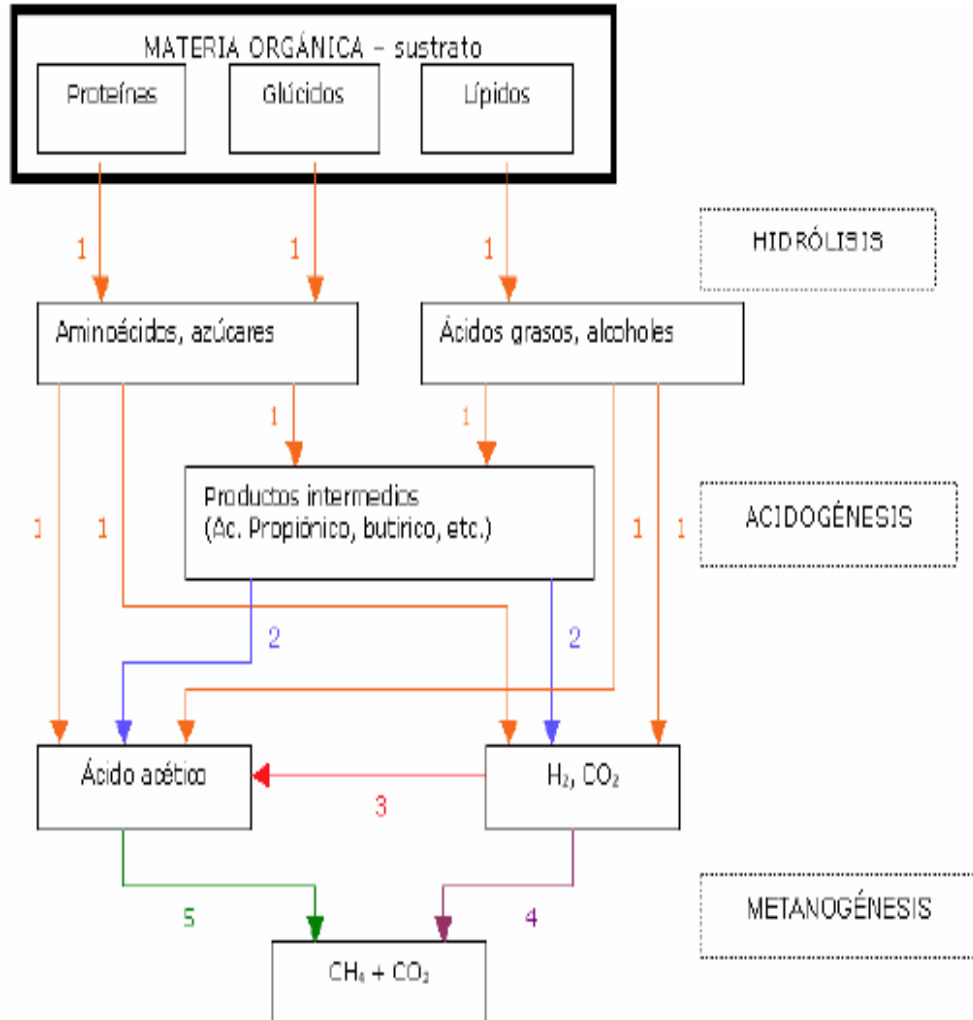
First Edition

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

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	FERTILIZANTES O ABONOS. DEFINICIONES.	NTE INEN 209:1998 Primera revisión 1998-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las definiciones relacionadas con fertilizantes o abonos.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>2.4 Fertilizante químico simple. Es el que contiene uno de los elementos necesarios para la nutrición de los vegetales.</p> <p>2.5 Fertilizante químico compuesto. Es la mezcla de dos o más fertilizantes químicos simples.</p> <p>2.6 Fertilizante complejo. Es el producto resultante de la combinación o reacción química de dos o más fertilizantes.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>2.11 Materia inerte. Producto que se agrega a los fertilizantes para lograr los grados especificados en una masa determinada, o para mejorar sus condiciones físicas o químicas, o las dos, sin que ejerzan efectos perjudiciales sobre las plantas.</p> <hr/> <p><small>DESCRIPTORES. Productos químicos para uso agrícola, fertilizantes, definiciones.</small></p>		

- 2.12 Unidad nutriente.** Es el 1 % en masa de cada elemento nutriente.
- 2.13 Grado.** Es la cantidad de elemento nutritivo asimilable, que contiene el fertilizante por unidad de masa del producto. Se expresa en kg de elemento por 100 kg de producto en el siguiente orden: Nitrógeno % (N), pentóxido de fósforo % (P_2O_5), óxido de potasio % (K_2O), en los elementos secundarios el calcio (CaO), magnesio (MgO), y el azufre (S) como elemento.
- 2.14 Formulación.** Es la expresión de la cantidad y clase de materias primas solas, mezcladas o combinadas que intervienen en un fertilizante determinado.
- 2.15 Fórmula.** Cantidad y gradación de los elementos que constituyen un fertilizante.
- 2.16 Enmienda.** Es todo producto cuya acción fundamental es la modificación de las condiciones físicas del suelo, particularmente del pH.
- 2.17 Acondicionador.** Es todo producto cuya acción fundamental es modificar las condiciones físicas del suelo, particularmente la estructura del mismo.
- 2.18 Higroscopicidad.** Es la propiedad del fertilizante de absorber el agua o la humedad ambiental.
- 2.19 Aglomeramiento.** Es el efecto de la compactación de los compuestos por acción de fenómenos físicos y químicos.
- 2.20 Fertilizante nitrogenado.** Fertilizante que en su contenido tiene nitrógeno declarado, y que puede contener otros elementos pero que no son declarados por ejemplo: fósforo, potasio.
- 2.21 Fertilizante fosforado.** Fertilizante que en su contenido tiene fósforo declarado, y que puede contener otros elementos pero que no son declarados por ejemplo: nitrógeno, potasio.
- 2.22 Fertilizante potásico.** Fertilizante que en su contenido tiene potasio declarado, y que puede contener otros elementos pero que no son declarados por ejemplo: nitrógeno, fósforo.
- 2.23 Fertilizante foliar.** Sustancia o mezcla de sustancias cuyos elementos nutritivos se destinan a ser aplicados en solución diluida a la masa foliar del cultivo.
- 2.24 Fertilizante radicular.** Sustancia o mezcla de sustancias que aportan uno o más nutrientes para el desarrollo de las plantas y que está formulado para ser aplicado al suelo.
- 2.25 Fertilizante grado técnico y/o grado reactivo.** Producto de alta solubilidad y gran pureza, para evitar la formación de residuos sólidos al elaborar soluciones nutritivas.
- 2.26 Fertilizante binario.** Fertilizante compuesto o complejo que en su composición participan dos elementos principales (NP, NK, PK).
- 2.27 Fertilizantes ternario.** Fertilizante compuesto o complejo que en su composición participan tres elementos principales (NPK)
- 2.28 Fertilizante completo.** Es el que en su formulación participan los nutrientes esenciales para el desarrollo de los vegetales.

Anexo 23: Fases de la fermentación anaerobia. (Flotats, 1997)



- 1.- Bacterias Hidrolíticas- acidogénicas
- 2.- Bacterias acetogénicas.
- 3.- Bacterias Homoacetogénicas
- 4.- Bacterias metanogénicas hidrogenófilas
- 5.- Bacterias metanogénicas acetogénicas.

Anexo 24: Resumen Del Presupuesto.

ACTIVIDADES	VIAJES O VIATICOS			MATERIALES SUMINISTROS - MAQUINARIA				RECURSOS BIBLIOGRAFICOS Y SOFTWARE			
	#	V. UNIT	V. TOTAL	DETALLE	UNID	V. UNIT	V.TOTAL	DETALLE	UNID	V. UNIT	V.TOTAL
ADECUACION DEL AREA DE INVESTIGACION				PLASTICO	22	5	110				
				PALOS	16	1	16				
	1	4	4	ALAMBRE	36	4	144				
RECOLECCION DE MATERIA PRIMA				CONGELADOR	1	250	250				
	12	0,8	9,6	BALDES	4	0,5	2				
ADECUACION DEL BIODIGESTOR				MANGUERA	16,8	0,15	2,52				
				PASTICO	2	5	10				
				GRIFOS	21	0,15	3,15				
				BALDES	21	0,5	10,5				
TOMA DE DATOS				PAPEL	30	0,1	3				
				TERMOMETRO	1	8,15	8,15				
				PHMETRO	1	3,5	3,5				
ENVIO DE MUESTRAS	2	2,5	5	ENVASES	21	0,1	2,1				
ANALISIS DE LABORATORIO											
INTERPRETACIÓN DE DATOS								LIBROS	2	75	150
								INFOSTAT	1	30	30
								INTERNET	1	70	70
TOTAL			18,6				564,92				250

ACTIVIDADES	TRANSFERENCIA DE RESULTADOS				EVALUACION, SEGUIMIENTO Y MONITOREO				SUB TOTAL
	DETALLE	UNID	V. UNIT	V.TOTAL	DETALLE	UNID	V. UNIT	V.TOTAL	
ADECUACION DEL AREA DE INVESTIGACION									
RECOLECCION DE MATERIA PRIMA									
ADECUACION DEL BIODIGESTOR									
TOMA DE DATOS	IMPRESIONES	3	20	60					
	ECUADERNADO	3	10	30					
					SEGUIMIENTO	13	1	13	
ENVIO DE MUESTRAS									
ANALISIS DE LABORATORIO					MUESTRAS DE LABORATORIO	27	30	810	
INTERPRETACIÓN DE DATOS									
TOTAL				90				823	1746,52

Anexo 25: Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	T I E M P O P O R M E S E S Y S E M A N A S																																																							
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12											
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV								
Revisión y recopilación bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Planteamiento del anteproyecto					X	X	X																																																	
Pruebas preliminares									X	X	X	X																																												
Presentación y aprobación del anteproyecto Preliminar													X	X	X	X	X	X	X	X																																				
Adquisición de insumos, materiales y equipos																	X	X	X																																					
Adecuación del lugar de investigación																					X	X																																		
Desarrollo de la investigación (Recopilación de datos)																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																								
Tabulación y análisis de datos																													X	X	X	X																								
Interpretación de resultados																																	X	X	X	X	X	X																		
Redacción del informe final																																					X	X	X																	
Revisión informe final																																					X	X																		
Defensa de tesis																																									X															
Publicación																																									X	X														