



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN”

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. SUPER CHOLA, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”.

AUTOR:

ARAQUE IPIALES LUIS MIGUEL

DIRECTOR:

Ing. MIGUEL GÓMEZ Msc.

Ibarra, Septiembre 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL
CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. SUPER CHOLA, BAJO
APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE
AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”.**

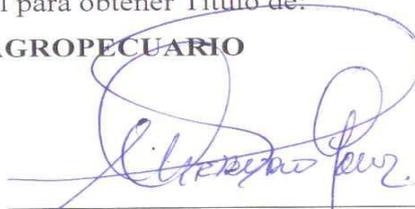
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Marcelo Albuja MSc

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Dra. Julia Prado MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Doris Chalampunte MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100420129-7
APELLIDOS Y NOMBRES:	Araque Ipiales Luis Miguel
DIRECCIÓN:	Imantag, Calle Bolívar y González Suárez
EMAIL:	luisaraque-77@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	0939761452

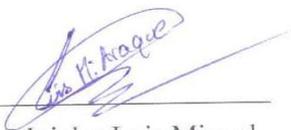
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>), Var. SUPER CHOLA, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”.
AUTOR:	Araque Ipiales Luis Miguel
FECHA: DD/MM/AA	13/09/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Miguel Gómez Cabezas MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de septiembre de 2019

EL AUTOR



Araque Ipiales Luis Miguel

C.I: 100420129-7

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Araque Ipiales Luis Miguel, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de septiembre de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Alejandro Gómez', written over a horizontal line.

Ing. Miguel Alejandro Gómez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 13 días del mes de septiembre de 2019

Araque Ipiales Luis Miguel: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. SUPER CHOLA, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO. Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, 13 de septiembre del 2019.

DIRECTOR: Ing. Miguel Gómez MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), bajo aplicaciones de biol mejorado. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar el efecto del biol en la calidad de la producción de la papa. Determinar el contenido nutricional de los tubérculos de papa bajo los tratamientos en estudio y Analizar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio.



Ing. Miguel Gómez, MSc.

Director de trabajo de grado



Araque Ipiales Luis Miguel

Autor

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, por haberme permitido formarme y culminar mi carrera.

Mis sinceros agradecimientos a mi director de tesis el Ing, Miguel Gómez y asesores: Ing. Julia Prado PhD, Ing. Marcelo Albuja Msc. e Ing. Doreen Brown Msc. Miembros del Tribunal de tesis por el gran aporte brindado en la elaboración de mi trabajo.

A mi Madre por haberme ayudado y apoyado en todo el transcurso de esta etapa, y hoy puedo decir que gracias a su esfuerzo y motivación pude llegar a concluir esta etapa importante en mi vida.

A mis amigos por sus palabras de motivación en momentos que me daba por vencida, también agradezco el apoyo constante desde el inicio hasta la finalización de la carrera.

Araque Ipiates Luis Miguel

DEDICATORIA

A Dios por la vida, las bendiciones y por acompañarme siempre.

A mi madre Roció Ipiales quien confió en mí y me impulso para poder culminar mi carrera, es mi motor y ejemplo de lucha, su apoyo emocional me permitió llegar a la meta, mi padre José Araque por su presencia constante en mis buenos y malos momentos. Gracias papá y mamá por su apoyo y confianza llegue a cumplir mi sueño anhelado les amo mucho.

A mi pareja de vida Magali Tulcán quien siempre estuvo en los momentos más difíciles y sin importar ninguna circunstancia me brindo su ayuda y cariño fundamental para lograr mis objetivos.

Al motor de mis logros, mi hijo Alan Samuel Araque Tulcán quien permitió que este logro obtenido sea lleno de éxitos y bendiciones para nuestro hogar.

A mis hermanas Nelly, Ligia y Astrid quienes forman parte de mi vida, con su cariño me forjaron a seguir adelante. Hoy solo anhelo que un día no muy lejano sean ustedes quienes cumplan sus sueños.

A mi hermano Jhon Araque que a pesar de ser menor que mi siempre fue como un amigo y padre para todos en nuestro hogar, gracias hermano del alma y espero que cumplas con tus sueños no muy lejano.

A mis sobrinas Karen y Arelis por sacarme una sonrisa, llenarme de amor y estar presentes en esta etapa especial de mi vida. A Dayd Castillo quien estuvo conmigo desde el inicio hasta la finalización de esta etapa importante en mi vida, siendo mi compañero, amigo y sobrino gracias por el cariño y amor brindado.

A mis amigos y compañeros que me ayudaron en momentos difíciles sin pedir nada a cambio les agradezco de todo corazón por las palabras de aliento que en ocasiones se requiere.

Araque Ipiales Luis Miguel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPITULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	6
1.5. Hipótesis	6
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Cultivo de papa en Ecuador	7
2.1.1. Importancia del cultivo de papa	7
2.1.2. Descripción taxonómica y botánica de la papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>)	8
2.1.2.1 Descripción taxonómica	8
2.1.2.2. Descripción botánica	8
2.1.3. Requerimientos edafoclimaticos	9
2.1.4. Fertilización	10
2.1.5. Densidades utilizadas en la produccion de semilla var. Superchola	10
2.1.6. Tamaño del tubérculo	11
2.1.7. Valor nutricional	11
2.1.8. Nutrientes del tubérculo	12
2.2. Importancia de los fertilizantes orgánicos	13
2.2.1. Biol	14
2.2.2. Composición del biol normal	14
2.2.3. Ventajas y desventajas del biol	14

2.2.4. Uso del biol.....	15
2.2.5. Aplicación de biol en papa	15
2.2.6. Lodos residuales lácteos	15
2.2.7. Biol mejorado.....	16
2.3. Relación beneficio/costo	17
2.3.1. Procedimiento para el analisis beneficio/costo	17
2.3.2. Depreciación de materiales	18
CAPÍTULO III	19
3. METODOLOGÍA	19
3.1. Caracterización del área de estudio.....	19
3.1.1. Ubicación geográfica.....	19
3.2. Materiales y métodos	20
3.2.1. Materiales, equipos, insumos y herramientas	20
3.2.1.1. Materiales.....	20
3.2.1.2. Insumos	20
3.2.1.3. Equipos	20
3.2.1.4. Herramientas	20
3.2.2. Métodos	21
3.2.2.1. Tratamientos en estudio	21
3.2.2.2. Diseño experimental.....	22
3.2.2.3. Características del area experimental	22
3.2.2.4. Análisis estadístico	22
3.2.2.5. Características de la unidad experimental	22
3.3. Variables.....	23
3.3.1. Porcentaje de emergencia	24
3.3.2. Rendimiento.....	24
3.3.3. Categorización de tubérculos.....	25
3.3.4. Analisis bromatológico de tubérculos	25
3.3.5. Peso de materia seca de tubérculos	25
3.3.6. Relación benefecio/costo	26
3.4. Manejo de especifico de la investigación	26
3.4.1. Preparación del biol.....	27
3.4.2. Establecimiento del experimento	28

3.4.2.1. Selección del lote	28
3.4.2.2. Preparación del suelo	29
3.4.2.3. Delimitación de parcelas.....	29
3.4.2.4. Obtención de la semilla	29
3.4.2.5. Análisis de suelo.....	30
3.4.2.6. Implementación de tratamientos	30
3.4.2.7. Labores culturales.....	31
CAPÍTULO IV	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. RENDIMIENTO (kg/ha).....	37
4.1.1. Categorización de los tubérculos	39
4.1.1.1. Número de tubérculos por categoría por planta	39
4.1.1.2. Peso de tubérculos por categoría por planta	41
4.1.2. Peso de materia fresca y seca de tubérculos	42
4.2. CALIDAD NUTRICIONAL DE TUBÉRCULOS.....	44
4.2.1. Porcentaje de emergencia	44
4.2.2. Variables obtenidas a través de análisis bromatológicos de tubérculos	46
4.2.2.1. Porcentaje de humedad	47
4.2.2.2. Porcentaje de proteína	48
4.2.2.3. Concentración de polifenoles (mg/100 g).....	49
4.2.2.4. Concentración de manganeso.....	51
4.3. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	52
CAPÍTULO V.....	56
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1 Conclusiones	56
5.2 Recomendaciones.....	57
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
7. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica del ensayo.....	19
<i>Figura 2.</i> Esquema de distribución los tratamientos en el ensayo	23
<i>Figura 3.</i> Porcentaje de emergencia	24
<i>Figura 4.</i> Rendimiento total	24
<i>Figura 5.</i> Rendimiento por planta.....	24
<i>Figura 6.</i> Categorización de tubérculos	25
<i>Figura 7.</i> Materia seca de tubérculos. a) Peso fresco de tubérculos. b) Secado de tubérculos. c) Peso seco de tubérculos.....	26
<i>Figura 8.</i> Elaboración de biol. a) biol estándar. b) biol mejorado con lodos lácteos.	28
<i>Figura 9.</i> Filtración del biol	28
<i>Figura 10.</i> Surcado de terreno.....	29
<i>Figura 11.</i> Delimitación de parcelas.....	29
<i>Figura 12.</i> Semilla de papa	29
<i>Figura 13.</i> Análisis de suelo para	30
<i>Figura 14.</i> Siembra de papa	31
<i>Figura 15.</i> Retape de plantas.....	31
<i>Figura 16.</i> Rascadillo.....	32
<i>Figura 17.</i> Medio aporque y aporque completo	32
<i>Figura 18.</i> Aplicación de biol. a) suelo por drench. b) foliar con bomba de mochila.....	33
<i>Figura 19.</i> Fertilización química	33
<i>Figura 20.</i> Control fitosanitario para plaga y enfermedades.....	34
<i>Figura 21.</i> Cosecha de tubérculos de papa variedad Superchola	36
<i>Figura 22.</i> Rendimiento en kg por hectárea del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.....	39
<i>Figura 23.</i> Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	40
<i>Figura 24.</i> Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	42
<i>Figura 25.</i> Peso de materia seca de tubérculos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	43
<i>Figura 26.</i> Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.....	45
<i>Figura 27.</i> Porcentaje de humedad (%) de tubérculos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	48
<i>Figura 28.</i> Porcentaje de proteína (%) de tubérculos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	49
<i>Figura 29.</i> Concentración de polifenoles (mg/100g) de tubérculos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.....	51
<i>Figura 30.</i> Concentración de manganeso (ppm) de tubérculos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Recomendaciones de fertilización para el cultivo de papa.</i>	10
Tabla 2. <i>Clasificación de los tubérculos según su peso en gramos.</i>	11
Tabla 3. <i>Información nutricional de la papa por 100 g de papa hervida.</i>	11
Tabla 4. <i>Valores medios de parámetros de lodos residuales (peso seco g/l).</i>	16
Tabla 5. <i>Descripción de los tratamientos en estudio</i>	21
Tabla 6. <i>Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar.</i>	22
Tabla 7. <i>Control fitosanitario de plagas y enfermedades en el cultivo de papa variedad Superchola utilizados en el ensayo.</i>	35
Tabla 8. <i>ADEVA para la variable rendimiento en cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.</i>	37
Tabla 9. <i>ADEVA para la variable Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i> .	39
Tabla 10. <i>ADEVA para la variable Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	41
Tabla 11. <i>ADEVA para la variable Peso de materia fresca y seca de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	42
Tabla 12. <i>ADEVA para la variable Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	44
Tabla 13. <i>Valores P resultantes de los ADEVAS de las variables obtenidas por análisis bromatológico de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	46
Tabla 14. <i>ADEVA para el Porcentaje de humedad en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	47
Tabla 15. <i>ADEVA para el Porcentaje de proteína de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	48
Tabla 16. <i>ADEVA para la Concentración de polifenoles de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización</i>	50
Tabla 17. <i>ADEVA para la Concentración de Manganeso de tubérculos en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización</i>	51
Tabla 18. <i>Costos de tratamientos por hectárea en cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres tipos de fertilización.</i>	53
Tabla 19. <i>Relación beneficio/costo por hectárea de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.</i>	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis nutricional del contenido de nutrientes en el biol estándar y biol con lodos lácteos.....	66
Anexo 2. Cálculo de la cantidad de biol elaborado para la aplicación en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	67
Anexo 3. Análisis de suelo para la fertilidad del cultivo de papa.....	68
Anexo 4. Cálculo de fertilización química y orgánica en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	69
Anexo 5. Análisis bromatológico de tubérculos.....	72
Anexo 6. Análisis de ácidos grasos de los lodos lácteos – Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador.....	73
Anexo 7. Análisis del contenido de macro y micronutrientes en suero – Laboratorio AgarProjekt.....	74
Anexo 8. Análisis del perfil lipídico de ácidos grasos de los lodos lácteos – Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador.....	75
Anexo 9. Análisis del contenido de macro y micronutrientes en lodos lácteos – Laboratorio AgarProjekt.....	76
Anexo 10. Dosis para la elaboración del biol estándar y mejorado con lodos lácteos	77
Anexo 11. Aporte total de nutrientes de los tratamientos por hectárea en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), con los siguientes fertilizantes: T1 y T2 (biol+compost) y T3 (fertilizante químico).....	78
Anexo 12. Costos de producción de biol por hectárea en cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	79
Anexo 13. Asimilación de nutrientes por la planta en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	79
Anexo 14. Rendimiento (kg/ha)	80
Anexo 15. Número de tubérculos por categoría por planta.....	80
Anexo 16. Peso de tubérculos por categoría por planta.....	81
Anexo 17. Peso de materia seca de tubérculos.....	81
Anexo 18. Peso de materia fresca de tubérculos	81
Anexo 19. Porcentaje de emergencia.....	82
Anexo 20. Porcentaje de humedad	82
Anexo 21. Porcentaje de proteína.....	82
Anexo 22. Concentración de polifenoles (mg/100 g).....	82
Anexo 23. Concentración de manganeso (ppm).....	83
Anexo 24. Depreciación de materiales	83
Anexo 25. Costos de producción de biol estándar.....	84
Anexo 26. Costos de producción de biol con lodos lácteos	85
Anexo 27. Costos de producción de fertilización química.....	86

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), Var. SUPER CHOLA, BAJO APLICACIONES DE BIOL MEJORADO, COMUNIDAD SAN LUIS DE AGUALONGO, PARROQUIA SAN JUAN DE ILUMÁN, CANTÓN OTAVALO”

Autor: Luis Araque

Director: Ing. Miguel Gómez MSc.

RESUMEN

El biol es considerado como biofertilizante, ya que posee un alto contenido de nutrientes, hormonas y microorganismos, lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes y promover una mejor producción y desarrollo de las plantas, evitando así el uso indiscriminado de agroquímicos que en su constante uso puede producir sedimentaciones de minerales y evitar la absorción de nutrientes a través de las raíces. La presente investigación tiene como objetivo de evaluar el rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa bajo aplicaciones con biol. El biol estándar y biol con lodos lácteos se aplicaron al suelo 10% (v/v) y foliar 50 (v/v) durante 5 meses, la duración del ciclo de cultivo de la papa, conforme a los requerimientos de nitrógeno del cultivo, con biol estándar, biol con lodos lácteos y fertilización química. Se evaluaron las siguientes variables: rendimiento (kg/ha), calidad nutricional de tubérculos y relación beneficio/costo. Al finalizar el estudio se observó que el rendimiento (kg/ha) los tratamientos con biol presentaron mayor peso, con una diferencia de 13.77% frente a la fertilización química. Esto se debe a que existe un mayor número de tubérculos por ha de primera categoría y peso seco y fresco de los mismos. En cuanto a la calidad nutricional de tubérculos (análisis bromatológico) bajo fertilización química se observa una mayor concentración de nutrientes en los tubérculos; en humedad, proteína, polifenoles y Mn con 76.69%, 12.85%, 9.77 mg/100 g y 6.00 ppm respectivamente frente al biol. La relación beneficio/costo indicó que los tratamientos con biol fueron mejores, ya en promedio se gana 0.29 dólares que la fertilización química se pierde 0.12 dólares, por cada dólar invertido y recuperado. En conclusión, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación el biol presenta una alternativa y fuente de nutrientes, su uso podría cubrir las necesidades nutricionales del cultivo y alcanzar mayor productividad y beneficios económicos para el agricultor.

Palabras claves: biol, productividad, nutrición.

**“EVALUATION OF YIELD AND NUTRITIONAL QUALITY OF THE
CULTIVATION OF POTATO (*Solanum tuberosum*), OF THE SUPER CHOLA
VARIETY, UNDER APPLICATIONS OF IMPROVED BIOL, COMMUNITY OF
SAN LUIS DE AGUALONGO, SAN JUAN DE ILUMÁN PARISH, OTAVALO
COUNTY”**

Author: Luis Araque

Director: Miguel Gómez MSc.

ABSTRACT

Biol is considered a bio-fertilizer, as it contains a large quantity of nutrients, hormones and microorganisms, which allow plants to take complete advantage of nutrients and promotes better production and development of plants, thus avoiding indiscriminate use of agrochemicals, which when used continuously can produce sedimentation of minerals and inhibits the absorption of nutrients by the roots. The objective of this investigation was to evaluate the yield and nutritional quality of potatoes under application of biol and improved biol. The standard biol, lactic biol and chemical fertilizers were applied to the soil (v/v) and foliage 50 (v/v) for five months, the cycle length of the potato, based on the crop's nitrogen requirements. Variables evaluated were: yield (kg/ha), nutritional quality of the potatoes and benefit/cost. The results of the study are that the yield (kg/ha) of the biol treated potatoes were the highest, 13.77% higher than those of the chemical fertilizer treatment. This is due to the higher number for ha of “category one” potatoes and their corresponding dry and wet weight. In terms of the nutritional quality of the potatoes (bromatological analysis), those with chemical fertilization had a higher concentration of nutrients; in humidity, protein, polyphenols and Mn, with 76.69%, 12.85%, 9.77 mg/100 g and 6.00 ppm respectively as compared to biol. The relationship of benefit / cost indicated that the treatments with biol were better, as on average 0.29 dollars were gained, as compared to a loss of 0.12 dollars with chemical fertilizer for every dollar invested and recuperated. In conclusion, according to the results of this study, biol is an alternative source of nutrients whose use could cover the nutritional needs of the crop and reach greater yields and economic benefits for farmers. Key words: biol, productivity, nutrition.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La papa se cultiva en 151 países del mundo, lo cual representa un alimento básico en la dieta de la población mundial, disminuyendo el hambre y contribuyendo a la seguridad alimentaria, también representa un rubro ubicándose en el cuarto alimento básico en el mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (Servindi, 2008). Debido a un alto contenido nutricional y por su presencia en la dieta diaria de los ecuatorianos, se encuentra ocupando el séptimo lugar de producción a nivel nacional y es cultivada en 12 provincias del Ecuador (Monteros, 2016).

El consumo per cápita de la papa en el Ecuador es de 22 kg/año (Andrade, Piedra, Reinoso y Ayala, 2011), es decir, es uno de los principales cultivos del país por su participación en la dieta diaria y por su importancia económica y social en la generación de ingresos para las familias productoras del mismo. Según Monteros (2016), la producción de éste tubérculo en lugares más productores como en la provincia de Carchi es de 27 a 30 toneladas por hectárea equivaliendo a un 35% de la producción nacional. Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (FAO e IFA, 2015) los rendimientos más altos tomarán mayores cantidades de nutrientes principalmente el nitrógeno, fósforo y potasio del suelo

Por otro lado, el uso de los sistemas orgánicos en la producción de papa es mínima, la misma que brinda una buena fertilidad al suelo y permite de la mejor manera la absorción de nutrientes a través de las raíces según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002). En consecuencia, se hace un uso inadecuado de abonos químicos que a largo plazo causa daños ambientales como la pérdida de fertilidad de suelos, reducción de biodiversidad y contaminación, es decir, ocasiona el deterioro de las aguas subterráneas y afecta los sistemas agrícolas que contribuye a la disminución de la productividad, fuente principal de los agricultores (Hernández, Chocano, Moreno y Carlos, 2014).

Según el Centro de Ecogenética y Salud Ambiental (2012), señala que el valor nutricional es un aspecto muy importante en la dieta diaria de las personas, los cuales mencionan han decidido consumir alimentos orgánicos por varias razones relacionadas a la nutrición; evitando así, ser menos propensos a enfermedades causadas por el uso indiscriminado de pesticidas, además un producto que proviene de una agricultura ecológica (orgánica) que es más sostenible para el medio ambiente y beneficiosa para la salud humana. Por consiguiente, la FAO (2017) menciona que el uso y manejo de productos orgánicos trae mayor bienestar de los productores y consumidores de papa previniendo así intoxicaciones y mejorando la calidad de vida e higiene.

El uso del biol en la producción orgánica es una alternativa por su alto contenido nutricional y por su bajo costo de elaboración para el cultivo de papa (Aveia, 2011). Condori et al. (2017) afirman, que los biofertilizantes son sustancias que contiene organismos vivos que aplicados a la semilla, planta o suelo colonizan la rizófora protegiendo y promoviendo su desarrollo a través del incremento de la disponibilidad de nutrientes primarios a la planta huésped. Según Robles (2008) el biol mejora la absorción de nutrientes, promueve el crecimiento de tallos, frutos y raíces gracias a las hormonas vegetales de crecimiento que se concentran.

Una investigación realizada en plantas de tomate (*Lycopersicon sculentum*), demostraron que la fertilización orgánica presenta mejores resultados frente a la fertilización química con los mismos niveles de aplicaciones nutricionales nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) demostrando que el fertilizante orgánico líquido incrementó en el suelo la cantidad de bacterias benéficas, mejoró la actividad enzimática y por ende la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de la planta (Zhu, Zhanga, Wangb y Shen, 2013).

1.2.Problema

En el Ecuador, la papa constituye el rubro más importante de la sierra, principalmente como fuente de alimentación de familias, asimismo de ingresos económicos para los productores, por lo tanto, su producción está ligada al uso descomunal de fertilizantes químicos, normalmente más del 50% del nitrógeno es aplicado al momento de la siembra o retape (Punina, 2013) y (Pumisacho y Sherwood, 2002). El uso excesivo del nitrógeno prolonga el ciclo vegetativo, reduce el porcentaje de materia seca de tubérculos, provoca acame y aumenta la susceptibilidad de la planta a enfermedades, en algunos casos favorece el crecimiento exagerado del follaje, reduciendo la producción de tubérculos.

A comienzos del siglo XX aparece el uso de fertilizantes químicos que se obtienen de los recursos naturales no renovables, siendo los minerales de mayor extracción la urea, fósforo y potasio, puesto que, las áreas de explotación de estos minerales están ubicadas en yacimientos naturales que al ser explotados provocan un impacto ambiental debido a la metodología utilizada y costo elevado en el uso de energías para la extracción y su fabricación que por consiguiente esto repercute en el precio de los fertilizantes (Pérez, 2014).

Por otro lado, el desconocimiento por parte de los agricultores frente al uso excesivo de productos químicos y de las técnicas alternativas para la obtención de mejores rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades. Esto conlleva a que los agricultores apliquen altas cantidades y número de frecuencias de fertilizantes químicos, lo cual ha permitido que exista en la planta mayor vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades, causando la reducción de la producción, contaminación ambiental y residualidad en los mismos.

1.3. Justificación

El cultivo de papa a nivel mundial, es de gran relevancia agronómica, comercial y nutricional. Su uso como alimento es importante por el contenido de hidratos de carbono y valor energético para la salud humana. Así mismo, este rubro tiene múltiples usos y aplicaciones industriales (Zúñiga, 2014).

La papa es un tubérculo que en promedio puede alcanzar un aporte del 14% de la energía requerida diariamente. También aporta proteínas es una excelente fuente de fósforo 44 mg, hierro 0.31 mg y niacina 1.44 mg los cuales intervienen en la síntesis enzimática y síntesis de grasa en el organismo (Aveia, 2011). De igual forma la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008) y Borba (2008) mencionan que un tubérculo de papa recién cosechada, contiene un 80% de agua y 20% de materia seca, es decir que el 60-80% de esta materia seca es almidón y con respecto a la proteína contiene 1.87 g, siendo la papa análoga al de los cereales y muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos.

En una investigación realizada por Loyola, Oyarce y Acuña (2010), se encontró que el contenido de proteína en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) fue superior bajo aplicación de fertilización orgánica en comparación a la fertilización química con una misma metodología, a diferencia de otros componentes nutricionales como: materia seca, almidón, azúcares totales y azúcares reductores demostraron una diferencia de 2.1% frente a la fertilización orgánica.

Por otra parte, la aplicación del biol permite la disponibilidad y absorción de nutrientes del suelo e incrementando la cantidad de microorganismos benéficos. La ventaja de emplear abonos orgánicos es reducir el costo y uso de fertilizantes químicos para mejorar las características físicas, químicas, microbiológicas del suelo y producción del cultivo (Gómez y Tovar, 2008). Aveia (2011) en un análisis económico indica que usar únicamente fertilizantes químicos es 20% más caro que usar una fertilización mixta. Por consiguiente, Curillo (2015) recalca el efecto negativo que tiene el uso de productos químicos en el medio ambiente son; la pérdida microbiológica, compactación del suelo, disminución de capacidad de absorción de nutrientes y menor desarrollo radicular de las plantas.

Warnars y Oppenoorth (2014) señalan que el biol es bastante reconocido por su disponibilidad inmediata de nutrientes para las plantas y como tal, puede incrementar de forma significativa el rendimiento de los cultivos y las propiedades del suelo. No obstante, se puede afirmar que el biol no es solamente rico en materia mineral y orgánica, sino que también en nutrientes como son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), Manganeso (Mn), materia orgánica, diferentes tipos de aminoácidos y metales tales como el cobre (Cu) y el zinc (Zn). Asimismo, Aparcana (2008) considera que el uso de biol es promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos metabólicos de las bacterias en manejo de fermentación anaeróbica, las mismas que dentro de la práctica de la agricultura orgánica, abarata costos y mejora la productividad y calidad de los cultivos.

Díaz y Pérez, (2008), mencionan que la biofertilización a través del uso de lodos lácteos podría incorporar bacterias o microorganismos al suelo debido a su concentración de nutrientes y hormonas, además de proveer condiciones adecuadas para su desarrollo frente a condiciones adversas del ambiente, permitiéndoles sobrevivir a sequía, falta de nutrientes; de esta manera, se logra que los microorganismos presentes estén activos durante los ciclos de los cultivos.

Matos et al. (2011), manifiesta que la incorporación de lodos residuales lácteos tiene el mismo efecto que un fertilizante sintético, además demostró que el uso de lodos lácteos permite el aumento de fósforo disponible para los cultivos y en ciclos posteriores, de igual manera, el aprovechamiento de estos residuos industriales como fuente de nutrientes y microorganismo que ayudan al desarrollo de la planta y mitigando algunos impactos ambientales; como malos olores, presencia de moscas y roedores.

El presente estudio en el cultivo de papa tuvo la finalidad de implementar al biol mas lodos lácteos como una alternativa orgánica de fertilización, debido su contenido de nutrientes y hormonas que ayudaría al desarrollo y funciones fisiológico de la planta, debido a que la producción depende directamente de la fertilización, se recomendaría el uso en la producción de la papa. También, se pretende tener mayor concentración de nutrientes en el tubérculo y obtener tubérculos de calidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Evaluar el rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), bajo aplicaciones de biol mejorado.

1.4.2. Específicos

- Evaluar el efecto del biol en la calidad de la producción de la papa.
- Determinar el contenido nutricional de los tubérculos de papa bajo los tratamientos en estudio.
- Analizar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

1.5. Hipótesis

Ho: La aplicación de biol con lodos lácticos no influye en el rendimiento y la calidad nutricional de los tubérculos.

Ha: La aplicación de biol con lodos lácticos influye en el rendimiento y la calidad nutricional de los tubérculos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de papa en Ecuador

2.1.1. Importancia del cultivo de papa

Desde el año 2002, el Ecuador ha presentado una tendencia histórica creciente hasta el momento. Siendo el 2014 un año de gran relevancia en el crecimiento productivo, incrementado hasta un 75% con respecto al año 2013 (Monteros, 2016).

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (2013) menciona que en la Sierra ecuatoriana representa el segundo cultivo más importante después del maíz, representando la base de la alimentación de la población ecuatoriana vinculando a 82 mil productores en un total de 90 cantones entre los cuales están involucrados directamente o indirectamente con el cultivo de papa.

El Ecuador en el año 2015, la semilla de papa Superchola demostró rendimientos significativos en promedio de 16,13 t/ha a nivel nacional, superando a la media nacional durante este ciclo se destaca la provincia del Carchi con 27,30 t/ha y con menor productividad se encuentran las provincias de: Cotopaxi con 12,8 t/ha, Pichincha 14,9 t/ha, Chimborazo 14,5 t/ha y Tungurahua con 14,2 t/ha (Monteros, 2016).

En el año 2017 la papa superchola presento un ligero decrecimiento del 0.35% en superficie cosechada y del 10.73% en rendimiento, siendo las provincias con mayor producción Pichincha, Carchi y Tungurahua con una participación nacional en la producción de 27%, 25.82% y 13.87% respectivamente según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2017).

2.1.2. Descripción taxonómica y botánica de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

2.1.2.1 Descripción taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *tuberosum* L.

Nombre científico: *Solanum tuberosum* L.

Fuente: González (2003)

2.1.2.2. Descripción botánica

Según Harris (1978) citado en Martínez (2009) menciona que la papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos ya que estos se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Descripción de los siguientes órganos de la planta:

- **Raíz:** Son adventicias, formando en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. En ocasiones también se forman raíces en los estolones. La planta de papa posee un sistema radicular fibroso y muy ramificado que puede variar entre los 25-50 cm de profundidad.
- **Tallo:** Son sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células de la medula, contiene yemas axilares las cuales van a formar tallos laterales, estolones, inflorescencia.
- **Hojas:** Las primeras hojas tienen aspecto simple y son alternas, las hojas siguientes son compuestas e imparipinadas.
- **Flores:** Son hermafroditas, tetra cíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado, su corola de color blanco o púrpura conformado de cinco estambres y anteras de color amarillo o anaranjado que contienen polen.
- **Tubérculo:** Morfológicamente son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos:

el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo opuesto, que se llama apical o distal.

2.1.3. Requerimientos edafoclimaticos

Entre los principales son:

- **Altitud**

La papa se cultiva en altitudes superiores a 2400 hasta los 3900 msnm (Montesdeoca, 2017).

- **Temperatura**

Entre 18°C a 20°C para la formación de tubérculos y crecimiento normal, la papa también es considerada una planta termo periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C, si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados, en si las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos (FAO, 2008).

- **pH**

Su rango óptimo es de 5.5-6.5 (FAO, 2008)

- **Humedad relativa**

Se debe considerar que el exceso de agua en el suelo provoca un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados, floración y desarrollo de los tubérculos., Además el exceso de humedad ambiental favorece al desarrollo de enfermedades como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), siendo el porcentaje óptimo de 70 a 80 % (Fonseca, 2015).

- **Luminosidad**

Después de la emergencia del tubérculo, el cultivo requiere de bastante luminosidad, además la papa se comporta mejor en un periodo de 8 a 12 e incluso 16 horas de luminosidad, la cantidad de luz tiene gran influencia en la tuberización de la papa y

duración del crecimiento vegetativo según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (Intagri, 2017).

- **Suelo**

Zúñiga (2014) indica que la papa se desarrolla mejor en suelos profundos con buen drenaje, suelos francos y francos arenosos fértiles y ricos en materia orgánica.

2.1.4. Fertilización

Es una de las prácticas culturales con mayor influencia en el desarrollo de la planta, ya que permite acelerar o retrasar el crecimiento de la planta, tanto de su parte aérea como radical, esto puede alterar la composición nutritiva de los tejidos, afectando a todos los atributos de calidad. En si la fertilización está orientada a suplir las necesidades de nitrógeno, causa por la cual permite el uso de fuentes de nitrógeno químico como la úrea, nitrato de amonio, y sulfato de amonio (Aveia, 2011).

Tabla 1. *Recomendaciones de fertilización para el cultivo de papa.*

	N(kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O(kg/ha)	S(kg/ha)
Bajo	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	50-100	60-200	30-60	1-20

Fuente: Valverde, Córdova y Parra (1998).

Tras un análisis de suelo, se puede realizar una recomendación de fertilización en un determinado cultivo.

2.1.5. Densidades utilizadas en la producción de semilla var. Superchola

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011) las distancias utilizadas son de 1.10 cm y 1.20 cm entre surco y de 0.30 cm a 0.40 cm entre planta para la variedad Superchola. En la producción de papa se recomienda distancias entre 1 m entre surcos y 0.25 m entre plantas, principalmente para la variedad Superchola (Montesdeoca, 2005).

2.1.6. Tamaño del tubérculo

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011), menciona que el tubérculo de semilla debe ser de tamaño mediano entre 4.5 a 5.5 cm de diámetro y de 50 a 60 gramos de peso para obtener una buena germinación, emergencia y rendimiento de plantas en la var. Superchola. Por otro lado, Pumisacho y Sherwood (2002) menciona que para la comercialización de papa variedad Superchola, es necesario establecer las diferentes categorías de acuerdo a su peso en gramos (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los tubérculos según su peso en gramos

Denominación	Peso (g)
Primera	>121
Segunda	71 a 120
Tercera	51 a 70
Cuarta	31 a 50

Fuente: Pumisacho y Sherwood, (2002).

2.1.7. Valor nutricional

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2010), menciona que la papa es un producto que, tanto en fresco como industrializado, tiene gran aceptación por parte del consumidor, siendo el tubérculo más consumido por la población ecuatoriana. Por lo cual provee de ciertos nutrientes y es una excelente fuente de energía, debido a su alto contenido de almidón que en promedio puede alcanzar con un aporte de 14% de la energía requerida diariamente. También aporta proteínas y es una fuente de fósforo, hierro y niacina los cuales también intervienen en las diferentes funciones del organismo.

Tabla 3. Información nutricional de la papa por 100 g de papa hervida y pelada antes del consumo

Componente	Calidad en 100 gr	% DDR*
Energía	360 kJ	3.8
Proteína	1.71 g	3.7
Fibra	1.8 g	6.8
Fósforo	40 mg	7.3
Calcio	8 mg	0.8
Niacina	1.31 mg	7.2
Hierro	0.31 mg	2.3

Fuente: Aveia (2011).

%DDR*= Porcentaje de la Dosis Diaria Recomendada para adultos sanos en promedio basado en una dieta de 9500 KJ (2300 kcal).

2.1.8. Nutrientes del tubérculo

- **Proteína (g)**

Son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno, también se lo reconoce también como cadenas de aminoácidos, las proteínas presentes en la papa destacan las albuminas y globulinas como las fracciones proteicas más abundantes. Así mismo se destaca la presencia de gran cantidad de enzimas y aminoácidos libres, cuyas concentraciones dependen de la forma de cultivo y almacenamiento (Villacrés, Quilca, Monteros y Muñoz, 2011).

- **Fibra (g)**

Las fibras presentes en la papa cruda son del tipo insolubles, en su mayoría conformadas por RS2 Almidón resistente en su forma natural granular, el mismo que al ponerse en contacto con el calor, como por ejemplo durante la cocción, experimenta un proceso de gelatinización, el mismo que puede llegar a derivar en la liberación de moléculas de amilosa y amilopectina. (Sánchez y Matos, 2011).

- **Fenoles (mg/100 g)**

Los polifenoles son importantes antioxidantes en la dieta y la papa es una fuente de ellos, tiene un amplio rango de características promotoras de la salud. Estos compuestos están presentes tanto en la piel como en la pulpa de las papas nativas, hoy en día hay un creciente interés por consumir tubérculos que tienen pulpa de color crema o blanca y piel de color amarillo, rojo o morado (Muñoz, 2014).

- **Flavonoides (μg β -caroteno/g)**

La papa no contiene tantos flavonoides si se la compara con otros alimentos, pero su alto consumo hace una buena fuente de ellos, de igual manera que sucede con los fenoles, la pulpa de color crema o purpura contienen mayor concentración y se está comenzando a utilizar como fuente de colorantes naturales y antioxidantes en la industria alimentaria (Muñoz, 2014). También menciona que las papas con pulpa más amarillas tienen mayor contenido de estos compuestos que las papas de pulpa blanca, los carotenoides tienen una serie de propiedades entre ellas están: Actividad pro vitamina A, antioxidantes, activan el sistema inmune humano, protección de la piel ante la luz ultravioleta, promueve comunicación intercelular.

2.2. Importancia de los fertilizantes orgánicos

El biol es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos ya sean vegetales o animales, en ausencia de oxígeno, los nutrientes que contiene el biol son asimilados fácilmente por las plantas, por tal razón a lo largo del cultivo se puede identificar las discrepancias en diferentes cultivos como son: hortalizas, leguminosas, ornamentales entre otras (INIA, 2008).

Los fertilizantes orgánicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, ayudan en el rendimiento y la calidad de los productos reduciendo la dependencia de productos químicos artificiales en diferentes cultivos (Bolk, 2010).

La producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses, el cual tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del bio-digestor donde se elabora el biol y está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo, la parte líquida es conocida como abono foliar, en el biol podemos usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera (vacunos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal de nuestra comunidad (Álvarez, 2010).

Estudios realizados con biofertilizantes que poseen microorganismos del género *Lactobacillus*, *Saccharomyces* y *Bacillus*, los mismos que en el cultivo de lechuga produjeron aumento de peso, diámetro y el rendimiento. Microorganismos del género *Saccharomyces* estimulan la síntesis de antibióticos y otras sustancias útiles para el crecimiento de plantas; los *Bacillus sp*, bacilo Gram positivo esporulado, tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico y producir fitohormonas (ácido giberélico y ácido indol acético); los *Lactobacillus* están relacionados a la producción de bacterias y actinomicetos ácidos (Criollo, Lagos, Piarpuezan, y Pérez, 2011).

2.2.1. Biol

La producción de abono orgánico utilizando microorganismos eficientes es uno de una alternativa que permitirá a los agricultores regenerar la fertilidad de su suelo, esta tecnología se implementa con microorganismos pertenecientes a bosques naturales cercanos, los cuales son incorporados en la preparación de fertilizantes como el biol (fertilizante líquido fermentado), con el fin de regenerar la salud del suelo y la fertilidad de las granjas que han sido afectadas por el uso excesivo de fertilizantes químicos (Bolk, 2010).

2.2.2. Composición del biol normal

La composición del biol puede variar dependiendo de la fuente de materia prima con la que se elaboré, obteniendo así una gran fuente de macronutrientes como el N, P y K los cuales ayudan en el desarrollo de la planta, en tanto beneficia a la productividad y calidad de los cultivos. No obstante, los micronutrientes como el Cu, Mg, Co, Zn, Fe, entre otros que permiten la elongación de la raíz y la síntesis del ADN y la polinización (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Entre las fuentes principales para la elaboración de biol está el estiércol, melaza, leche, microorganismos y/o levaduras y agua. Aproximadamente el 90% de la materia que ingresa al proceso de fermentación se transforma en biol líquido (Aparcana R. S., 2008).

2.2.3. Ventajas y desventajas del biol

Según INIA (2008) menciona lo siguiente:

- **Ventajas**

1. Se puede elaborar con desechos orgánicos de las casas.
2. No existe una única receta, se puede utilizar diferentes tipos de insumos (orgánicos).
3. Mejora las características del cultivo en cuanto a vigor y absorción de nutrientes.
4. Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas.

5. Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.
6. Mejora y logra incrementar la producción de los cultivos.
7. Actúa como revitalizador de las plantas que han sufrido o vienen sufriendo estrés, ya sea por plagas, enfermedades, sequías, heladas mediante una oportuna, sostenida y adecuada aplicación
8. Mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado.

- **Desventajas**

1. El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
2. En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar.
3. Cuando no se protege de la radiación solar las mangas (biodigestores rústicos) tienden a malograrse disminuyendo su periodo de utilidad.

2.2.4. Uso del biol

El biol, puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, biauales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, raíces, tubérculos y ornamentales con aplicaciones dirigidas al follaje, suelo, semilla o raíz.

2.2.5. Aplicación de biol en papa

Según Zúñiga (2014) menciona que las recomendaciones se determinan por etapa, por mes o por día, además, la aplicación dependerá de las condiciones del manejo de sistema a emplearse, las aplicaciones foliares se puede utilizar en dosis de 3 litros de biol en 100 litros de agua en intervalos de 11 o 10 días.

2.2.6. Lodos residuales lácteos

Son residuos de procesos industriales principalmente de leche, queso y yogurt que utilizados como fertilizantes agrícolas en forma de biol pueden incorporar bacterias o microorganismos al suelo y provee de condiciones adecuadas para su desarrollo y sobrevivencia a sequías; de

esta manera los microorganismos se mantienen activos durante el ciclo de cultivo (Santamaría, 2009).

Los lodos lácteos tienen un alto contenido de nitrógeno y fósforo, además permiten tener mejor disponibilidad de intercambio de aluminio y calcio con el fósforo evitando su fijación o mineralización al suelo (López, Moirón y Seoane, 2002).

En la tabla 4 se indica las propiedades del lodo residual lácteo utilizado por López, Moirón y Seoane (2002), sin embargo, los parámetros de los lodos residuales lácteos difieren de acuerdo al tratamiento y manejo de cada empresa industrial.

Tabla 4. *Valores medios de parámetros de lodos residuales (peso seco g/l).*

Propiedades generales		Total de metales pesados (mg/kg en peso seco)		E.U. límites de metales pesados (mg/kg en peso seco)
Ph	7.40	Zn	180	2 500
E.C. (dS/m)	2.35	Cr	14.5	1 000
N total (%)	6.90	Pb	22.2	750
C (%)	38.30	Cu	50.3	1 000
C/N	5.55	Ni	77.16	300
P (%)	2.69	Cd	< 10	20
K (%)	0.92			
Ca (%)	2.00			
Mg (%)	0.46			
Na (%)	4.38			

Fuente: López, Moirón y Seoane (2002).

2.2.7. *Biol mejorado*

Es un líquido bioestimulante resultado de la fermentación anaeróbica de un conjunto de desechos orgánicos más la incorporación de algún aditivo como productos lácteos o enzimas que ayuden a una rápida descomposición y permitan minimizar el potencial de pérdidas de nutrientes al ambiente, las características de un biol mejorado deben ser; fertilizantes de liberación lenta o controlada, fertilizantes estabilizados (Rodríguez y Torres, 2012).

2.3. Relación beneficio/costo

Es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto, con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable o desde el punto de vista del bienestar social, para ello, los costes y beneficios deben ser cuantificados y expresados en unidades monetarias, además, esta metodología permite saber quién gana o quien pierde como resultado de la ejecución del proyecto (Ortega, 2012).

El análisis beneficio-costo (B/C) también conocida como índice neto de rentabilidad, la cual es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de Inversión o costos totales (VAC), dando como resultado la ganancia por cada dólar invertido y recuperado (Duque, 2017).

2.3.1. Procedimiento para el analisis beneficio/costo

Aguilera (2017) menciona realizar los siguientes pasos:

- Formular los objetivos y metas que se persiguen con el proyecto.
- Examinar los requerimientos y limitaciones.
- Determinar y/o estimar en términos monetarios los costos y beneficios relacionados con cada opción.
- Incorporar toda la información importante además de los datos de costos y beneficios de cada una de las alternativas.
- Distribuir los costos y beneficios a través del tiempo.
- Convertir la corriente futura de costos y beneficios a su valor actual.
- Establecer una relación donde los beneficios sean el numerador y los costos el denominador (beneficios/costos).
- Realizar una comparación de las relaciones beneficios-costos en las diferentes propuestas. La mejor solución es la que ofrece el más alto nivel de relación.
- Determinar el beneficio neto de cada posible decisión. Se calcula mediante la diferencia entre los beneficios presentes y futuros y los costos en los que se incurre para su realización.
- Evaluar y comparar cada alternativa.
- Tomar la decisión en función del enfoque utilizado, las metas y los objetivos.

2.3.2. Depreciación de materiales

Pumisacho y Sherwood (2002) la depreciación está muy relacionada con ciertos costos fijos, representando un porcentaje del costo original del componente durante su vida útil y cargado como un gasto en el costo de producción, mientras que se encuentra en uso, también la depreciación cubre los conceptos de vida útil y valor residual, el método más utilizado para el análisis es la depreciación en línea recta; $\text{depreciación} = (\text{costo original} - \text{valor residual}) / \text{años de vida útil}$.

Ejemplo:

Si el costo original es de la bomba es de \$120 dólares con un valor residual de \$0 y una vida útil de 12 años, la depreciación anual de este material es de \$10. Este representa el valor del material que se debe asignar al costo de producción durante el año determinado.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Caracterización del área de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en la comunidad de San Luis de Agualongo que está ubicada en el cantón Otavalo, parroquia San Juan de Ilumán, la comunidad se encuentra a una altura de 2 400 m.s.n.m. con una latitud de 0.283333 y una longitud de -78 2167, la temperatura varía de 10 °C a 14 °C, su precipitación fluctúa entre 750 a 1250 mm (Villares, 2015). El terreno en el cual se realizó la presente investigación mantiene un 15% de inclinación.

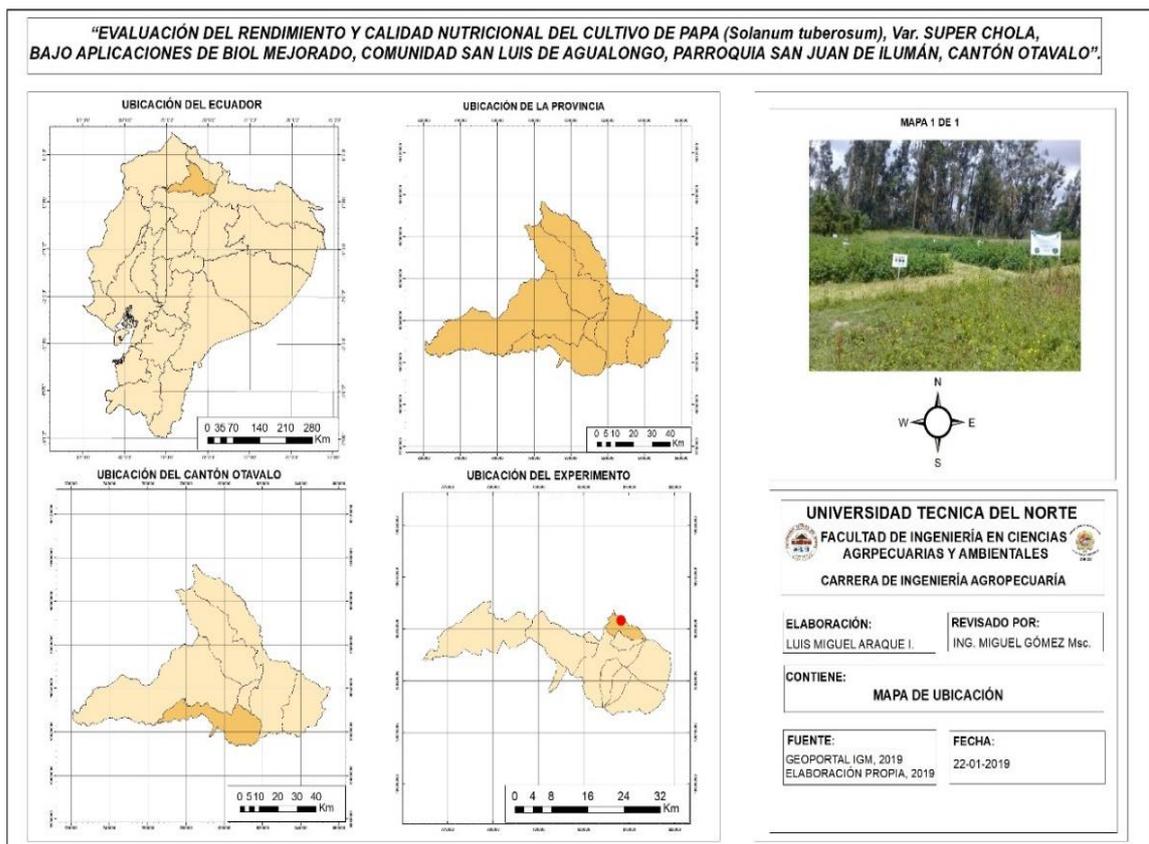


Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. *Materiales, equipos, insumos y herramientas*

3.2.1.1. *Materiales*

- Libreta de campo
- Rótulos
- Piola
- Tanque de 200 litros
- Estacas

3.2.1.2. *Insumos*

- Fertilizantes
- Fungicidas (sistémicos y protectantes)
- Biol estándar
- Biol mejorado con lodos lácticos
- Insecticidas (sistémicos y protectantes)
- Semilla de papa variedad Superchola

3.2.1.3. *Equipos*

- Computador
- Impresora
- Cámara digital
- Estufa

3.2.1.4. *Herramientas*

- Azadón
- Pala
- Rastrillo
- Barreno
- Cinta métrica
- Machete
- Balanza
- Balde

3.2.2. Métodos

3.2.2.1. Tratamientos en estudio

Los tratamientos que se evaluaron son los tipos de biol que se muestran a continuación:

- Biol estándar
- Biol mejorado con lodos lácticos
- Fertilización química (testigo)

Las dosis de biol utilizada para cada tratamiento fue calculada en base a los requerimientos nutricionales del cultivo de papa, con una dosis de 150 kg ha⁻¹ de N. Para ello se necesitó 3.24 kg de N para un área de estudio de 216 m² (T1= 108 m² + T2=108 m²), los cuales según el análisis de biol (Anexo 1) determinaron que fueran cubiertos con 437 litros de biol por semana, es decir se necesitó de la preparación de 4 tanques de 200 litros por semana, tomando en cuenta que la eficiencia fue del 68% por tanque (Anexo 2). La aplicación de biol T1 y T2 se realizó por (50% (v/v) drench y 10% (v/v) foliar con agua).

En la fertilización química (testigo) se realizó todas las labores tradicionales y requeridas en su oportuno tiempo de desarrollo de la planta, de igual manera se realizó la fertilización química edáfica previo a un análisis de suelo (Anexo 3) y foliar de acuerdo a los requerimientos nutricionales sugeridos por el INIAP. Los cálculos se manifiestan en el (Anexo 4).

En la tabla 5 se puede observar los tratamientos que se evaluaron en la investigación.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Biol estándar + compost -150 kg N ha ⁻¹ (foliar y drench)
T2	Biol mejorado con lodos lácteos + compost -150 kg N ha ⁻¹ (foliar y drench)
T3 (Testigo)	Fertilización química -150 kg N ha ⁻¹

3.2.2.2. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos y tres bloques.

3.2.2.3. Características del área experimental

Bloques: 3

Tratamientos: 3

Total, de unidades experimentales: 9

El área total del ensayo consta de 1260 m² conformado con 810 plantas sembradas en 54 surcos, mismos que mantienen medidas de 1 m (ancho) por 6 m (largo), teniendo como unidad experimental 36 m² (6 m x 6 m).

3.2.2.4. Análisis estadístico

Tabla 6. Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Bloques	(r - 1)	2
Tratamientos	(t - 1)	2
E. experimental	(t - 1) (r - 1)	4
Total	(t x r) - 1	8

Se utilizó la prueba de Fisher al 5% al encontrar diferencias significativas en los tratamientos.

3.2.2.5. Características de la unidad experimental

En la Figura 2, se muestra la distribución de los tratamientos en tres bloques completos al azar, en donde tratamientos presenta las siguientes codificaciones: el T1 (biol estándar), T2 (biol mejorado con lodos lácticos) y T3 (fertilización química).

Área total de la unidad experimental: 36 m² (6 m x 6 m)

Número de plantas por unidad experimental: 90

Densidad de siembra: 1 m entre surco x 0.40 m entre planta

Cada tratamiento estuvo conformado de 18 surcos, cada surco con medidas de 1 m (ancho) x 6 m (largo).

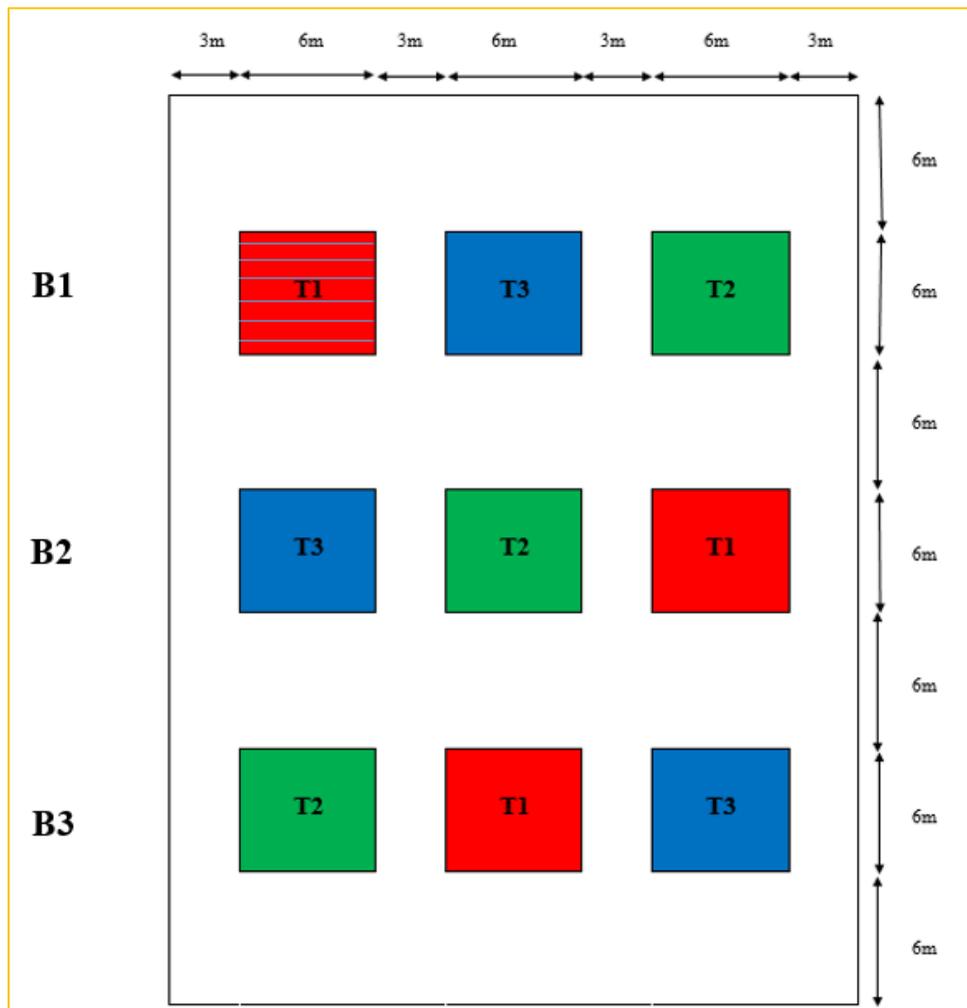


Figura 2. Esquema de distribución los tratamientos en el ensayo

3.3. Variables

Para determinar el rendimiento y calidad nutricional en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo la aplicación de biol estándar, biol mejorado con lodos lácticos y fertilización química, también se registraron los valores de las siguientes variables:

- Porcentaje de emergencia
- Rendimiento

- c) Categorización de tubérculos
- d) Análisis bromatológico de tubérculos
- e) Peso de materia fresca y seca de tubérculos
- f) Relación beneficio/costo

3.3.1. Porcentaje de emergencia

Para la valoración de esta variable, se registraron el número de plantas emergidas de cada unidad experimental, expresando los valores en porcentaje relacionando al número de tubérculos sembrados (Figura 3). La toma de datos se obtuvo desde los 18 días después de la siembra hasta el día 30, siendo tomados en intervalos de cada tres días.



Figura 3. Porcentaje de emergencia

3.3.2. Rendimiento

La cosecha se realizó a los 150 días después de la siembra, tomando en cuenta el número de plantas que sobrevivieron y el área de cada parcela neta, para determinar el área neta se eliminó el primer y último surco de la parcela experimental, además de eliminar la primera y última planta de los 4 surcos que determina la parcela neta. La cual estuvo conformado por 52 plantas y en un área de 20.80 m². Luego se procedió a su pesaje en fresco (kg/parcela neta) y a expresar los resultados de producción obtenidos de cada parcela neta en kilogramos por tratamiento, luego se hizo una conversión a kilogramos por hectárea (Figura 4 y 5).



Figura 4. Rendimiento total

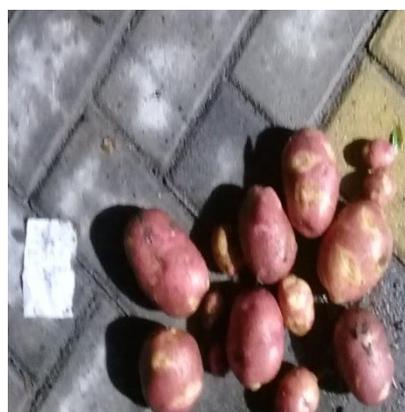


Figura 5. Rendimiento por planta.

3.3.3. *Categorización de tubérculos*

Los tubérculos cosechados de la parcela neta fueron clasificados en cuatro clases de tamaño: primera (>121 g), segunda (71 a 120 g), tercera (51 a 70 g) y cuarta (31 a 50 g) de acuerdo a lo establecido por (Pumisacho y Sherwood, 2002) (Tabla 2). Los resultados fueron expresados en número y peso de tubérculos por categoría por planta (Figura 6).



Figura 6. Categorización de tubérculos

3.3.4. *Análisis bromatológico de tubérculos*

Una vez recolectados y clasificados los tubérculos, se envió 1 kg de tubérculos para que se realicen los análisis bromatológicos en los laboratorios del INIAP. Las variables analizadas fueron: humedad, proteína, carotenoides, polifenoles, minerales (Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn) de cada tratamiento en estudio (Anexo 5). Luego de obtener los análisis nutricionales de la papa se procedió a comparar los datos obtenidos.

3.3.5. *Peso de materia seca de tubérculos*

Para determinar la materia seca de tubérculos de papa se tomaron cinco plantas al azar de los surcos centrales (2 y 3) de cada parcela neta por bloque y tratamiento. Luego se procedió a pesar y cortar en pedasos no mayores a 1 cm para deshidratarlos posteriormente en una estufa a 105 °C, durante 36 horas. Al finalizar este proceso de deshidratación se pesaron las muestras (Figura 7).



Figura 7. Materia seca de tubérculos. a) Peso fresco de tubérculos. b) Secado de tubérculos. c) Peso seco de tubérculos.

3.3.6. *Relación beneficio/costo*

Roldán (2017) establece que el cálculo de la utilidad bruta es el beneficio económico efectivo, que se logra por los ingresos obtenidos de la venta de uno o varios bienes, también se considera todos los gastos en los que fueron necesario incurrir para conseguir dicho producto o bien. Para determinar los beneficios se calculó la venta del tubérculo de papa por categoría. Para costos se contabilizó todos los gastos, en este caso fue: análisis de suelo, compra de semilla, preparación de suelo, preparación de biol, mano de obra, compra de insumos químicos, fertilizantes y el costo de cosecha (Tabla 18). Además se utilizó un imprevisto del 10% del total de gastos para cada tratamiento. Los costos de producción en este ensayo se expresó en dólares americanos por hectárea (usd/ha).

También se utilizara la formula de análisis beneficio/costo para determinar la ganancia por cada dólar invertido y recuperado; Valor Actual de Ingresos Totales (VAI)/ Valor Actual de los Costos de Inversion (VAC).

3.4. Manejo de específico de la investigación

El ensayo se realizó en plantas de papa variedad Superchola, en el cual se utilizó semilla certificada con un rango de peso entre 50 a 70 g por tubérculo.

3.4.1. Preparación del biol

De acuerdo a Zagoya, Ocampo, Ocampo, Macías y De la Rosa (2015) se utilizó la siguiente receta básica de biol para cada uno de los tanques de 200 litros, con cierta variabilidad en los insumos:

- 50 kg de estiércol fresco de bovino
- 2 litros de leche
- 4 kg de ceniza
- 144 litros de agua
- 2 litros de melaza

Previo a la ejecución del experimento se realizó un análisis del perfil lipídico del suero y de los lodos lácticos (Anexos 6 y 7). Mediante los resultados obtenidos, se optó incorporar los lodos lácticos en el T2 (Biol mejorado con lodos lácticos), debido a que estos contienen mayor contenido de ácido linolenico y fueron fermentado durante 2 meses.

Se elaboraron 4 tanques de 200 litros por semana, 2 tanques de biol estándar y 2 tanques de biol con lodos lácteos (acorde a las cantidades de reemplazo de lodo del 25% por agua descritos en el Anexo 10), los mismo que fueron fermentados durante dos meses previo a la cosecha.

Para la obtención del biol fueron filtradas mediante el uso de una malla metálica de 0.5 x 0.5 mm de apertura, formando un tamiz y con el cual nos permita tener un material lipídico para la aplicación semanal en el cultivo mediante drench. De igual manera se filtró una cantidad de biol con una tela de 0.1 x 0.1 mm de apertura para la aplicación foliar. Todo el material lipídico obtenido se colocó en pomas de 20 litros y se almaceno hasta posteriormente realizar su aplicación (Figura 8 y 9).



Figura 8. Elaboración de biol. a) biol estándar. b) biol mejorado con lodos lácteos.



Figura 9. Filtración del biol

➤ **Análisis químico de los bioles:**

Previo a la aplicación de los bioles en el cultivo de papa variedad Superchola se realizaron análisis para determinar la cantidad de nutrientes que posee, para luego aplicar dosis adecuadas al cultivo establecido (Anexo 1).

3.4.2. Establecimiento del experimento

3.4.2.1. Selección del lote

El sitio donde se estableció el ensayo está a 2400 m.s.n.m. de altitud, ubicado en la comunidad de San Juan de Agualongo, en la parroquia San Juan de Ilumán. En éste lote no se sembró ningún cultivo de papa durante 4 años. El manejo técnico del cultivo se lo realizó acorde a procedimientos establecidos en el sistema convencional.

3.4.2.2. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se realizó la arada y rastrada del lote con la ayuda de un tractor. Se retiró los residuos en exceso sobrantes de kikuyo en el terreno de manera manual. Posteriormente, se realizó el surcado a una distancia de 1 metro entre surcos y obteniendo seis surcos por cada parcela establecida (Figura 10).



Figura 10. Surcado de terreno

3.4.2.3. Delimitación de parcelas

Se delimitaron de acuerdo a las medidas establecidas en la (Figura 1), esto se realizó con la ayuda de estacas, piolas y con sus respectivos rótulos que definieron correctamente las parcelas (se etiquetó de acuerdo a la codificación T1= Rojo; T2= Verde; T3= Azul). La dimensión de cada unidad experimental fue de 36 m² (Figura 11).



Figura 11. Delimitación de parcelas

3.4.2.4. Obtención de la semilla

La semilla que se utilizó para la investigación fue certificada (Figura 12). La cantidad de semilla utilizada en la presente investigación fue de 16 kg por tratamiento.



Figura 12. Semilla de papa

3.4.2.5. Análisis de suelo

Luego de delimitar las parcelas, se procedió a recolectar muestras de suelo por cada tratamiento, mismas que estaba formada de 3 sub-muestras cada una. Las sub-muestras se recolectaron en diferentes sitios de la parcela, de las mismas se sacó 1 kg de suelo (Figura 13). Las muestras fueron identificadas y enviadas a los laboratorios de AGRARPROJEKT S.A. Las muestras se tomaron antes y después del establecimiento del cultivo y al final del experimento para evaluar la cantidad de nutrientes extraída por el cultivo (Anexo 2).



Figura 13. Análisis de suelo para corregir la fertilidad

3.4.2.6. Implementación de tratamientos

En cada una de las parcelas delimitadas se procedió a establecer los tratamientos correspondientes y se seleccionó las plantas que fueron evaluadas. Los bioles se aplicaron de forma foliar usando una solución al 10% (v/v). El biol restante fue mezclado para tener una solución al 50% (v/v) con agua como disolvente y aplicado al suelo de forma de drench para cada uno de los tratamientos T1 y T2. Su aplicación se realizó semanalmente y durante el ciclo del cultivo.

3.4.2.7. Labores culturales

Se realizaron las siguientes actividades:

➤ **Siembra**

La siembra se realizó manualmente depositando una semilla clasificada y certificada de 50 a 70 g por sitio, con una densidad de siembra de 1 metro entre surco y 0.40 metros entre planta, a una profundidad de tres veces mayor al de la semilla (Figura 14). Para los tratamientos T1 y T2 se aplicaron biol y al T3 se aplicó Vitavax como desinfectante y se incorporó fertilizante químico en el surco acorde a los cálculos de fertilización química establecidas (Anexo 4).



Figura 14. Siembra de papa

➤ **Retape**



Figura 15. Retape de plantas

Esta labor se realizó a los 15 días para el tratamiento T1 y T2, mientras que el tratamiento T3 se realizó a los 21 días debido a que aún no presentaba plantas emergidas (Figura 15). Labor que permite emparejar plántulas y controlar malezas del cultivo.

➤ **Rascadillo**

Se realizó a los 35 días después de la siembra, mediante la ayuda de un azadón. Esta labor permitió brindar una mejor aireación en el suelo y control oportuno de malezas (Figura 16).



Figura 16. Rascadillo

➤ **Medio aporque y aporque completo**



Se efectuó esta labor entre los 40-50 días después de la siembra. De igual manera se utilizó un azadón para colmar de tierra a los lados y entre los tallos, con el propósito de eliminar malezas, dar sostenibilidad a la planta y aflojar el suelo para obtener un mejor desarrollo de los tubérculos (Figura 17).

Figura 17. Medio aporque y aporque completo

➤ **Fertilización**

Este trabajo se realizó previo a un análisis de suelo, en base a los requerimientos del cultivo de papa, con dosis de 150 kg ha^{-1} de N. De tal manera que se desarrolló los cálculos correspondientes para la fertilización de cada tratamiento T1, T2 y T3 (Anexo 3 y 4).

La aplicación biol a la siembra se realizó con una bomba de mochila a los tratamientos T1 y T2 en dosis de 4.5 litros de biol para cada tratamiento, en una solución al 50% (v/v) con agua como disolvente, tomando en cuenta el biol como fertilizante y desinfectante del tubérculo. Posteriormente en el T1 se aplicaron 18.32 kg de N ha⁻¹ en forma de biol, distribuidos en 20 aplicaciones de 81.63 litros de biofertilizante durante todo el ciclo de cultivo. De igual forma en el T2 se aplicó 50.55 kg de N ha⁻¹ distribuidos en 20 aplicaciones de 55.48 litros. Las aplicaciones se realizaron al follaje y al suelo (Figura 18), con 10% (v/v) y 50% (v/v) respectivamente con agua como disolvente. A los 45 días después de siembra se incorporó la otra parte de N al T1 y T2 que fue complementada con la aplicación de 16.29 y 11.72 kg de compost comercial (2.9% N, 1.46% P₂O₅, 2.83% K₂O) respectivamente.



Figura 18. Aplicación de biol. a) suelo por drench. b) foliar con bomba de mochila

De igual manera al tratamiento T3 se aplicaron 117.35 kg de N ha⁻¹ mediante la aplicación de fosfato di amónico en la siembra y la dosis restante de 150 kg de N requerido fue complementada en el aporque del cultivo con la aplicación de urea. Las dosis de requerimiento nutricional de la papa de P₂O₅ y K₂O fueron de 300 y 100 kg ha⁻¹ respectivamente. La dosis de K fue cubierta con la aplicación de KCl al momento de la siembra (Figura 19).



Figura 19. Fertilización química

➤ **Controles fitosanitarios**

Durante el ciclo vegetativo se aplicaron funguicidas e insecticidas (Tabla 7), necesarios para prevenir y controlar las plagas y enfermedades que afectaron a las unidades experimentales del tratamiento T3, donde se realizaron tratamientos químicos de la misma manera que haría un agricultor dedicado a este rubro (Figura 20). En los Tratamientos T1 y T2 se aplicaron controles químicos con productos de sello verde en menor cantidad. según Guato (2016) el biol permite soportar con mayor eficacia ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima.



Figura 20. Control fitosanitario para plaga y enfermedades

Tabla 7. Control fitosanitario de plagas y enfermedades en el cultivo de papa variedad Superchola utilizados en el ensayo.

FECHA	PLAGA O ENFERMEDAD	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS/ LITRO		
				T1	T2	T3
06-12-2017	Gusano blanco (<i>Premmortrypex vorax</i>) Pulguilla (<i>Epitex</i> spp.)	Neem Kylate	Azadirachtina Cypermethrin	1 cm ³	1 cm ³	0.5 ml
08-12-2017	Lancha (<i>Phytoctora infestans</i>)	Oxicloruro de cobre Indicate-5 Fijafix	Oxicloruro de Cobre Ácido ortofosfórico Éster de poliglicol	3 g 0.5 ml 0.5 ml	3 g 0.5 ml 0.5 ml	3 g 0.5 ml 0.5 ml
20-12-2017	Erwiña (<i>Erwinia</i> spp.)	Indicate-5 Break Thru Ridomil	Ácido ortofosfórico Poliéter polimetilsiloxano Metalaxyl+Mancozeb			0.5 ml 0.5 ml 3 g
27-12-2017	Lancha (<i>Phytoctora infestans</i>) Gusano blanco (<i>Premmortrypex vorax</i>)	Oxicloruro de cobre Indicate-5 Fijafix Neem Kylate	Oxicloruro de Cobre Ácido ortofosfórico Éster de poliglicol Azadirachtina Cypermethrin	3 g 0.5 ml 0.5 ml 1cm ³	3 g 0.5 ml 0.5 ml 1cm ³	3 g 0.5 ml 0.5 ml 0.5 ml
16-01-2018	Lancha (<i>Phytoctora infestans</i>)	Ridomil Kylate	Metalaxyl+Mancozeb Cypermethrin			3 g 0.5 ml
23-01-2018	Minador (<i>Liriomiza trifolii</i>)	Cyromazina	Ciromazina			7.5 g
06-02-2018	Minador (<i>Liriomiza trifolii</i>)	Cyromazina	Ciromazina	7.5 g	7.5 g	7.5 g
13-02-2018	Lancha (<i>Phytoctora infestans</i>)	Oxicloruro de cobre Galben	Oxicloruro de cobre Benalazyl+Mancozeb	3 g	3 g	22.5 g
27-02-2018	Gusano blanco (<i>Premmortrypex vorax</i>)	Engeo	Tiametoxam+Lambdacihalotrina			25 ml
08-03-2018	Gusano blanco (<i>Premmortrypex vorax</i>)	Engeo Eltra 48 EC	Tiametoxam+Lambdacihalotrina Carbosulfan			25 ml 25 ml

➤ **Riego**

No se realizó esta labor debido a que durante el desarrollo del cultivo se presentaron lluvias, lo que permitió mantener el suelo con capacidad de campo.

➤ **Cosecha**

Se realizó la cosecha al quinto mes del ciclo del cultivo, cuando el follaje del cultivo estuvo de color amarillo y en etapa de senescencia de la planta. La cosecha fue clasificada en 4 categorías (primera > 121, segunda 71 a 120 g, tercera 51 a 70 g y cuarta 31 a 50 g). Posteriormente la producción fue depositada en bolsas de yutes para proceder a almacenar y determinar el rendimiento de cada una de las unidades experimentales (Figura 21).



Figura 21. Cosecha de tubérculos de papa variedad Superchola

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de las variables obtenidos en la investigación, mismos que fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat (versión 2017) para su interpretación.

4.1. RENDIMIENTO (kg/ha)

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 8), con respecto a la variable rendimiento, muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos ($F= 20.37$; $GL\ error= 2, 4$; $P= 0.0080$).

Tabla 8. ADEVA para la variable rendimiento en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	1620.57	<0.0001
Tratamiento	2	4	20.37	<0.0080

Mediante la prueba de Fisher al 5% para el rendimiento por hectárea, en relación con los tratamientos, muestra dos grupos de rangos A y B (Figura 22), en donde los tratamientos T1 (biol) y T2 (biol con lodos lácteos) comparten el mismo rango, mientras que el tratamiento T3 (fertilización química), presenta menor rendimiento en relación a los tratamientos T1 y T2 (Anexo 14).

En los resultados antes mencionados, se puede apreciar que los tratamientos con aplicaciones de biol si influyeron en el rendimiento, ya que muestran superioridad de peso en relación al tratamiento T3. Según Andrade (1998) el rendimiento promedio para la variedad Superchola va desde los 25 a 30 mil kg/ha en altitudes menores a los 3 600 m.s.n.m., en base a la presente investigación se observa que los tratamientos T1 y T2 se encuentran dentro del rango de rendimiento promedio, mientras que, el tratamiento T3 no cumple con el rango de rendimiento. Por consiguiente, Warnars y Oppenoorth (2014) indican que el biol es bastante

reconocido por su disponibilidad inmediata de nutrientes para las plantas y como tal puede incrementar de forma significativa el rendimiento de los cultivos.

El MAG (2018) menciona que el rendimiento de la papa variedad Superchola en promedio nacional, en el año 2017 fue de 18 920 kg/ha, ubicándose Carchi con 21 760 kg/ha y conservando una densidad de siembra 1m x 0.50 m obteniendo de 20 062 plantas/ha, siendo una zona de mayor producción. En el ensayo se mantiene a una densidad de 1m x 0.40m con 25 000 plantas/ha y con un rendimiento de los tratamientos T1, T2 y T3 con un promedio de 25 018, 25 350 y 21 859 kg/ha respectivamente, siendo superior a los rendimientos promedios en los últimos 18 años en relación a la provincia del Carchi.

Por otra parte, Inostroza, (2009) menciona que la productividad está dada por el follaje y tallos obtenidos por planta, a mayor número de tallos mayor número de tubérculo con menor peso, así mismo, Robles, (2008) señala que el biol aumenta y fortalece la base radicular, incrementa la base foliar, mejora la floración y activa el vigor, obteniendo como resultado un aumento en las cosechas.

Santin (2017), en una investigación realizada en frejol variedad Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo aplicaciones con biol, tratamiento T1= biol y tratamiento T2= biol + urea, con fertilización vía drench, obteniendo mayor rendimiento el tratamiento T1 frente al tratamiento T2 con un diferencia de 10.35% kg/ha, es decir el uso de biol vigoriza a la planta y mejora sus rendimiento, además de su fácil preparación que permite aprovechar el estiércol de los animales y promueve una alternativa de fertilización.

Pumisacho y Sherwood (2002), en estudios realizados bajo fertilización orgánica, muestran que aplicar abonos foliares completos en el cultivo de papa se incrementan el rendimiento hasta 5 t/ha, un ejemplo claro, es el zinc que al aplicarlo como quelato incrementa hasta 2.6 t/ha. En cuanto a la investigación se puede observar que el aporte del zinc influyó en el rendimiento del cultivo, teniendo como menor cantidad de zinc en los tratamientos T1 y T2 y siendo los rendimientos similares, pero superiores al tratamiento T3.

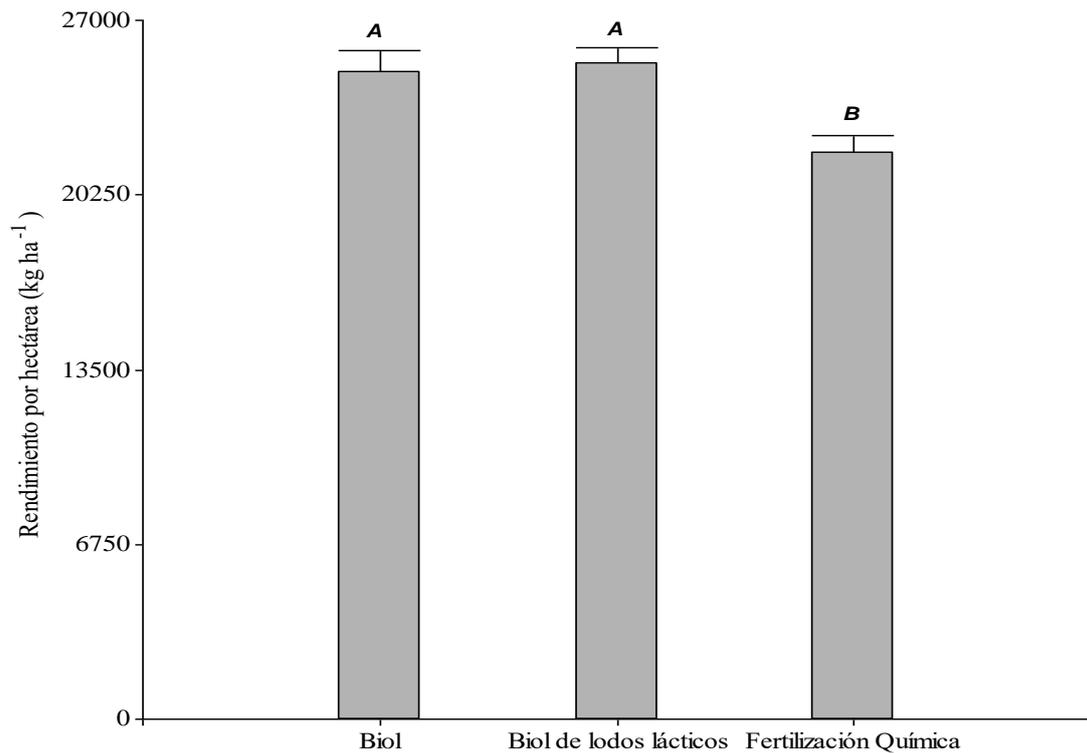


Figura 22. Rendimiento en kg por hectárea del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola cultivada bajo tres fuentes de fertilización.

4.1.1. Categorización de los tubérculos

4.1.1.1. Número de tubérculos por categoría por planta

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 9), con respecto a la variable número de tubérculos por categoría por planta, existe interacción entre los factores tratamiento y categoría de los tubérculos ($F= 13.38$; $GL= 6, 21$; $P= 0.0001$).

Tabla 9. ADEVA para la variable Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Tratamiento	2	21	3.59	0.1025
Categoría	3	21	35.69	<0.0001
Tratamiento*Categoría	6	21	13.38	<0.0001

Una vez realizada la prueba de Fisher al 5% para la interacción entre tratamiento y categoría del tubérculo (Figura 23), se puede observar que los tratamientos T1 y T2 presentan mayor

número de tubérculos de primera categoría con un promedio de 50.00 y 39.34 tubérculos por planta respectivamente en comparación al tratamiento T3. A su vez en la segunda categoría, los tratamientos no presentaron diferencias. En lo referente a la tercera categoría, el tratamiento T3 obtuvo mayor número de tubérculos por planta en relación a los demás tratamientos T1 y T2 con una diferencia de 50.33 y 22 tubérculos por planta respectivamente. La cuarta categoría, el T3 obtuvo mayor número de tubérculos por planta en comparación a los tratamientos T1 y T2 con una diferencia de 73.64 y 64 tubérculos respectivamente (Anexo 15).

El número de tubérculos esta dado por la extracción de cantidades elevadas de nutrientes del suelo hacía la planta, siendo el potasio, el nutriente más requerido por la planta (Baldillo et. al, 2003). En esta investigación se observa que en el analisis de suelo inicial de los tratamientos T1= 210 mg/kg de K y T2= 205 mg/kg de K y al terninar el ciclo del cultivo aumenta a 269 y 267 mg/kg de K respectivamente, que a diferencia del tratamiento T3 con 199 mg/kg y desiendo a 194 mg/kg de K. Esto muestra que el biol mantuvo y aumento la concentración de potasio K en el suelo a pesar del nivel de extracción de nutrientes por parte de las plantas.

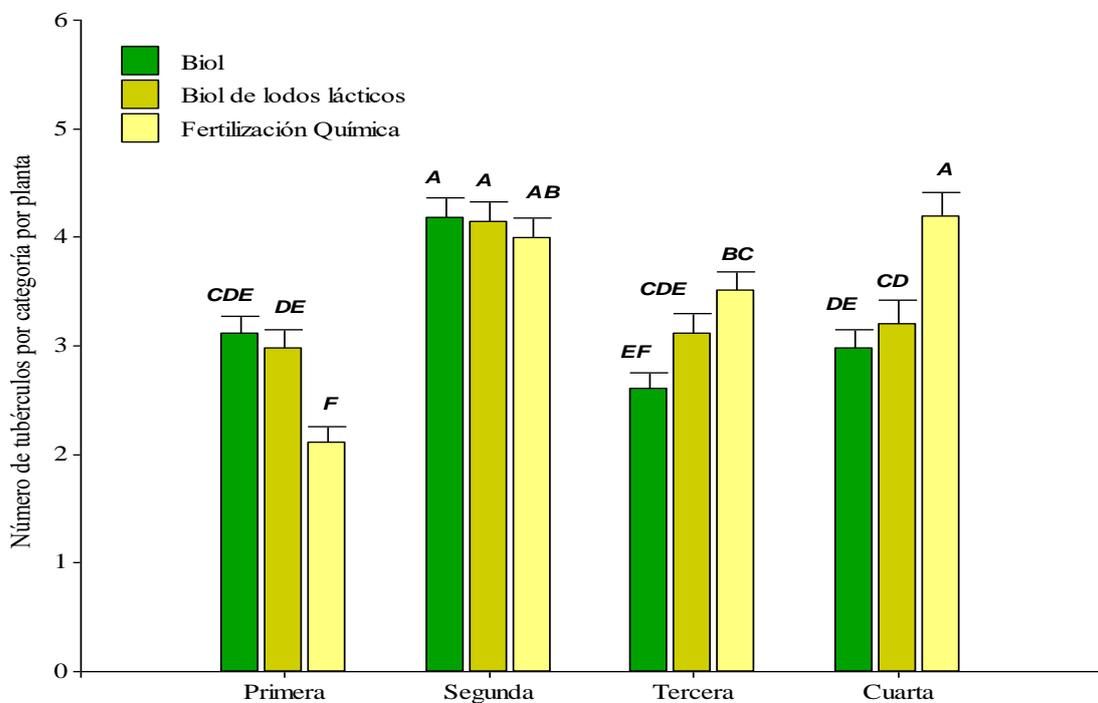


Figura 23. Número de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.1.1.2. Peso de tubérculos por categoría por planta

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 10), con respecto a la variable peso de tubérculos por categoría por planta, existe interacción entre los factores tratamiento y categoría de tubérculos (F= 8.74; GL= 6, 21; P= 0.0001).

Tabla 10. ADEVA para la variable Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Tratamiento	2	21	23.12	<0.0001
Categoría	3	21	172.38	<0.0001
Tratamiento*Categoría	6	21	8.74	<0.0001

En la Figura 24, se observa el peso de tubérculos por categoría por planta. En la primera categoría, en los tratamientos T1 y T2 presentaron una diferencia de peso de 197 g más que el T3. En cuanto a la segunda categoría se observa que no existe diferencia de peso entre tratamientos. En la tercera categoría se observa que el tratamiento T3 obtuvo mayor peso con una diferencia de 51.7 g en relación al T1, y el T2 presenta un peso intermedio entre los tratamientos T1 y T3. Por último, en la cuarta categoría no existe diferencia de peso de tubérculos por categoría por planta (Anexo 16).

Pumisacho y Sherwood (2002), mencionan que el biol ayuda a fijar más fósforo debido a su disponibilidad inmediata de los nutrientes para la planta y a diferencia de una fertilización química de fósforo que muestra una lenta liberación de los nutrientes y disponibilidad a la planta, retardando y disminuyendo el crecimiento de la planta y tuberización, dando lugar a plantas quequeñas y rígidas.

Galarza (2008), en una investigación realizada en cultivo de pepino (*Solanum muricatum*), utilizando un diseño completo al azar (DBCA) se implantó tres tratamientos; tratamiento T0= Testigo, T1= Químico y T2= Biol, la fertilización del biol se realizó de forma foliar en dosis de 1 litro de biol en 19 litros de agua, obteniendo resultados mayores de peso de fruto en el tratamiento con biol con 204 kg/ha frente al químico con 200 kg/ha, representando una diferencia del 9.9%.

Por otra parte, Inostroza (2009) y INIAP (2002) mencionan que la productividad está dada por el follaje y tallos obtenidos por planta, a mayor número de tallos mayor número de tubérculo con menor peso.

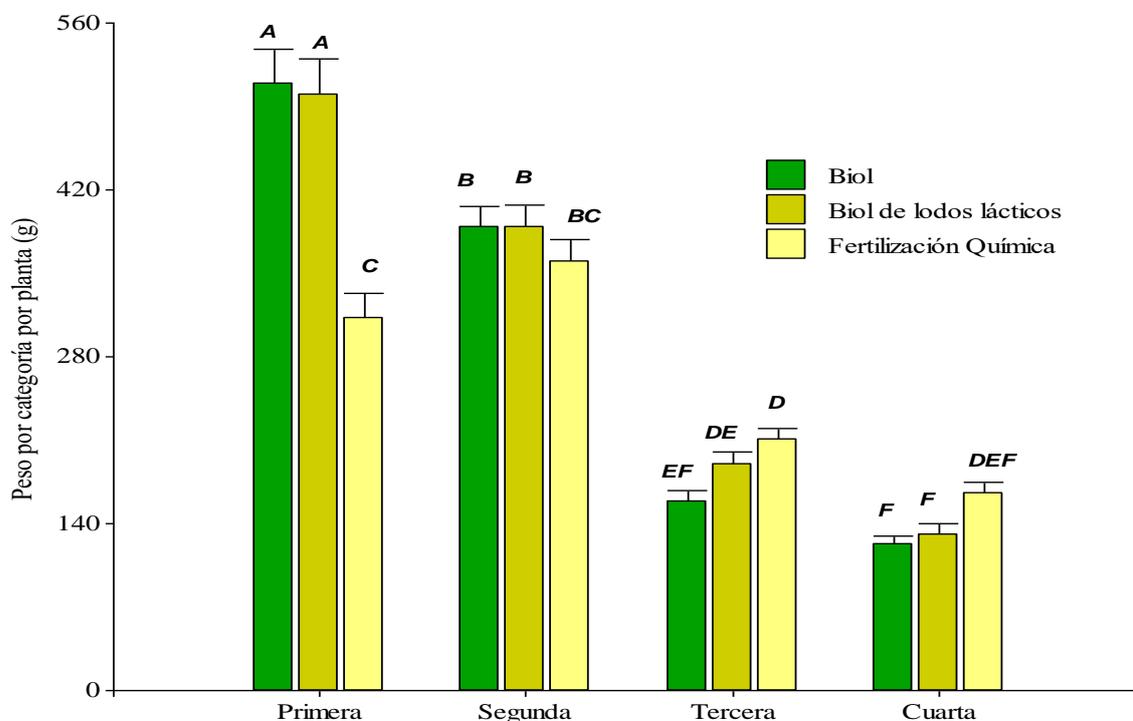


Figura 24. Peso de tubérculos por categoría por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.1.2. Peso de materia fresca y seca de tubérculos

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 11) con respecto a la variable peso de materia seca de tubérculos, existe interacción entre tratamientos ($F= 4.58$; $GL= 2, 40$; $P= 0.0161$). A diferencia de la variable peso de materia fresca de tubérculos que no existe interacción entre tratamientos ($F= 1.63$; $GL= 2, 40$; $P= 0.2081$)

Tabla 11. ADEVA para la variable Peso de materia fresca y seca de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
P.F.T	2	40	1.63	<0.2081
P.S.T	2	40	4.58	<0.0161

Nota: P.F.T.= Peso Fresco de tubérculos; P.S.T.= Peso Seco de tubérculos.

Una vez realizada la prueba de Fisher al 5%, se observa que en peso de materia fresca no existe interacción entre tratamientos (Anexo 18). Por otra parte, en peso de materia seca de tubérculos mostró dos grupos de rangos B y C. Los tratamientos T1 y T2 comparten el mismo rango, mientras que el T3 presenta menor peso de materia seca de tubérculos con una diferencia de 66.7 g (Anexo 17) (Figura 25).

Beukema y Van Der Zaag (1999), mencionan que el peso de materia seca de tubérculos depende de la variedad (material genético), condiciones de crecimiento, de la capacidad de esta para realizar los procesos de translocación de las hojas a los tubérculos, disponibilidad de nutrientes. Pumisacho y Sherwood (2002) mencionan que el P interviene en la formación de almidón en los tubérculos y además promueve el crecimiento de raíces y contribuye a la resistencia de enfermedades acelerando su madurez fisiológica de la planta.

López (2008), menciona que un bajo peso de materia seca tiene relación con el rendimiento, es decir que a mayor rendimiento mayor concentración de materia seca en tubérculos. Corroborando con la presente investigación, se observa que existe mayor rendimiento (Figura 19) y peso de materia seca de tubérculos en los tratamientos T1 y T2 y a diferencia del T3 que presentan bajos valores en rendimiento de y materia seca de tubérculos.

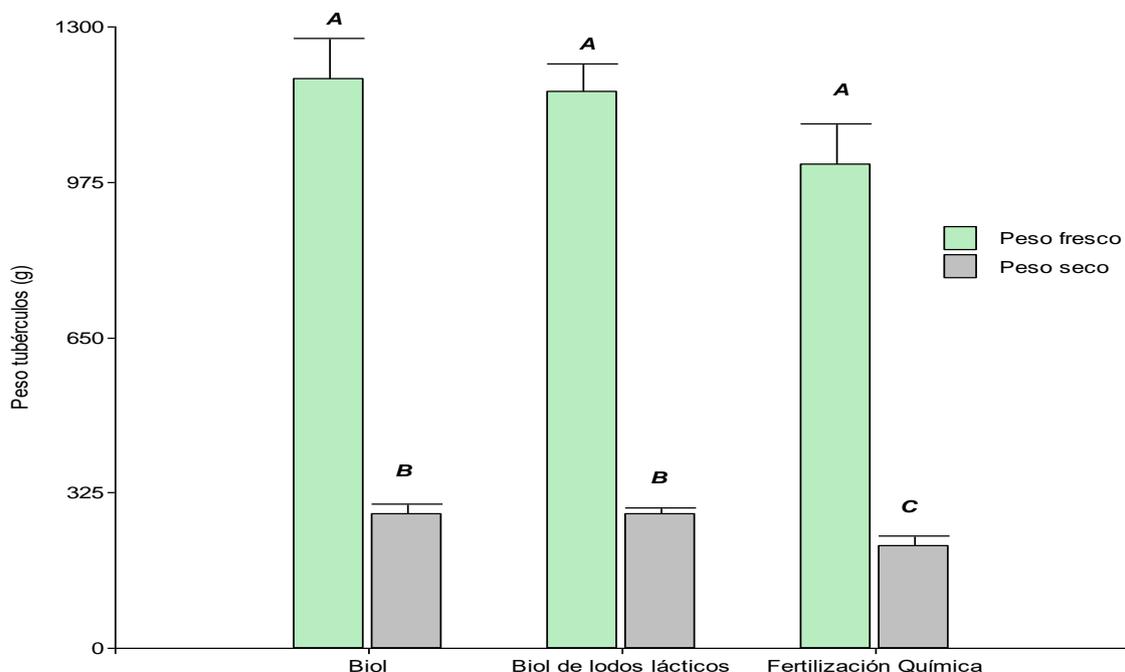


Figura 25. Peso de materia seca de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.2. CALIDAD NUTRICIONAL DE TUBÉRCULOS

4.2.1. Porcentaje de emergencia

Los resultados presentados en la Tabla 12, muestra que para la variable porcentaje de emergencias, existe una interacción para los factores días de medición y tratamientos (F= 5.83; GL= 8, 163; P= 0.0001).

Tabla 12. ADEVA para la variable Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Días	4	163	153.82	<0.0001
Tratamiento	2	163	28.10	<0.0001
Días*Tratamiento	8	163	5.83	<0.0001

En la Figura 26, se observan las diferencias que presentan los tratamientos en el porcentaje de emergencia. En la primera toma de datos (18 días después de la siembra), el T2 obtuvo mayor porcentaje de emergencia con una media de 16.03% y un mismo valor de diferencia en comparación al T3 ya que este no presenta emergencia al día 18, mientras que el tratamiento T1 presentó un porcentaje de emergencia intermedio con el T2 y T3. En siguiente medición (21 días después de la siembra), el tratamiento T2 obtuvo mayor porcentaje de emergencia en comparación a los demás tratamientos con una diferencia de 17.31% más que el T1 y 56.41% que el T3, al mismo tiempo se puede apreciar que el T1 fue superior al T3 con 39.1%.

En la tercera medición (24 días después de la siembra) se observa que el tratamiento T2 obtuvo mayor porcentaje de emergencia con una media de 76.28%, con una diferencia de 21.79% en comparación al T3 y 12.82% en relación al T1. Los tratamientos T1 y T3 no presentaron diferencias entre sí. En la cuarta medición (27 días después de la siembra) se observa que no existe diferencias significativas entre los tratamientos en el porcentaje de emergencia con un promedio de 77.56%. Al día 30 después de la siembra no presentan diferencias entre tratamientos con promedio de 87.29% en la emergencia de plantas (Anexo 19).

Según Sifuentes, Macias, Cortez y Apodaca (2009), la emergencia del tubérculo de papa variedad Superchola inicia desde 15 a 20 días después de la siembra en campo. Por consiguiente, Inostroza (2009) manifiesta que el proceso de emergencia del tubérculo depende de ciertos factores como la calidad del tubérculo semilla y fertilización, también esto se debe a que los hijuelos utilizan las reservas almacenadas en los tubérculos para así poder emerger.

Colque et al., (2005) señalan que el biol es utilizado para incrementar y mejorar la calidad de las cosechas, promover actividades fisiológicas y desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como; enraizamiento, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, además en la producción del biol se puede añadir a la mezcla plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos. En la presente investigación se observa que en los tratamientos con biol emergieron mucho más rápido que el tratamiento con manejo convencional.

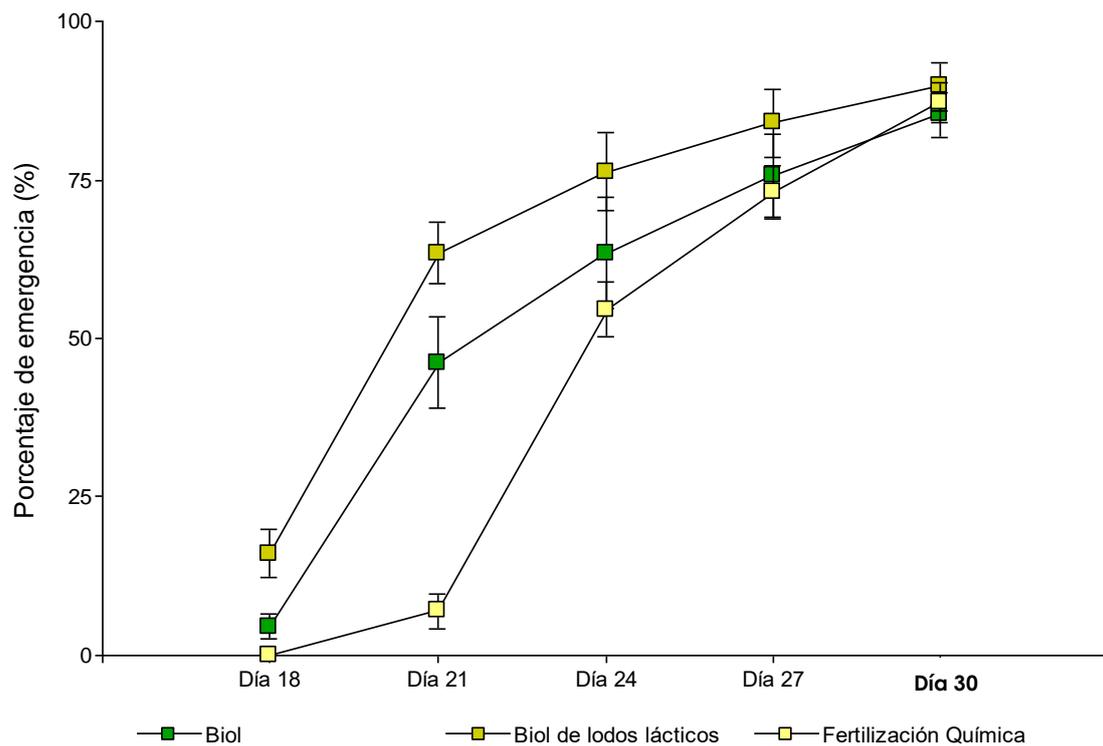


Figura 26. Porcentaje de Emergencia en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.2.2. Variables obtenidas a través de análisis bromatológicos de tubérculos

En la Tabla 13, se observan las variables de análisis bromatológicos con sus respectivos promedios, niveles de significancia y rangos de cada uno de los tratamientos en estudio, en donde el % de humedad, % de proteína, polifenoles y manganeso presentaron diferencias significativas en relación a los demás componentes como; carotenoides, Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Fe y Zn que no presentaron diferencias significativas en el análisis del tubérculo de papa.

Tabla 13. Valores P resultantes de los ADEVAS de las variables obtenidas por análisis bromatológico de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. *Superchola* bajo tres fuentes de fertilización.

Tratamientos	T1	T2	T3	Valor-P
* Humedad (%)	74.20 B	75.15 AB	76.69 A	<0.0398 s
° Proteína (%)	8.18 B	9.97 B	12.85 A	<0.0203 s
* Carotenoides (µg β-caroteno/g)	4.78 A	5.76 A	5.38 A	0.6415 ns
* Polifenoles (mg/100 g)	6.49 C	7.87 B	9.77 A	<0.0012 s
° Ca (%)	0.04 A	0.03 A	0.03 A	0.1451 ns
° P (%)	0.27 A	0.27 A	0.27 A	0.9391 ns
° Mg (%)	0.10 A	0.11 A	0.11 A	0.4187 ns
° K (%)	2.05 A	2.13 A	2.13 A	0.0912 ns
° Na (%)	0.01 A	0.01 A	0.01 A	0.6400 ns
° Cu (ppm)	1.67 A	2.00 A	2.33 A	0.3265 ns
° Fe (ppm)	40.33 A	41.67 A	43.00 A	0.8916 ns
° Mn (ppm)	4.33 B	5.00 AB	6.00 A	<0.0434 s
° Zn (ppm)	12.00 A	14.33 A	15.00 A	0.1177 ns

Nota: ns = no significativo; s = significativo; * Concentración en peso fresco; ° Concentración en peso seco.

4.2.2.1. Porcentaje de humedad

El análisis de varianza (Tabla 14) con respecto a la humedad de tubérculos muestra que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($F= 8.02$; $GL= 2, 4$; $P= 0.0398$).

Tabla 14. ADEVA para el porcentaje de humedad en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	86288.83	<0.0001
Tratamiento	2	4	8.02	<0.0398

Mediante la prueba de Fisher al 5% para el porcentaje de humedad de tubérculos se observa diferencias significativas entre tratamientos, donde el tratamiento T3 obtuvo un mayor porcentaje de humedad con una media de 76.69% y con una diferencia de 2.49% en comparación al T1, mientras que el T2 presenta un porcentaje de humedad intermedio en relación al T1 y T3 (Tabla 13) (Figura 27).

En los resultados mencionados anteriormente, se puede apreciar que la fertilización química si influyeron en el porcentaje de humedad. Según Muñoz (2014), en una investigación realizada en papa menciona que el contenido en porcentaje de humedad debe ser superior a 76% y no inferior, debido a que disminuye la calidad en la conservación del producto.

Según Suárez, Rodríguez y Díaz (2004), indica que, a mayor porcentaje de materia seca y nutrientes de tubérculo, menor es el porcentaje total de humedad. Por lo tanto, la presente investigación tiene una relación directa con el peso de materia seca de tubérculos (Anexo 17), en el cual, el T3 muestra un valor inferior a diferencia de los tratamientos con biol T1 y T2.

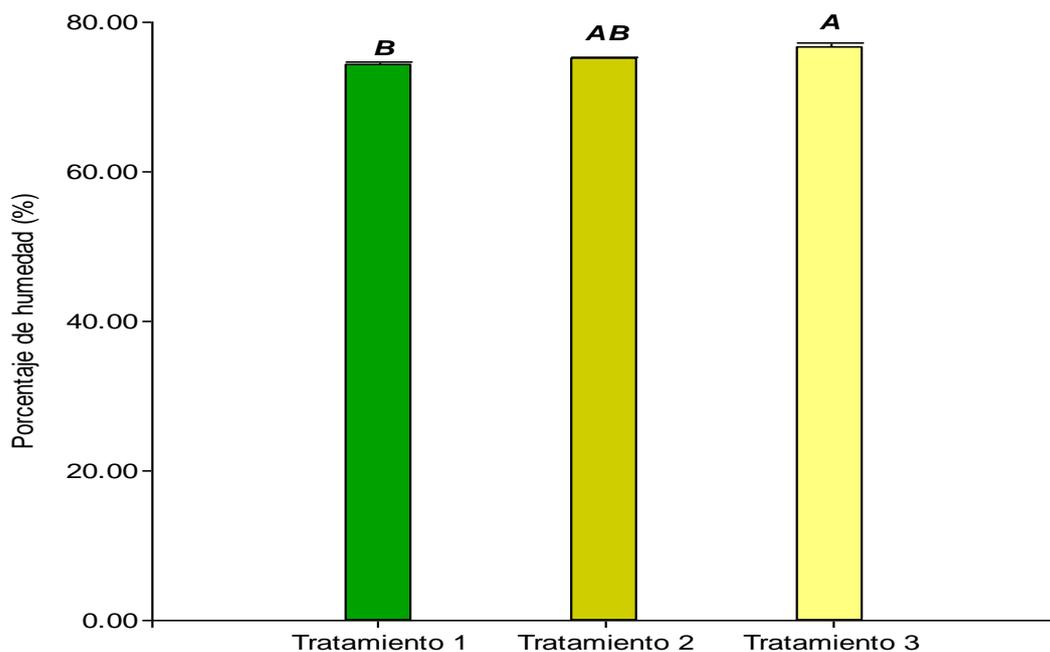


Figura 27. Porcentaje de humedad (%) de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.2.2.2. Porcentaje de proteína

El análisis de varianza (Tabla 15) con respecto al porcentaje de proteína de tubérculos muestra que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($F= 12.04$; $GL= 2, 4$; $P= 0.0203$).

Tabla 15. ADEVA para el porcentaje de proteína de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	695.05	<0.0001
Tratamiento	2	4	12.04	<0.0203

Mediante la prueba de Fisher al 5% se observa diferencias significativas para el porcentaje de proteína entre tratamientos, mostró dos grupos de rango A y B. El tratamiento T3 obtuvo un mayor porcentaje de proteína con una media de 12.85% y con una diferencia de 4.67% en comparación al T1, mientras que los tratamientos con biol T1 y T2 comparten el mismo rango (Tabla 13) (Figura 28). Quilca (2008) citado en Monteros, Yumisaca, Andrade y Reinoso (2010), en una investigación en papa variedad superchola, muestra que la

composición química de la proteína es de 8.4%, a diferencia de la presente investigación se observa que los tratamientos T2 y T3 presentan un valor superior.

En una investigación en papa bajo manejo convencional y orgánico no mostraron diferencias entre tratamientos en base a la proteína (Lombardo, Lo Monaco, Pandino, Parisi y Mauromicale 2012). En relación al experimento se observa diferencias entre tratamientos, siendo el T3 el mayor. Por otra parte, Coraspe, Takashi, Vinicius, Stefano y Newton (2009), mencionan que existen varios factores como: ambiente, genética, fertilización, manejo de plagas y enfermedades durante el crecimiento de la planta, los cuales afectan la calidad nutricional de los tubérculos.

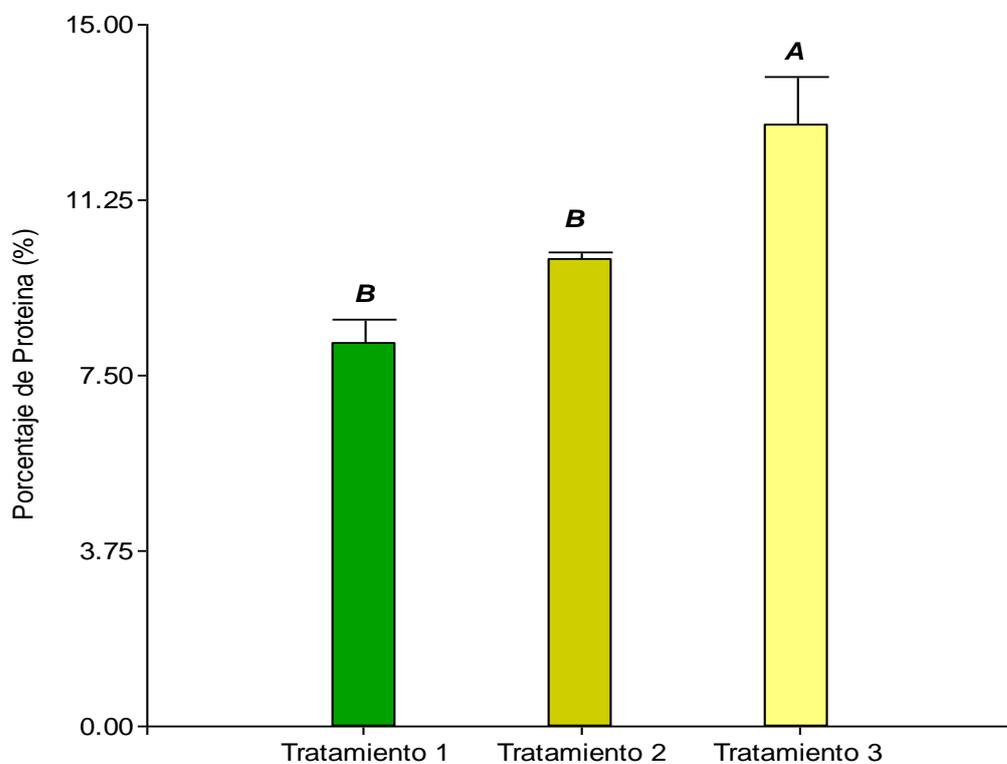


Figura 28. Porcentaje de proteína (%) de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.2.2.3. Concentración de polifenoles (mg/100 g)

El análisis de varianza (Tabla 16) con respecto a la concentración de polifenoles de tubérculos muestra que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($F= 56.28$; $GL= 2, 4$; $P= 0.0012$).

Tabla 16. ADEVA para la concentración de polifenoles de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. *Superchola* bajo tres fuentes de fertilización

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	738.70	<0.0001
Tratamiento	2	4	56.28	<0.0012

Mediante la prueba de Fisher al 5% se observa diferencias significativas para para la concentración de Polifenoles entre tratamientos. Donde el tratamiento T3 reportó un alto valor al resto de tratamientos con un promedio de 9.77 mg/100 g de peso fresco, mientras que el tratamiento T1 presentó un valor menor al resto de tratamientos con un promedio de 6.49 mg/100 g de peso fresco de concentración de polifenoles (Tabla 13) (Figura 29).

Caldiz (2004) citado en Giletto, Monti, Ceroli y Echeverría (2013), menciona que el contenido de Polifenoles varía de acuerdo a la cantidad de nitrógeno suministrado al cultivo, de igual forma el manejo y variedad, obteniendo rangos de 5 a 30 mg/100 g. Esta diferencia se debe a que la concentración de nitrógeno aportado por el biol, no es asimilable inmediatamente para la planta que a diferencia del químico.

Quiñones, Miguel y Alexandre (2012) mencionan que numerosos estudios han avalado los efectos beneficiosos de la ingesta de polifenoles sobre la salud, especialmente sobre el sistema cardiovascular, además tiene propiedades antioxidantes, asimismo mejora el perfil lipídico y ayuda a disminuir la oxidación de las lipoproteínas en el organismo.

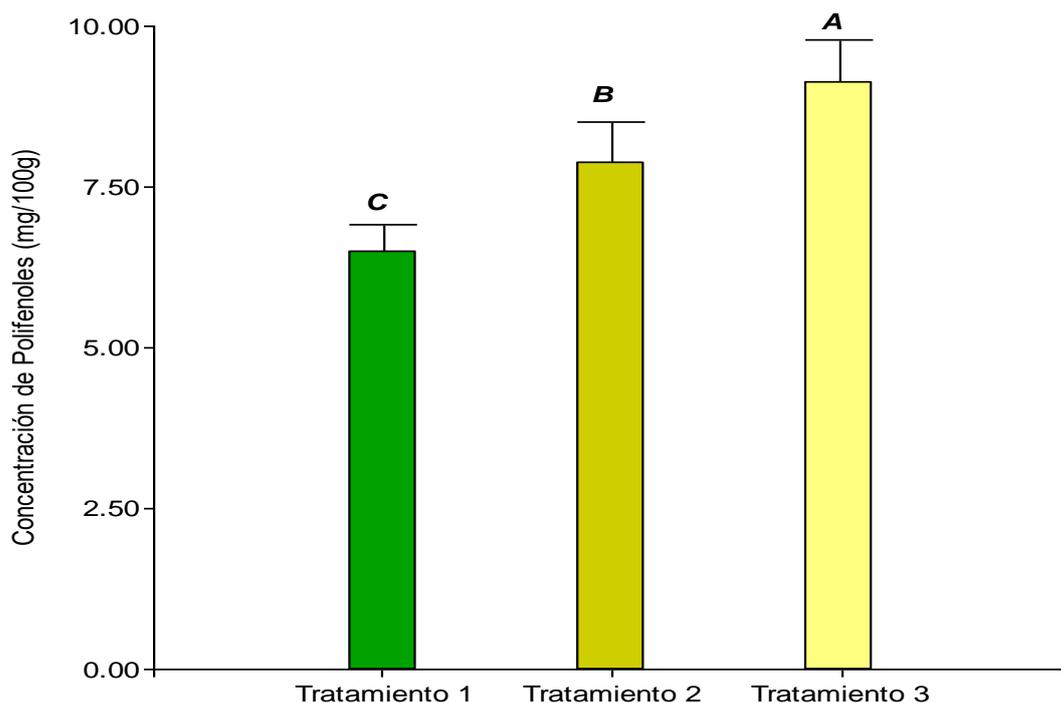


Figura 29. Concentración de polifenoles (mg/100g) de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.2.2.4. Concentración de Manganeso

El análisis de varianza (Tabla 17) con respecto a la concentración de manganeso de tubérculos muestra que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($F= 7.60$; $GL= 2, 4$; $P= 0.0434$).

Tabla 17. ADEVA para la concentración de manganeso de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización

F.V.	GL	GL e	Valor-F	Valor-P
Intercept	1	4	302.29	<0.0001
Tratamiento	2	4	7.60	<0.0434

Mediante la prueba de Fisher al 5% se observa diferencias significativas para la concentración de manganeso entre tratamientos, donde el tratamiento T3 obtuvo una mayor concentración de manganeso con una media de 6 ppm y una diferencia de 1.67 ppm en comparación al T1, mientras que el T2 presenta una concentración intermedia en relación al T3 y T1 (Tabla 13) (Figura 30).

Gómez y Sotés (2014), mencionan que el manganeso es un elemento esencial para la salud humana en medidas de 0.11 mg por día para un adulto, el cual permite activar enzimas que intervienen en los procesos metabólicos necesarios para la transformación de proteínas y grasas, además de la regulación de la glucosa en la sangre, siendo el cultivo de papa el cuarto alimento básico de mayor consumo a nivel mundial el cual aporta con una pequeña cantidad de manganeso para el cuerpo humano.

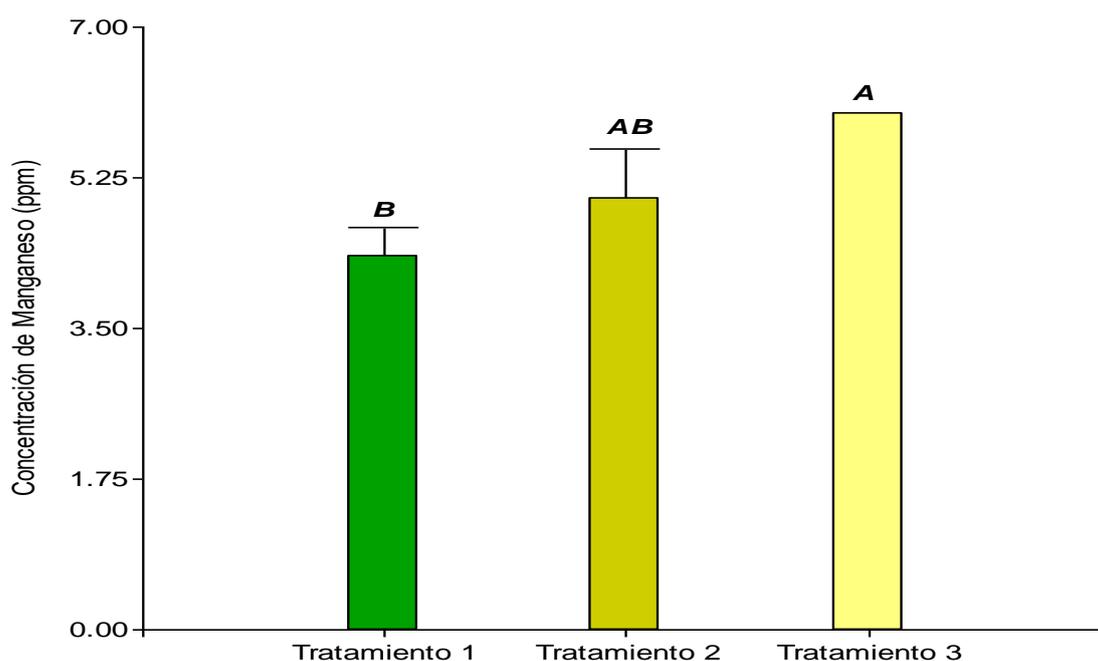


Figura 30. Concentración de manganeso (ppm) de tubérculos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.

4.3. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

Para el análisis económico se utilizaron datos promedios de rendimiento en campo, mismos que se expresaron en kilogramos por hectárea; de igual forma, los costos fueron transformados y expresados en dólares/hectárea. Los egresos fueron: tanques de 200 L y baldes de 20 L los mismos que se realizaron la depreciación (Anexo 27), costo de arriendo de terreno, análisis de suelo, preparación de suelo, fertilización, costo de producción de biol (Anexo 12), mano de obra en las diferentes labores culturales, costo del tubérculo semilla (0.85 usd/kg), aplicaciones químicas y cosecha (Tabla 18); se utilizó el 5% de imprevistos por pérdidas de producto hasta llegar al mercado (Anexo 25, 26, 27).

Tabla 18. *Costos de tratamientos por hectárea en cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres tipos de fertilización.*

Tratamientos	Unidad	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)
A. COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del suelo				
Análisis de suelos	Unidad	100	100	100
Arada y cruza	Ha	50	50	50
Surcado	horas/tractor	40	40	40
2. Mano de obra				
Siembra	Jornal	225	225	225
Fertilización	Jornal	150	150	150
Insecticidas, fungicidas	Jornal	45	45	45
Deshierbe	Jornal	150	150	150
Aporque	Jornal	225	225	225
Cosecha	Jornal	300	300	300
Poscosecha	Jornal	500	500	500
3. Insumos				
Semilla	Kg	1 250	1 250	1 250
Ecoabonaza	Qq	476	270	
Fertilizante Urea, SPT y KCl	Qq			1 013
Insecticidas y funguicidas	Ha	301	301	1 612
Biol	Ha	814	876	
Costales /empaques	Costal	111	113	97
Otros	Global	7	7	7
4. Comercialización				
Transporte	Carrera	556	564	486
SUBTOTAL A		5 300	5 166	6 250
B. COSTOS INDIRECTOS				
Tanques (200 lt) depreciación	Unidad	53	53	
Balde (20 lt) depreciación	Unidad	1.4	1.4	
Arriendo terreno por ciclos	Año	125	125	125
Imprevistos (5%)		265	258	313
C. TOTAL COSTOS A+B		5 745	5 603	6 688
D. INGRESOS				
RENDIMIENTO	kg/ha	25 018	25 351	21 859
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767	24 083	20 766
Categoría primera y segunda	kg/ha	18 645	17 838	12 632
Ingreso (Precio 0.35 USD/kg)		6 526	6 243	4 421
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	5 122	6 245	8 134
Ingreso (Precio 0.18 USD/kg)		922	1 124	1 464
Total ingreso	USD/ha	7 448	7 367	5 885
E. UTILIDAD BRUTA	USD/ha	1 703	1 764	- 802
BENEFICIO/COSTO	USD/ha	1.30	1.32	0.88

En la (Tabla 18), se puede apreciar los costos de producción de los tratamientos bajo aplicaciones con biol y fertilización química en la variedad Superchola, el rendimiento de la producción se ajustó a un 5 %, debido a la manipulación y al daño causado en la cosecha. El total de ingresos se obtuvo de la venta del producto del rendimiento ajustado de cada categoría; primera y segunda a 0.35 dólares/kg, categoría tercera y cuarta a 0.18 dólares/kg tomando un promedio del precio del mayorista de Ibarra desde la octubre 2017 hasta septiembre 2018. Para la utilidad bruta se calcularon los ingresos menos los egresos.

Se observa que el tratamiento T2 (biol con lodos lácteos) fue el que presentó mayor utilidad bruta con 1 764 dólares, seguido del tratamiento T1 (biol) con una utilidad de 1 703 dólares, obteniendo una diferencia de 61 dólares entre tratamientos. En cuanto al tratamiento T3 la utilidad bruta es negativa en relación al rendimiento con -802 dólares. Según Molina (2017) menciona, que la utilidad bruta es una rentabilidad financiera que se obtiene de cualquier actividad económica y que también se describe como la compensación que recibe un individuo como resultado de un acto. Por lo tanto, a mayor rendimiento y precio por ende mayor utilidad bruta.

La FAO (2013), muestra que los costos de producción en papa bajo un manejo de producción orgánica con biol es de 3 474.79 dólares/ha, siendo un costo inferior a los tratamientos presentes en la investigación T1 y T2 con 5 745 y 5 603 dólares/ha respectivamente. Esto se debe al alto costo de materiales para la elaboración semanal del biol. Mientras que el tratamiento T3 presenta un costo de producción de 6 688 dólares/ha, según el INIAP (2014) en una producción de papa con manejo convencional (fertilización química) el costo de producción en promedio es de 5 479.80 dólares, siendo el costo de producción superior al manejo convencional INIAP.

Tabla 19. *Relación beneficio/costo por hectárea de papa (Solanum tuberosum) var. Superchola bajo tres fuentes de fertilización.*

Rubro	Unidad	T1	T2	T3
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767	24 083	20 766
Total ingreso	USD/ha	7 448	7 367	5 885
Costo total	USD/ha	5 745	5 603	6 688
Utilidad bruta	USD/ha	1 703	1 764	-802
beneficio/costo	USD/ha	1.30	1.32	0.88

Nota: por cada dólar invertido y recuperado se gana en T1= 0.30, T2= 0.32 y en el T3 se pierde 0.12 dólares.

INIAP (2014) indica que el porcentaje de beneficio/costo en papa es del 27%, que por cada dólar invertido y recuperado se gana 0.27 dólares mediante un manejo convencional o manejo químico. Sin embargo, con una producción orgánica según la FAO (2013) obtuvo una ganancia de 0.38 dólares por cada dólar invertido y recuperado. En comparación a la presente investigación se observa que los tratamientos T1 y T2 se encuentran dentro de los rangos del beneficio/costo con 0.30 y 0.32 dólares respectivamente, y en comparación al tratamiento T3 que presenta una pérdida de 0.12 dólares por cada dólar invertido (Tabla 19). Peña (2015) comparte que el precio actual del producto implica mucho en la relación /beneficio/costo, además de la fisiología de semilla (tubérculo), aplicación de productos, almacenamiento de poscosecha, daños causados en cosecha y presencia de plagas y enfermedades en el cultivo implican en los costos de producción. De igual manera, Flores y Miranda (2017) mencionan que la rentabilidad de la papa, depende mucho de los precios que se pague al productor y las fluctuaciones de los precios ocurren debido a sobreproducción u otros factores que incidirá directamente en la rentabilidad del producto.

Según Condori, Cortez y Ramírez (2018), la fertilización y control fitosanitario utilizados en el manejo de cultivos de papa son muy altos, debido a su prevención y obtención de la producción y calidad del tubérculo, encontrándose con un promedio de 8 630.94 dólares en fertilización y 2 800 dólares en control fitosanitario por hectárea en un manejo convencional, obteniendo un beneficio/costo de 0.30 dólares por cada dólar invertido y recuperado. En comparación a la presente investigación se observa que el T2 y T2 se obtiene igual y mayor relación beneficio/costo de 0.30 a 0.32 dólares respectivamente bajo aplicación con biol, tomando en cuenta que el costo de producción es de 814 y 876 dólares respectivamente, mismos que actúan como fertilizante y control fitosanitario.

Por otro lado, los costos de producción de la papa varían de acuerdo con el nivel tecnológico representando en más del 50% de los costos totales, siendo la semilla el rubro de mayor costo cuando la semilla es de calidad (Buenaño, 2017). En cuanto a la presente investigación realizada, se puede recalcar que la semilla de papa variedad Superchola tuvo un costo de mil docientos cincuenta dólares/ha, siendo el más alto rubro después de los costos de insecticidas, fungicidas, fertilización y mano de obra.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El rendimiento (kg/ha) de los tratamientos bajo aplicaciones con biol fueron superiores al tratamiento con fertilización química con una diferencia de 13.77% que equivale a 3 491.21 kg/ha de tubérculos. Este resultado se debe a la obtención de mayor peso fresco de tubérculos en primera categoría. Se considera que las aplicaciones de biol influyeron en el desarrollo rápido de la planta y tuberización y engrosamiento del tubérculo debido a su alta concentración de nutrientes y microorganismos que aporta el biol como fertilizante.
- En la calidad nutricional de los tubérculos, el tratamiento bajo manejo convencional presento valores superiores a los tratamientos con biol en nutrientes como; humedad, proteína, polifenoles y manganeso (Mn). Este resultado se debe a que la planta realiza mayor cantidad de absorción de nutrientes en la última etapa de desarrollo de los tubérculos, también muestra que los resultados de asimilación de nutrientes de la planta, el tratamiento con manejo convencional en promedio asimilo un 47 % más de fosforo (P) que los tratamientos con biol, considerando que las aplicaciones con biol no influyeron en la calidad nutricional de los tubérculos por lo menos en estos nutrientes antes mencionados.
- De acuerdo al análisis económico, el tratamiento T2 presento una relación beneficio/costo mayor frente al tratamiento con fertilización química con 0.30 dólares y -0.12 dólares americanos respectivamente, demostrando lo ganado por cada dólar invertido y recuperado. puesto que, el biol si influye en la producción y por ende genera mayor beneficio económicos al productor, eliminando la dependencia de componentes inorgánicos provenientes de recursos no renovables, reduciendo la contaminación ambiental y reciclando materiales orgánicos que no son considerados en los cálculos de costo de producción.

5.2 Recomendaciones

- Asegurar la calidad de materias primas como es el estiércol, obteniendo un análisis previo del estiércol a ser utilizado para ver si existe suficiente cantidad de nutrientes que pueda aportar a la elaboración de biol.
- Utilizar de alguna manera mejor los residuos sólidos como fertilizante al suelo, ya que podría mantener microorganismos benéficos y protectantes que ayuden mejorar los suelos degradados y mantener la humedad.
- Continuar con las aplicaciones de biol en el cultivo de papa, para evaluar un efecto en un segundo o tercer ciclo de cultivo.
- Realizar estudios sobre dosis y toxicidad de biol en tubérculos de cultivo de papa. Además, determinar la influencia del ácido jasmónico en el mismo.
- Socializar esta información como alternativa en las zonas de cultivo de papa de alta incidencia de utilización de productos químicos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. A. (2017). *Scielo. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas.*
- Álvarez, F. (2010). Preparación y uso del biol. Soluciones Prácticas. Obtenido de <http://rachel.golearn.us/modules/es-soluciones/pubs/Njc0.pdf>
- Andrade, B. H. (1998). *Iniap.gob.ec. Variedades de papa cultivadas en el Ecuador.* Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Variedades%20de%20papa%20cultivadas%20en%20el%20Ecuador..pdf>
- Andrade, Piedra, J., Reinoso, I., y Ayala, S. (30 de 06 de 2011). Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/4to%20Congreso%20Ecuatoriano%20de%20Papa..pdf>
- Aparcana, S. (2008). *Manual de lombricultura. Estudio sobre el valor de fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás.*
- Aveia, A. M. (2011). *repositorio digital Universidad San Francisco de Quito.* Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/727/1/99697.pdf>
- Baldillo, T. V., Catellanos, R. J., Muñoz, R. J., Sánchez, G. P., Villalobos, R. S. y Vargas, T. P. (28 de 07 de 2003). *Instituto de investigaciones agrícolas, pecurias y forestales.* Obtenido de <file:///C:/Users/Admin/Downloads/rchshX178.pdf>
- Beukema, H. y Van Der Zaag, D. (1999). *International Agricultural Centre.*
- Bolk, L. (2010). Organic fertilizers and bio-ferments. Agro Eco. Obtenido de <http://seachar.org/wpcontent/uploads/2011/04/MMbookletforsmallscalefarmersinAfrica.pdf>
- Borba, N. (08 de 2008). *papa transgenicos.* Obtenido de <http://www.rapaluruaguay.org/transgenicos/Papa/Papa.pdf>
- Buenaño, P. M. (2017). Los costos de producción de los productos agrícolas y su incidencia en la rentabilidad de los productores de la parroquia de cubijíes

- Colque, T., Rodríguez, D., Mujica, A., Canahua, A., Apaza, V. y Sven, J. (09 de 2005). *Estación experimental ILLPA-PUNO-PERU*. Obtenido de [DE_BIOL_ABONO_L%C3%8DQUIDO_NATURAL_Y_ECOLOGICO_ESTACION_EXPERIMENTAL_ILLPA_PUNO_PUNO_-PERU_SEPTIEMBRE_2005](http://www.biol-abono.org/DE_BIOL_ABONO_L%C3%8DQUIDO_NATURAL_Y_ECOLOGICO_ESTACION_EXPERIMENTAL_ILLPA_PUNO_PUNO_-PERU_SEPTIEMBRE_2005).
- Condori, G. S., Cortez, T. J. y Ramírez, A. E. (2018). *Determinación de los costos de producción del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en el municipio de Achacachi*.
- Condori, M. P., Loza, M. M., Sainz, M. H., Guzmán, C. J., Mamani, P. F., Marza, M. F., & Gutiérrez, G. D. (2017). Evaluación del efecto de biol sobre catorce accesiones de papa nativa (*Solanum ssp.*). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(1). doi:2308-3859
- Coraspe, L. H., Takashi, M., Vinicius, I. F., Stefano, P. S., & Newton, d. P. (01 de 2009). *Scielo.org.ve*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100011
- Criollo, H., Lagos, T., Piarpuezan, E. y Pérez, R. (2011). The effect of three liquid bio-fertilizers in the production of lettuce. *Scielo*, 29(3), 415-421.
- Curillo, D. S. (17 de 07 de 2015). *REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4847/1/121482.pdf>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (2010). *USDA. The Guide to Food as Medicine*. obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=D52mCwAAQBAJ&pg=PA180&lpg=PA180&dq=<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>
- Díaz, F. y Pérez, N. (2008).
- Duque, N. J. (04 de 2017). *Relación beneficio/costo*.
- El centro de ecogenética y salud ambiental. (2012). *Riesgos para la salud por pesticidas en los alimentos*. Washington. Obtenido de http://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticides_SP.pdf
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, (2017). *ESPAC*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

Flores, F. J. y Miranda, R. E. (12 de 01 de 2017). *Factores que influyen en la rentabilidad económica de la producción del cultivo de camu en la selva Peruana.*

Fonseca, V. L. (2015). *Cámara de comercio de Bogotá. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial (Manual de papa).*

Galarza, S. L. (2008). *Universidad Nacional de Loja. Elaboración y evaluación de un biol frente a los químicos en cultivo de pepino.*

Giletto, C., Monti, M. C., Ceroli, P. y Echeverría, H. (2013). Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 217-222.

Gómez, N. y Tovar, X. (2008). *Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para el uso en la producción de Albaca (Ocimum bacilicum L.) (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C.*

Gómez, M., & Sotés, V. (03 de 04 de 2014). *Universidad Politécnica de Madrid.* Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/publicaciones/MANGANESO%20Y%20VITICULTURA_tcm30-89512.pdf

González, S. H. (10 de 2003). *Repositorio de la Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro".* Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/314/57850s.pdf?sequence=1>

Guato Guato, S. E. (2016). *Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25100/1/Tesis-154%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20471.pdf>

Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J. L. y Carlos, G. (2014). Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (2008). *INIA*. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad-Producción y uso del biol. Dirección de Investigación Agraria. Obtenido de http://ongadg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (2011). *INIAP. Manual para el cultivo de papa para la sierra sur. FAO*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur..pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (2014). *Tecnología INIAP. FAO*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/papa/costosfripapa.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Centro Internacional de la Papa, (2002). *INIAP y CIP. Cipotato*. (P. M. Stephen, Ed.) Recuperado el 29 de 05 de 2018, de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

Inostroza, F. J. (11 de 2009). *INIA. FAO*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36470.pdf>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, (2017). Requerimiento de clima y suelo para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *FAO*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, (2017). *Papa Chile*. Obtenido de Papa Chile: <https://www.papachile.cl/las-funciones-del-potasio-en-la-nutrición-vegetal/>

Lombardo, S., Lo Monaco, A., Pandino, G., Parisi, B. y Mauromicale, G. (01 de 2012).

López, M. C. (2008). *BOOKS*. (U. S. Compostela, Ed.) Limia. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=H_-wLfU_8O8C&pg=PA216&lpg=PA216&dq=a+mayor+rendimiento+mayor+materi

a+seca+de+tuberculos&source=bl&ots=LD5aIR_wPJ&sig=nDWATOUlpmeR72
Lr06Yz80rD5Mw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjzrm7qYjcAhXDwFMKHdT1D
ygQ6AEIYZAI#v=onepage&q=a%20

López, M., Moirón, C. y Seoane, S. (2002). *Repositorio Universidad Santiago de Compostela*. Obtenido de <http://www.ibader.org/archivos/docs/Changes%20in%20chemical%20properties%20of%20an%20acid%20soil.pdf>

Loyola, L. N., Oyarce, C. E. y Acuña, C. C. (08 de 2010). *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v28n2/art05.pdf>

MAG. (01 de 2018). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia*. Obtenido de Coordinación General del Sistema de Información Nacional: <http://fliphtml5.com/ijia/sfoj/basic>

Martínez, R. F. (2009). *INIAP*. Recuperado el 10 de 01 de 2017, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizaci%C3%B3n%20morfol%C3%B3gica%20e%20inventario%20de%20conocimientos%20colectivos%20de%20variedades%20de%20papas%20nativas..pdf>

Matos, M., López, M., Cunha, M., Sáinz, M., Rodríguez, T., y Carral, E. (2011). Effects of Organic Fertilizers on Soil Physicochemistry and on the Yield and Botanical Composition of Forage over 3 Years. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 778.

Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuicultura y pesca. (25 de 07 de 2013). Obtenido de http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/carol_chehab.pdf

Molina, d. P. (2017). *Redalyc.org. FAO*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/4655/465552407013/html/index.html>

Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J. y Reinoso, I. (2010).

Monteros, G. A. (06 de 2016). *SINAGAP. FAO*. Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf

- Monteros, G. A. (06 de 2016). *SIPA. FAO*. Obtenido de http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/papa/rendimiento_papa_2016.pdf
- Montesdeoca, M. F. (05 de 2005). *Guia para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. FAO*. Obtenido de https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Guia_produccion_uso_semilla.pdf
- Montesdeoca, M. M. (24 de 01 de 2017). *Repositorio uce. FAO*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10503/1/T-UCE-0017-CB-003-2017.pdf>
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista agricola*, 36. *FAO*. Obtenido de http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/09/revista_agricola_octubre_36-37.pdf
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Roma: Cuarta edición. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, (2008). *FAO. Cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)* Obtenido de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (2013). *FAO. Producción orgánica de cultivos andinos*. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Asociación Internacional de la industria de los Fertilizantes, I. (2015). *FAO e IFA*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2017). *FAO. El futuro de la alimentación y la agricultura* Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>
- Ortega, A. (2012). doi:D61; H43. *Análisis Coste/beneficio*.
- Peña, L. A. (02 de 01 de 2015). *CORPOICA. FAO*. Obtenido de <https://medium.com/@redepapa/fisiologia-y-manejo-de-tuberculos-semilla-de-papa-b84693603380>

- Pérez, V. J. (2014). *Universidad Nacional de Colombia*.
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *CIP (Centro Internacional de la Papa)*. Obtenido de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>
- Punina, A. E. (2013). *Repositorio Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis-69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%202010.pdf>
- Quiñones, M., Miguel, M. y Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 1(27), 76-89. Obtenido de http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revisi3n_08.pdf
- Robles, A. S. (2008). *German ProfEC_Perú_SAC*. Obtenido de http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf
- Rodríguez, M. B., y Torres, D. M., (2012). Obtenido de https://www.agroconsultasonline.com.ar//ticket.html/Capitulo%201.%20Fertilizantes.pdf?op=d&ticket_id=8208&evento_id=16867
- Sánchez, K. y Matos, A., (2011) “FIBRA DIETETICA Y SUS PROPIEDADES FUNCIONALES E IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”, Disponible en la página web del Repositorio Digital Papiros de la universidad Peruana Unión: <http://papiros.upeu.edu.pe/handle/123456789/178>.
- Santamaría, V. D. (05 de 03 de 2009). *Repositorio ESPE*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2595/1/T-ESPE-IASA%20I-003876.pdf>
- Santin, C. E. (2017). *Repositorio digital Samorano. Efecto de la aplicación de biol en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L) var. Amadeus*.
- Servindi, (2008). *ACTUALIDAD PAPAS NATIVAS. Disponible en la página web de Servicios de Comunicación Intercultural: http://servindi.org/actualidad/686*

- Sifuentes, E., Macias, J., Cortez, E. y Apodaca, M. (2009). *Folleto Técnico de papa*. FAO. Obtenido de www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_attachments&task=download&id=57
- Suárez, H. P., Rodríguez, R. E. y Díaz, R. C. (24 de 06 de 2004). *ALTAGA*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358120409487768>
- Valverde, F., Juan, C., y Parra, R. (1998). *Fertilizacion del cultivo de papa*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Fertilizaci%C3%B3n%20del%20cultivo%20de%20papa..pdf>
- Villacrés, E., Quilca, N., Monteros, C. y Muñoz, R. (2011). *INIAP. FAO*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/4to%20Congreso%20Ecuadoriano%20de%20Papa..pdf>
- Villares, G. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Juan de Ilumán*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060018710001_PDyOT%20DE%20ILUMAN%20diagn%C3%B3stico_19-05-2015_17-27-14.pdf
- Warnars y Oppenoorth. (20014). *Hivos.org*. Recuperado el 20 de 06 de 2018, de https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf
- Zagoya, J., Ocampo, J., Ocampo, I., Macías, A. y De la Rosa, P. (2015). Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente. *Revista de Ciencias Biológicas Y de La Salud*, 17, 14–19
- Zhu, Z., Zhanga, F., Wangb, C., Ran, W., y Shen, Q. (2013). Treating fermentative residues as liquid fertilizer and its efficacy on the tomato growth. *ELSEVIER*, 492–498
- Zuñinga, M. J. (2014). *repositorio universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8681/1/Tesis-91%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20309.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis nutricional del contenido de nutrientes en el biol estándar y biol con lodos lácteos.

Parámetro	Unidad	Biol estándar	Biol lodos
Ph		7.0	5.8
C.E. (ms/cm)	ms/cm	12.4	14.0
Nitrato (NO ₃) NO ₃ – N	mg/l	29.0 6.6	28.0 6.3
Amonio (NH ₄) NH ₃ – N	mg/l	43.6 33.8	204 158
Nitrito (NO ₂) NO ₂ – N	mg/l	<0.5 <0.2	<0.5 <0.2
(NO ₃ +NH ₄) – N	mg/l	40.4	164
Fosfato (PO ₄) PO ₄ – P	mg/l	617 201	993 324
Potasio (K)	mg/l	3 450	3 030
Magnesio (Mg)	mg/l	618	625
Calcio (Ca)	mg/l	597	676
Sulfato (SO ₄) Azufre (SO ₄ – S)	mg/l	118 39.4	190 63.4
Sodio (Na)	mg/l	355	374
Cloruro (Cl)	mg/l	750	842
Hierro (Fe)	mg/l	7.6	7.3
Manganeso (Mn)	mg/l	17.2	20.7
Cobre (Cu)	mg/l	0.3	0.3
Zinc (Zn)	mg/l	1.7	1.1
Boro (B)	mg/l	7.9	5.1

Anexo 2. Cálculo de la cantidad de biol elaborado para la aplicación en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Cantidad de N => $(216 \text{ m}^2 * 150 \text{ kg de N}) / 10\,000 \text{ m}^2 = 3.24 \text{ kg de N}$

Cantidad de N por mes => $3.24 \text{ kg de N} / 5 \text{ meses} = 0.65 \text{ kg de N/mes}$

Cantidad de N por semana => $0.65 \text{ kg de N/mes} / 4 \text{ semanas} = 0.16 \text{ kg de N/semana}$

Conversión de kg a mg => $0.16 \text{ kg de N} * 1\,000\,000 = 160\,000 \text{ mg de N}$

Cantidad de biol por semana según análisis biol estándar => $(160\,000 \text{ mg de N} * 1 \text{ litro}) / 366 \text{ mg de N} = 437 \text{ litros de biol por semana}$

Biol a obtener => $(200 \text{ litros de biol} * 68\% \text{ eficiencia}) / 100\% = 136 \text{ litros de biol a obtener}$

Tanques de biol a realizar por semana => $437 \text{ litros de biol por semana} / 136 \text{ litros de biol a obtener} = 3.25 \text{ tanques por semana}$

Anexo 3. Análisis de suelo para la fertilidad del cultivo de papa

		Biol estándar		Biol con lodos lácteos		Fertilización Química	
Parámetro	Unidad	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
pH		6.9	7.5	6.4	6.7	6.7	6.4
C.E.	mS cm ⁻¹	0.21	0.26	0.20	0.23	0.26	0.18
NO₃ - N	mg kg ⁻¹	18.5	8.2	20.2	12.2	25.2	14.7
NH₄ - N	mg kg ⁻¹	6.5	9.3	6.2	7.1	8.6	6.9
PO₄ - P	mg kg ⁻¹	20.9	17.6	21	16.5	18.3	16.8
K	mg kg ⁻¹	210	269	205	267	199	194
Mg	mg kg ⁻¹	159	180	147	187	130	185
Ca	mg kg ⁻¹	329	270	330	275	244	268
SO₄ - S	mg kg ⁻¹	3.7	6.1	4.0	6.3	4.5	3.6
Na	mg kg ⁻¹	8.1	12.2	7.2	10.2	8.9	6.5
Cl	mg kg ⁻¹	17.7	37.5	18.3	40.2	21.8	18.8
Fe	mg kg ⁻¹	95.5	47.6	89.0	76.0	76.5	71.5
Mn	mg kg ⁻¹	50.5	40.2	54.3	48.6	44.0	44.9
Cu	mg kg ⁻¹	3.3	3.5	3.3	3.4	3.2	3.2
Zn	mg kg ⁻¹	2.7	2.3	2.4	2.1	2.4	2.2
B	mg kg ⁻¹	0.45	0.29	0.48	0.32	0.37	0.33

Anexo 4. Cálculo de fertilización química y orgánica en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Tratamiento	Practica agrícola	Producto	Fórmula	Etapa fenológica de aplicación	Numero de aplicaciones	Dosis
1	Fertilizantes orgánicos	Biol	2.9-1.46-2.83	Todo el ciclo del cultivo	20	81.63 litros
		Compost		Aporque	1	16.29 kg
2	Fertilizantes orgánicos	Biol con lodo láctico	2.9-1.46-2.83	Todo el ciclo del cultivo	20	55.48 litros
		Compost		Aporque	1	11.72 kg
3	Fertilizantes químicos	Super fosfato triple (SFT)	0-48-0	Siembra y aporque	1	2.25 kg
		Urea	46-0-0	Siembra y aporque	1	0.68 kg
		Muriato de potasio	0-0-60	Siembra y aporque	1	0.60 kg

Aplicación de biol T1 y T2 (50%(v/v) drench y 10% (v/v) foliar con agua)

T1 (GALLINAZA)

Datos:

Requerimiento edáfico para la papa: 472.4 g de N

2.9 g N \longrightarrow 100 g Ecoabonaza

472.4 g N \longrightarrow x= 16 289.7 g Ecoabonaza

16.29 kg Ecoabonaza/parcela

T2 (ECOABONAZA)

Datos:

Requerimiento edáfico para la papa: 340 g de N

2.9 g N \longrightarrow 100 g Ecoabonaza

340 g N \longrightarrow x= 11 724.13 g Ecoabonaza

11.72 kg Ecoabonaza/parcela

T3 (FERTIZANTES QUIMÍCOS)

Requerimiento edáfico para el cultivo de papa

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kg/Ha	150	300	100
Kg/36 m²	0.54	1.08	0.36
G/36 m²	540	1 080	360

Datos:

Recomendación fraccionada en dos partes: N (540 g/2=270 g), **P₂O₅** (1 080 g/2=540 g), **K₂O** (360 g/2=180 g)

Fertilizantes:

- Muriato de Potasio (K₂O)
- Urea
- Súper Fosfato Triple (SFT)

Súper fosfato triple

48 g P₂O₅ \longrightarrow 100 g P₂O₅ (SPT)

1080 g P₂O₅ \longrightarrow x= 2 250 g P₂O₅ (SPT)

x= 2 250 g P₂O₅ (SPT)/Parcela

Urea (46-0-0)

46 g N \longrightarrow 100 g Urea

270 g N \longrightarrow x= 586.96 g Urea

x= 586.96 g Urea/Parcela

Muriato de potasio (0-0-60)

60 g K₂O \longrightarrow 100 g K₂O

360 g K₂O \longrightarrow x= 600 g K₂O

x= 600 g K₂O/Parcela

Segunda aplicación química

270 g N + 43 g N = 313 g N

Urea (46-0-0)

46 g N \longrightarrow 100 g Urea

313 g \longrightarrow x= 680.43 g Urea

x= 680.43 g Urea/Parcela

El día de la siembra se aplicó el 50% de fertilizante calculado, a los 21 días después de sembrar se empleó en su totalidad el fertilizante.

Anexo 5. Análisis bromatológico de tubérculos

	<i>B1</i>			<i>B2</i>			<i>B3</i>		
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>
Humedad (%)	73.47	75.02	76.74	75.19	75.08	75.69	73.93	75.35	77.64
Proteína (%)	8.20	10.20	12.58	9.08	9.68	11.2	7.27	10.03	14.78
Carotenoides ugBcaroteno/g	4.63	8.1	7.18	5.4	4.4	4.32	4.32	4.78	4.63
Polifenoles (mg/100g)	6.42	9.15	9.88	7.24	7.04	7.76	5.8	7.41	9.7
Vitaminas (%)	<i>ND</i>								
Ca (%)	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02
P (%)	0.25	0.28	0.24	0.29	0.25	0.29	0.26	0.28	0.29
Mg (%)	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.09	0.10	0.13
K (%)	2.03	2.14	2.07	2.09	2.13	2.14	2.03	2.13	2.18
Na (%)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Cu (ppm)	2	2	2	2	2	2	1	2	3
Fe (ppm)	41	53	50	45	38	35	35	34	44
Mn (ppm)	4	4	6	5	6	6	4	5	6
Zn (ppm)	14	15	16	12	14	13	10	14	16

Anexo 6. Análisis de ácidos grasos de los lodos lácteos – Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador.

PERFIL LIPIDICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	
Grasa	%	14.0296	MAL-03/ AOAC 991.36	
*ACIDOS GRASOS				
Acido Butirico	C4:0	%	0.3648	Cromatografía de Gases
Acido Caproico	C6:0	%	0.3648	Cromatografía de Gases
Acido Caprílico	C8:0	%	0.1976	Cromatografía de Gases
Acido Cáprico	C10:0	%	0.3040	Cromatografía de Gases
Acido Undecanoico	C11:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Láurico	C12:0	%	0.3800	Cromatografía de Gases
Acido Tridecanoico	C13:0	%	0.0152	Cromatografía de Gases
Acido Mirístico	C14:0	%	1.4288	Cromatografía de Gases
Acido Miristoleico	C14:1	%	0.1368	Cromatografía de Gases
Acido Pentadecanoico	C15:0	%	0.2280	Cromatografía de Gases
Acido cis-10 pentadecanoico	C15:1	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Palmítico	C16:0	%	3.8152	Cromatografía de Gases
Acido Palmitoleico	C16:1	%	0.1976	Cromatografía de Gases
Acido Heptadecanoico	C17:0	%	0.1216	Cromatografía de Gases
Acido cis 10-Heptadecanoico	C17:1	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Esteárico	C18:0	%	2.0368	Cromatografía de Gases
Acido Elaídico	C18:1n9 trans	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Oléico	C18:1n9 cis ω9	%	4.0736	Cromatografía de Gases
Acido Linolelaídico	C18:2n6 trans	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico (LA)	C18:2n6 cis ω6	%	0.2280	Cromatografía de Gases
Acido Araquídico	C20:0	%	0.0152	Cromatografía de Gases
Acido γ- Linolenico (GLA)	C18:3n6 ω6	%	0.1216	Cromatografía de Gases
Acido cis-11 eicosenoico	C20:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Linolénico (ALA)	C18:3n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Heneicosanoico	C21:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido cis-11,14 eicosadienoico	C20:2n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Behénico	C22:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-8,11,14-Eicosatrienoico	C20:3n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido erucico	C22:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-11,14,17-Eicosatrienoico	C20:3n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Tricosanoico	C23:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Araquidónico (ARA)	C20:4n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-13,16-Docosadienoico	C22:2n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Lignocérico	C24:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Nervónico	C24:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico (DHA)	C22:6n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Saturados		%	9.2720	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Insaturados		%	4.7576	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Monoinsaturados		%	4.4080	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Poliinsaturados		%	0.3496	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos TRANS		%	0.0000	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos omega 3 y 6		%	0.3496	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos		%	14.0296	Cromatografía de Gases

Anexo 7. Análisis del contenido de macro y micronutrientes en suero – Laboratorio AgarProjekt.

Parámetro	Unidad	# 1: Suero
Densidad (materia fresca)	kg/l	1.00
Materia Seca (%)	%	5.4
Humedad (%)	%	94.6
pH (materia fresca)		4.7
Materia Orgánica (en materia seca)	%	90.6
Carbono (C) (en materia seca)	%	52.7
Relación C:N		30 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	1.77
Fósforo (P)	%	6.72
Potasio (K)	%	22.4
Magnesio (Mg)	%	1.37
Calcio (Ca)	%	8.49
Sodio (Na)	%	9.15
Hierro (Fe)	ppm	75.0
Manganeso (Mn)	ppm	62.8
Cobre (Cu)	ppm	11.7
Zinc (Zn)	ppm	38.8
Boro (B)	ppm	35.2

Anexo 8. Análisis del perfil lipídico de ácidos grasos de los lodos lácteos – Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador.

PERFIL LIPIDICO

PARÁMETROS		UNIDAD	RESULTADO	METODO
Grasa		%	0.2495	MAL-03/ AOAC 991.36
ACIDOS GRASOS				
Acido Butírico	C4:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Caproico	C6:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Caprílico	C8:0	%	0.0105	Cromatografía de Gases
Acido Cáprico	C10:0	%	0.0115	Cromatografía de Gases
Acido Undecanoico	C11:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Láurico	C12:0	%	0.0087	Cromatografía de Gases
Acido Tridecanoico	C13:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Mirístico	C14:0	%	0.0276	Cromatografía de Gases
Acido Miristoleico	C14:1	%	0.0023	Cromatografía de Gases
Acido Pentadecanoico	C15:0	%	0.0038	Cromatografía de Gases
Acido cis-10 pentadecanoico	C15:1	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Palmítico	C16:0	%	0.0688	Cromatografía de Gases
Acido Palmitoleico	C16:1	%	0.0031	Cromatografía de Gases
Acido Heptadecanoico	C17:0	%	0.0020	Cromatografía de Gases
Acido cis 10-Heptadecanoico	C17:1	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Esteárico	C18:0	%	0.0343	Cromatografía de Gases
Acido Elaídico	C18:1n9 trans	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Oléico	C18:1n9 cis ω9	%	0.0696	Cromatografía de Gases
Acido Linolelaídico	C18:2n6 trans	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico (LA)	C18:2n6 cis ω6	%	0.0038	Cromatografía de Gases
Acido Araquídico	C20:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido γ- Linolenico (GLA)	C18:3n6 ω6	%	0.0033	Cromatografía de Gases
Acido cis-11 eicosenoico	C20:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico (ALA)	C18:3n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Heneicosanoico	C21:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido cis-11,14 eicosadienoico	C20:2n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Behénico	C22:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-8,11,14-Eicosatrienoico	C20:3n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido erucico	C22:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-11,14,17-Eicosatrienoico	C20:3n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Tricosanoico	C23:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Araquidónico (ARA)	C20:4n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-13,16-Docosadienoico	C22:2n6 ω6	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Lignocérico	C24:0	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Nervónico	C24:1n9 ω9	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Acido Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico (DHA)	C22:6n3 ω3	%	0.0000	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Saturados		%	0.1674	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Insaturados		%	0.0821	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Monoinsaturados		%	0.0750	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Poliinsaturados		%	0.0072	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos TRANS		%	0.0000	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos omega 3 y 6		%	0.0072	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos		%	0.2495	Cromatografía de Gases

Anexo 9. Análisis del contenido de macro y micronutrientes en lodos lácteos – Laboratorio AgarProjekt.

Parámetro	Unidad	# 1: Lodo Floralp
Densidad (materia fresca)	kg/l	0.85
Materia Seca (%)	%	22.2
Humedad (%)	%	77.8
pH (materia fresca)		4.7
Materia Orgánica (en materia seca)	%	96.0
Carbono (C) (en materia seca)	%	55.8
Relación C:N		14 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	4.02
Fósforo (P)	%	4.02
Potasio (K)	%	3.20
Magnesio (Mg)	%	0.33
Calcio (Ca)	%	4.44
Sodio (Na)	%	3.70
Hierro (Fe)	ppm	1 214
Manganeso (Mn)	ppm	80.0
Cobre (Cu)	ppm	81.6
Zinc (Zn)	ppm	96.0
Boro (B)	ppm	75.2

Anexo 10. Dosis para la elaboración del biol estándar y mejorado con lodos lácticos

MATERIALES	CANTIDAD	ESTUDIO PRELIMINAR (35 litros)			TRATAMIENTOS EN ESTUO (200 litros)	
		NORMAL	NORMAL (reemplazo del 12.5% del agua por lodo)	NORMAL (reemplazo del 25% del agua por lodo)	NORMAL	NORMAL (reemplazo del 25% del agua por lodo)
Agua (lt)	137.5	24.06	21.05	18.05	137.5	103.13
Melaza (lt)	1.25	0.22	0.22	0.22	1.25	1.25
Estiércol (kg)	50	8.75	8.75	8.75	50	50
Ceniza (kg)	4	0.70	0.70	0.70	4	4
Leche (lt)	2	0.35	0.35	0.35	2	2
Lodo láctico (lt)			3.01	6.02		34.38
Dosis (60 litros)						
MATERIALES	CANTIDAD	NORMAL	NORMAL (reemplazo del 12.5% del agua por lodo)			
Agua (lt)	137.5	41.25	36.09			
Melaza (lt)	1.25	0.38	0.38			
Estiércol (kg)	50	15	15			
Ceniza (kg)	4	1.20	1.20			
Leche (lt)	2	0.60	0.60			
Lodo láctico (lt)			5.16			

Anexo 11. Aporte total de nutrientes de los tratamientos por hectárea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), con los siguientes fertilizantes: T1 y T2 (biol+compost) y T3 (fertilizante químico).

Nutrientes (kg/ha)	Fertilizantes	Tratamientos		
		T1	T2	T3
N	Biol	18.32	50.55	
	Compost	131.68	99.45	
	Fertilizante químico			150
	Total	150	150	150
P	Biol	91.16	99.87	
	Compost	65.73	50.33	
	Fertilizante químico			300
	Total	157	150	300
K	Biol	1 564.6	933.33	
	Compost	127.4	97.56	
	Fertilizante químico			100
	Total	1 692	1 031	100
Mg	Biol	280.28	192.65	
Ca		270.75	208.37	
S		17.87	19.54	
Na		161	115.28	
Cl		340.14	259.54	
Fe		3.45	2.25	
Mn		7.8	6.38	
Cu		0.14	0.09	
Zn		0.77	0.34	
B		3.58	1.57	

Anexo 12. Costos de producción de biol por hectárea en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Materiales	Biol estándar	Biol mejorado con lodos lácteos
Leche	296.00	296.00
Melaza	232.00	232.00
Ceniza	185.00	185.00
Estiércol	0.00	0.00
Lodos lácteos		0.00
Transporte	100.00	162.00
Acoples	0.89	0.89
Total	813.89	875.89

Nota: el estiércol no mantuvo un precio ya que en la hacienda no existe un uso para estos y no tienen un lugar adecuado para su descomposición. De igual manera los lodos lácteos no obtuvieron precio debido a que la industria los considera como desechos no utilizables.

Anexo 13. Asimilación de nutrientes por la planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

NUTRIENTES (Kg/Ha)		TRATAMIENTOS		
		T1	T2	T3
N	<i>Antes</i>	65	99.84	87.88
	<i>Aporte</i>	150	150	150
	<i>Después</i>	45.5	50.18	56.16
	<i>Asimilado</i>	169.5	199.66	181.72
P	<i>Antes</i>	54.34	54.86	47.58
	<i>Aporte</i>	156.89	150.20	130.8
	<i>Después</i>	45.76	42.9	43.68
	<i>Asimilado</i>	165.47	162.16	303.90
K	<i>Antes</i>	546	556.4	517.4
	<i>Aporte</i>	1 692.04	1 030.89	100.00
	<i>Después</i>	699.4	668.2	504.4
	<i>Asimilado</i>	1 538.64	919.09	113.00
Mg	<i>Antes</i>	413.4	392.6	338
	<i>Aporte</i>	280.28	192.65	
	<i>Después</i>	468	486.2	481
	<i>Asimilado</i>	225.68	99.05	
Ca	<i>Antes</i>	855.4	746.2	634.4
	<i>Aporte</i>	270.75	208.37	
	<i>Después</i>	702	715	696.8
	<i>Asimilado</i>	424.15	239.57	
S	<i>Antes</i>	9.62	10.14	11.7
	<i>Aporte</i>	17.87	19.54	
	<i>Después</i>	15.86	17.94	9.36
	<i>Asimilado</i>	11.63	11.74	

Anexo 14. Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos
2	25350.65	692.22	A
1	25018.04	692.22	A
3	21859.44	692.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 15. Número de tubérculos por categoría por planta

Tratamientos	Categoría	Medias	E.E.	Rangos
3	4	4.19	0.18	A
1	2	4.18	0.18	A
2	2	4.13	0.18	A
3	2	3.99	0.18	A B
3	3	3.51	0.18	B C
2	3	3.20	0.19	C D
1	1	3.11	0.19	D
2	4	3.11	0.18	D E
2	1	2.98	0.19	D E
1	4	2.98	0.20	D E
1	3	2.60	0.19	E
3	1	2.11	0.20	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 16. Peso de tubérculos por categoría por planta

Tratamientos	Categoría	Medias	E.E.	Rangos		
1	1	509.22	17.20	A		
2	1	499.74	17.77	A		
2	2	389.23	16.61	B		
1	2	389.11	16.61	B		
3	2	360.09	16.82	B	C	
3	1	312.14	18.99	C		
3	3	210.07	16.68	D		
2	3	189.32	17.12	D	E	
3	4	165.59	16.34	D	E	F
1	3	158.37	18.03		E	F
2	4	131.29	18.03			F
1	4	122.71	18.21			F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 17. Peso de materia seca de tubérculos

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos
1	281.33	21.14	A
2	279.27	21.14	A
3	213.60	21.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 18. Peso de materia fresca de tubérculos

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos
1	1191.00	90.45	A
2	1164.67	90.45	A
3	1010.60	90.45	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 19. Porcentaje de emergencia

Fecha	Tratamiento	Medias	E.E.				
3/12/2017	2	89.74	3.83	A			
3/12/2017	3	87.18	3.04	A	B		
3/12/2017	1	85.26	3.47	A	B	C	
30/11/2017	2	83.97	6.23	A	B	C	
27/11/2017	2	76.28	6.17		B	C	
30/11/2017	1	75.64	6.23		B	C	D
30/11/2017	3	73.08	6.23			C	D
27/11/2017	1	63.46	8.74			D	E
24/11/2017	2	63.46	4.84			D	E
27/11/2017	3	54.49	4.28				E
24/11/2017	1	46.15	7.21				F
21/11/2017	2	16.03	3.84				G
24/11/2017	3	7.05	2.75				G
21/11/2017	1	4.49	2.00				G
21/11/2017	3	0.00	0.00				H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 20. Porcentaje de humedad

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos	
3	76.69	0.44	A	
2	75.15	0.10	A	B
1	74.20	0.56		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 21. Porcentaje de proteína

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos	
3	12.85	0.68	A	
2	9.97	0.68		B
1	8.18	0.68		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 22. Concentración de polifenoles (mg/100g)

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos	
3	9.77	0.68	A	
2	7.87	0.65		B
1	6.49	0.42		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 23. Concentración de manganeso (ppm)

Tratamientos	Medias	E.E.	Rangos	
3	6.00	0.00	A	
2	5.00	0.58	A	B
1	4.33	0.33	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 24. Depreciación de materiales

	Costo original USD	Valor residual USD	Vida útil Años	Depreciación USD/año	Depreciación USD/mes	Unidad	USD por unidad	Duración de cultivo USD/5 meses
Tanque	42	10	5	6.40	0.53	20	10.6	53
Balde	5	1.5	5	0.7	0.058	5	0.29	1.4

Anexo 25. Costos de producción de biol estándar

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN USD.	VALOR TOTAL EN USD.
A. COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del suelo				
Análisis de suelos	unidad	2	50	100
Arada y cruza	horas/tracto	2	25	50
Surcado	ha	1	40	40
2. Mano de obra				
Siembra	Jornales	15	15	225
Fertilización	Jornales	10	15	150
Aplicación de insectizadas, fungicidas	Jornales	3	15	45
Deshierbe	Jornales	10	15	150
Aporque	Jornales	15	15	225
Cosecha	Jornales	20	15	300
Poscosecha	Jornales	20	25	500
3. Insumos				
Semilla	kg	1 471	0.85	1 250
Fertilizante (ecoabonaza)	qq	127	3.75	476
Insecticidas y funguicidas	ha	1	300.93	301
Biol	ha	1	945.89	946
Costales /empaques	costal	556	0.2	111
Otros	global	1	7	7
4. Comercialización				
Transporte	carrera	1	556	556
SUBTOTAL A				5 432
B. COSTOS INDIRECTOS				
Tanques (200 lt)	unidad	20	2.65	53
Baldes (20 lt)	unidad	5	0.28	1
Arriendo terreno por ciclos	año	0.5	250	125
Imprevistos 5%				272
C. TOTAL COSTOS A+B				5 883
RENDIMIENTO	kg/ha	25 018		
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	23 767.14		
Categoría primera y segunda	kg/ha	18 645.32		
Precio (0.35 USD/kg)				6526
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	5 121.82		
Precio (0.18 USD/kg)				922
Total ingreso	USD			7 448
UTILIDAD BRUTA	USD			1 565

Anexo 26. Costos de producción de biol con lodos lácteos

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN USD.	VALOR TOTAL EN USD.
A. COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del suelo				
Análisis de suelos	unidad	2	50	100
Arada y cruza	horas/tractor	2	25	50
Surcado	ha	1	40	40
2. Mano de obra				
Siembra	jornales	15	15	225
Fertilización	jornales	10	15	150
Aplicación de insecticidas, fungicidas	jornales	3	15	45
Deshierbe	jornales	10	15	150
Aporque	jornales	15	15	225
Cosecha	jornales	20	15	300
Poscosecha	jornales	20	25	500
3. Insumos				
Semilla	kg	1 471	0.85	1 250
Fertilizante (ecoabonaza)	qq	72	3.75	270
Insecticidas y funguicidas	ha	1	300.93	301
Biol con lodos lácteos	ha	1	945.89	946
Costales /empaques	costal	564	0.2	113
Otros	global	1	7	7
4. Comercialización				
Transporte	carrera	1	564	564
SUBTOTAL A				5 236
B. COSTOS INDIRECTOS				
Tanques (200 lt)	unidad	20	2.65	53
Baldes (20 lt)	unidad	5	0.28	1
Arriendo terreno por ciclos	año	1	125	125
Imprevistos 5%				262
C. TOTAL COSTOS A+B				5 677
RENDIMIENTO				
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	25 350.65		
Categoría primera y segunda	kg/ha	17 838.37		
Precio (0.35 USD/kg)				6 243
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	6 244.75		
Precio (0.18 USD/kg)				1 124
Total ingreso	USD			7 367
UTILIDAD BRUTA	USD			1 691

Anexo 27. Costos de producción de fertilización química.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN USD.	VALOR TOTAL EN USD.
A. COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del suelo				
Análisis de suelos	unidad	2	50	100
Arada y cruza	horas/tractor	2	25	50
Surcado	ha	1	40	40
2. Mano de obra				
Siembra	jornales	15	15	225
Fertilización	jornales	10	15	150
Aplicación de insecticidas, fungicidas	jornales	3	15	45
Deshierbe	jornales	10	15	150
Aporque	jornales	15	15	225
Cosecha	jornales	20	15	300
Poscosecha	jornales	20	25	500
3. Insumos				
Semilla	kg	1 471	0.85	1 250
Insecticidas y funguicidas	ha	1	1 612.04	1 612
Fertilizantes urea, SPT Y KCl	qq	1	1 013.15	1 013
Costales /empaques	costal	486	0.2	97
Otros	global	1	7	7
4. Comercialización				
Transporte	carrera	1	486	486
SUBTOTAL A				6 250
B. COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo terreno por ciclos	año	1	125	125
Imprevistos 5%				313
C. TOTAL COSTOS A+B				6 688
RENDIMIENTO				
Rendimiento ajustado al 5%	kg/ha	21 859.44		
Categoría primera y segunda	kg/ha	12 632.25		
Precio (0.35 USD/kg)				4 421
Categoría tercera y cuarta	kg/ha	8 134.22		
Precio (0.18 USD/kg)				1 464
Total ingreso	USD			5 885
UTILIDAD BRUTA	USD			-802