



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES
PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA
TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de ingeniero
Agrónomo.

AUTOR:

Simba Minta Andrés Santiago

TUTOR:

Jiménez Jácome Cristian Santiago

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Andrés Santiago Simba Minta** , con cédula de ciudadanía No. 175161308-2, declaro ser autor del presente proyecto de investigación ”**EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI**”, siendo el Ing. Cristian Jiménez Mg. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Andrés Santiago Simba Minta

CC:175161308-2

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SIMBA MINTA ANDRÉS SANTIAGO**, identificado con cédula de ciudadanía **1751613082** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Mayo 2020 2019 – Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de febrero del 2024.

Andrés Santiago Simba Minta

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS
“ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN
LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI”, de Simba Minta Andrés Santiago, de la carrera
de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de
aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha
incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.**

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.
C.C: 0501946263
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

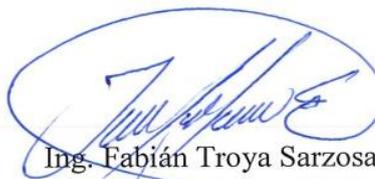
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Simba Minta Andrés Santiago, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de febrero del 2024



Ing. Karina Marín Quevedo, Mg.
C.C: 0502672934
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Fabián Troya Sarzosa, M.Sc.
C.C: 0501645568
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Paolo Chasi Vizuite, Mg.
C.C: 05024097225
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Las páginas de esta investigación, son el fruto de la dedicación, el esfuerzo y el sacrificio, que dedico a los que en verdad confiaron en que lo lograría.

A toda mi familia por el apoyo incondicional, no solo en esta etapa importante de mi vida, si no en el proceso de formación como persona, inculcándome buenos valores.

Doy gracias a mi madre porque en base a ella me he incentivado a seguir siempre adelante para así ser siempre un buen ejemplo.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme facilitado el ingreso a estudiar en tan prestigiosa institución y lograr una meta que me trace como el de ser Ingeniero Agrónomo.

Al ingeniero Santiago Jiménez, por su paciencia, colaboración y apoyo para que se pueda culminar de la mejor manera este proyecto. Con sus palabras positivas que han hecho hincapié en este proceso, para no desmayar y llegar a cumplir mis metas.

Andrés Santiago Simba Minta

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mi madre Beatriz Minta por su amor incondicional, por sus palabras de aliento, día tras día por su esfuerzo y sacrificio, inculcándome que todo sacrificio tiene su recompensa, es por ello que hoy puedo decir con orgulloso que estoy a un paso de lograr una gran meta y quiero agradecerle por ser parte de ello.

Andrés Santiago Simba Minta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SUPER CHOLA EN LA ASOCIACIÓN DE MUJERES PRODUCTORAS “ASPROMOY” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI.”

AUTOR:

Simba Minta Andrés Santiago

RESUMEN

El estudio se realizó en la comunidad La Moya, de la parroquia Toacaso, de la provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar biol orgánico a distintas dosis y frecuencias en la producción de papa (*Solanum tuberosum*). La metodología fue experimental con un diseño de parcelas divididas (AxB) evaluando tres dosis (25%, 50% y 75%) y dos frecuencias de aplicación (8 y 15 días), con tres repeticiones más un testigo. Las variables a medir fueron: Altura de plantas (30, 60, 90 y 120 días), número de tubérculos, peso de un tubérculo y rendimiento. Los resultados obtenidos indican que el T1 (dosis 25%-frecuencia 8 días) fue a los otros tratamientos en lo referente a las variables altura de plantas a los a los 120 días con 25.27 cm, peso del tubérculo con 163.97 gramos y rendimiento con 167,3 kg/ha⁻¹, mientras que para la variable número de tubérculos el testigo presento un mayor número de tubérculos con 9.63 tubérculos/planta, concluyendo que el biol si actúo como fertilizante mejorando el rendimiento del cultivo.

Palabras claves: Dosis, Frecuencia, Biol

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "EVALUATION OF BIOL IN THE PRODUCTION OF POTATO (*Solanum tuberosum*) SUPER CHOLA VARIETY IN THE ASSOCIATION OF WOMEN PRODUCERS "ASPROMOY" BELONGING TO THE PARROQUIA TOACASO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI."

AUTHOR:

Simba Minta Andrés Santiago

ABSTRACT

The study was conducted in the community of La Moya, Toacaso parish, Cotopaxi province, with the objective of evaluating organic biol at different doses and frequencies in potato (*Solanum tuberosum*) production. The methodology was experimental with a split-plot design (AxB) evaluating three doses (25%, 50% and 75%) and two application frequencies (8 and 15 days), with three replications plus a control. The variables to be measured were: plant height (30, 60, 90 and 120 days), number of tubers, tuber weight and yield. The results obtained indicate that T1 (dose 25% - frequency 8 days) was superior to the other treatments in the variables plant height at 120 days with 25.27 cm, tuber weight with 163.97 grams and yield with 167.3 kg/ha-1, while for the variable number of tubers the control presented a greater number of tubers with 9.63 tubers/plant, concluding that the biol did act as a fertilizer improving crop yield.

Keywords: Dosage, Frequency, Biol

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	V
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	VI
<i>GRADECIMIENTO</i>	VII
<i>DEDICATORIA</i>	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS	3
3.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
5. OBJETIVOS:	5
5.1. GENERAL	5
5.2. ESPECÍFICOS.....	5
6. ACTIVIDAD Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. ANTECEDENTES.....	7
7.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
7.2.1. <i>Origen de la papa</i>	9
7.2.2. <i>Papa</i>	9
7.3. <i>Origen de la variedad super chola</i>	9
7.4. <i>Clasificación taxonómica de la papa</i>	9
7.5. <i>Descripción botánica</i>	10
7.6. <i>Características de la variedad super chola</i>	11
7.6.1. <i>Siembra</i>	11
7.7. <i>Requerimientos del cultivo</i>	12
7.8.1. <i>Elección del terreno</i>	13
7.8.2. <i>Preparación del suelo</i>	14
7.8.3. <i>Arada</i>	14
7.8.4. <i>Rastrada y nivelada</i>	14

7.8.5.	<i>Surcado</i>	14
7.8.6.	<i>Drenajes</i>	15
7.8.7.	<i>Distancias y densidades de siembra</i>	15
7.8.8.	<i>Siembra</i>	16
7.8.9.	<i>Deshierbas</i>	16
7.8.10.	<i>Rascadillo</i>	17
7.8.11.	<i>Medio aporque</i>	17
7.8.12.	<i>Aporque</i>	17
7.8.13.	<i>Riegos</i>	17
7.10.	TIPOS DE FERTILIZANTES.....	19
7.10.1.	<i>Fertilizantes orgánicos</i>	19
7.10.2.	<i>Que es biol</i>	19
7.10.3.	<i>Tipos de biol</i>	19
7.10.4.	<i>Biol con excretas</i>	19
7.11.	<i>El biol en la agricultura</i>	20
7.12.	<i>Formación del biol</i>	21
7.13.	USOS DEL BIOL.....	21
7.14.	APLICACIÓN DEL BIOL AL FOLLAJE.....	21
7.15.	PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL BIOL.....	23
8.	HIPOTESIS.....	25
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	25
9.1.	FASE DE CAMPO:	25
9.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
9.2.1.	<i>Experimental</i>	25
9.2.2.	<i>Cualitativo - Cuantitativa</i>	25
9.3.	MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.....	25
9.3.1.	<i>De Campo</i>	25
9.3.2.	<i>De laboratorio</i>	25
9.3.3.	<i>Bibliográfica Documental</i>	26
9.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	26
9.4.1.	<i>Observación de Campo</i>	26
9.4.2.	<i>Registro de datos</i>	26
9.4.3.	<i>Análisis estadístico</i>	26
9.4.4.	<i>Diseño experimental</i>	26
9.4.5.	<i>Esquema del Adeva</i>	27
9.4.6.	<i>Factores en estudio</i>	27
9.4.7.	<i>Tratamientos</i>	27
9.4.8.	<i>Operaciones de variables</i>	28
9.4.9.	<i>Distribución de la parcela experimental y neta</i>	28
9.4.10.	<i>Diseño del ensayo en campo</i>	29
9.5.	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	30
9.5.1.	<i>Identificación del área de estudio</i>	30
9.5.2.	<i>Siembra</i>	30
9.5.3.	<i>Elaboración del biol</i>	30
9.5.4.	<i>Riego</i>	30

9.5.5.	<i>Deshierba y aporque</i>	30
9.5.6.	<i>Limpieza de alrededores del área y limpieza de caminos</i>	30
9.5.7.	<i>Cosecha</i>	30
9.5.8.	<i>Aplicación del biol como fertilizante</i>	30
9.5.9.	<i>Altura de planta</i>	31
9.5.10.	<i>Numero de tubérculos</i>	31
9.5.11.	<i>Tamaño de tubérculo</i>	31
9.5.12.	<i>Longitud</i>	31
9.5.13.	<i>Peso de una papa</i>	31
9.5.14.	<i>Rendimiento</i>	31
10.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
10.1.	ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	32
10.2.	ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	33
10.3.	ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	35
10.4.	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	36
10.5.	NUMERO DE TUBÉRCULOS	38
10.6.	TAMAÑO DE TUBÉRCULOS	41
10.7.	LONGITUD DE TUBÉRCULO	43
10.8.	PESO DE UNA PAPA EN GRAMOS	44
10.9.	RENDIMIENTO EN KG/HA	45
	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	47
11.	IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) 50	
11.1.	Impactó social	46
11.2.	Impactó ambiental	46
11.3.	Impactó económico	46
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
12.1.	<i>Conclusiones</i>	51
12.2.	<i>Recomendaciones</i>	51
13.	BIBLIOGRAFÍA	53
16.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 . ESQUEMA DEL ADEVA	27
TABLA 2 . TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.	27
TABLA 3 . DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.	28
TABLA 4 . ADEVA ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS.	32
TABLA 5 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA FRECUENCIA POR DOSIS EN ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS.	33
TABLA 6 . ADEVA ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS	34
TABLA 7 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS.....	34
TABLA 8 . ADEVA ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS	35
TABLA 9 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.....	36
TABLA 10 . ADEVA ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS.	37
TABLA 11 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS.....	37
TABLA 12 . ADEVA ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA EL NUMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA.	38
TABLA 13 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS EN LA VARIABLE NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA.	38
TABLA 14 . ADEVA TAMAÑO DE TUBÉRCULO.	42
TABLA 15 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN TAMAÑO DE TUBÉRCULO.....	42
TABLA 16 . ADEVA PARA LONGITUD DE TUBÉRCULO.	43
TABLA 17 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN LONGITUD DE TUBÉRCULO.	43
TABLA 18 . ADEVA PARA PESO TOTAL DE TUBÉRCULOS.	44
TABLA 19 . PRUEBA DE TUKEY AL 5% DEL PESO DE UNA PAPA EN GRAMOS.	44
TABLA 20 . ADEVA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO.	45
TABLA 21 . PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN FRECUENCIA POR DOSIS EN RENDIMIENTO DE TUBÉRCULO.	46
TABLA 22 . COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 . SOLICITUD DE INGLES.....	60
ANEXO 2 . DATOS INFORMATIVOS DEL DOCENTE TUTOR.....	61
ANEXO 3 . DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE.....	62
ANEXO 4 . UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	63
ANEXO 5 . TABLA DE DATOS ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS.....	63
ANEXO 6 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA A LOS 30 DÍAS.....	63
ANEXO 7 . TABLA DE DATOS ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS.....	64
ANEXO 8 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA A LOS 60 DÍAS.....	64
ANEXO 9 . TABLA DE DATOS ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS.....	64
ANEXO 10 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA A LOS 90 DÍAS.....	65
ANEXO 11 . TABLA DE DATOS ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS.....	65
ANEXO 12 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA A LOS 120 DÍAS.....	66
ANEXO 13 . TABLA DE DATOS NÚMERO DE TUBÉRCULOS.....	66
ANEXO 14 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA EN NÚMERO DE TUBÉRCULOS.....	66
ANEXO 15 . TABLA DE DATOS TAMAÑO DE TUBÉRCULOS.....	67
ANEXO 16 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA EN TAMAÑO DE TUBÉRCULOS.....	67
ANEXO 17 . TABLA DE DATOS LONGITUD DE TUBÉRCULOS.....	67
ANEXO 18 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA EN LONGITUD DE TUBÉRCULOS.....	68
ANEXO 19 . TABLA DE DATOS PESO DE UNA PAPA DE TUBÉRCULOS.....	68
ANEXO 20 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA EN PESO DE UNA PAPA DE TUBÉRCULOS.....	69
ANEXO 21 . TABLA DE DATOS RENDIMIENTO.....	69
ANEXO 22 . TABLA DE DATOS DE DOSIS Y FRECUENCIA EN RENDIMIENTO.....	69
ANEXO 23 . RECONOCIMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL TERRENO.....	70
ANEXO 24 . PREPARACIÓN DEL SUELO.....	71
ANEXO 25 . IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.....	71
ANEXO 26 . SIEMBRA, SE REALIZÓ CON LAS MUJERES DE LA ASOCIACIÓN.....	72
ANEXO 27 . MONITOREO.....	72
ANEXO 28 . ELABORACIÓN DEL BIOL.....	73
ANEXO 29 . MONITOREO DEN ALTURA.....	73
ANEXO 30 . FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	74
ANEXO 31 . ANÁLISIS DE SUELO.....	75
ANEXO 32 . ANÁLISIS QUÍMICO DEL BIOL.....	76

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

“Evaluación de biol en la producción de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola en la asociación de mujeres productoras “ASPROMOY” perteneciente a la parroquia TOACASO cantón LATACUNGA provincia COTOPAXI.”

Fecha de inicio:

Abril-Agosto 2023

Fecha de finalización:

Octubre 2023- Febrero 2024

Lugar de ejecución:

Asociación de mujeres productoras “ASPROMOY”, Barrio la Moya, Parroquia Toacaso, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
- Fundación CARE Ecuador

Carrera que auspicia:

Ingeniería agronomía y CARE (ONG internacional con personal local y socios comunitarios en más de 90 países. Crean soluciones locales para la pobreza y la desigualdad y buscan dignidad para todas las personas todos los días y en tiempos de crisis.)

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

Responsable del Proyecto: Andrés Santiago Simba Minta

Lector 1: Ing. Marín Karina, Mg.

Lector 2: Ing. Troya Jorge, M.Sc.

Lector 3: Ing. Chasi Wilman, Mg.

Coordinador del proyecto:

Nombre: Andrés Santiago Simba Minta

Teléfono: 0984675719

Correo electrónico: andres.simba3082@utc.edu.ec

Área de conocimiento:

Agricultura, Silvicultura y Pesca - Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Línea1: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural

Sub líneas de investigación de la carrera:

Producción agrícola sostenible.

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la provincia de Cotopaxi, la agricultura intensiva y el uso excesivo de agroquímicos ha provocado un descenso del 15% en el rendimiento de la papa, además de la degradación de los suelos. El presente estudio tiene por objetivo ofrecer a los agricultores locales una estrategia de fertilización que incrementara tanto la productividad de los cultivos como la calidad edáfica. La adopción de este enfoque agrícola más sostenible tendría un impacto positivo en la economía rural y el bienestar de la población campesina de la zona. (Pumisacho & Sherwood, 2002)

En Ecuador, la papa y el arroz son los productos básicos más consumidos en la alimentación de las familias, especialmente aquellas de bajos recursos en la Sierra, dedican alrededor del 10% de sus recursos a la compra del tubérculo. La papa cuenta con una amplia gama de consumo, ofrece desde el consumo directo hasta el industrializado. (Punina, 2013)

Este proyecto investigativo se basa en la elaboración y aplicación de biol a partir de estiércol bovino, con la finalidad de ofrecer una opción de manejo técnico agrícola para el cultivo de papa en el sector La Moya, ubicado en la parroquia Toacaso, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. El objetivo es incrementar el rendimiento del cultivo de papa en esta zona, generando beneficios para los pequeños y medianos agricultores asociados de La Moya. La propuesta busca presentar una alternativa de fertilización orgánica que pueda adoptarse en dicho sector agrícola.

Según Zúñiga (2020), en la provincia de Cotopaxi existen alrededor de 5 mil hectáreas dedicadas al cultivo de papa. En ese sentido, resultan relevantes las observaciones de los productores agrícolas de este tubérculo sobre la disminución paulatina de rendimientos a lo largo del tiempo. Ante esta problemática, los agricultores están dispuestos a probar alternativas sustentables de producción papera como la aplicación adecuada de bioles. En respuesta, la Universidad Técnica de Cotopaxi ha mostrado interés en llevar a cabo una investigación destinada a beneficiar a los cultivadores de la Asociación ASPROMOY, presentando resultados positivos sobre el uso de esta tecnología orgánica.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

La asociación de mujeres productoras de lácteos ASPROMOY – CARE.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes y docentes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi y CARE

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU, 2022), la contaminación química de los suelos es otro problema ambiental con una importancia creciente en América Latina y el Caribe, dada la intensificación de la agricultura y el uso de plaguicidas en los últimos 30 años.

La producción agrícola ha experimentado un aumento considerable en toda la región gracias al avance tecnológico, sin embargo, los impactos negativos en el medio ambiente son significativos y preocupantes. En particular, la pérdida y el agotamiento de nutrientes en la región pueden ser causa importante del incremento en el consumo de fertilizantes,

el cual creció un porcentaje anual de 2.7% entre 2018 y 2022 y se llegó a consumir 741000 toneladas métricas de fertilizantes. (FAO, 1996).

El impacto de la contaminación agroquímica en el suelo y el agua , por ende, en la salud humana, es una preocupación primordial. El uso de agroquímicos tiene un gran impacto en la nitrificación del suelo, lo que puede llevar a problemas como la eutrofización en aguas superficiales y el surgimiento de mareas rojas (en zonas costeras)(FAO, 2018).

En la agricultura, los agroquímicos son compuestos químicos ampliamente utilizados para preservar y proteger los cultivos. Su función principal es mantener la calidad y conservar las cosechas, pero en el afán de cumplir con este objetivo, muchas veces se pierde de vista los efectos nocivos que estos agroquímicos pueden provocar una muerte súbita a nuestros suelos (FAO, 2018).

Ya sea que se empleen para proporcionar nutrientes químicos, para matar insectos o microorganismos eliminar las malezas u hongos de los cultivos, los productos agroquímicos generan importantes grados de contaminación y pueden desencadenar serios problemas de salud en las personas que están en contacto con ellos o habitan en las vecindades donde el agroquímico se utiliza(Ambiente, 2018). El uso de varios tipos de agroquímicos tales como herbicidas, fertilizantes, fungicidas e insecticidas puede dar lugar a deformidades en los recién nacidos, lo cual representa una preocupación importante, el uso de agroquímicos no solo trae problemas de salud para las personas que los manipulan y están en contacto con ellos, sino que también son un peligro para las nuevas vidas que éstos conciben (Benitez & Acosta, 2007).

En latino América la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante en termino de consumo humano después del arroz y del trigo. Aproximadamente 1.4 millones de personas consumen papa regularmente y la producción mundial del cultivo sobrepasa los 368 millones de toneladas métricas (FAO, 2018).

Las hectáreas destinadas a la producción de papa en latino América son significativamente altas ya que oscilan alrededor de 330.790 hectáreas, mientras que en el Ecuador la producción nacional de papa en el año 2020 fue de 480000 toneladas con una superficie cosechada de 24882 ha y un rendimiento promedio de 14 t/ ha (Pumisacho & Sherwood, 2002).

En el Ecuador los rendimientos del cultivo de papa han venido decayendo en los últimos años, registrando una disminución estimada del 12% entre 2018 y 2022 según datos del MAG. Esta reducción se ha atribuido en gran parte al agotamiento de los suelos por la explotación excesiva de fertilizantes químicos, los cuales deterioran la fertilidad del suelo al acidificarlo y degradar su estructura. Así mismo, se estima que apenas el 30% de los productores paperos utilizan de forma complementaria biofertilizantes orgánicos como los biolés. Otro factor que incide en los bajos rendimientos es el desconocimiento y limitada aplicación de paquetes tecnológicos integrales por parte de los agricultores, los cuales no realizan un óptimo manejo agronómico desde la siembra hasta la cosecha según recomendaciones técnicas. Como resultado, los niveles de producción y productividad en el país son considerablemente menores a los de otras naciones vecinas, impactando negativamente la competitividad del sector papero ecuatoriano (GAIBOR, 2002).

La finalidad del proyecto es mejorar la situación socioeconómica del sector, así como también establecer la mejor opción de aplicaciones y usos que el biol orgánico como una fuente sustentable y sana para mejorar el rendimiento del cultivo.

5. OBJETIVOS:

5.1. General

Evaluar biol orgánico a distintas dosis y frecuencias en la producción de papa (*Solanum tuberosum*).

5.2. Específicos

- Seleccionar la mejor dosis y frecuencia de la aplicación de biol.
- Relacionar el efecto del biol con el rendimiento del cultivo.

6. ACTIVIDAD Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD (TAREA)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Seleccionar la mejor dosis y frecuencia de la aplicación de biol.	• Preparación del biol.	En un tanque con 200 litros de agua se agregó: 5 litros de leche. 5 litros de melaza. 5 litros de estiércol bobino. 5 libras de ceniza. 5 libras de hiervas leguminosa.	Fotos, exámenes de laboratorio de suelos y biol, libros Excel y libros de campo.
	• Preparación del suelo.	Se realizo de forman mecánica, una arada y una surcada.	
	• Aplicación del biol.	Aplicación cada 8 y 15 días.	
	• Dosis.	Dosis o nada, dosis 1, 5 biol + 15 de agua, dosis 2, 10 de biol+ 10 de agua y dosis 3, 15 de biol + 5 de agua.	
	• Toma de datos.	Se tomo la altura con un flexómetro a loa 30, 60, 90 y 120 días.	
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD (TAREA)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Relacionar el efecto del biol con el rendimiento del cultivo.	• Cosecha	Se realizo de forma manual con azadones.	Fotos, libro de campo y libros Excel.
	• Toma de datos	Se peso con una balanza digital.	
	Tratamientos	Se tiene 3 tratamientos.	
	Número de tubérculos	Conteo por unidad.	
	Longitud	Medida en cm con el flexómetro.	
	Diámetro	Medida en cm con el flexómetro.	
	Peso de una papa	Medida en gramos con una balanza digital.	
	Rendimiento	$R = (R. \text{ Real} / R. \text{ teórico}) * 100.$	

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Según (Saquina Chango, 2012), en su investigación “Producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón Mejía, provincia de Pichincha”, menciona que la aplicación de biol 60% de K (P2), produjo los mejores resultados con mayor crecimiento en altura de planta (143,60 cm), mayor número de tubérculos por planta (7,91), consecuentemente se obtuvo el mejor rendimiento (7,82 kg/tratamiento), siendo tubérculos en su mayoría de segunda categoría (37,03%) y de tercera categoría (47,99%), acortando los días a la primera cosecha (179,81). La aplicación de biol en la dosis de 4 l/20 l de agua (20%) (D2), produjo la mayor altura de planta (142,66 cm), El número más alto de tubérculos producidos por una sola planta se registró en 8,07, mientras que la tercera categoría de tubérculos tuvo el mayor porcentaje con un 49,38%. La aplicación de los bioles a los 60 días del trasplante (F1), produjo mayor crecimiento en altura de planta (142,63 cm) y el mayor número de tubérculos por planta (8,03). Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P2D2F2 (Biol 60% de K, 4 l/20 l, a los 90 días del trasplante), Se logró la relación beneficio-costos máxima de 0,87, lo que significa que los beneficios netos obtenidos fueron 0,87 veces el monto invertido.

De acuerdo a (Guanopatin Chicaiza, 2012) Menciona en su tesis “Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago Sativa*)” que el tratamiento dispuesto a la interacción PID1E2 (biol de bovino – 5cc/l – 15 días después del corte), reportó excelentes resultados, ya que se obtuvo una gran altura de planta de 96,32cm, en toda parcela que se aplicó este tratamiento, un número de brotes con un promedio de 18,53, y superando (3) brotes del el testigo, mayor número de hojas por rama, y un incremento en el rendimiento, En el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), una de las ventajas más importantes para los agricultores es que es fácil de preparar y permite aprovechar el estiércol de los animales. Los bioles son una alternativa de fertilización foliar que puede utilizarse en este cultivo. Comparado con el testigo (sin biol), se observó que las plantas tratadas con biol tuvieron una altura de planta de 77,22 cm, un número de brotes mayor, con un promedio de 15,27 por planta. Además, estas plantas presentaron un mayor número de hojas por rama, con un promedio de 12,07 hojas. Aunque estos resultados no alcanzaron el nivel de los demás tratamientos, es importante destacar que hubo una diferencia de 3 brotes respecto al mejor tratamiento. El uso de bioles en el cultivo de

alfalfa promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, gracias a su contenido de fitorreguladores, así como de macronutrientes y micronutrientes orgánicos.

Según (biobolsa, 2023) Menciona que el biol es un abono líquido, fuente de fitorreguladores resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales, en ausencia de oxígeno (anaeróbica), el uso de mangas de plástico (biodigestores) es beneficioso en pequeñas cantidades como bioestimulante orgánico, ya que es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de plantas de manera efectiva. La producción de abono foliar (biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses). El proceso de azotado de estiércol y agua, conocido como biol, se enriquece con diversos insumos como alfalfa, roca fosfórica, leche, pescado, y otros componentes, este líquido resultante se introduce en un digestor, donde se transforma en un abono foliar orgánico altamente valioso. Para combatir insectos dañinos en las plantas, se pueden incluir plantas repelentes en la mezcla del bio.

El cultivo de papa en la región andina, en general y en la sierra ecuatoriana en particular, reviste singular importancia desde el punto de vista económico, social y cultural (Cachipiendo Alvear, 2019)

La mayor provincia productora de papas es Carchi, con una participación del 22% de la producción nacional, localizada en la sierra norte del Ecuador a una altura comprendida entre los 2 700 y 3 400 msnm con una temperatura promedio que fluctúa entre los 10 y 15 grados centígrados; esta provincia por la altura, suelo y condición climática, presenta el mayor rendimiento a nivel nacional con 12,7t/ha, le siguen, en orden de importancia, la importancia de Chimborazo con una participación del 18% en la producción nacional, Tungurahua con el 16%, Cotopaxi 14%, Pichincha 11%, Bolívar 5%, Cañar, Azuay 4 %, Imbabura 3 % y el resto de provincias (FAO, 2023).

El mismo autor menciona que en el Ecuador, la papa ha sido tradicionalmente cultivado en alturas entre los 2 000 y 3 600 msnm. En la sierra se encuentran cultivada en zonas templadas a frías con un rango de temperatura de 6 a 18 grados centígrados y una precipitación de 600 a 1 200 mm. Se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmíferos y abastecidos de materia orgánica y nutrientes (Punina, 2013).

7.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

7.2.1. Origen de la papa.

Dicho con palabras de (Mora et al., 2022). La papa tiene su centro de origen en la región circundante al lago Titicaca, ubicado entre Perú y Bolivia, esta zona comprende la meseta andina de Collao, donde se encuentra alrededor del 50% de las variedades silvestres de papa, así como ocho especies domesticadas de este tubérculo.

7.2.2. Papa

Pertenece al género *Solanum*, específicamente a la sección *Poatoc*, que engloba plantas que producen tubérculos reales. Un dato interesante es que, dentro de esta serie tuberosa, este grupo se caracteriza por sus hojas impares o simples y frutos redondos, una distinción importante se encuentra en la especie *S. tuberosum*, que se reconoce por la articulación del pedicelo en el tercio medio, sus lóbulos de cáliz son cortos y están dispuestos de manera uniforme, las hojas son arqueadas y los folíolos, de forma redonda o incluso lanceolada, son el doble de largos que de ancho. Los tubérculos de esta especie son notables por sus marcados periodos de dormancia, en Ecuador, la producción de papa se encuentra en tres zonas distintas: norte, centro y sur. Esto se debe a la amplia variedad de ecosistemas en el país, lo que permite que la papa se cultive en una variedad de condiciones climáticas, topográficas y altitudes. Estos factores juegan un papel crucial en el comportamiento y la adaptación de este cultivo en la región (Edifarm, 2023).

7.3. Origen de la variedad super chola

Esta variedad fue generada por el señor Germán Bastidas. Proviene de los cruzamientos realizados con las variedades ([Rosita x Curipamba) x Sphureja x Chola normal) x Chola 1, 2, 3). Liberada en 1984 (Espín Ninasunta, 2018).

7.4. Clasificación taxonómica de la papa

Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Simpétala
Sección	Anisocarpeas
Orden	Tubiflorineas

Familia	<i>Solanácea</i>
Genero	<i>Solanum l</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i>

(INIAP 2022).

7.5. Descripción botánica.

7.5.1. Planta

Es un vegetal herbáceo que se caracteriza por su sistema de tallos aéreos en números de a cuatro y subterráneos (Araujo et al., 2021).

7.5.2. Brote

Es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo y da origen a la nueva planta. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en los que se ha almacenado el tubérculo está constituido por: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudo y primordios radiales (Araujo et al., 2021).

7.5.3. Tallo

Son aéreos y crecen a partir de la corona de la planta. Pueden ser simples o ramificados, y tienen forma cilíndrica o angular. La superficie del tallo puede ser lisa o presentar alas o costillas. El color del tallo es verde, pero en algunas variedades puede ser marrón rojizo o morado (Inostroza et al., 2023).

7.5.4. Raíz

Tiene la raíz subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales (Romo Casanova, 2016).

7.5.5. Hojas

Presenta hojas compuestas, imparipinadas de un color verde intenso, abiertas y débilmente diseccionadas con tricodermas en haz y en el en vez, tamaño medio, cuatro pares de foliolos primarios unidos por un peciolo, que se alteran con un par de hojuelas entre ellos (Albornoz & Ortuno, 1968).

Las hojas crecen de hojuelas entre peciolos, el foliolo terminal es mediano, asimétrico, ovado con el ápice agudo y pseudo estipulas medianas. Foliolos secundarios pequeños, asimétricas peciolados y un pequeño par de foliolos terciarios también peciolados. El raquis presenta pigmentación en su parte inferior, mientras que en la parte superior cuenta

con dos canales en los que la pigmentación se hace evidente en el punto de unión entre el peciolo y el raquis (Romo Casanova, 2016).

7.5.6. Flor

Son abundantes a moderadas, inflorescencia cimosa con pedúnculo, presencia de hoja en formación en la base del ramillete floral. Un cáliz compuesto por cinco sépalos morados con toques verdes, que son puntiagudos y vellosos al tacto. La corola se compone de cinco pétalos de color morado, de tamaño medio y forma rotada. Además, posee estambres con anteras largas y amarillas, mientras que el pistilo es de color verde y su estigma es más largo que las anteras (INIAP 2011).

7.5.7. Futo y semilla

El fruto de la papa es una baya, que se origina por el desarrollo del ovario. El ovario es un órgano de la flor que contiene los óvulos cuando un óvulo es fecundado por un espermatozoide, se desarrolla en una semilla. Las semillas de la papa son pequeñas y negras, están cubiertas por una capa exterior dura que protege el embrión, El número de frutos que produce una planta de papa puede variar de cero a 400 (Egúsquiza, 2000).

7.5.8. Tubérculo

El tubérculo de papa es la parte comestible de la planta. Es una buena fuente de carbohidratos, vitaminas y minerales, tiene una forma irregular, con una superficie lisa o rugosa. La piel puede ser de color blanco, amarillo, rojo o morado. La pulpa también puede ser de color blanco, amarillo, rojo o morado que contiene almidón (Egúsquiza, 2000).

7.6. Características de la variedad super chola

Días a la floración casi nula, días a la cosecha (tardía) 180, habito de crecimiento semi recta, tallo color verde con pigmentación púrpura, hojas de color verde intenso, la flor presenta una floración moderada y se sitúa por encima del follaje, sostenida por un largo pedúnculo. Período de dormancia 80 días. Consumo en fresco (sopas, puré y tortillas) y procesada (hojuelas y bastones)(Albornoz & Ortuno, 2022).

RESISTENTE A: lancha, virus, roya y rizoctonia (ALBORNOS & ORTUNO, 2022).

7.6.1. Siembra

Densidad de siembra: 1000 – 1200 kg/ha de semilla certificada.

Distancia entre surcos: 1,10 – 1,20 m.

Distancia entre plantas: 0,30 a 0,40 m.

Rendimiento promedio: 30 t/ha de tubérculo fresco.

Características morfológicas

Maduración: Tardía (180- 210 días).

Rendimiento: 20- 30 t/ha.

Altitud: 2800- 3400 m.s.n.m.

7.6.2. Enfermedades: Susceptible a la lancha (*Phutophthora infastans* Mont. De Barry), medianamente resistente a roya (*Puccina pitteriana* P. Hennings), totalmente al nematodo del quiste (*Globodera pallida* Stone Behrens).

Contenido de materia seca: 22- 24%.

Periodo de dormancia: 80 días (Mastrocola et al., 2016).

7.7. Requerimientos del cultivo.

Requerimientos del cultivo	
Altitud	2300 a 3600 msnm.
Precipitaciones	400-800 mm, durante todo el ciclo.
Luz	12 horas diarias de luminosidad.
Temperatura	entre 9°C y 11°C (media anual).
Suelo	franco, franco limoso y franco arcilloso con buen drenaje, negro andino.
pH	5 a 6,5.

(Manejo integrado del cultivo de papa)

Enfermedades

Lancha tardía o Tizón tardío (*Phitophthora infestans*)

Estas se presentan inicialmente como pequeñas lesiones verde a verde oscuro, bajo condiciones favorables presentan lesiones más grandes que tornan a manchas marrones a negras y se transforman en lesiones necróticas que pueden matar totalmente el tejido foliar, e incluso terminar matando totalmente a la planta, la principal vía de transmisión

son los tubérculos infectados ya que por medio de estos se propagan muy fácilmente (CORFQ et al., 2003).

Lancha temprana (*Alternaria solani*)

Tanto en las hojas como en los tallos se forman manchas necróticas, marcadas internamente por series de anillos concéntricos. Las lesiones en las hojas rara vez son circulares porque son restringidas por las nervaduras principales, usualmente aparecen alrededor de la floración y van aumentando en número a medida que van madurando las plantas, el proceso de formación de lesiones se inicia en las hojas más bajas. Pueden causar un amarillamiento generalizado, caída de hojas o muerte precoz, la pudrición en el tubérculo es oscura, seca y coriácea. Las variedades de cultivo que son más susceptibles a esta afección, generalmente las que tienen un tiempo de maduración temprano, pueden sufrir una defoliación grave como consecuencia. Las plantas sometidas a estrés aceleran la maduración, medio ambiente adverso, clima cálido y húmedo, otras enfermedades o deficiencia nutricional se vuelven más susceptibles y mueren prematuramente. El ataque se inicia desde las hojas inferiores y si coexisten altas temperaturas y humedad, se afectan las hojas superiores se disemina por el viento y sobrevive en restos de cultivos enfermos y en otros solanáceos huéspedes (CORFQ et al., 2003).

7.8. Labores a emplear para la implementación del cultivo de papa.

Épocas de siembra

Debido a las distintas condiciones de microclima presentes a lo largo de la cordillera ecuatoriana, la época más adecuada para la siembra de papas puede variar entre diferentes áreas geográficas. Como regla general, se distinguen dos momentos específicos para este cultivo: el primero se realiza entre mayo y junio, mientras que el segundo se lleva a cabo entre los meses de octubre, noviembre y diciembre. Sin embargo, es importante señalar que existen sectores con condiciones de suelo y clima especiales que permiten realizar siembras durante todo el año (Muñoz & Cruz, 2019).

7.8.1. Elección del terreno

Escoger los terrenos donde antes se cultivaron maíz, cereales y leguminosas, que estén libres de plagas (insectos, nematodos y patógenos) y que en lo posible no sean propensos a sequías, heladas y granizadas, a fin de que el agricultor pueda tener seguridad en el desarrollo del cultivo, para lograr un nivel de producción óptimo, es importante cultivar en suelos amplios y porosos que tengan una profundidad de al menos 50 centímetros, como los terrenos francos y francos arenosos. Además, se recomienda aplicar técnicas de

rotación de cultivos, sucesión de diferentes tipos de plantas alrededor de una especie principal, que ayuden a mejorar la estructura del suelo y su capacidad de absorción de agua. El aumento de la materia orgánica y se reduce las pérdidas ocasionadas por la presencia de plagas (ONDARURAL, 2023).

7.8.2. Preparación del suelo

La preparación del terreno es una fase crucial en el proceso agrícola. Se considera ideal llevar a cabo esta labor cuando el suelo está en condiciones óptimas, lo que significa que al tomar una muestra de tierra y apretarla con la mano, no debe quedar adherida. Además, según la sabiduría transmitida por agricultores experimentados, es de suma importancia realizar esta tarea durante un periodo específico del ciclo lunar. Se recomienda que la preparación del terreno coincida con la fase de la luna que va desde el tercer día de la fase menguante hasta el tercer día de la fase nueva, conocida como la 'noche oscura'. Esta elección lunar contribuye significativamente a la prevención de problemas relacionados con la presencia de insectos plaga y enfermedades, optimizando así el proceso de cultivo (Suquilanda, 2023).

7.8.3. Arada

La producción exitosa de papas implica una preparación minuciosa del suelo que se logra mediante la realización de una labor de arado, con una profundidad de aproximadamente 25-30 centímetros. Esta operación debe llevarse a cabo con un margen de anticipación de dos a tres meses antes de la siembra, con el propósito de enterrar adecuadamente el rastrojo o barbecho en el suelo, este proceso de entierro del rastrojo es esencial para que se descomponga, permitiendo así la acción de controladores naturales, tanto bióticos (como aves, reptiles, sapos, insectos y arañas) como abióticos (incluyendo los rayos solares y las bajas temperaturas) (Suquilanda, 2023).

7.8.4. Rastrada y nivelada

Los pases de rastra se realizan de forma espaciada y de manera cruzada, hasta lograr que el suelo quede bien mullido. Esta labor debe hacerse a una profundidad aproximada de 20 centímetro(Arias et al., 2019).

7.8.5. Surcado

El surcado es una práctica agrícola importante para el cultivo de la papa, ya que permite preparar el suelo para la siembra y facilitar el riego y la distribución del agua (Arias et al., 2019).

7.8.6. Drenajes

Las zanjas de drenaje se deben trazar a lo largo de la pendiente del suelo, de modo que el agua pueda fluir hacia ellas. Las zanjas deben tener una profundidad de al menos 50 centímetros y un ancho de al menos 30 centímetros (Curso Internacional de Drenaje Agrícola & Wageningen, 1977).

Preparación de la semilla para la siembra

La semilla de papa debe someterse al verdeo, que es el proceso de exponer los tubérculos a la luz indirecta durante un período de 10 a 15 días. Este proceso tiene varios beneficios, como: producir brotes cortos y vigorosos, que facilitan la emergencia de las plantas en el campo, controlar insectos, ya que el jugo tóxico que se produce (solanina) no es agradable para los gusanos de la tierra y acortar el periodo vegetativo de la planta (INIAP et al., 2011).

Los tubérculos que se van a utilizar como semilla deben tener muchos brotes y que estos sean cortos y vigorosos. El tamaño óptimo de la semilla es como el de un huevo de gallina y tener un peso aproximado de 60 gramos (2 onzas) (ONDARURAL, 2023).

La desinfección de la semilla de papa se realiza de 2 o 3 semanas antes de la siembra o el mismo día de la siembra, se puede realizar de diferentes maneras, pero la más común es la inmersión de la semilla en una solución de hidróxido de cobre y *Bacillus thuringensis*. Esta solución se prepara diluyendo 250 gramos de cada producto en 100 litros de agua, La semilla se sumerge en la solución durante un minuto. la solución alcanza para desinfectar 25 qq de semilla (Nederagro, 2019).

7.8.7. Distancias y densidades de siembra

La distancia de siembra en la producción de papas depende de varios factores, incluyendo la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado de los tubérculos en la cosecha. Para fines de consumo y procesos industriales que requieran tubérculos medianos a grandes, han sugerido que la distancia entre surcos puede variar entre 0.90 y 1.20 metros, en cambio, cuando se cultivan papas para semilla o para la producción de productos congelados, se aplican otras distancias de siembra de 0.5 a 0.9 metros, en cuanto a las distancias entre plantas en el surco, las recomendaciones varían de 0.15 a 0.30 metros entre plantas (CIP, 2023).

Es importante destacar que la elección de la distancia de siembra dependerá de factores específicos de cada situación, como la variedad de papa, las condiciones de cultivo y el

propósito de la producción. Por lo tanto, es fundamental adaptar las distancias de siembra de acuerdo a las circunstancias particulares de cada cultivo de papas (Paz, 2010).

Históricamente, la densidad de un cultivo se ha cuantificado como la cantidad de plantas presentes en una unidad de área determinada. No obstante, en el contexto del cultivo de papas, es importante tener en cuenta que cada planta que surge de un tubérculo no es una entidad aislada, sino que conforma un sistema de tallos. Cada uno de estos tallos, a su vez, da origen a raíces, estolones y tubérculos. Esta característica peculiar de la papa implica que la densidad efectiva de una parcela de cultivo de papas no se limita únicamente a la cantidad de plantas presentes, sino que debe considerar también la densidad de tallos, en consecuencia, la densidad efectiva en un cultivo de papas se obtiene al multiplicar la cantidad de plantas por la densidad de tallos. Esto refleja de manera más precisa la complejidad del sistema de desarrollo de la papa y resulta esencial para una planificación adecuada en la producción de este cultivo (CIP, 2023).

7.8.8. Siembra

Según Pumisacho y Sherwood (2002), se coloca la semilla a una distancia determinada; esta distancia varía según el fin, ya sea para consumo o producción de semilla, la profundidad de siembra dependerá de la humedad del suelo y del tamaño de los tubérculos y brotes. En caso de haber suficiente humedad y brotes bien formados, la semilla-tubérculo debe ser cubierta con 5 cm de tierra. Si el suelo está seco, y la humedad se encuentra a mayor profundidad, se debe tomar en cuenta esta condición para ajustar la profundidad de siembra, colocar la semilla en el fondo del surco y tapa con una capa de tierra de 8–12 cm (Punina, 2013).

7.8.9. Deshierbas

Dado que compiten por luz, agua y nutrientes dentro del lote, las malezas o hierbas indeseadas son el enemigo número uno de los cultivos. Además, son hospederos de plagas que afectan al cultivo, la eliminación de las hierbas indeseadas se debe realizarse entre el tercer día de la luna menguante y el tercer día de la luna nueva (noche oscura), ya que cuando las hierbas indeseadas han agotado sus reservas en las raíces, al cortarlas, tardarán en recuperarse, para acelerar su agotamiento en climas fríos y templados, es recomendable hacer dos deshierbas seguidas: la primera en luna creciente y la segunda en luna menguante (Bautista Haro, 2015).

7.8.10. Rascadillo

La tarea implica cortar el suelo de manera superficial para evitar que se encostre, permitir que el aire ingrese a las raíces y eliminar las hierbas no deseadas que surjan alrededor del cultivo. Entre los 40 y 50 días después de la siembra, se realiza el rascadillo en las partes altas de la sierra con herramientas manuales de labranza (CIP, 2023).

7.8.11. Medio aporque

Esta labor se realiza entre los 50 a 80 días después de la siembra, apilando la tierra alrededor de las plantas con tres fines:

- Fortalecer la planta.
- Aflojar el suelo para que el aire y el agua circulen mejor por las raíces.
- Evite la emergencia de malezas o hierbas indeseadas. Realiza esta tarea manualmente, utilizando un azadón o una pala (CIP, 2023).

7.8.12. Aporque

Esta labor se lleva a cabo entre 100 a 120 días y consiste en llevar tierra de la base del surco hasta el cuello de la planta, ofreciendo los siguientes beneficios:

- Aísla los tubérculos de la plaga de insectos.
- Evita el verdeamiento de los tubérculos al aislarlos de la exposición a la luz.
- Evite la aparición de malezas o hierbas indeseadas.
- Mejora el drenaje de agua excesiva de los surcos aumenta el sostén de la planta.

Facilita una mejor formación de tubérculos al crear una capa de suelo alrededor de la planta. La tarea se lleva a cabo de manera manual utilizando un azadón o una pala, o con la ayuda de una yunta (GOBIERNO DE MEXICO, 2017).

7.8.13. Riegos

Es esencial facilitar el riego del cultivo proporcionando a la planta una cantidad adecuada de agua y evitando el riego excesivo o insuficiente (Intagri et al., 2001). Para uniformar la humedad en el suelo y facilitar la siembra, se debe realizar un riego pre siembra profundo un par de días antes de la siembra (ONDARURAL, 2023). Después de que la mayoría de las plantas broten, se debe aplicar el primer riego, que, en un cultivo bien conducido, ocurre entre los 20 y 30 días después de la siembra (HYDRO, 2023). Hasta la floración, se realizan los riegos siguientes cada 12 a 15 días, cada vez que la planta lo necesite y cuando la planta deje de crecer y desarrollarse normalmente (ONDARURAL,

2023). Luego de la floración, se deben aplicar riegos cada 8 a 10 días porque el cultivo requiere más agua para producir una mayor cosecha, porque el agua se destina principalmente a los tubérculos (ONDARURAL, 2023). Durante el ciclo vegetativo, un cultivo de papa a 3000 metros sobre el nivel del mar necesita entre 600 y 700 milímetros de agua distribuida de manera uniforme (Solano, 2018). Esto significa que una hectárea de papa requeriría entre 6 000 y 7 000 metros cúbicos de agua, la formación de tubérculos en la planta es la etapa crucial en la que el agua no debe faltar (proain, 2020). La transpiración es mayor que la absorción cuando hay poca agua disponible, a este punto, la planta cierra sus estomas para ahorrar agua, pero esto tiene efectos perjudiciales como:

- Menos actividad fotosintética.
- Incremento de la temperatura interna de la planta.
- Reducción del ingreso de anhídrido carbónico (Co₂).
- Maduración precoz del cultivo.
- Reducción en el rendimiento.

Las dos formas de riego artificial son la aspersion y la gravedad (Cadena, 2016). Para evitar enfermedades causadas por hongos, se debe realizar el riego por aspersion de manera adecuada, es decir, en horas de la mañana o de la tarde o cuando no haya radiación solar. Cuando el riego es por gravedad, será necesario espaciarlo convenientemente para no causar asfixias a las plantas por acumulación de agua en el suelo.

7.9. Que son fertilizantes

Un fertilizante o abono es una sustancia, ya sea orgánica o inorgánica, que contiene nutrientes capaces de ser absorbidos por las plantas, con el propósito de aumentar o mantener el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, y estimular el crecimiento vegetativo. Ejemplos de fuentes naturales y ecológicas de abono incluyen el estiércol mezclado con desechos orgánicos de la agricultura y el forraje, así como el guano, que está formado por los excrementos de las aves (por ejemplo, de corral, como el de la gallina). El uso de fertilizantes permite a los productores agrícolas obtener una mayor producción. Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas (Román et al., 2013).

7.10. Tipos de fertilizantes

7.10.1. Fertilizantes orgánicos.

Los abonos orgánicos se obtienen de fuentes vegetales y animales y, en general, contienen menos nutrientes que los abonos inorgánicos. A pesar de esto, los nutrientes orgánicos no pueden ser absorbidos directamente por las plantas, y deben ser transformados en elementos más simples mediante el proceso de mineralización. Esta conversión se lleva a cabo de forma natural por los microorganismos presentes en el suelo (FAO, 2023).

7.10.2. Que es biol

Los bioles son preparaciones caseras elaboradas a partir de desechos orgánicos, y pueden ser ajustados para satisfacer las necesidades específicas del suelo o plantas de un huerto o granja. Estos compuestos proporcionan una alternativa ecológica y libre de químicos para la fertilización, lo que aporta numerosos beneficios a nivel ambiental y económico (biobolsa, 2023).

7.10.3. Tipos de biol

Los bioles mejorados se distinguen de otras preparaciones por incluir fuentes orgánicas combinadas con otros componentes, mejorando así su contenido nutricional. Se pueden agregar sintéticos, urea y otros productos para enriquecerlos, así como utilizar cascaras de huevo o harina de hueso para aumentar el contenido de calcio. Además, las conchas de plátano se pueden utilizar para agregar potasio y otros elementos pueden ser empleados en su elaboración. La ortiga, por ejemplo, es una adición recomendada ya que además de calcio, proporciona hierro y zinc.

7.10.4. Biol con excretas

La elaboración de bioles con desechos de hortalizas, leguminosas y excrementos de ganado vacuno ha generado resultados positivos, sin embargo, es necesario tomar ciertas precauciones para su elaboración (biobolsa, 2023).

Debe evitarse el exceso de dosis ya que esto puede afectar negativamente los valores de concentración de nutrientes, pH y CE y dañar a las plantas. Es importante tener en cuenta que la sobrecarga de nutrientes puede reducir la capacidad amortiguadora de los suelos y afectar la biología del suelo.

En general, los bioles creados a partir de excrementos de ganado bovino contienen hasta un 40% de materia orgánica, mientras que los elaborados con excrementos de cerdos pueden tener entre un 20-25%. Por lo tanto, los bioles son altamente nutritivos y contienen

una variedad de elementos que están disponibles rápidamente para su absorción por las plantas (biobolsa, 2023).

7.11. El biol en la agricultura

La actividad de las plantas se manifiesta a través del crecimiento de los brotes y las hojas, lo cual se refleja en un aumento en el área foliar. Este incremento en el área foliar tiene como objetivo mejorar la eficiencia fotosintética de los cultivos. Para lograr esto, las plantas utilizan hormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de la planta, permitiendo así un mayor aprovechamiento de la luz solar y una mayor producción de nutrientes a través de la fotosíntesis (Agropedia, 2021).

El biol es una sustancia líquida que promueve el crecimiento en la zona teratogénica de las plantas, lo cual se refleja en un aumento del área foliar efectiva. Su uso puede ser beneficioso para mejorar la productividad de los cultivos, especialmente en cultivos anuales y semiperennes como la alfalfa (EstoEsAgricultura, 2023).

Con las palabras de (Crespo, 2021), el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Los biodigestores son la técnica utilizada para la producción de abono a partir del estiércol de los animales, con el objetivo principal de generar tanto energía como fertilizantes para las plantas. Sin embargo en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción del biol, especialmente del abono foliar denominado biol. El biol es un líquido que se obtiene del digestor, utilizado como fertilizante foliar y fuente orgánica de fitorreguladores que promueven la actividad fisiológica y estimulan el desarrollo de las plantas.

Según (Crespo, 2021) enuncia que, en la agricultura orgánica, uno de los métodos de fertilización foliar es los bioles. Los fertilizantes líquidos o "bioles" representan una estrategia para aprovechar los excrementos de animales, mediante la fermentación anaeróbica, obteniendo como resultado un fertilizante foliar que contiene hormonas vegetales como auxinas y giberelinas. Según investigaciones realizadas, la aplicación foliar de esta solución en concentraciones de entre 20% y 50% estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos cultivados y posee un efecto repelente contra plagas específicas. Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (Agropedia, 2021).

7.12. Formación del biol

Con las palabras de (Suquilanda, 2023) manifiesta que, para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa la temperatura adecuada para digestión (25-35 grados centígrados), la acidez requerida (pH) debe ser alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando este es herméticamente cerrado, es importante considerar la relación de materia seca y agua que implica situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. El agua en exceso o en escasez puede ser perjudicial al momento de la fermentación. La cantidad de agua requerida depende del tipo de materia prima que se utilizará en el proceso.

7.13. Usos del biol

Este producto puede ser utilizado en una variedad de plantas, incluyendo hortalizas, cultivos anuales, pastos, frutales y plantas ornamentales. Como encapsulador, se debe mezclar en una relación de 1:1 con el plaguicida a utilizar. Si se desea mezclar con fertilizantes, se debe emplear entre 3 y 4 litros de Biol por hectárea junto con la solución madre del fertilizante. Para la aplicación en huertos durante el período de dormancia se recomienda emplear 2 litros de Biol por cada 100 litros de agua (Crespo, 2021).

De acuerdo a (biobolsa, 2023). Se ha demostrado que el uso de biol mejora la calidad del sistema radicular, expande y fortalece la base foliar, estimula la floración y aumenta el vigor y la capacidad de germinación de las semillas, lo que se traduce en un aumento significativo en la producción. El biol debe diluirse en agua en una proporción del 25% al 75%. Se deben realizar entre tres y cinco aplicaciones durante el ciclo vegetativo de la planta. Es posible utilizar biol mezclado con el agua de riego para una mejor absorción de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. De esta manera, se promueve el desarrollo del sistema radicular y de los microorganismos del suelo. Además, se puede remojar la semilla en una solución de biol antes de sembrarla para activar la germinación. El tiempo de remojo varía dependiendo del tipo de semilla utilizada, generalmente se recomienda entre 2 y 6 horas para las semillas de hortalizas y hasta 72 horas para especies gramíneas y frutales con una cubierta gruesa (Crespo, 2021).

7.14. Aplicación del biol al follaje

Según (Suquilanda, 2023) Es recomendable no aplicar el BIOL puro en las plantas, sino utilizar diluciones. Las diluciones recomendadas varían entre el 25% y el 75% y contienen hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales en las células meristemáticas, transportándose eficazmente de célula a célula o por los vasos, donde se

coordinan acciones que contribuyen a los procesos de elongación y división celular, estimulando así el crecimiento de la planta.

Aplicación al follaje (en una bomba de 20 litros)

SOLUCIÓN	BIOL/lit	AGUA/lit	TOTAL/lit
0%	0	0	0
25%	5	15	20
50%	10	10	20
75%	15	5	20

Manual de BIOL 2023

Según (biobolsa, 2023) manifiesta que La fertilización foliar es una técnica utilizada en la agricultura que consiste en aplicar fertilizantes directamente a las hojas de las plantas. Este método permite que los nutrientes del fertilizante sean absorbidos por las hojas y posteriormente incorporados en la planta. En el caso de la alfalfa, se recomienda aplicar la fertilización foliar cuando las plantas alcanzan una altura de 15 cm, cada 10 días después de cada corte y hasta 10 días antes del pastoreo. Esto asegura que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo adecuados.

Función que cumplen los ingredientes en el biol

La leche: Principalmente tiene la función de reavivar el bio preparado, aportando proteínas, vitaminas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biol, al mismo tiempo les permite el medio propicio para la reproducción de los microorganismos de la fermentación (Crespo, 2021).

La melaza: proporciona la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico y optimizar el proceso de fermentación. Además, aporta otros componentes en menor proporción, como minerales, entre los que se incluyen el calcio, el potasio, el fósforo, el boro, el hierro, el azufre, el manganeso, el zinc y el magnesio (Crespo, 2021).

La ceniza: La finalidad de los minerales es activar y enriquecer la fermentación de los biofertilizantes, suministrando nutrientes a los microorganismos encargados de realizar el proceso (Crespo, 2021).

Estiércol de vaca: Los ingredientes activos de los prebióticos son los microorganismos necesarios para llevar a cabo la fermentación del biol. Aportando principalmente inóculos o semillas de levaduras, hongos, protozoos y bacterias; los cuales son directamente los responsables de digerir, metabolizar y colocar de forma disponible para las plantas y durante el proceso de fermentación en el tanque, los nutrientes presentes en el caldo vivo son transferidos al suelo, permitiendo que los elementos nutritivos se extiendan a través de éste. Por otro lado, el estiércol de vaca contiene una gran cantidad diversificada de microorganismos muy importantes para dar inicio a la fermentación del bio preparado, entre los cuales se destaca *Bacillus subtilis* (Crespo, 2021).

El agua: El propósito principal de este proceso es proporcionar un entorno líquido que facilite la multiplicación de todas las reacciones bioenergéticas y químicas involucradas en la fermentación anaeróbica del biol (Crespo, 2021).

7.15. Procedimiento para la elaboración del biol

Recoja el estiércol con cuidado, evitando mezclarlo con tierra.

Coloque la mitad del tanque si el estiércol es de origen bovino, o la cuarta parte del tanque si es de cerdo o gallina.

Añada 5 kilos de alfalfa u otra leguminosa picada dentro del tanque.

Agregue 5 kilos de ceniza tamizada (ceniza en polvo).

Añada 5 litros de leche.

Añada 5 litros de melaza.

Agregue la cantidad de agua necesaria, dejando un espacio de 20 centímetros entre el agua y el borde del tanque.

Coloque un pedazo de plástico en la abertura del tanque y átelo firmemente con una cuerda de nylon o alambre, asegurándose de que el plástico quede abombado para recolectar el biogás en ese espacio (manteniendo condiciones anaeróbicas).

Después de 2 a 3 semanas, el biol estará listo para ser extraído.

El biol obtenido de esta manera debe ser filtrado pasándolo a través de tamices o filtros de alambre y tela que se colocan y sostienen en embudos especialmente diseñados para este propósito.

De esta forma, el biol estará listo para ser utilizado.

Verificación de la calidad del biol

La verificación del biol fermentado se hace diariamente, cuando a revolverlo durante 5 minutos. La mezcla líquida, que debe presentar un olor a fermentación (agradable a jugo de caña) y no a putrefacción, debe ser de color amarillo. En la parte superior, suele generarse una capa espumosa de color blanco. El color a putrefacción y la presencia de un color verde azulado o violeta indican que la fermentación es contaminada y se debe desecharla (Medina V. et al., 2015).

Ventajas del biol

Favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, acelerando su crecimiento.

Mejora la producción y productividad de los cultivos, aumentando el rendimiento de las cosechas.

Incrementa la resistencia a plagas y enfermedades al mejorar la actividad de los microorganismos beneficiosos del suelo y promover un desarrollo saludable de las raíces, hojas y frutos.

Aumenta la capacidad de las plantas para tolerar condiciones climáticas adversas como heladas o granizadas.

Es una opción ecológica y compatible con el medio ambiente, ya que no contamina el suelo, además de ser una opción económica.

Promueve una floración más rápida después del trasplante, permitiendo una mejor adaptación de la planta en el campo.

Mejora la conservación y aprovechamiento de nutrientes como NPK y Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica (Crespo, 2021).

Desventajas del biol

El periodo de tiempo desde la preparación hasta su uso es prolongado.

En áreas extensas se necesita una mochila para aplicarlo.

Si no se protegen de la radiación solar, las mangas de los biodigestores rústicos tienden a deteriorarse, reduciendo así su vida útil (Arenas, 2023)

8. HIPOTESIS.

Hipótesis 0: El biol no influye en el cultivo de papa.

Hipótesis 1: El biol influye en el cultivo de papa.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Fase de campo:

9.2. Tipo de investigación

9.2.1. Experimental

Es experimental ya que consiste en hacer cambios en el valor de tres dosis de biol (25%, 50 y 75%) como variables independientes, las cuales se aplicarán con una frecuencia de 8 y 15 días durante el ciclo de cultivo. Esto permitirá observar su efecto en variables dependientes como la altura de planta, número de tubérculos, el rendimiento y calidad del cultivo de papa variedad Súper Chola. El testigo sin aplicación de biol servirá como control para evaluar el efecto de las diferentes dosis y frecuencias.

Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas (A x B), resultando en la obtención de 6 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones.

9.2.2. Cualitativo - Cuantitativa

La investigación tiene un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo. Es experimental ya que consiste en hacer cambios en el valor de tres dosis de biol (25%, 50 y 75%) como variables independientes, las cuales se aplicarán con una frecuencia de 8 y 15 días durante el ciclo de cultivo en su ambiente natural. Asimismo, es cuantitativa ya que recaba datos numéricos de variables como la altura de plantas, el número y peso de tubérculos, los cuales se analizan estadísticamente para detectar diferencias significativas entre las dosis de biol al 25%, 50% y 75%. Para este análisis estadístico se utilizará el programa INFOSTAT. De esta manera se complementan tanto los hallazgos descriptivos como las mediciones objetivas del efecto del biol a diferentes concentraciones.

9.3. Modalidad básica de investigación.

9.3.1. De Campo

La investigación adopta un enfoque de campo, dado que la recopilación de datos se realizó directamente en el sitio donde se implementó el experimento.

9.3.2. De laboratorio

La investigación involucra una fase de laboratorio, donde las muestras sacadas fueron enviadas al INIAP en Quito, en la que se realizaron de forma controlada el análisis de las propiedades físico-químicas tanto de las muestras de suelo como del biol. En el caso del

suelo se determinarán parámetros como textura, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, y disponibilidad de nutrientes, entre otros. Mientras que en el biol se cuantificará mediante técnicas analíticas su composición en elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, además de su contenido en materia orgánica, carbono y relación carbono/nitrógeno. Los valores cuantitativos derivados de estos análisis permitirán caracterizar adecuadamente las propiedades edáficas y nutricionales relevantes para el desarrollo experimental de campo con el cultivo de papa.

9.3.3. Bibliográfica Documental

Este estudio también se basó en el uso de material bibliográfico y documental, los cuales se utilizaron para proporcionar contexto en el marco teórico y para los hallazgos obtenidos en la investigación.

9.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

9.4.1. Observación de Campo

Esta técnica de investigación facilitó la interacción directa con el cultivo de papa bajo las diferentes dosis de aplicación de biol, lo cual permitió reunir información de campo sobre el efecto de los tratamientos en estudio mediante la medición y registro de variables agronómicas relevantes en las parcelas experimentales. El contacto in situ con el objeto investigado viabilizó la recopilación precisa de los datos asociados a cada nivel de biofertilización.

9.4.2. Registro de datos

Se lo llevo a cabo a través del libro de campo, donde apuntamos los diferentes resultados.

9.4.3. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la investigación se procedieron a la tabulación y análisis estadístico con la ayuda del programa INFOSTAT.

9.4.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas (A x B), obteniendo 3 tratamientos con 3 repeticiones se aplicó las pruebas de Tukey al 5 %; en función de las siguientes variables evaluadas: altura de planta en centímetros, peso en gramos del total de tubérculos, peso en gramos de un tubérculo, grosor de tubérculo en centímetros y rendimiento de tubérculos en gramos. Para el procesamiento de variables que fueron evaluadas, se procedió con una tabla de frecuencias en el cual se ingresó los datos en el software estadístico InfoStat.

9.4.5. Esquema del Adeva

Fuentes de variación (F. V)			Grados de Libertad
Repeticiones	(r-1)	(3-1)	2
Frecuencia	(f-1)	(2-1)	1
Error (A)	(r-1)*(f-1)	(2*1)	2
Dosis	(d-1)	(4-1)	3
Frecuencia*Dosis	(f-1)(d-1)	(1*3)	3
Error (B)	f(r-1)(d-1)	2*(2)*(3)	12
Total	(r*f*d) - 1	(3*4*2) - 1	23

9.4.6. Factores en estudio

Factor A frecuencias

Frecuencia 1 = aplicación de biol cada 8 días.

Frecuencia 2 = aplicación de biol cada 15 días.

Factor B dosis

d0 = Testigo.

d1 = 5 litros de biol + 15 litros de agua.

d2 = 10 litros de biol + 10 litros de agua.

d3 = 15 litros de biol + 5 litros de agua.

9.4.7. Tratamientos

Tabla 1 . Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Código	Descripción

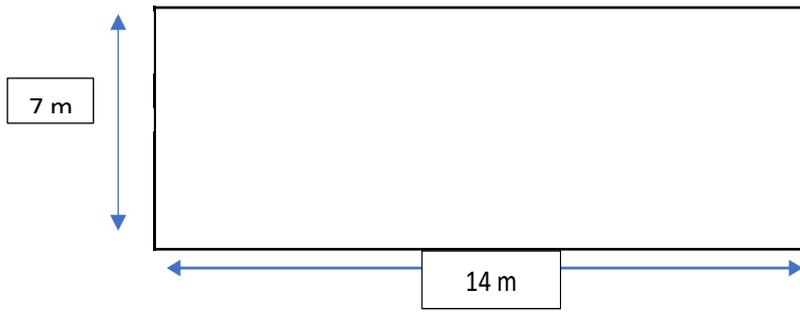
T1	d1f1	5 litros de biol + 15 litros de agua cada 8 días
T2	d2f1	10 litros de biol + 10 litros de agua cada 8 días
T3	d3f1	15 litros de biol + 5 litros de agua cada 8 días
T4	d0f1	Testigo
T5	d1f2	5 litros de biol + 15 litros de agua cada 15 días
T6	d2f2	10 litros de biol + 10 litros de agua cada 15 días
T7	d3f2	15 litros de biol + 5 litros de agua cada 15 días
T8	d0f2	Testigo

9.4.8. Operaciones de variables

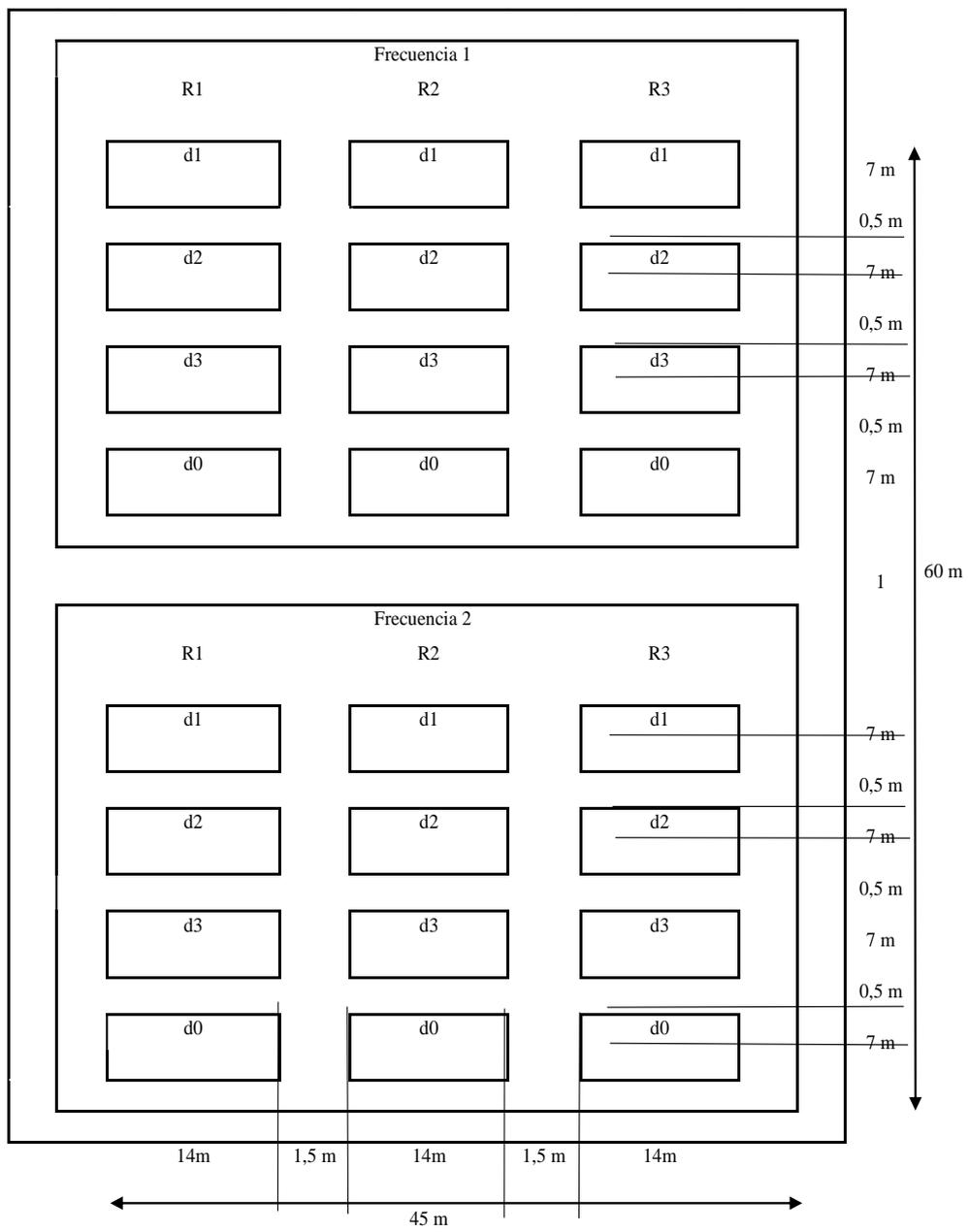
Tabla 2 . Definición de variables e indicadores.

Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Índice
Frecuencia	Dosis	Altura	cm
		Numero de tubérculos	u
		Peso de tubérculo	gr
		Peso de un tubérculo	gr
		Tamaño de tubérculo	cm
Biol	Rendimiento	Análisis químico del biol	ppm-%

9.4.9. Distribución de la parcela experimental y neta



9.4.10. Diseño del ensayo en campo



9.5. Manejo específico del experimento.

9.5.1. Identificación del área de estudio

Para el desarrollo del estudio experimental se delimitó un área de 2500 metros cuadrados localizada en la comunidad La Moya. Esta superficie se parceló como un ensayo de campo siguiendo las siguientes especificaciones: subdividida longitudinalmente con caminos de 1,5 metros de ancho, con unidades experimentales contiguas de 98 m²; cada unidad marcada a la mitad por un pasillo de 1 metro para diferenciar las secciones de medición. Transversalmente, se separaron las unidades experimentales por repetición utilizando caminos de 0,50 metros de ancho, así estableciendo una separación total de 1 m entre repeticiones contiguas.

9.5.2. Siembra

Se efectuó la siembra con la ayuda de mujeres de la asociación “ASPROMOY”, sea realizó el cálculo de semilla según lo recomendado por el INIA para una hectárea, se estimó la cantidad de semilla para nuestra área de 98 metros cuadrados por unidad experimental.

9.5.3. Elaboración del biol

La elaboración del biol se basó en la receta del Manual del Biol realizado por el INIA con los ingredientes necesitados para la fermentación anaeróbica, que se dejó fermentar durante dos meses y medio en un solo tanque.

Labores culturales

9.5.4. Riego

Debido a las condiciones ambientales locales, esta comunidad no contaba con agua de riego. Por lo que en ninguna fase del cultivo se añadió agua.

9.5.5. Deshierba y aporque

La deshierba se realizó manualmente, con azadón a los 55 días de la siembra, para mantener el suelo libre de malezas. El aporque se realizó a los 100 días de la siembra.

9.5.6. Limpieza de alrededores del área y limpieza de caminos

Esta actividad se realizó durante el periodo de crecimiento de la papa, cada 30 días para mantener el experimento en condiciones adecuadas.

9.5.7. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, es decir, con el follaje completamente seco (a los 185 días de la siembra).

Toma de datos

9.5.8. Aplicación del biol como fertilizante

La aplicación se realizó con una bomba de fumiga de 20 litros con dosis iniciales de 25%, 50% y 75% de biol.

El aforo necesario para cada unidad experimental es de 5 litros de solución, necesitando 40 litros de solución por repetición, legando a un total de 120 litros de solución, con 12 aplicaciones cada 15 días y 24 aplicaciones cada 8 días.

9.5.9. Altura de planta

la altura se midió a partir de los 30, 60, 90, 120 días después de la siembra se lo mide desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta en centímetros, se utilizó un flexómetro y los datos se tomaron en centímetros (Zeas, 2010).

9.5.10. Numero de tubérculos

los datos se tomaron al final de la investigación, con un conteo del total de tubérculos de cada parcela neta, de ahí se procedió a sacar el promedio del número de tubérculos/planta y se registró en el libro de campo para su respectivo análisis.

9.5.11. Tamaño de tubérculo

Este parámetro mide el ancho del tubérculo, sin incluir el largo se expresa en centímetros. La evaluación se lo realiza cuando el cultivo ha alcanzado la madurez comercial necesario, se tomaron medidas de 10 unidades experimentales y se procedió a sacar un promedio.

9.5.12. Longitud

La longitud de tubérculo se midió del polo a polo de la papa su medida fue tomada con el flexómetro en unidades de centímetros.

9.5.13. Peso de una papa

se basó en el manual del cultivo de papa en donde se menciona que se elige la mejor de todos los tubérculos de la papa y se procedió a pesar en una balanza digital en unidades de gramos.

9.5.14. Rendimiento

El rendimiento constituyó el peso del total de tubérculos, este valor esta dado en gramos por parcela, y se puede transformar a kg por ha, para calcular el rendimiento se debe pesar en su totalidad la producción de cada unidad experimental, para realizar esta medición el tubérculo debe estar recién extraído y libre de tierra, y se pesó en una balanza digital.

10. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de planta

10.1. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.

Al analizar los datos proporcionados en el Anexo 1 sobre el crecimiento en altura de las plantas a los 30 días, se encontró un rango significativo en las mediciones, lo que refleja la diversidad y dinámica intrínseca en el proceso de crecimiento de las plantas. Los valores oscilaron desde 3.15 hasta 17.9 centímetros con una media general de 10.8.

Tabla 3 . ADEVA Análisis de la varianza para la altura de planta en cm a los 30 días.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	5,09	2	2,55	2,32	0,1405	ns
Frecuencia	1,43	1	1,43	1,3	0,2765	ns
Error (A)	0,62	2	0,31	0,28	0,7595	ns
Dosis	428,64	3	142,88	130,29	0,0001	*
Frecuencia*Dosis	10,38	3	3,46	3,16	0,0645	ns
Error (B)	13,16	12	1,1			
Total	459,32	23				
CV%	9,67					

En la tabla 4 se establecieron diferencias altamente significativas al 5% para dosis (d), y la frecuencia(f), el error (A), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) no presentaron diferencias significativas, su coeficiente de variabilidad es de 9.67% que son valores aceptables para trabajos en campo.

Tabla 4 . Prueba de Tukey al 5 % para frecuencia por dosis en altura de planta en cm a los 30 días.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d1	16,77	A
f2	d1	14,73	A B
f2	d2	13,3	B C
f1	d2	12,5	B C D
f2	d3	10,8	C D
f1	d3	9,97	D
f1	d0	5,07	E
f2	d0	3,52	E

La prueba de significancia de Tukey al 5% para la interacción frecuencia por dosis en altura de planta muestra diferencias mínimas en altura , tiene 7 rangos de significancia tabla 5, la mayor altura de planta a los 30 días es de la frecuencia f1 de la dosis d1 que contiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de altura de 16.77cm, este dato se asemeja a lo planteado por (GUATO, 2016) que indica que la altura vegetativa de planta de papa tiene una media de 18.55 centímetros a los 30 días. Este hallazgo sugiere que la aplicación de abono orgánico en el suelo tiene un impacto positivo en el desarrollo de la planta de papa chaucha después de la siembra, seguido de las frecuencias f1 y f2 con dosis d0 que es el testigo, con una media de 3.52 cm y 5.07cm estas alturas podrían ser explicadas por lo expuesto por (GUATO, 2016) que menciona que sin la aplicación de abono orgánico alcanzó una altura de planta de 8.73 cm, la cual resultó ser significativamente más baja en comparación con el promedio de las alturas obtenidas en los tratamientos alternativos.

10.2. Altura de planta a los 60 días después de la siembra.

los datos proporcionados en el Anexo 2 referentes al crecimiento en altura de las plantas a los 60 días, cada tratamiento oscila desde los 16.7 hasta 31.5 centímetros con una media general de 25.3 cm, el análisis de la varianza de Tukey al 5% de la tabla 6, establecido diferencias significativas para la dosis.

Tabla 5 . ADEVA Análisis de la varianza para la altura de planta en cm a los 60 días

F. V.	SC	gl	CM	F	P-valor	
Repeticiones	11,6	2	5,82	1,06	0,3778	ns
Frecuencia	14,0	1	13,95	2,53	0,1374	ns
Error (A)	8,4	2	4,21	0,76	0,4869	ns
Dosis	288,6	3	96,19	17,46	0,0001	*
Frecuencia*Dosis	36,8	3	12,27	2,23	0,1373	ns
Error (B)	66,1	12	5,51			
Total	425,5	23				
CV%	9,27					

La tabla 6 nos proporciona datos, en donde, se establecieron diferencias no significativas para frecuencia(f), el error (A), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y altamente significativas para las dosis (d), su coeficiente de variabilidad es de 9.27 % cuya magnitud es aceptable para validar los resultados.

Tabla 6 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en la variable altura de planta en cm a los 60 días.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d1	30,63	A
f2	d1	28,6	A B
f2	d2	27,3	A B
f1	d2	26,83	A B
f2	d3	24,8	A B
f1	d3	23,97	A B C
f1	d0	22,93	B C
f2	d0	17,57	C

La prueba de significancia de Tukey al 5% para la interacción frecuencia por dosis en altura de planta, tiene 5 rangos de significancia tabla 7, la mayor altura de planta a los 60 días es de la frecuencia f1 de la dosis d1 que contiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de altura de 30.63 cm, este dato se asemejan a lo investigado por (Zeas, 2010) que indica que la altura de planta tiene una media de 40 centímetros a los 60 días.

Este hallazgo sugiere que el tratamiento T2 (10% biol), la aplicación de biol orgánico en el follaje tiene un impacto positivo en el desarrollo de la planta de papa **CANCHAN** después de la siembra, a continuación, la frecuencia f2 con una dosis d0 que está compuesta por el testigo con una altura de 17.57 cm. Estas alturas podrían ser explicada con palabras de (Zúñiga, 2020) que menciona que sin la aplicación de biol orgánico alcanzó una altura de planta de 20.1cm, la cual resultó ser significativamente más baja en comparación con el promedio de las alturas obtenidas en los tratamientos alternativos.

10.3. Altura de planta a los 90 días después de la siembra.

De acuerdo al Anexo 3 referentes al crecimiento en altura de las plantas a los 90 días, cada tratamiento tiene una altura promedio de 18.7 hasta 33.5 centímetros con una media general de 26.8 cm, el análisis de la varianza de Tukey al 5% de la tabla 8 , establecido diferencias significativas para la dosis.

Tabla 7 . ADEVA Análisis de la varianza para la altura de planta en cm a los 90 días

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	5,1	2	2,57	2,11	0,1644	ns
Frecuencia	2,9	1	2,87	2,35	0,1511	ns
Error (A)	0,1	2	0,05	0,04	0,9626	ns
Dosis	410,5	3	136,84	112,09	0,0001	*
Frecuencia*Dosis	10,1	3	3,35	2,75	0,089	ns
Error (B)	14,7	12	1,22			
Total	443,3	23				
CV%	4,12					

En la tabla 8 nos proporciona datos, en donde, se establecieron diferencias no significativas para frecuencia(f), el error (A), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y altamente significativas para las dosis (d), su coeficiente de variabilidad es de 4.12 % cuya magnitud es aceptable para validar los resultados en campo.

Tabla 8 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en la variable altura de planta en cm a los 90 días.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d1	32,63	A
f2	d1	30,37	A B
f2	d2	29,3	B C
f1	d2	28,83	B C D
f2	d3	26,67	C D
f1	d3	25,97	D
f1	d0	21,23	E
f2	d0	19,57	E

La prueba de significancia de Tukey al 5% para la interacción frecuencia por dosis en altura de planta, tiene 7 rangos de significancia (tabla 9), la mayor altura de planta a los 90 días es de la frecuencia f1 de la dosis d1 que contiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de altura de 32.63 cm, este dato semejantes a lo investigado por (GUATO, 2016) La planta con mayor altura son aquellos que recibieron la aplicación del biol de ovino (B1), ubicado en el primer rango con un promedio de 34,67cm a los 90 días después de la siembra, a continuación, la frecuencia f1 y f2 con una dosis d0 que está compuesta por el testigo con una altura de 19.57 cm. estas alturas puede ser explicada por la investigación realizada por (GUATO, 2016) que menciona que sin la aplicación de abonos completos orgánico alcanzó una altura de planta de 29.93 cm, la cual resultó ser significativamente más baja en comparación con el promedio de las alturas obtenidas en los tratamientos alternativos.

10.4. Altura de planta a los 120 días después de la siembra.

Al analizar los datos proporcionados en el Anexo 4 sobre el crecimiento en altura de las plantas a los 120 días, se encontró un rango significativo en las mediciones, lo que refleja la diversidad y dinámica intrínseca en el proceso de crecimiento de las plantas. Los valores oscilaron desde 18.85 hasta 29.1 centímetros con una media general de 23.2.

Tabla 9 . ADEVA Análisis de la varianza para la altura de planta en cm a los 120 días.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	43,9	2	21,96	2,61	0,5965	ns
Frecuencia	0	1	0	0	0,114	ns
Error (A)	3,8	2	1,91	0,23	0,8005	ns
Dosis	29,6	3	9,87	1,17	0,3603	Ns
Frecuencia*Dosis	2,0	3	0,68	0,08	0,9691	Ns
Error (B)	100,9	12	8,41			
Total	180,3	23				
CV%	12,52					

En la tabla 10 nos proporciona datos, en donde, se establecieron diferencias no significativas para frecuencia(f), el error (A), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y las dosis (d), su coeficiente de variabilidad es de 12.52 % cuya magnitud es aceptable para validar los resultados en campo.

Tabla 10 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en la variable altura de planta en cm a los 120 días.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f2	d1	25,27	A
f1	d1	24,33	A
f1	d2	23,68	A
f2	d2	23,38	A
f1	d0	22,38	A
f2	d0	22,38	A
f1	d3	22,25	A
f2	d3	21,62	A

La prueba de significancia de Tukey al 5% para la interacción frecuencia por dosis en altura de planta, tiene 1 rangos de significancia (tabla 11), la mayor altura de planta a los 120 días es de la frecuencia f2 de la dosis d1 que contiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de altura de 25.27 cm, estos valores se asemejan a lo investigado por (Murillo et al., 2015) Se observan diferencias para los abonos y variedades respectivamente, donde los abonos orgánicos de forma general tuvieron un mejor

comportamiento, alcanzando mayor altura (30.52 cm) al utilizar estiércol bovino, La altura promedio de la variedad Libertad a los 120 días fue de 40.45 cm y para los abonos el estiércol bovino con 42.56 cm.

10.5. Numero de tubérculos

Tabla 12 muestra el ADEVA para el numero de tubérculos por planta, con medias que van desde 4 a 12.6 por planta, se realizó el análisis estadístico de la varianza tabla 12, no se establecieron diferencias estadísticas significativa para frecuencia(f), el error (A), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y las dosis (d), con un coeficiente de variabilidad de 22.76% y con una media general 7.97.

Tabla 11 . ADEVA Análisis de la varianza para el numero de tubérculos/planta.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	10,8	2	5,38	1,63	0,2355	Ns
Frecuencia	1	1	0,73	0	0,6448	Ns
Error (A)	21,5	2	10,74	3,27	0,0737	Ns
Dosis	5,6	3	1,88	0,57	0,6444	Ns
Frecuencia*Dosis	16,9	3	5,65	1,72	0,2165	Ns
Error (B)	39,5	12	3,29			
Total	95,0	23				
CV%	22,76					

En la tabla 12 no se encontraron diferencias significativas para repeticiones(r), frecuencia (f), error (A), dosis (d) y la interacción (f*d), con un coeficiente de variabilidad de 22.76% que son aceptables para trabajo en campo.

Tabla 12 . Prueba de Tukey al 5 % para dosis en la variable número de tubérculos/planta.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d0	9,63	A
f1	d3	8,73	A
f2	d1	8,6	A
f2	d3	8,27	A
f1	d2	7,83	A
f2	d0	7,17	A
f2	d2	7,13	A

f1	d1	6,37	A
----	----	------	---

En la valoración del número de tubérculos/planta a la cosecha, la prueba de Tukey al 5% de la varianza arroja un solo rango de significativos tabla 13, donde el mayor rango de significancia tiene la frecuencia f1 dosis d0 que consta del testigo con un número de tubérculos de 9.63 unidades. A pesar de que el cultivo de papa tiene un alto potencial de rendimiento en la región altiplánica del Perú, el promedio de producción registrado es bajo (11,70 t/ha) en comparación al promedio de otros departamentos del país (La Libertad, Lima, Ica, Arequipa, Amazonas, Piura, Moquegua, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho y Tacna) que alcanzan 17,41 t/ha. Asimismo, estos niveles de productividad son considerablemente menores a los registrados en países productores como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Nueva Zelanda, Francia, Países Bajos y Bélgica, con un promedio de 42,87 t/ha (INIA, 2020).

Según los estudios, el principal factor limitante de la productividad del cultivo de papa es la variabilidad climática propia de la región andina, caracterizada por temporadas de lluvia tardías, escasas e irregulares, sequías prolongadas con días de alta temperatura que marchitan las plantas, y frecuentes descensos de la temperatura inferiores a 5°C que ocasionan daños en un 80% de la superficie foliar del cultivo (INIA, 2020).

La temperatura del suelo óptima para el desarrollo adecuado de los tubérculos de papa oscila entre 10 y 16 °C durante la noche, y entre 16 y 22 °C durante el día. Cuando la variación de estas temperaturas cae por debajo de los rangos mencionados, se observa un impacto negativo en el crecimiento y en el proceso de formación de tubérculos de la papa (INTAGRI, 2017).

Las bajas temperaturas edáficas durante el periodo vegetativo del cultivo de papa limitan el crecimiento y expansión del sistema radical, así como la absorción de nutrientes, especialmente del fósforo. Por el contrario, las altas temperaturas ambientales aceleran el ciclo ontogénico de las plantas y su envejecimiento prematuro, efecto más notorio en variedades de ciclo corto. Por consiguiente, tanto el frío del suelo como el calor excesivo en la parte aérea restringen el normal desarrollo de las plantas y con ello el potencial rendimiento del cultivo de papa (INTAGRI, 2017).

Las fuertes lluvias y granizadas en la región ocasionan una rápida erosión hídrica del suelo, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. Esta pérdida de suelo

conlleva una disminución de la fertilidad edáfica. Por otro lado, en terrenos planos o pampas son frecuentes los problemas de inundaciones que perjudican el normal crecimiento del cultivo de papa. Cuando los periodos de inundación se prolongan, inducen la senescencia prematura del follaje de las plantas. En consecuencia, tanto la erosión como el encharcamiento del suelo por efectos del exceso de precipitaciones pluviales representan problemas para el óptimo desarrollo productivo del cultivo de papa en la región andina (INIA, 2020).

La inclinación del terreno guarda una estrecha relación con la capacidad de retención y captación de agua, así como con la profundidad del suelo y la accesibilidad para la maquinaria agrícola. Para asegurar una productividad óptima del cultivo, se aconseja mantener una pendiente que oscile entre el 0.0 % y el 4.0 %. Pendientes superiores al 4.1 % pueden dar lugar a una reducción en la producción de tubérculos. Una estrategia efectiva para gestionar pendientes pronunciadas implica la implementación de surcos en curvas a nivel o la creación de terrazas (INTAGRI, 2017).

Los suelos que presentan características salinas, alcalinas o una compactación excesiva pueden ocasionar desafíos en el desarrollo y rendimiento de los cultivos de papa. Se aconseja contar con suelos que exhiban una densidad aparente de al menos 1.20 g/cm³, un contenido de materia orgánica superior al 3.5 % y una conductividad eléctrica inferior a 4 dS/m (INTAGRI, 2017).

La altitud puede variar, pues el cultivo se desarrolla bien desde alturas mínimas de 460 hasta los 3,000 msnm, pero la altitud ideal para un buen desarrollo se encuentra desde los 1,500 a 2,500 msnm, claro está que bajo estas condiciones se da la mejor producción de la papa (INTAGRI, 2017).

El agua es un recurso crucial para el cultivo de papa, y su cantidad requerida varía entre 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, según las condiciones de temperatura, el almacenamiento de agua en el suelo y la variedad cultivada. Durante las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, se necesita una mayor cantidad de agua, por lo que se recomienda realizar riegos adicionales en los momentos críticos del cultivo, especialmente cuando no hay precipitaciones. Por otro lado, las etapas finales del desarrollo de la papa requieren de menor cantidad de agua (INTAGRI, 2017).

Después de la fase de emergencia del tubérculo, la papa necesita abundante luz, dado que la luminosidad impacta directamente en los procesos fotosintéticos y activa diversas

reacciones secundarias, en las que intervienen el agua y el CO₂. Estos compuestos ayudan a la síntesis de los diferentes tipos de azúcares, que forman parte de los tubérculos. La cantidad de luz necesaria varía según la temperatura y la variedad cultivada, siendo óptimo para la producción de papa que las plantas reciban entre 8 y 16 horas de luminosidad diarias, con una intensidad lumínica de 20,000 a 50,000 lux. Asimismo, la cantidad de luz es un factor crucial durante el proceso de tuberización de la papa y su ciclo vegetativo. Los días cortos favorecen el inicio de la producción de tubérculos y acortan el ciclo vegetativo, mientras que los días largos tienen el efecto opuesto (INTAGRI, 2017).

Los vientos tienen que ser moderados, con velocidades no mayores a 20 km/h, ya que las plantas de papa pueden sufrir daños y reducciones en su rendimiento (INTAGRI, 2017).

La presencia de plagas insectiles como el gorgojo andino (*Premnotrypes* spp.) representa otro factor limitante para la papa en la región. Tanto los insectos adultos como sus larvas causan daños considerables al follaje y tubérculos del cultivo. Asimismo, enfermedades fungosas altamente perjudiciales como la verruga (*Synchytrium endobioticum*) y roña (*Spongospora subterranea*) afectan fuertemente la productividad del cultivo. La incidencia combinada de estas plagas y enfermedades en un contexto de variabilidad climática hace que el cultivo de papa en los Andes sea una actividad agrícola de alto riesgo y baja rentabilidad.

10.6. Tamaño de tubérculos

De acuerdo al análisis de la varianza tabla 14, el coeficiente de variación es 4.31% con una media de 2.91 centímetros, existen diferencias altamente significativas al 5% en el Error (A), mientras tanto no hay valores significantes para frecuencia(f), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y la dosis (d).

(Núñez, 2017) al utilizar bono orgánico a base de estiércol de ganado bobino el tamaño del tubérculo fue de 6.23 centímetros mejorando el tamaño del tubérculo respecto a las enmiendas químicas.

Tabla 13 . ADEVA tamaño de tubérculo en centímetros .

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	0,03	2	0,02	0,95	0,4356	ns
Frecuencia	$2,4 \cdot 10^{-3}$	1	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,15	0,703	ns
Error (A)	0,35	2	0,18	11,05	0,0018	*
Dosis	0,02	3	0,01	0,42	0,7012	ns
Frecuencia*Dosis	0,05	3	0,02	1,05	0,4364	ns
Error (B)	0,19	12	0,02			
Total	0,64	23				
CV%	4,31					

Tabla 14 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en tamaño de tubérculo.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d1	2,98	A
f2	d2	2,95	A
f2	d0	2,94	A
f1	d3	2,92	A
f1	d0	2,92	A
f2	d1	2,92	A
f2	d3	2,89	A
f1	d2	2,79	A

Al realizarla prueba de Tukey al 5% tabla 15 para la interacción frecuencia por dosis en el tamaño del tubérculo, se observó un rango de significancia, la frecuencia 1 con la dosis d1 que tiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de tamaño de tubérculo de 2.98 cm. De acuerdo con (Núñez, 2017) el rango (a) lo tuvo el tratamiento B1D3 (Biol 1+dosis al 30%) con una media de 6,23 cm, estos resultados se hayan mostrado como mencionamos anteriormente por las diferentes formulaciones que cada uno de los bioles tenía y que son demostrados los minerales que estos poseían según el análisis de laboratorio, es por tanto que se asume su variación de resultados en los diferentes tratamientos, siendo el mejor B1D3 con 17 t/ha y los demás valores tienen diferencias mínimas en el tamaño de tubérculo.

10.7. Longitud de tubérculo

Tabla 15 . ADEVA para longitud de tubérculo en cm.

F. V.	SC	gl	CM	F	P-valor	
Repeticiones	0,17	2	0,09	2,37	0,1318	ns
Frecuencia	0,16	1	0,16	4,47	0,0574	ns
Error (A)	0,71	2	0,36	9,91	0,0028	*
Dosis	0,1	3	0,03	0,93	0,4416	ns
Frecuencia*Dosis	0,07	3	0,02	0,65	0,6077	ns
Error (B)	0,43	12	0,04			
Total	0,64	23				
CV%	5,15					

De acuerdo con el análisis de la varianza de la tabla 16. Se observaron datos altamente significativos para el Error (A) y para la frecuencia(f), la interacción dosis*frecuencia, el error (B) y la dosis (d) no son altamente significativos, con un coeficiente de variación de 5.15% y una media general 11.49 y su longitud va desde 3.23 hasta los 4.13 centímetros.

Tabla 16 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en longitud de tubérculo en cm.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f2	d2	3,88	A
f2	d0	3,75	A
f2	d3	3,74	A
f1	d2	3,65	A
f1	d1	3,6	A
f2	d1	3,58	A
f1	d3	3,56	A
f1	d0	3,5	A

Con la prueba de Tukey al 5% tabla 17 para la interacción frecuencia por dosis en el tamaño del tubérculo, se observó un rango significativo, siendo el mejor el de la frecuencia f2 y dosis d2 que tiene 10 litros de biol más 10 litros de agua a una longitud de 3.88 cm. De acuerdo con la investigación de (Núñez, 2017) donde la formulación 1 se ubica en el primer lugar con el rango de significancia a y con una media de 10,43 cm, la presencia de nutrientes absorbidos y asimilados por la planta en la tuberización de la

aplicación del biol como fertilizante orgánico. El cultivo es exigente de K y Ca, cationes que pueden ser fácilmente dotados desde fuentes orgánicas que deben producirse en función de esos elementos nutricionales para la elongación de tubérculos, los demás valores tienen diferencias mínimas de significancia en su longitud de tubérculo.

10.8. Peso de una papa en gramos

Tabla 17 . ADEVA para peso de un tuberculomen gramos de tubérculos.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	2097,92	2	1048,96	1,99	0,1788 ns
Frecuencia	919,59	1	919,59	1,75	0,2108 ns
Error (A)	559,59	2	279,8	0,53	0,6008 ns
Dosis	523,54	3	174,51	0,33	0,8027 ns
Frecuencia*Dosis	1467,1	3	489,03	0,93	0,4564 ns
Error (B)	6314,14	12	526,18		
Total	11881,88	23			
CV%	5,15				

De acuerdo con la tabla 18 del análisis de la varianza se encontraron diferencias no significativas en el Error (A), la interacción frecuencia por dosis (f*d), el coeficiente de variación es de 17.17% que son aceptables para trabajo en campo.

Tabla 18 . Prueba de Tukey al 5% del peso de una papa en gramos.

Frecuencia	Dosis	Medias	Rangos
f1	d1	163,97	A
f1	d0	151,08	A B
f1	d2	149,7	A B
f2	d3	141,22	A B
f2	d0	138,87	A B
f2	d2	132,83	A B
f2	d1	131,97	A B
f1	d3	129,67	A B

Al realizarla prueba de Tukey al 5% tabla 18 para la interacción frecuencia por dosis en el peso total de tubérculos, se observó 2 rangos de significancia, la frecuencia 1 con la dosis d1 que tiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de peso de tubérculo de 9.63. De acuerdo con(GUATO, 2016) menciona que al evaluar tres tecnologías para la producción de papas nativas los tratamientos tuvieron valores más altos para las tecnologías 2 y 3 con una peso de 250 gramos, mientras que para la tecnología 1 se observa los valores más bajos en las dos variedades en estudio, pudiendo atribuir estas diferencias al manejo mismo que propone tanto la tecnología 2 como la tecnología 3 que integra un manejo adecuado al cultivo poniendo a la disponibilidad de la planta una buena nutrición en base a la utilización de MO, y en último lugar tenemos a la frecuencia f1 y dosis d3 que contiene 15 litros de biol y 5 litros de agua con una media de 129.67 gramos. Este hallazgo hace referencia a lo dicho en la investigación de (GUATO, 2016) mientras que los valores más bajos fueron para la tecnología 1 en la cual no se aplicó la materia orgánica.

10.9. Rendimiento en kg/Ha

Tabla 19 . ADEVA para la variable rendimiento.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	209794,8	2	104897,4	1,99359212	0,1788	ns
Frecuencia	91953,69	1	91953,69	1,74759481	0,2108	ns
Error (A)	55957,95	2	27978,975	0,53174496	0,6008	ns
Dosis	52354,85	3	17451,6167	0,33167081	0,8027	ns
Frecuencia*Dosis	146703,06	3	48901,02	0,92937183	0,4564	ns
Error (B)	631407,39	12	52617,2825			
Total	1188171,75	23				
CV%	16,11					

Los datos de análisis de la varianza de la tabla 19. Se observaron datos no significativos para el Error (A) y para la frecuencia(f), la interacción dosis*frecuencia y el error (B) y la dosis (d) no son altamente significativos, con un coeficiente de variación de 16.1%.

Tabla 20 . Prueba de Tukey al 5 % para la interacción frecuencia por dosis en rendimiento de tubérculo.

Frecuencia	Dosis	Medias	rangos
f1	d1	1639,67	A
f1	d0	1510,74	A
f1	d2	1497	A
f2	d3	1412,22	A
f2	d0	1388,67	A
f2	d2	1328,33	A
f2	d1	1319,67	A
f1	d3	1296,67	A

Al realizarla prueba de Tukey al 5% tabla 20 para la interacción frecuencia por dosis en el peso total de tubérculos, se observó 1 rangos de significancia, estos valores se transformarán a kg/ha, la frecuencia 1 con la dosis d1 que tiene 5 litros de biol y 15 litros de agua con una media de rendimiento de 167,31kg/ha. De acuerdo con (Quispe, 2019) Esto debido que el biol de bovino y tiene mayor cantidad de fosforo, que es el promotor y asimilador de nutrientes, el biol de gallinaza, el té de estiércol de ovino tiene mayor concentración de nitrógeno en solución líquida. Porque la aplicación de biofertilizantes foliar hubo efecto respecto a su aporte de macronutrientes tabla 20.(Khuno, 2015) reporto que hubo mayor rendimiento con aplicación de biol de bovino de 28,5 tn/ha. Marino (2010) indica que el rendimiento de papa con la aplicación de biol de gallina se obtuvo 10.63 tn/ha, seguido del biol de vacuno con un 7.35 tn/ha, y el testigo con un rendimiento de 6.88 tn/ha Según (Laruta, 2014) el rendimiento de papa en promedio es de 41,05 tn/ha, estos resultados son atribuidos a la aplicación del fosfato diamónico (18-46-00) y estiércol de bovino en el momento de la siembra y a la aplicación en el momento del aporque, todas estas como fertilización básica de la investigación.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Equipos				
Arado	U	1	40	40
Rastra	U	2	10	20
Transporte y salida de campo				
Transporte	U	24	1,8	43,2
Materiales y suministros				
Estacas	U	300	0,05	15
Piola	U	6	3,5	21
Letreros	U	20	2,5	50
Balanza	U	1	10	10
Flexómetro	U	1	5,5	5,5
Fundas plásticas	U	450	0,02	9
Rotuladores	U	10	1,5	15
Análisis laboratorio				
Análisis de suelo	U	1	37,8	37,8
Análisis de Biol	U	1	37,8	37,8
Insumos Agrícolas				
Biol	u	30	15	450
Semilla de papa	u	7	30	210
Material Bibliográfico y fotocopias.				
Internet	horas	30	0,6	18
Impresiones	U	300	0,05	15
Total				997,3

Tabla 21 . Costo de producción por tratamiento

En la tabla 21 se detalla es costo de cada tratamiento, em donde el mayor costo de producción está en el tratamiento T3 y T7 que tiene 15 litros de biol + 5 litros de agua cada 8 y 15 días con precio de 7653\$ y el que tiene menos precio es el tratamiento T1 y T5 con un precio de 3826.5 dólares.

T	Descripción	Semilla Kg	Costo semilla qq	costo biol	Total 98 m2 \$	Total, Ha \$
T1	5 litros de biol + 15 litros de agua cada 8 días	75	18	0,5	37,5	3826,5

T2	10 litros de biol + 10 litros de agua cada 8 días	75	18	0,6	45	4591,8
T3	15 litros de biol + 5 litros de agua cada 8 días	75	18	1	75	7653
T4	Testigo	75	18	0	0	0
T5	5 litros de biol + 15 litros de agua cada 15 días	75	18	0,5	37,5	3826,5
T6	10 litros de biol + 10 litros de agua cada 15 días	75	18	0,6	45	4591,8
T7	15 litros de biol + 5 litros de agua cada 15 días	75	18	1	75	7653
T8	Testigo	75	18	0	0	0

Presupuesto del proyecto

En la tabla se detallan los costos aproximados necesarios de la ejecución de la investigación.

Presupuesto para las elaboraciones del proyecto				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. unitario \$	Valor total \$
Equipos				
Arado	U	1	30	30
Rastra	U	1	20	20
Transporte y salida de campo				
Transporte	U	10	2,5	25

Materiales y suministros				
Estacas	U	200	0,01	2
Piola	U	3	1,5	4,5
Letreros	U	12	1	12
Balanza	U	1	5	5
Flexómetro	U	1	5	5
Fundas plasticas	U	100	0,015	1,5
Analisis laboratorio				
Analisis de suelo inicial	U	1	46,45	46,45
Analisis de Biol	U	1	38,7	38,7
Insumos Agricolas				
Biol	U	1	20	20
Semilla	U	9	18	162
Material Bibliográfico y fotocopias.				
Internet	Hora	20	10	10
Impresiones	U	200	25	25
Sub Total				407,2
12%				48,9
TOTAL				456,0

Análisis del biol

Tabla 22 . Análisis de biol en los laboratorios del INIAP

Elemento	ppm
Fe	310
N	56,87
P	44,58
S	10,23
Cu	6,4
Mn	4,6
Zn	2,1
B	0,22
Elemento	meq/100g

Ca	10,01
Mg	1,43
K	0,34

En la tabla 23. Se observa los resultados del análisis químico del biol realizado en el INIAP en los laboratorios de suelos, según el informe 23-1907, el Fe es el más abundante con 310 ppm, seguido del N, P, S, Cu, Mn, Zn y B, de acuerdo a los resultados el He es esencial para la formación de clorofila y esta involucrado en la transferencia de energía y la respiración, previene la clorosis en las hojas (Toledo, 2020), que son elementos primordiales para la planta, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En el grupo secundario están el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). También hay que considerar los micronutrientes como boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn) (Sandra, 2023).

11. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Impacto social

La aplicación del extracto de algas marinas es una alternativa sustentable que se puede aplicar en todo el ciclo del cultivo sin afectar los costos de producción al mantener sus efectos por más tiempo en la planta y aumentando su producción, por ende, más productores locales pueden empezar a producir arándanos con costos menores y teniendo rendimientos muy buenos. Además de dar un valor agregado de forma orgánica

11.2. Impacto Ambiental

Al utilizar el extracto de algas marinas se limpian las playas de una acumulación excesiva de algas, disminuyendo el impacto ambiental. Además de evitar el uso excesivo de fertilizantes sintéticos y químicos que contaminan las cuencas hídricas y también genera mayor alcalinidad en los suelos.

11.3. Impacto Económico

Las plantas de arándano requieren de una fertilización alta y constante debido al medio de cultivo que se utiliza, por eso la aplicación del extracto potencializa el desarrollo de las plantas y por ende hay más producción, disminuyendo los costos de producción ya que los bioestimulantes tienen un efecto mayor a lo largo del tiempo.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La aplicación de biol en la producción de papa influye en el cultivo, especialmente en variables agronómicas como la altura de las plantas, número, longitud de tubérculos, peso de un tubérculo y el rendimiento, siendo la dosis adecuada al 25%, equivalente a 5 litros de biofertilizante y 15 litros de agua por aplicación cada 8 días que tiene una altura de 25.27 cm en 120 días y un rendimiento de 167.31 kg/ha.
- En los resultados químicos del biol arroja que los porcentajes de nitrógeno en estiércol bobino son altos con un porcentaje en concentración de 0.06 % en peso por volumen que es un porcentaje adecuado para la formación de la parte aérea de la planta
- En conclusión el biol aporta un porcentaje alto de materia orgánica al 1.46% del peso en volumen de la solución, impidiendo el ataque de gusanos en la papa que pueden llegar a bajar el rendimiento y el número de tubérculos
- En rendimiento el tratamiento de 25% de biol alcanzó 167,31 kg/ha, siendo superior al testigo, pero sin diferencias estadísticas. Esto indica que el biol en esta dosis incrementa sustancialmente el rendimiento del cultivo de papa variedad Súper Chola.

Recomendaciones

- Se recomienda no sembrar en pendientes pronunciadas ya que en la zona el viento alcanza una velocidad de 10 m/s que puede llegar a causar encamado y quemazón excesiva de las hojas y afectar los procesos fotosintéticos que pueden causar mal formaciones en los tubérculos.
- Se recomienda sembrar en lugares donde la variación de temperatura este entre 15°C a 18°C ya que esta temperatura favorece a la correcta formación de tubérculos.
- Se recomienda no sembrar cerca de volcanes activos o que tengan variabilidad climática ya que puede llegar a congelar nuestro suelo y afecta a la formación de la papa.
- Se recomienda probar nuevas mezclas de biol como biol más roca fosfórica, biol más gallinaza y biol más excretas de cerdo y nuevas frecuencias como cada 5 días o 7 días para seguir evaluando los efectos en las variables número de tubérculos, peso de un tubérculo y el rendimiento.
- Se recomienda usar biol en la etapa vegetativa del cultivo que va desde los

ceros días hasta el día 160 en su máxima producción de follaje.

- Se recomienda no sembrar en pendientes pronunciadas ya que en la zona el viento alcanza una velocidad de 10 m/s que puede llegar a causar encamado y quemazón excesiva de las hojas y afectar los procesos fotosintéticos que pueden causar mal formaciones en los tubérculos.

13. Bibliografía

- Agropedia, E. (2021, mayo 24). *Bioles: Conoce qué son, tipos y uso en agricultura vertical*.
 Agrotendencia.tv. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/fertilizantes-y-abonos/bioles-en-agricultura-vertical/>
- Albornoz, G., & Ortuno, C. (1968). «*Santa Catalina*»: *Una variedad de papa para el centro de la Sierra ecuatoriana*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/164>
- Ambiente, R. I. de M. (2018). *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* (América Latina) [Artículo]. Sara Yaima Ulloa Bonilla. <https://www.ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista>
- Araujo, M. A., Cartagena, Y. E., Castillo, C. I., Cuesta, H. X., Monteros, J. C., Paula Caicedo, N. R., Racines Jaramillo, M. R., Rivadeneira Ruales, J. E., Velásquez Carrera, J. S., León Ruíz, J. E., Panchi Umaginga, N. G., & Andrade Piedra, J. L. (2021). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 3ra. Edición*. Quito, EC: INIAP-EESC, 2021.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>
- Arenas, E. V. (2023, marzo 9). *Definicion de biol*. Cuadro Comparativo. <https://cuadros-comparativos.com/definicion-de-biol/>
- Arias, J. C., Aguilar, S., Castro, V., Granda, C. J., Jiménez, K., Quimi, J., & Socola, J. (2019). *Informe bibliografico papa—UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS - Studocu*.
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-de-machala/biologia/informe-bibliografico-papa/10822719>
- Bautista Haro, A. P. (2015). “*EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE CUATRO TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS, EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PAPA Solanum tuberosum, VARIEDAD CHOLA, EN SAN AGUSTIN, PARROQUIA PINTAG, CANTON QUITO, PROVINCIA PICHINCHA*”.

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17323/1/TESIS%20PAPA%20PAPATHY%201.pdf>

Benitez, L., & Acosta, M. (2007). *Mlaformaciones congenitas asociadas a agrotoxina*.

<http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v48n3/a13.pdf>

biobolsa, sistema. (2023). *SISTEMA BIOBOLSA s.f. Manual del BIOL.pdf*.

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf

Cachipueno Alvear, W. A. (2019). *T-UCE-0004-CAG-061.pdf*.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17656/1/T-UCE-0004-CAG-061.pdf>

Cadena, V. H. (2016). *Hablemos de riego* (2. ed). CONGOPE.

CIP. (2023). *Labores de siembra – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/17/labores-de-siembra/>

CORFO, CVTA, & INIA. (2003). *Identificación de las principales enfermedades que acectan al follaje del cultivo de papa*.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4202/Informativo%20INIA%20NC2%B0%2027a?sequence=1&isAllowed=y>

Crespo, C. (2021, septiembre 29). Elaboración y usos del BIOL un abono natural en la agricultura sostenible. *PortalFruticola.com*.

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/09/29/elaboracion-y-usos-del-biol-un-abono-natural-en-la-agricultura-sostenible/>

Curso Internacional de Drenaje Agrícola & Wageningen. (1977). *PRINCIPIOS Y APLICACIONES DEL DRENAJE*. <https://edepot.wur.nl/331422>

Edifarm. (2023). *PAPA*. https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf

Egúsquiza, B. R. (2000). *La papa: Producción, transformación y comercialización*. International Potato Center.

Espín Ninasunta, M. T. (2018). *PC-000434.pdf*.

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8507/1/PC-000434.pdf>

EstoEsAgricultura. (2023). *Cómo Hacer Biol [Abono Foliar 100% Orgánico]* . esto es

agricultura. <https://estoesagricultura.com/como-hacer-biol/>

FAO. (1996). *Producción de alimentos e impacto ambiental t11-s.htm*.

<https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s11.htm>

FAO. (2018). *FAO - Noticias: Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del*

planeta. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>

FAO. (2023). *Los fertilizantes y su uso*.

GOBIERNO DE MEXICO, S. de I. A. y. (2017). *El aporque: Labor cultural para una buena cosecha*.

gob.mx. <http://www.gob.mx/siap/articulos/el-aporque-labor-cultural-para-una-buena-cosecha?idiom=es>

Guanopatin Chicaiza, M. R. G. (2012). *APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA*.

https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

GUATO, S. E. (2016). *INFLUENCIA DE TRES ABONOS ORGÁNICOS TIPO BIOL EN LA POBLACIÓN DE PULGUILLA EN PAPA (Solanum tuberosum) VARIEDAD PUCA SHUNGO*.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25100>

HYDRO, E. (2023). *Guía: De Cultivo de papa: .: Hydro Environment .: Hidroponia en Mexico*.

https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=353

INIA. (2020). *MANUAL TÉCNICO - MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PAPA.pdf*.

<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1146/1/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-%20MANEJO%20INTEGRADO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PAPA.pdf>

INIAP, Torres, L., Montesdeoca, M., Andrade-Piedra, J., & CIP. (2011). *Manejo del tubérculo-semilla – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*.

<https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-del-tuberculo-semilla/>

Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, Lorena. (2023). *NR36476.pdf*.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

INTAGRI. (2017). *Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa | Intagri S.C.*

<https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>

intagri, Fertilab, & proain. (2001, 2023). *El riego, la Importancia de su Programación y los Parámetros de Humedad en el Suelo | Intagri S.C.*

<https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/El-riego-la-importancia-de-su-programacion-y-los-parametros-de-humedad-en-el-suelo>

Khuno, B. (2015). *Efecto del biol y abonofol en la tolerancia a heladas para la producción de semilla de papa (Solanum tuberosum) en la Estación Experimental de Choquenaira* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5626>

Laruta, F. (2014). *Efecto de la aplicación de diferentes niveles de hierro y zinc al suelo en dos variedades de papa (Solanum ssp), en el municipio de Taraco, provincia Ingavi del departamento de la Paz* [Thesis].

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/4223>

Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., Haro, F., Rivadeneira Ruales, J. E., Monteros J., C., & Cuesta Subía, H. X. (2016). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador.*

<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748>

Medina V., A., Quipuzco U., L., & Juscamaita M., J. (2015). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA GENERACIÓN DE ESTIÉRCOL DE OVINO PRODUCIDO A TRAVÉS DE BIODIGESTORES. *Anales Científicos*, 76(1), 116. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>

Mora, F. C., Moran, E. H., Litardo, R. M., & Hidalgo, E. O. (2022). *El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro.* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7724758>

Muñoz, F., & Cruz, L. (1984). *Iniapscm5.pdf*.

<https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/807/4/iniapscm5.pdf>

Murillo, R. L., Cunuhay, K. E., Trávez, R. T., Méndez, C. U., Coronel, A. E., & Albornoz, A. B.

(2015). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*.

Nederagro. (2019). *Desinfección de la semilla de papa | Nederagro S. A.*

<https://nederagro.com/desinfeccion-de-la-semilla-de-papa/>

Núñez, M. A. G. (2017). *EVALUACIÓN DEL USO DE TRES FORMULACIONES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD CECILIA*”.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26395/1/Tesis-176%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20522.pdf>

ONDARURAL. (2023). *Manual: Producción orgánica de la papa | Ondarural*.

<https://ondarural.org/manual-produccion-organica-de-la-papa>

ONU. (2022). *Evaluación mundial de la contaminación del suelo*. FAO; UNEP;

<https://doi.org/10.4060/cb4827es>

Paz, F. I. C. (2010). *EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS Y NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA DE PAPA*.

proain. (2020). *EL CULTIVO DE LA PAPA Y LA IMPORTANCIA DEL AGUA*. ProainShop.

<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-cultivo-de-la-papa-y-la-importancia-del-agua>

PUCC. (2023). *Papa*.

https://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/manual_poscosecha/archiv/prodc13.html

Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

- Punina, E. I. (2013). *“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum) C.V. «FRIPAPA» A LA APLICACIÓN DE TRES ABONOS COMPLETOS”*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis-69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20210.pdf>
- Quispe, R. (2019). *Evaluación de tres biofertilizantes orgánicos en la producción papa kompis (Solanum tuberosum L.) en la localidad de Huayrocondo Batallas—La Paz* [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/24898>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*.
<https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>
- Romo Casanova, J. L. (2016). *“EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y CALIDAD DE SIETE VARIETADES Y. ABAJO%20GRADO.pdf”*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6885/1/03%20AGP%20197%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Sandra. (2023, febrero 10). *Nutrición equilibrada para el cultivo de papa. Del Monte AG*.
<https://delmonteag.com.ec/nutricion-equilibrada-para-el-cultivo-de-papa/>
- Saquina Chango, S. J. S. (2012). *PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULO SEMILLA DE PAPA (Solanum tuberosum), CATEGORÍA PREBÁSICA UTILIZANDO BIOL EN UN SISTEMA AEROPÓNICO EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1990/1/Tesis-016agr.pdf>
- Solano, E. A. (2018). *03 AGP 229 TRABAJO DE GRADO.pdf*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8020/1/03%20AGP%20229%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Suquilanda, F. (2023). *PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE CULTIVOS ANDINOS*.
- Toledo, A. (2020). *PAPA.pdf*.
https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf
- Zeas, B. (2010). *Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum) variedad chaucha con el manejo fisionutricional (MFN) frente al manejo tradicional en la*

*hacienda «San Patricio» ubicada en la Parroquia Tomebamba del cantón Paute
provincia del Azuay.*

Zuñiga, F. (2020). Efecto del BIOL en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)
variedad canchan en condiciones agroecológicas de Yanuna—Panao- 2019.
Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5977>