

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO PRODUCCIÓN
ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS EN
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA**

**SARAH MICHELLE QUISBERT BAUTISTA
LA PAZ – BOLIVIA**

2024

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO PRODUCCIÓN
ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS EN
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA**

*Tesis de Grado
Presentada como requisito
Para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo*

Sarah Michelle Quisbert Bautista

Asesores:

Ing. M. Sc. Agr. Fanny Arragan Tancara _____

Ing. Agr. Joel Moisés Mamani Huanca _____

Tribunal Examinador:

Ing Ph D. Alejandro Bonifacio Flores _____

Ing. Agr. Carlos Pérez Limache _____

Ing. Agr. Milton Macías Villalobos _____

APROBADO

Presidente Tribunal Revisor _____

La Paz – Bolivia

2024

Dedicatoria

A Dios, a mi abuelita Inés Corihuanca, a mi papá Ramiro Quisbert Corihuanca, a mi mamá Yolanda Bautista Conde, a mis hermanos Soraya, Sissi, Ezequiel, Elías, Emanuel y todas las

AGRADECIMIENTOS

Agradecida con Dios, por todas las bendiciones, la sabiduría, paciencia que me da, la gracia de tomar la carrera de Ingeniería Agronómica y desarrollar el presente trabajo, a mi casa superior de Estudios, la Universidad Mayor de San Andrés por la oportunidad y la formación profesional que me brindaron.

Un agradecimiento a mis Asesores de Tesis, Ing. Joel Moisés Mamani Huanca e Ing. Fanny Aragan Tancara por su guía y tiempo en la presente investigación, un agradecimiento a mis revisores el ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores, al ing. Agr. Carlos Pérez Limache e ing. Agr. Milton Macías Villalobos por tomarse el tiempo en revisar y ayudarme a mejorar esta tesis.

Agradezco a Erick Castillo M. y a Mi familia por su apoyo incondicional, agradecida al ingeniero Edwin Edgar Iquize Villca por apoyarme y ayudarme , la Ingeniera. Ruth Guzmán Quena e Ing. Delia Vargas Poma que me apoyaron y animaron a continuar a pasar de las adversidades.

Y a mis amigos por sus palabras de apoyo que me ayudaron a seguir.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
INDICE DE CONTENIDOS.....	III
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRAC.....	XV

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.2	Objetivo General	3
2.3	Objetivo Especifico.....	3
3.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.2	Generalidades del cultivo	4
3.3	Descripción taxonómica, botánica, origen y distribución de la papa	4
3.3.1	Taxonomía	4
3.3.2	Características botánicas	4
3.3.3	Fases fenológicas	5
3.4	Origen de la papa.....	8
3.5	Importancia de la producción de la papa	9
3.5.1	Importancia mundial de la papa	9
3.5.2	Importancia del cultivo de la papa en la economía nacional.....	9
3.6	Producción de papa	10
3.6.1	Producción mundial.....	10

3.6.2	Producción en Bolivia.....	11
3.6.3	Zonas productoras de Bolivia	11
3.7	Características importantes del cultivo de la papa.....	12
3.7.1	Factores fitosanitarios	12
3.7.2	Factores genéticos.....	17
3.7.3	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	18
3.7.4	Labores culturales.....	20
3.8	Sistema de producción.....	21
3.9	Sistema de producción a campo abierto.....	22
3.10	Sistema de producción en camas protegidas.....	23
3.11	Producción orgánica	23
3.11.1	Abonos orgánicos	25
3.11.2	Insecticidas y fungicidas orgánicos	30
3.12	Producción convencional	31
3.12.1	Fertilizantes.....	32
4.	LOCALIZACIÓN	35
4.2	Ubicación geográfica.....	35

4.3	Características ecológicas.....	36
4.3.1	Clima.....	36
4.3.2	Suelo.....	36
4.3.3	Vegetación	37
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	37
5.2	Materiales	37
5.2.1	Material biológico	37
5.2.2	Insumos	37
5.2.3	Material de campo.....	38
5.2.4	Material de gabinete.....	38
5.3	Métodos	39
5.3.1	Procedimiento experimental.....	39
5.3.2	Diseño experimental de la investigación	43
5.3.3	Factores de estudio y tratamiento	44
5.3.4	Características del estudio	45
5.3.5	Croquis Experimental.....	46
5.3.6	Variables de Respuesta	48

6.	RESULTADOS	50
6.2	Condiciones climáticas	50
6.3	Fenómenos climáticos.....	51
6.4	Variables agronómicas	52
6.4.1	Variable altura de planta	52
6.4.2	Variable diámetro de tubérculo.....	57
6.4.3	Variable peso promedio del tubérculo	59
6.4.4	Variable número de tubérculos por planta	61
6.4.5	Variable peso de tubérculos por planta	64
6.4.6	Rendimiento de tubérculos de papa (kg/m ²).....	66
6.4.7	Análisis de costos	69
7.	CONCLUSIONES.....	71
8.	RECOMENDACIONES	73
9.	BIBLIOGRAFÍA	74
10.	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Contenido de nutrientes en el Bocashi	27
Tabla 2	Contenido de nutrientes del Biol.....	28
Tabla 3	Análisis de textura del suelo.....	36
Tabla 4	Insumos para la fertilización orgánica e inorgánica	38
Tabla 5	Insumos para la preparación de bocashi	40
Tabla 6	Dosis de los fertilizantes para el tratamiento T1	41
Tabla 7	Factores de estudio y tratamientos	45
Tabla 8	Características de los factores A y B.....	46
Tabla 9	Número de días con posibles caída de heladas	52
Tabla 10	Análisis de varianza de altura de planta	53
Tabla 11	Análisis de varianza del promedio de diámetro del tubérculo	57
Tabla 12	Análisis de varianza del promedio de peso del tubérculo	59
Tabla 13	Análisis de varianza del promedio de número de tubérculo por planta	61
Tabla 14	Análisis de varianza del promedio de peso de tubérculo por planta ..	64

Tabla 15 Análisis de varianza del promedio de rendimiento por metro cuadrado.
..... 67

Tabla 16 Resumen de la evaluación económica a través de los indicadores de rentabilidad 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo fenológico del cultivo de la papa.....	6
Figura 2	Ciclo biológico del Gorgojo de los Andes.....	14
Figura 3	Ubicación geográfica de la EECH.....	35
Figura 4	Croquis campo abierto.....	47
Figura 5	Croquis Camas Protegidas.....	47
Figura 6	Datos de precipitación y temperatura.....	51
Figura 7	Duncan de parcela mayor respecto a la altura de planta.....	54
Figura 8	Altura de planta por tratamiento.....	56
Figura 9	Diámetro de tubérculo respecto a los sistemas y tratamientos.....	58
Figura 10	Análisis Anva.....	60
Figura 11	Número de tubérculos por planta respecto a los sistemas y tratamientos.....	63
Figura 12	Duncan peso de tubérculo por planta kg.....	65
Figura 13	Duncan del rendimiento por m ² en parcela menor.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Elaboración y control de calidad del Bocashi.....	85
Anexo 2 Preparado de los fertilizantes previo a la siembra.....	85
Anexo 3 Preparado de la semilla y el terreno antes de la siembra.....	86
Anexo 4 Siembra en campo abierto.....	86
Anexo 5 Siembra en camas protegidas	86
Anexo 6 Deshierbe de parcela.....	87
Anexo 7 Papas después de una helada	87
Anexo 8 Preparación de los fertilizantes	88
Anexo 9 Cosecha de papa en campo abierto y camas protegidas.....	88
Anexo 10 Caída de granizada y heladas	88
Anexo 11 Selección de la muestra	89
Anexo 12 Análisis en el laboratorio.....	89
Anexo 13 Detalle de costos de producción para el T1 (Testigo) en campo abierto.....	91
Anexo 14 Detalle de costos de producción para el T1 (Convencional) en campo abierto.....	92

Anexo 15 Detalle de costos de producción para el T2 (Orgánico) en campo abierto.....	93
--	----

Anexo 16 Detalle de costos de producción para el T0 (Testigo) en camas protegidas	94
---	----

Anexo 17 Detalle de costos de producción para el T1 (Convencional) en camas protegidas	95
--	----

Anexo 18 Detalle de costos de producción para el T2 (Orgánica) en camas protegidas	96
--	----

RESUMEN

La papa es uno de los productos más consumidos en Bolivia, por consecuencia el aumento de su demanda; en el presente estudio tuvo por objetivo evaluar el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo producción orgánico y convencional en diferentes sistemas productivos en la Estación Experimental Choquenaira de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

Se evaluó variables como ser altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetro promedio del tubérculo, peso promedio de tubérculo, peso promedio de los tubérculos por planta, rendimiento por metro cuadrado y costos de producción. Se consideró un diseño completamente al azar, con parcelas divididas para la interpretación de la información generada donde en el análisis se realizaron tres tratamientos (producción convencional, orgánica y testigo) en dos sistemas (campo abierto y camas protegidas).

Los mejores resultados fue el tratamiento de producción orgánica T2 con el mayor rendimiento de 2.77 kg/m², seguido del tratamiento de producción convencional T1 con 1.93 kg/m² y por último el testigo T0 con 1.74 kg/m², en cuanto a los análisis de costos de la producción de papa, indica que en el sistema de camas protegidas obtuvo los mayores beneficios. El tratamiento testigo, respecto al beneficio costo fue el mejor con 1.94, indicando que, por cada boliviano invertido, se gana 94 centavos; seguido del T2 (producción orgánica) con 1.83 y por último el T1 (producción convencional) con 1.17,

El tratamiento de producción orgánica en el sistema de camas protegidas, resultó ser favorable por el mayor rendimiento, ya que protegió de las heladas tempranas que hubo en la campaña agrícola.

Palabras claves

Sistemas de Producción, Campo Abierto, Camas protegidas, Producción orgánica. Producción convencional.

ABSTRAC

The potato is one of the most consumed products in Bolivia and the world, that is why the increase in its demand; Therefore, in the present study, the objective was to evaluate the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) under organic and conventional production in different productive systems (Open Field and Protected Beds) at the Choquenaira Experimental Station dependent on the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés, located in the Ingavi province, Choquenaira community, 38 kilometers from the city of La Paz, at an altitude of 3870 meters above sea level.

Variables such as flowering height, number of tubers per plant, tuber diameter, average weight of a tuber, average weight of tubers per plant, yield per square meter, and production costs were evaluated. A completely random design was found, with divided plots for the interpretation of the information generated where three treatments were carried out in the analysis (conventional production, organic production and the control, which is the production carried out in the EECH) in two systems (open field and protected beds).

At the end of the investigation, the one who had the best results was the Organic production treatment T2 with the highest yield of 2.77 kg per square meter, followed by the conventional production treatment T1 with 1.93 kg per square meter and finally the control T0 with 1.74 kg per square meter; The highest height of 83.36 cm in organic production in the protected beds, in terms of the cost analysis of potato production, indicates that in the system of protected beds it obtained the greatest benefits than the

open field system. The control treatment, regarding the cost benefit, was the best with 1.94, indicating that, for each boliviano invested, 94 cents are earned; followed by T2 (organic production) with 1.83 and finally T1 (conventional production) with 1.17

The treatment of organic production in the system of protected beds, turned out to be favorable due to the higher yield, since it protected from the early frosts that occurred in the growing campaign.

Keywords

Production Systems, Open Field, Protected Beds, Organic Production.
conventional productio

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) es de origen sudamericano, surgiendo de las orillas del lago Titicaca, es conocido como uno de los cultivos más producidos a nivel mundial, siendo China el mayor productor de papa con el 17% de la producción mundial seguida de Rusia 12.3%, Polonia 9.1%, U.S.A. 7.1% e India 6.4% (UCSM, 2017).

En Nicaragua la demanda de papa y su cultivo han experimentado un incremento significativo. De 1990 al 2002, las áreas cultivadas se incrementaron de 50 ha a 1100 ha, la producción pasó de 400 tn a 15 000 tn y el consumo per cápita pasó de 0.5 kg a 4.5 kg (Dolores C. & Laguna, 1998).

A nivel nacional, los mayores productores de papa son La Paz y Cochabamba que presentan una tendencia creciente en las toneladas métricas de papa que producen, habiendo producido el último año 360 mil TM. y 400 mil TM. respectivamente. Le siguen en cantidad producida Potosí y Chuquisaca con alrededor de 150 mil toneladas métricas (Argandoña G, et al., 2021).

También se constituye actualmente en uno de los productos más comercializados por su demanda, en los mercados regionales de Bolivia, aportando a la diversidad culinaria; por lo mismo, es necesario que la producción sea de calidad y de mayor rendimiento, pero existen fenómenos climáticos como ser las heladas, uno de

los fenómenos más temidos por el productor agrícola, ya que es difícil poder combatirlos o saber cuándo sucederá (Baeza G., 1993) y que pueden afectar a la producción de la misma, por ello se optó en generar una alternativa a la producción de papa bajo un sistema de producción alternativo.

La presente investigación se basa en dos sistemas productivos (campo abierto y camas protegidas), haciendo una comparación entre ellos, también una comparación en la producción orgánica con la convencional, de esta manera ayudar a los productores a seleccionar que sistema y método ayude a mejorar su producción e ingresos.

2. OBJETIVOS.

2.2 Objetivo General

Evaluar el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo producción orgánica y convencional en diferentes sistemas productivos en la Estación Experimental Choquenaira.

2.3 Objetivo Especifico

- Comparar el rendimiento del cultivo de papa bajo sistemas productivos a campo abierto y camas protegidas.
- Determinar el efecto de la producción orgánica y convencional en las características agronómicas del cultivo de papa.
- Realizar el análisis de relación beneficio costo para la producción de papa en diferentes sistemas productivos bajo producción orgánica y convencional en la Estación Experimental Choquenaira.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.2 Generalidades del cultivo

El cultivo de papa es uno de los productos más importantes a nivel mundial y nacional, a lo largo de toda la región andina, se cultiva una diversidad de papas nativas, como comerciales (Coca, sf), pero la producción de papa registra los menores rendimientos por área debido a fenómenos climáticos, la baja calidad de la semilla, por inadecuados métodos y técnicas del cultivo, de control de plagas y enfermedades y el manejo post cosecha (Aguilar, et al., 2016).

3.3 Descripción taxonómica, botánica, origen y distribución de la papa

3.3.1 Taxonomía

La papa pertenece al reino Plantae, clase Eudicotiledonias, orden Solanales, Familia Solanaceae y del genero Solanum según Sánchez (2016) basado en el sistema APG IV

3.3.2 Características botánicas

La papa es una planta herbácea, de gruesos tallos con forma angular o circular, que pueden ser de color verde o rojo purpura, alcanza una altura de 0.50 a 1.50 metros normalmente; sus primeras hojas son simples pero al madurar se observa las hojas son

compuestas con siete o nueve foliolos pequeños en par y dispuestas en forma alternada (Pumisacho y Sherwood, 2002), (Canqui & Morales, 2009) (Falconi B., s/f).

Las flores son terminales produciendo de siete a quince unidades florales, estas pueden medir cuatro centímetros de diámetro, teniendo cinco pétalos unidos formando una corola, que puede variar de color según la variedad, tiene cinco anteras basifijas alrededor del pistilo que esta es proporcional a las anteras. Los frutos son bayas con dos lóculos, miden de 1 a 3 centímetros de diámetro, contienen de 200 a 300 semillas y pueden ser de color blanco, amarillo y hasta marrón (Pumisacho y Sherwood, 2002) (Falconi B., s/f).

Subterráneamente presenta estolones que al engrosar se convierte en tubérculos que funciona como órgano de almacenamiento, estos pueden ser de diferentes formas, ya sea con ojos profundos o superficiales, piel y pulpa de diferentes colores y/o combinaciones. La raíz se desarrolla en verticilo en los nudos de la raíz principal siendo primeramente el crecimiento de manera vertical y luego horizontal de quince a treinta y nueve centímetros (Pumisacho y Sherwood, 2002), (Canqui & Morales, 2009).

3.3.3 Fases fenológicas

El ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en 5 fases como se ve en la figura1, iniciando desde la fase de emergencia o brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 5). La duración del ciclo fenológico está determinada por

la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas (Vigola, et al, 2017).

Figura 1

Ciclo fenológico del cultivo de la papa.

0-----15 DDS-----42 DDS-----61 DDS-----103 DDS-----123 DDS					
Fases	Emergencia o brotación	Brotos laterales	Botón Floral e iniciación de tubérculos	Floración y Llenado de tubérculos	Maduración y Cosecha
					
Época	Época lluviosa (Invierno)				
I Siembra	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
Meses	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Época	Época lluviosa (Invierno)		Época lluviosa-seca (Transición)		
II Siembra	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	
Meses	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
DDS: Días después de la siembra.					

Nota Adaptado de *Ciclo fenológico del cultivo del papa* (p.11) por Vigola, et al, 2017

De acuerdo con Vigola (et al, 2017) y Méndez (2019) los estados fenológicos del cultivo de la papa señalan los cambios físicos y fisiológicos por los que pasa el cultivo, ayudándonos a saber que labores se debe realizar en esa etapa. Estas fases se detallan a continuación:

Plantación: Nos indica el inicio del cultivo.

Emergencia: Comienza después de que se siembra los tubérculos, cuando el 50% de los brotes aparecen en la superficie del suelo, esto sucede aproximadamente a los 30 días después de la siembra, pero puede variar de acuerdo a la calidad de

semilla, condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y a las condiciones del tiempo.

Período vegetativo, inicio de estolonización, formación y desarrollo de tubérculos: Inicia después de que la plántula emerge, alrededor de los 40 a 50 días después de la siembra, comienza la fotosíntesis formando los tallos ramas y hojas. También con la formación de estolones, dando origen a la producción de los tubérculos, es una etapa decisiva ya que se determinará la cantidad de tubérculos que producirá cada planta.

Floración: de los 60 a 80 días después de la siembra, es donde la planta está en su punto máximo de desarrollo, teniendo mayor acumulación de follaje. Después de esta etapa la planta minimiza su crecimiento.

Formación de la cosecha: se produce aproximadamente desde los 80 a 140 días de acuerdo a la variedad o al clima del lugar. los nutrientes que produce la planta son dirigidos hacia los tubérculos ya que absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos, así procurando su acumulación y desarrollo.

Madurez: el crecimiento y desarrollo de la planta disminuye tornándose de color amarillo hasta su senescencia total el tubérculo completa su desarrollo alcanzando su máximo contenido de materia seca, estando lista para la cosecha. Este proceso dura alrededor de 15 días.

3.4 Origen de la papa

“Las primeras papas cultivadas fueron seleccionadas entre 6 000 y 10 000 años atrás en las montañas de los Andes, donde sucesivas generaciones de agricultores produjeron una gran cantidad de variantes cultivadas” (Spooner y Hetterscheid, 2005).

La historia de la papa comienza hace unos 8 000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago (FAO, 2008).

El origen de la papa cultivada sucedió a partir de hibridaciones sucesivas de las papas silvestres que existían en el lugar, dando origen a las papas del tipo andígenas, siendo más adelante modificadas por poliploidización sexual e hibridación intervarietal o introgresiva y ser dispersadas; se caracterizan por ser tetraploides y son sembradas en las costeras chilenas de donde se dispersaron al mundo conociéndose como *Solanum tuberosum* (Rodríguez, 2010).

3.5 Importancia de la producción de la papa

3.5.1 Importancia mundial de la papa

La papa es considerada importante a nivel mundial por ser reconocida como el tercer cultivo alimenticio del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo (CIP, 2021).

El cultivo de la papa con 315 millones de toneladas es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después del trigo con 663 millones de toneladas, arroz con 680 millones de toneladas y maíz con 872.39 millones de toneladas, pero es el que aporta mayor cantidad de carbohidratos a la dieta de millones de personas (Villapudua & Sainz Rodriguez, 2010).

3.5.2 Importancia del cultivo de la papa en la economía nacional

La papa tiene una importancia social económica en el país, ya que socialmente genera empleo desde el preparado e inicio de siembra hasta el producto final que llega al consumidor; económicamente aportó en el 2008 un aproximado de 300 millones de dólares nos indica Zeballos et al. (2009). Es por eso que la papa es considerada como la columna vertebral de la alimentación y economía de la mayoría de los productores del altiplano boliviano y en muchas comunidades del país, viven de las ganancias que les brinda la venta de los tubérculos en los mercados del país (Salazar, 2019).

Al tener varias propiedades nutritivas, la papa, se considera que aporta a la seguridad alimentaria HELVETAS (2021) menciona que, a partir de los datos obtenidos del Censo, información de OAP y el ministerio, se obtuvo que el 10 por ciento de la población boliviana depende de la producción de la papa y que existe un consumo per cápita de 103 kg/persona, resultando que el rendimiento de Bolivia no abastece teniendo una producción de 6,4 toneladas por hectárea.

3.6 Producción de papa

3.6.1 Producción mundial

“La producción mundial de papas es de aproximadamente 341 millones de toneladas en una superficie de 20 millones de hectáreas. China es el productor más grande y produce entre 66 y 71 millones de toneladas. Otros productores grandes son Rusia, La India, Polonia, EEUU, Ucrania, Alemania, Países Bajos y Belarús”. (YARA, 2021).

Farmache, et al., (2020) que citó FAO en el año 2018, la superficie en el que se cultivó la papa mundialmente fue de 19.2 millones de hectáreas, siendo los principales productores del mundo China, Rusia e India. Los países con mayor nivel tecnológico para la producción son Estados Unidos, Canadá y la Comunidad Europea.

3.6.2 Producción en Bolivia

El instituto nacional de estadística INE indica que el 2011 se cultivó en Bolivia aproximadamente entre 1250000 a 130000 hectáreas distribuidos en los departamentos productores, con mayor superficie cultivada están el departamento de La Paz con 30000 hectáreas, seguido de Potosí y Cochabamba con 28000 y 26000 hectáreas respectivamente; siendo que casi toda la producción se ubique en la zona andina y el altiplano (Coca Morante, sf).

La papa es uno de los primeros tubérculos cultivados en Bolivia, con una superficie aproximada de 140000 hectáreas involucrando a 200000 agricultores aproximadamente (Gabriel, 2019). En los últimos años la producción de la papa fue incrementando a nivel nacional, teniendo una producción de la campaña agrícola 2019 - 2020 de 1317923 toneladas métricas (Argandoña, et al, 2021).

3.6.3 Zonas productoras de Bolivia

La papa solo era cultivada en las zonas alto andinas de Bolivia hasta los años 50 o 60, después se fue extendiendo a otras zonas como los valles mesotérmicos (1000- 2000 msnm), las zonas de transición andino amazónico (1000- 2000 msnm), y los llanos orientales del trópico amazónico de Bolivia (200 msnm) (Coca M, sf).

El cultivo de papa puede realizarse en varias ecorregiones. Si bien hay gran variedad de papa, en general las raíces desarrollan en temperaturas entre 10 y 35 °C, y

los tubérculos inician en una temperatura óptima entre 15 y 20 ° C, desarrollándose en distintos tipos de suelos (YARA, s/f). “En Bolivia se produce papa en varios departamentos entre altiplano y valle, desde los 800 m.s.n.m. de altitud hasta los 4000 m.s.n.m.” (Zeballos et al, 2009).

3.7 Características importantes del cultivo de la papa

3.7.1 Factores fitosanitarios

Al cultivar la papa, se puede ver afectado por diversos organismos que en determinadas condiciones ya sea en las etapas de crecimiento o el clima, provocan un daño económico afectando el rendimiento o la calidad de los tubérculos. Por lo mencionado anteriormente, para reducir el daño de las plagas y enfermedades, es necesario implementar el Manejo Integrado. Este sistema de protección y cuidado del cultivo utiliza varias medidas de prevención y control (Egusquiza B., 2013).

3.7.1.1 Plagas

Plagas son animales o insectos que causan daño económico a nuestra producción como indican Manuel y Stephen, “Las plagas insectiles causan pérdidas considerables tanto en rendimiento como en la calidad de la papa. Para realizar un manejo efectivo de las plagas que atacan a la papa, es preciso identificarlas y conocer las alternativas de manejo integrado” (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Las principales plagas son:

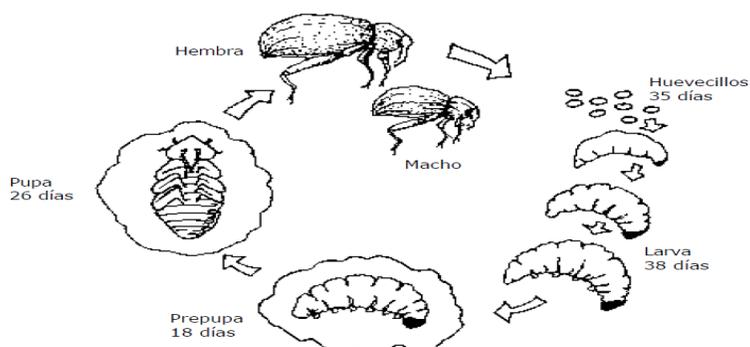
A) Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*)

El gorgojo de los Andes o gusano blanco de la papa es una plaga propia de la zona andina. Los adultos son de color marrón oscuro, fácilmente se confunden con el color de la tierra, de 8 a 10 mm de largo. Durante el día se ocultan debajo de los terrones y por la noche salen a comer el borde de las hojas. Las larvas causan daño económico al cultivo de papa al perforar los tubérculos en el campo. Las larvas llegan a medir de 12 a 14 mm de largo; cuando terminan su desarrollo, penetran en el suelo permaneciendo ahí todo el invierno (Canqui y Morales 2009).

El gorgojo de los Andes se multiplica en dos épocas: a partir de la preparación del suelo para el cultivo hasta los 45 días después de la emergencia y a los 30 a 90 días después de la cosecha. Cuando el suelo no es removido no se nota la presencia de los adultos, ya que emergen a la superficie en diferentes épocas. En caso de que hubo remoción del suelo, el gorgojo sale sincronizada mente. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Figura 2

Ciclo biológico del Gorgojo de los Andes.



Nota *El cultivo de la papa en Ecuador* por Manuel Pumisacho y Sherwood (p. 133) 2002.

B) Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

La polilla es color marrón claro, midiendo aproximadamente de 10 a 12 milímetros. Coloca los huevos en las hojas y en los tubérculos, ya sea en el campo o depósito. Después de que nacen, las larvas penetran las hojas, minándolas, después las larvas abandonan las plantas o el tubérculo para transformarse en crisálida. El período pupal dura de 15 a 20 días. Es una plaga muy perjudicial porque se introduce en el tubérculo produciendo galerías, al punto de destruirlos totalmente (Canqui y Morales 2009).

3.7.1.2 Enfermedades

Las enfermedades son bacterias, hongos o virus que en este caso afectan a la producción de la papa como indican Manuel y Stephen en el libro *El cultivo de papa en*

Ecuador: “La papa es susceptible a muchas enfermedades. A diferencia de lo que sucede con las malezas y la mayoría de los insectos que compiten con la planta o le causan daño directo, las enfermedades resultan de la interrupción de los procesos fisiológicos de la planta, cuya manifestación se denomina síntoma”. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Las principales enfermedades son:

A) Tizón Temprano (*Alternaria solani* Sorauer)

Las conidias son transportadas por el viento. Sobrevive como micelio en residuos de cultivos enfermos que se presentan en el suelo. Necesitan una humedad de 24 al 25 % para desarrollarse. Aparentemente mueren un tiempo después del almacenamiento por lo que no pueden contagiar a las otras semillas, pero al mismo tiempo pueden debilitarlas (Cruz, et al, 2018).

Los síntomas pueden ser: Lesiones de color café oscuro, bordes definidos y formas circulares o elípticas, aparecen primero en las hojas basales. En los tubérculos aparecen lesiones necróticas, rodeado por un halo rojizo. Crecen con temperaturas cálidas de 24 a 30 °C (Cruz, et al, 2018).

Otras enfermedades de la papa mencionadas por Canqui y Morales (2009) son:

B) Sarna polvorienta de la papa (*Spongospora subterranea*)

Los tubérculos tienen lesiones circulares de 0.5 a 2mm diámetro, de color marrón, con una depresión central en la que se observa un polvo granuloso, extendiéndose lateralmente debajo del peridermo, formando nuevas lesiones en forma de granitos. En las raíces se producen agallas y en los estolones se forman nódulos distorsionados y leñosos. No hay síntomas visibles en hojas ni tallos. El tiempo para su formación de las agallas es menor a tres semanas, a una temperatura de 16 a 20° C. La sarna polvorienta se presenta en suelos con pH entre 4.7 y 7.6.

C) Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*)

Esta enfermedad se manifiesta con síntomas en los tubérculos y muy rara vez en otra parte de la planta, como la raíz, estolones y la parte basal del tallo aéreo. Los síntomas varían según el grado de infección, sin embargo, son características las excrecencias nodulares que se originan en las yemas u ojos de los tubérculos. Existen casos en que el tubérculo está reducido a una pequeña porción rodeado de una masa verrugosa del aspecto de coliflor que despide un olor desagradable. El hongo pasa el invierno en forma de zoosporangios en los tejidos enfermos pudiendo permanecer viable por espacio de seis a ocho años.

Bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, los zoosporangios dejan en libertad las zoosporas que en forma directa o previa fusión, pueden infectar

los tejidos susceptibles. La severidad de la enfermedad es favorecida por la humedad del suelo que debe estar en el punto de saturación y la temperatura alrededor de 21° C.

D) Marchitez (*Fusarium oxysporum f. tuberosi*)

Es una típica marchitez vascular, los síntomas se presentan a la mitad del período de cultivo, con una marchitez violenta que da la impresión de que los tallos inferiores hubieran sido seccionados y la planta muere prematuramente. El amarillamiento comienza en las hojas inferiores y progresa hacia la parte superior de la planta. La decoloración vascular del tallo se encuentra confinada a las porciones ubicadas por debajo o ligeramente por encima de la superficie del suelo.

Los tubérculos generalmente muestran una decoloración de los cordones vasculares, sin pudrición de la que se une con el estolón. Este tipo de marchitez es más severo a temperaturas altas y particularmente cuando la planta está debilitada por efecto de la sequía. Aunque no hay evidencias, es probable que el síntoma de arrosetamiento, formación de tubérculos aéreos y otros efectos se produzcan después de que se ha proporcionado agua al cultivo y a temperaturas más o menos frescas.

3.7.2 Factores genéticos

La diversidad que existe en las comunidades de nuestro país, se ve vinculado a las características del ambiente ya sea geográficas o del clima y a la cultura que tienen

en el lugar que se viene heredando desde tiempos ancestrales, estos lugares fueron llamados “microcentros de diversidad genética” (Coca, sf)

La dotación genética es constante en comparación con los cambios del medio ambiente; en consecuencia, los cambios morfológicos y fisiológicos específicos que ocurren con los cambios del medio ambiente son el resultado de variaciones en la expresión de diferentes segmentos de dotación genética de una planta-genotipo, en diferentes formas y magnitudes-fenotipo indica Martínez y Huamán en 1987 (citado por Mamani, 2014).

Su variación de las características es alta, que se indican a continuación: las diploides (2n), que son (*Solanum stenotomum* Juz et Buk.) pitiquillas, (*Solanum phureja* Juz et Buk.) phurejas, etc., las triploides (3n) (*Solanum Juzepczukii* Buk.) que son las Luk'is, las tetraploides (4n) (*Solanum tuberosum* subsp *andigena* Buk.) son los más numerosos como ser la Waycha Paceña, pentatoides (5n) (*Solanum curtilobum* Juz et Buk.) que son papas amargas como Sipancachi (Coca, sf)

3.7.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

3.7.3.1 Suelo

Los lugares más adecuados para cultivar la papa se encuentran desde los 2400 a 3700 metros sobre el nivel del mar, dependiendo de la variedad pueden estar en diferentes tipos de suelo como ser francos, arenosos y ricos para la variedad de

tubérculos que poseen una carne suave y ligera: mientras en los suelos húmedos y pesados pueden estar la variedad de tubérculos que tienen la carne más firme (Suquilanda, s/f).

El sustrato adecuado para el cultivo debe tener texturas de tipo medio, sueltos, con tendencia de suelos ácidos, con una buena proporción de ácidos orgánicos cuyo pH óptimo oscila entre 6.5 y 7.0 y las condiciones de salinidad deben ser bajas especialmente en relación con Na (Falconi, s/f).

3.7.3.2 Nutrición del cultivo

En la fase que se encuentra el cultivo variara la cantidad de absorción de los nutrientes, tanto el potasio como nitrógeno son nutrientes necesarios durante todo el crecimiento vegetativo, la producción de tubérculos y el subsiguiente llenado de los mismos, la absorción del fosforo es importante para que desarrollen precozmente las raíces y los brotes y proporcionando energía; el magnesio es importante ya que ayuda en el proceso de la fotosíntesis y el calcio es un componente clave para las paredes celulares. (YARA, 2021).

3.7.3.3 Temperatura y humedad

La temperatura adecuada para el cultivo de papa oscila de 8°C a 24°C, haciendo una acumulación de horas frío delta (HFD) definidos para cada variedad e importantes en la formación de tubérculo, no se debe exceder del óptimo puesto que no solamente

retrasaría el ciclo en general sino, además, repercutiría directamente en la calidad de la papa. (Falconi, s/f).

Al cultivo de la papa no le debe faltar agua; la mayoría en las comunidades, el riego es a secano (riego por las lluvias) y una minoría con un sistema de riego, pero para tener una buena producción Helen menciona: “Un buen cultivo de papa requiere de 400 a 800 mm de agua dependiendo de las condiciones climáticas y de la duración de la campaña del cultivo” (Lujan 1994 citado por Mamani, 2014).

3.7.4 Labores culturales

Las labores culturales según (Vigola, et al, 2017) (Muñoz. & Cruz, 1984) es la siguiente:

3.7.4.1 Deshierbes

Se debe hacer a partir de la tercera luna menguante hasta el tercer día de la luna nueva. En climas fríos y templados, es recomendable hacer dos deshierbes seguidas.

3.7.4.2 Rascadillo

También conocido como Jallma, consiste en la remoción superficialmente del suelo, para evitar que se encostre, perdida de humedad, facilitar que entre el aire a las raíces y controlar las malezas. Se realiza entre los 30 a 45 días después de la siembra.

3.7.4.3 Medio Aporque

Se realiza entre los 60 y 80 días después de la siembra, apilando la tierra alrededor de las plantas, se debe realizar cuando no haya exceso de humedad ya que dificulta la labor y podemos dañar a la planta.

3.7.4.4 Aporque

Se realiza entre los 100 a 120 días, en las partes altas y consiste en llevar tierra de la base del surco hasta el cuello de la planta para cubrir los estolones para que haya una óptima tuberización.

3.7.4.5 Fertilización complementaria

Para ayudar a un mejor desarrollo se le aplica al follaje y en rotación en cada 15 días.

3.8 Sistema de producción

Podemos considerar un sistema de producción agropecuaria al conjunto de, técnicas, mano de obra, insumos, un terreno y organización de la población para poder producir bienes y servicios agrícolas y pecuarios. Están relacionados al campo (rural) y se ven influenciados por agentes externos como los mercados, infraestructuras y políticas que afectan su dinamismo y lo complican (Universidad de Guanajuato, 2017).

3.9 Sistema de producción a campo abierto

Un sistema de producción a campo abierto es cuando el agricultor, produce en terrenos al aire libre sin ninguna estructura que cubra al cultivo; donde se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: Escoger terrenos que antes se sembraron cereales o leguminosas, que en lo posible no sean propensos a sequías, heladas y granizadas, así el agricultor pueda tener seguridad en el desarrollo del cultivo, que sean descansados profundos a más de 50 centímetros de profundidad y sueltos (franco y franco arenoso). (Suquilanda, s/f).

Es importante la selección del terreno ya que de ello depende el éxito del cultivo de la papa se debe tomar en cuenta si existe la presencia de plagas y enfermedades, ver las características físicas del suelo (si tiene agregados o si es pedregoso), si tiene una capa arable (arriba de 30 cm). Al ver estos factores, permitimos que tengan las raíces un buen desarrollo y la formación de tubérculos. Debido al grado de movimiento de suelo que demanda el cultivo, para evitar la erosión de suelos no se recomienda utilizar terrenos con pendientes mayores al 20%. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Al sembrar a campo abierto puede tener ventajas como riego a secano (riego por la lluvia), el uso de maquinarias para remover el suelo o el aporque; en cambio las desventajas que afecta la producción y productividad serían factores climáticos como ser caída de granizada, heladas, ausencia de lluvias, baja fertilidad de suelos,

compactación del suelo, contagio de plagas o enfermedades de cultivos cercanos, poniendo en riesgo la producción del cultivo (Gabriel, 2019).

3.10 Sistema de producción en camas protegidas

Las camas protegidas son pequeñas construcciones de 4 paredes que pueden ser construidas con adobes o solo piedras con tapa ya sea de agro film, paja o cañahueca para su techo dependiendo de la accesibilidad del material para el agricultor. Las paredes de la cama y la tapa protegen a tu cultivo de las heladas, granizadas y fuertes lluvias. Estas construcciones sirven para producir semilla de papa sana que luego servirá para tus siembras en campo. (Aguirre, et al, s/f).

Al utilizar las camas, protegemos a nuestro cultivo de las granizadas, heladas, ausencia de plagas o enfermedades (si lo ubicamos en suelos que no se encharquen), como indica Kohl (Kohl, 1995) los sistemas de cultivos atemperados surgen en el país como repuesta a la frustración de no poder contrarrestar los efectos del clima frío. Sin embargo, aunque los ambientes no pueden solucionar problemas de fondo, si pueden tener la garantía de que habrá una buena producción; pero se requiere realizar la construcción cerca de la vivienda para su respectivo mantenimiento.

3.11 Producción orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y

al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana. (Pazderka, et al, 2003).

La producción orgánica se puede considerar que es la esencia de origen mineral donde se originan y se abrigan infinitas relaciones y formas de vida sana, “solo un organismo vivo y sano es capaz de generar otro organismo vivo y sano”. Es la “causa infinita” principal donde está asentada la columna y médula vertebral para lograr una agricultura orgánica (Restrepo y Hensel, 2013).

Ventajas y Desventajas

Algunas ventajas de la producción orgánica son (Pumisacho y Sherwood, 2002):

- Disposición de macro y micronutrientes para las plantas
- Aumento en capacidad de intercambio catiónico del suelo
- Aumento de MO, que ayuda a la capacidad amortiguadora de los suelos, atenuando cambios químicos y biológicos
- Formación y estabilización de agregados en el suelo
- Retención de agua
- Aireación de los suelos
- Regulación de temperatura del suelo
- Incremento de la población de macro y microorganismos
- Protección de erosión del suelo

Las desventajas son

- Se requiere de tiempo para preparar los productos
- Se utiliza más mano de obra si se realizara en grandes cantidades

3.11.1 Abonos orgánicos

3.11.1.1 Bocashi

Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Suministra los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de los cultivos para su normal desarrollo. Se debe utilizar la mayor diversidad posible de materiales, para garantizar un mayor equilibrio nutricional del abono. (FAO-PESA; CENTA, 2011).

El objetivo principal del Bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo. El suministro deliberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos microorganismos benéficos elimina los organismos patogénicos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40-55°C (Shintani, 2002).

Ventajas y Desventajas

Algunas de las ventajas que nos indica Restrepo Rivera y Hensel (2013, p. 57), al elaborar Bocashi son:

- Se puede utilizar materiales del lugar o son baratos, fáciles de manejar.
- Elimina los riesgos de salud para los agricultores
- Se obtiene resultados a corto plazo y su dinámica permite nuevas alternativas de elaborarlo.
- No contamina el medio ambiente.
- Se puede aplicar a cualquier cultivo.
- Mejora gradualmente la fertilidad, la nutrición y vitalidad de la tierra asociada a su macro y microbiología.
- Aumenta la eficiencia de la absorción nutricional por las plantas al tener estas un mayor desarrollo en el volumen del sistema radical.

Las desventajas son:

- Mal cálculo de la cantidad de agua, ya que en exceso puede llegar a podrirse o bajaría la calidad del producto.
- Requerimiento de mano de obra y disposición de tiempo.

Nutrientes

En la tabla 1 se detalla la cantidad de nutrientes que aporta el bocashi que indica (Restrepo Rivera y Hensel, 2013)

Tabla 1

Contenido de nutrientes en el Bocashi

NUTRIENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Nitrógeno	%	1.18
Fosforo	%	0.70
Potasio	%	0.50
Calcio	%	2.05
Magnesio	%	0.21
Hierro	Mg/l	2.304
Manganeso	Mg/l	506
Zinc	Mg/l	61
Cobre	Mg/l	19
Boro	Mg/l	14

Nota: Adaptado de Rodriguez y Paniagua 1994, citado por Restrepo y Hensel, 2013.

Es un producto orgánico, resultado de la fermentación anaeróbica (ausencia de oxígeno) producida por los microorganismos al degradar la materia orgánica; así los nutrientes que necesite la planta están disponibles. “El biol contiene nutrientes de plantas disponibles inmediatamente y contiene más nutrientes y micronutrientes que el

estiércol de granja y que el estiércol en compostaje. Los efectos de la aplicación del biol se comparan con la aplicación de fertilizantes químicos”. (Warnars y Oppenoorth, 2014).

Ventajas y Desventajas

Las ventajas que se obtiene al utilizar el biol son (Macias y Limachi, 2021).

- Se puede elaborar con insumos que se encuentra en la comunidad es económico.
- Promueve mayor desarrollo de raíces, hojas y frutos.
- Amigable con el medio ambiente, no toxico.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades.
- Brinda a la planta hormonas y vitaminas

Nutrientes

En la tabla 2 se muestra el contenido de nutrientes (Alvares, 2010):

Tabla 2

Contenido de nutrientes del Biol

pH	5.6
Nitrógeno	0.092 (%)
Fosforo	112.80 ppm
Potasio	860.40 ppm

Calcio	112.10 ppm
Magnesio	54.77 ppm
Cobre	0.036 ppm
Manganeso	0.075 ppm
Hierro	0.820 ppm
Cobalto	0.024 ppm
Boro	0.440 ppm
Selenio	0.019 ppm

Nota: Preparación y uso del Biol por Álvarez 2010.

3.11.1.2 Bio sangre

Es un producto orgánico que su ingrediente principal es la sangre ya que tiene 70% de proteína, consiste en la extracción de aminoácidos que esta sustancia tiene para ponerlo a disposición de las plantas.

Para realizar Biosangre se requiere de los siguientes ingredientes (Tadeo, 2022):

- 1Kg de papaya verde
- 1Kg de piña madura
- 10Lt de sangre
- 3Lt de malaza
- 5Lt de suero
- 1Kg de harina de rocas

- Agua
- Balde

En un balde se coloca la sangre, seguido de la papaya y la piña licuada, lo removemos y añadimos los ingredientes restantes. El terminar de remover. lo tapamos y lo dejamos reposar por 4 días; se requiere 1Lt de Biosangre para 1 hectárea.

3.11.2 Insecticidas y fungicidas orgánicos

3.11.2.1 Agua de vidrio

Es una solución alcalina (pH aproximado de 12), que se emplea como: fungicida, insecticida y nutriente orgánico; fortalece la inmunología vegetal ante el ataque por plagas y/o enfermedades, así como también por heladas y sequías. El grado de alcalinidad, permite deshidratar huevecillos de insectos de cuerpo blando, además de inviabilizar el crecimiento de hongos. (INIFAP, s/f).

Ventajas y Desventajas

- Es de fácil preparación y aplicación.
- Los ingredientes y materiales para su preparación son económicos y de fácil adquisición.
- Amigable con el medio ambiente y las personas.
- Se puede aplicar como un tratamiento preventivo.
- Reduce el uso de agroquímicos.

- Se puede aplicar a cualquier tipo de cultivo.

3.11.2.2 Caldo Sulfocalcico

Es un producto líquido que resulta de la mezcla de Azufre en polvo y cal, también denominado como polisulfuro de calcio, además de ser un fungicida preventivo, es un buen insecticida y acaricida, a la vez que aporta minerales como azufre y calcio al cultivo. (Macias y Limachi 2021).

Para su preparación se requiere de 20 kilos de azufre, 10 kilos de cal, agua; en un balde (mejor si es metálico) colocar agua a hervir, previamente se mezcla el azufre con la cal para evitar que se haga grumos, se hecha despacio mientras se remueve constantemente, se debe mezclar con una madera, tener puesto guantes y barbijo. Una vez que bajemos el turril el caldo cambiara de color a vino tinto; dejamos enfriar, colamos y lo envasamos. Se aplica 1 litro del caldo en una mochila de 20 litros.

Una preparación de buena calidad, puede oscilar entre 25° a 33° baume, se le denomina preparación matriz y a partir de la misma se realizan los cálculos para mezclarla con agua para su pronta utilización (Restrepo y Hensel, 2013).

3.12 Producción convencional

La agricultura convencional es un sistema productivo de carácter artificial, basado en el consumo de determinados insumos considerados externos, como es el

caso de la energía fósil, herbicidas y pesticidas, abonos químicos que sean sintéticos, etc.; se basa en la eficiencia para alcanzar una alta productividad (Franquesa, 2016).

3.12.1 Fertilizantes

3.12.1.1 Urea

Es un fertilizante químico que contiene nitrógeno para que pueda desarrollarse la planta, los fertilizantes nitrogenados son necesarios, ya que gracias a ellos se mejora la producción de los cultivos. Después del agua y la temperatura se considera como el tercer factor en importancia en la producción de alimentos de origen vegetal. La urea como fertilizante, presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno (46%), el cual, es esencial en el metabolismo de la planta. (Morales, et al, 2019).

Ventajas y Desventajas

Las ventajas y desventajas mencionados por Portal frutícola (INIA, 2019) son:

- Bajo costo por unidad de nitrógeno.
- Muy recomendable en pre-abonado, incorporada al suelo previo a la siembra.
- Fertilizante de reacción ácida, recomendado para suelos neutros a ligeramente alcalinos.
- No incrementa la salinidad del agua de riego.

Algunas desventajas agronómicas de la urea

- La urea es apolar, por lo tanto, en riego por goteo se desplaza hacia la periferia del bulbo húmedo, disminuyendo su eficiencia.
- Por lo anterior, no es recomendable en riego por goteo
- Produce un intenso cambio de pH; inicialmente aumenta y luego, baja.
- Genera una alta concentración de amonio en su proceso de hidrólisis.
- No es recomendable en suelos calcáreos.
- Debe incorporarse al suelo rápidamente después de aplicada superficialmente

3.12.1.2 Fosfato diamónico

Estos son los que se encargan de aportar los nutrientes a las plantas, por eso se usa como fertilizante. (IPNI, s/f) menciona es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del fosfato di amónico es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución.

3.12.1.3 Fertilizantes foliares

También existen fertilizantes químicos los cuales que aplican en las hojas, más conocidos como fertilizantes foliares, son de alta concentración y total solubilidad en agua, mediante la pulverización foliar (aplicación en el follaje de la planta) se obtiene una aportación inmediata y eficaz de macro-elementos, que permite corregir la falta de algún nutriente o de reforzar a la planta. La fertilización foliar es usada regularmente

para corregir deficiencias rápidamente cuando los nutrientes están “muy fijos” en el suelo y no pueden ser asimilados por la planta (ENVIRONMENT, s/f).

También es un método que ofrece solución contra la absorción inadecuada de las raíces, ya sea porque están dañadas; algunos de estos fertilizantes son el súper macollo y TODOXIN – 500

Insecticidas

Son sustancias químicas, creadas para matar a los insectos, como también existe fungicidas específicamente para los hongos; estos ayudan a controlar las plagas, disminuyendo su población o casi exterminándolo, de acuerdo con su composición química, acción toxicológica o método de penetración, (INSP, 2018) indica que los insecticidas se clasifican en:

- Los insecticidas orgánicos, atacan el sistema nervioso central o interrumpen el crecimiento de los insectos. Incluyen compuestos organofosforados (como el malatión), compuestos organoclorados (como el DDT), carbamatos, piretro, piretroides sintéticos, reguladores del crecimiento de insectos y fumigantes.
- La sílice y el ácido bórico son dos tipos de insecticidas inorgánicos. El primero es un agente desecante que absorbe la capa cerosa de los insectos, llevándolo a la deshidratación y asfixia.

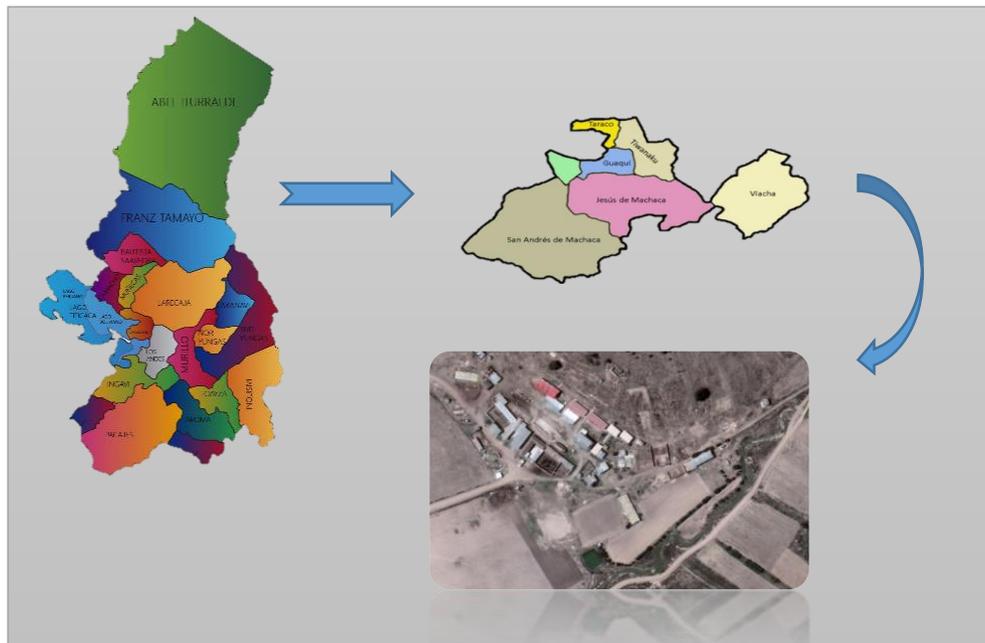
4. LOCALIZACIÓN

4.2 Ubicación geográfica

La siguiente investigación se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira de la Facultad de Agronomía que está ubicada en la comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz (Figura.3), situada en una altitud de 3870 msnm y latitud $14^{\circ} 16' 45''$ S y $65^{\circ} 34' 23''$ O. (Bosque, 2015).

Figura 3

Ubicación geográfica de la EECH



Nota Adaptado de imagen de la Estación Experimental Choquenaira por Google Earth, 2021.

4.3 Características ecológicas

4.3.1 Clima

Las características medioambientales, son propias de la región altiplánica norte, con una precipitación de 450mm, media anual, con una temperatura promedio de 12°C, con mínimas de 5°C y máximas de 18°C. (Bosque, 2015).

4.3.2 Suelo

La estación tiene una superficie de 160 has, de las cuales el 25% son tierras cultivables, 20% son medianamente cultivables por factores de suelo y clima y el 40% son improductivas por la alta humedad del suelo (anegamiento en época de lluvias); el resto corresponde a la serranía y al pie de ella se encuentra las instalaciones de la Estación. (Poma, 2014).

Tabla 3

Análisis de textura del suelo

Código	Nombre muestra	%Arena	%Limo	%Arcilla	Clase textural	Dap g/cc
PAT-001	Camas Protegidas	68	14.4	17.6	Franco arenoso	0.96
PAT-002	Camas abiertas	46	24.4	29.6	Franco arcillo arenoso	0.92

Nota. Adaptado de laboratorio de suelos de la Estación Experimental de Patacamaya de la facultad de Agronomía

4.3.3 Vegetación

La vegetación corresponde a un bosque húmedo montano subtropical, donde la vegetación primaria dominante son las plantas xerofitas y mesófitas; las especies más representativas que componen la comunidad vegetal son de tipo herbáceos anuales, plurianuales y algunos de tipo arbustivas. Las plantas que predominan en las praderas nativas son arbustivas como las gramíneas, tholas; entre plantas herbáceas se encuentran las keñuas. (Poma, 2014).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.2 Materiales

5.2.1 Material biológico

El material que utilizamos fue la semilla pre básica de papa, obtenida en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la calle Landaeta.

5.2.2 Insumos

En la tabla 4 se detallan los insumos utilizados

Tabla 4

Insumos para la fertilización orgánica e inorgánica

Actividad	Fertilización Testigo T0 (dosificación de la EECH)	Fertilización Convencional T1	Fertilización Orgánico T2
Fertilización	Urea Fosfato di amónico Súper macollo Tocotín 500 Biol	Urea Fosfato di amónico Súper macollo Tocotín 500	Bocashi Biol Biosangre
Control de plagas	Karate	Karate	Agua de vidrio Caldo Sulfocalcico

5.2.3 Material de campo

Se requirió para la preparación de los insumos y el campo:

- Chuntilla
- Carretilla
- Pala
- Rastrillo
- Picota
- Baldes
- Flexómetro
- Probeta
- Jeringas.
- Yutes
- Azadón
- Mochila

5.2.4 Material de gabinete

Para anotar nuestros datos se requirió:

- cuaderno de campo
- lápiz

- vernier
- balanza
- regla
- tijeras
- cinta adhesiva
- lana y una laptop
- Cartulina de colores

5.3 Métodos

5.3.1 Procedimiento experimental

5.3.1.1 Actividades previas a la siembra

Se realizó la selección, medición y preparación del terreno, comenzando con la remoción, deshierbe del suelo en el campo abierto, el arreglo de la estructura de las camas y preparado de bocashi para el campo y las camas según Mendoza y Dávalos (s.f.), recomienda de 8 a 10 toneladas por hectárea de bocashi en el cultivo de papa (para nuestra investigación en 24,69 m² se requirió 25kg de bocashi).

5.3.1.1.1 Preparado de bocashi

En la tabla 5 se observa los insumos en cantidades para una cuarta hectárea.

Tabla 5*Insumos para la preparación de bocashi*

INSUMOS	CANTIDAD
Tierra del lugar	20 sacos
Cascarilla de arroz	20 sacos
Afrecho	1 sacos de 25kg
Abono	20 sacos
Ceniza	10 kg
Carbón	6 sacos
Harina de rocas	25 kg
Levadura seca	4 bolsas
Chancaca	3 adobes de 6kg
Agua y Biol	Lo necesario
Suero	10lt

Nota Adaptado de *Manual Elaboración y uso de bioinsumos* por Macías y Limachi (p. 6) 2021.

Preparación

En un balde se mezcló todos los ingredientes líquidos como ser la chancaca (jugo de caña de azúcar) previamente diluida juntamente con la levadura para que se active, suero de leche, agua y biol; con esta mezcla se regó en cada capa que formamos con los insumos secos; se ubicó un área cerca de la parcela, se colocó una capa de cascarilla de arroz, seguida de una capa de abono de vaca (no fresco), una capa de carbón molido, agregamos una capa de afrecho seguido de harina de rocas,

ceniza y por último el suelo del lugar. Repetimos este proceso hasta que ya no quede ningún insumo, con la ayuda de una pala se mezcló homogéneamente los insumos, finalmente se realizó la prueba del puño para saber que la humedad es óptima para los microorganismos, después se tapó con un nylon negro para mantener la temperatura, pasado dos días se realizó un volteo hasta que la temperatura del bocashi baje.

5.3.1.1.2 Cálculo del fertilizante químico

Para saber la cantidad de fertilizante químico que se requiere, se calculó a partir de los análisis que se tenía en la Estación Experimental Choquenaira, que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Dosis de los fertilizantes para el tratamiento T1

Área	Urea		Fosfato di amónico
	1° dosis (siembra) kg	2° dosis (primer aporque) kg	Dosis única kg
Hectárea	48,64	48,64	195,65
Sist. Campo abierto (17,49m ²)	0,085	0,085	0,342
Sist. Camas protegidas (7,2m ²)	0,035	0,035	0,140

5.3.1.2 Fase Siembra

La semilla que se utilizó en la investigación era de variedad Waycha Paceña, que se adquirió del laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía, que por

la cuarentena no tuvo un buen almacenamiento y por ende no pudo considerarse semilla pre básica. Previamente a la siembra para el tratamiento dos (producción orgánica) se cubrió a las semillas con una combinación de harina de rocas y chancaca, en el suelo se introdujo el bocashi, para el tratamiento uno (Producción convencional) y el testigo se colocó el fosfato di amónico con la primera dosis de urea.

Se sembró por surcos, de manera ordenada, depositando los tuberculillos adentro de los surcos, a una distancia de 40cm entre surcos y 25cm entre plantas (INIAF, 2020) en campo abierto como en las camas protegidas; utilizando en total 999 tuberculillos.

5.3.1.3 Fase labores culturales

A los 40 días de la siembra se realizó el deshierbe, procurando sacar las malezas desde la raíz, así, evitando que estas se regeneren: a los 54 días se llevó a cabo el rascadillo o Jallma para evitar el encostramiento del suelo alrededor de las plantas, removiendo superficialmente. El primer aporque se efectuó a los 61 días después de la siembra a la vez, fertilizando con la segunda dosis de urea al tratamiento de producción convencional y testigo, el segundo aporque lo realizamos a los 118 días, ayudando a evitar el ataque del gusano del gorgojo de los Andes al tubérculo o que los tubérculos se pongan verdes.

El todo el ciclo del cultivo se realizó una fertilización foliar complementaria, para el T1 se utilizó súper macollo y Tocotín 500, en el T2 se realizó la solución de biol con

Biosangre, para las heladas se utilizó Agua de vidrio y para el T0 se hizo una combinación de súper Macollo con tocotín 500 y biol Para el control y prevención de plagas, para T1 se fumigó con Karate, en el T2 con caldo sulfocálcico como insecticida y para el T0 con Karate. El riego se realizó a secano y riego suplementario al inicio de la siembra.

Cuando el cultivo de la papa llegó en la fase de floración, se tomó los datos de altura de planta.

5.3.1.4 Cosecha

Al momento de la cosecha, se prepararon seis sacos para distinguir los tratamientos de cada sistema de producción, con la ayuda de una chuntilla se escarbo cuidadosamente para no dañar y sacar todos los tubérculos; al término de la cosecha se tomaron los datos necesarios para las variables de la investigación.

5.3.2 Diseño experimental de la investigación

Se aplicó un diseño completamente al azar con el efecto jerárquico o anidados.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + R_j(i) + B_k + AB_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media Poblacional

A_i = Efecto del i-esimo nivel del factor A sistemas de producción

R_{j(i)} = Repeticiones dentro del sistema de producción

B_k = Efecto del j-esimo nivel del factor B Paquete de fertilización

AB_{ik} = Efecto del i-esimo nivel del factor A sistemas de producción, con el k-esimo nivel del factor B paquete de fertilización (interacción AxB)

E_{ijk} = Error experimental

5.3.2.1 Enfoque Metodológico

El enfoque metodológico con el que se trabajo es un enfoque cuantitativo y cualitativo realizando una comparación de estos y ver cuál de los sistemas y de los paquetes de fertilización fueron los mejores.

5.3.2.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizó es una investigación experimental, debido a que se analizó el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes, sobre una o varias dependientes (Hernández, et al. 2014).

5.3.3 Factores de estudio y tratamiento

En la tabla 7, se evaluaron los siguientes factores: Factor A (campo abierto y camas protegidas); Factor B (paquetes de fertilización).

Tabla 7*Factores de estudio y tratamientos*

FACTORES	NIVELES	
Sistema de producción (Factor A FA)	Sistema Campo abierto CA	Sistema Camas protegidas CP
Tratamientos Paquetes de fertilización (Factor B FB)	T0 = Testigo relativo (dosificación de la EECH) T1 = Producción convencional T2 = Producción orgánica	T0 = Testigo relativo (dosificación de la EECH) T1 = Producción convencional T2 = Producción orgánica

5.3.4 Características del estudio

Las características del estudio son las siguientes:

- **Unidades experimentales:** 18 UE
- **Factores de estudio:** Factor A (FA sistemas productivos) y Factor B (FB Paquetes de fertilización)
- **Número de sistemas** 2 sistemas (sist. Campo abierto y sist. Camas protegidas)
- **Número de tratamientos:** 3 tratamientos (T0 - T1 - T2)
- **Área del sistema campo abierto:** (16m*3.6m) = 57.6 m²
- **Área del tratamiento:** (5.33m*1.2m) = 5.83 m² * 3 repeticiones = 17.49m²
- **Área del sistema camas protegidas:** (1.2m*6m) = 7.2 m² * 3 camas = 21.6 m²
- **Área del tratamiento:** (2m*1.2m) = 2.4m² * 3 repeticiones = 7.2 m²
- **Área total de investigación:** 75.2 m²

Complementando en la tabla 8

Tabla 8

Características de los factores A y B

FACTOR A	SISTEMA DE CAMPO ABIERTO			SISTEMA DE CAMAS PROTEGIDAS			
	FACTOR B	T0	T1	T2	T0	T1	T2
<i>Unidades experimentales</i>		3UE	3UE	3UE	3UE	3UE	3UE
<i>Número de plantas por tratamiento</i>		80 plantas	80 plantas	80 plantas	25 plantas	25 plantas	25 plantas
<i>Número de repeticiones</i>		3	3	3	3	3	3
<i>Área del tratamiento</i>		5.83m ²	5.83m ²	5.83m ²	2.4 m ²	2.4 m ²	2.4 m ²
Densidad de siembra			25x40			25x40	
<i>Área del sistema</i>			53.6m ²			21.6m ²	

5.3.5 Croquis Experimental

La figura 4 y 5 presenta la distribución de las unidades de estudio, repeticiones y los tratamientos: **R1 R2 R3**: Repeticiones; **T0 T1 T2**: Tratamientos

Figura 4

Croquis campo abierto

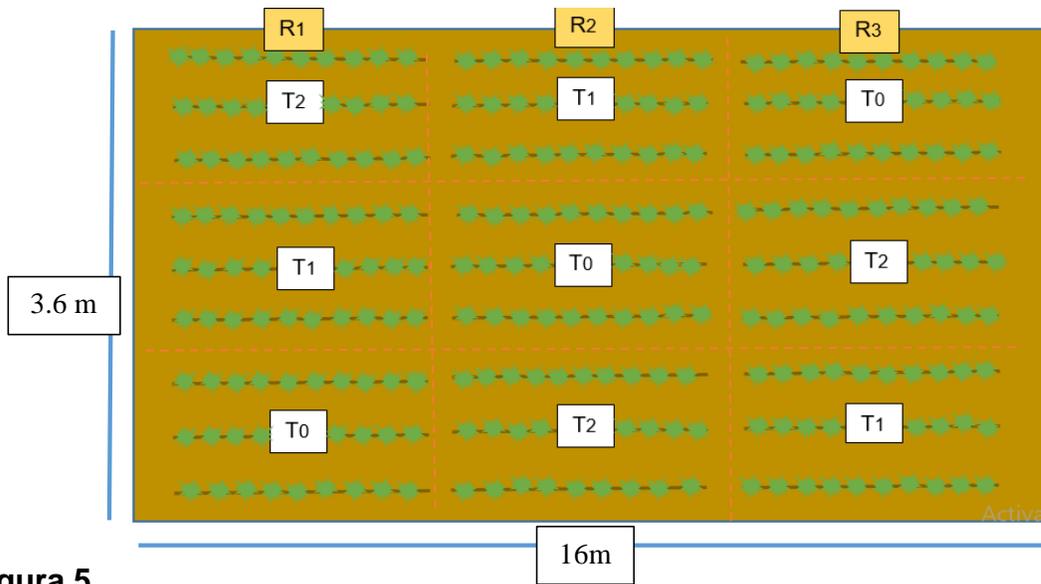
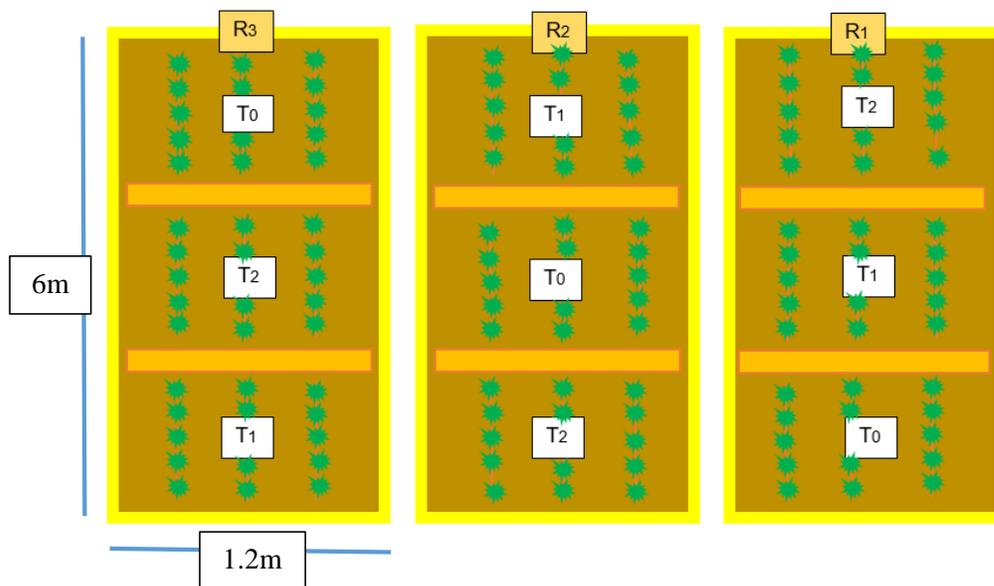


Figura 5

Croquis Camas Protegidas



5.3.6 Variables de Respuesta

La variable de respuesta, se describen a continuación:

5.3.6.1 Altura de planta (cm)

Esta variable fue expresada en centímetros, con ayuda de un flexómetro los datos fueron tomados al momento de la floración; para el mismo se tomaron 5 plantas al azar como muestra de cada tratamiento, se midió desde el cuello de la planta hasta la yema apical.

5.3.6.2 Diámetro de tubérculo (mm)

Esta variable fue expresada en milímetros, con la ayuda de un vernier, medimos el diámetro de cada papa de cada muestra, para después sacar un promedio.

5.3.6.3 Peso promedio de tubérculo (g/tub)

Se pesó cada papa de las muestras con la ayuda de una balanza, expresadas en gramos, para después sacar un promedio por muestra.

5.3.6.4 Número de tubérculos por planta (#)

Antes de la cosecha total, se cosechó primeramente las muestras de cada tratamiento, los mismos fueron embolsados e identificados; para su evaluación se

contó la cantidad de tubérculos que se obtuvo de las 5 muestras de cada tratamiento, expresado en unidades.

5.3.6.5 Peso del tubérculo por planta (kg/planta)

Así mismo con el tamaño de tubérculo, se pesó cada papa de las muestras, expresadas en kilogramos, para después sacar un promedio por muestra.

5.3.6.6 Rendimiento por metro cuadrado (kg/m²)

Al momento de la cosecha se pesó las papas en kilogramos que se encontraban en un metro cuadrado de cada tratamiento.

5.3.6.7 Variables económicas

Para determinar las variables económicas de beneficio costo, para el cultivo de la papa, se realizó como indica CIMMYT(1988) en las siguientes formulas:

Ingreso bruto

Resulta del producto del rendimiento del cultivo de la papa por tratamiento, con el precio en el mercado; calculando con la siguiente formula:

$$IB=Q*Pq$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

Q = Rendimiento del cultivo

Pq = Precio del producto Ajustado

Relación beneficio costo

Es el valor de ganancia que se obtuvo dividiendo el ingreso bruto con el total de los costos de producción:

$$\mathbf{B/C = IB /CP}$$

Donde:

B/C = Beneficio costo

CP = Costo de producción

IB = Ingreso Bruto

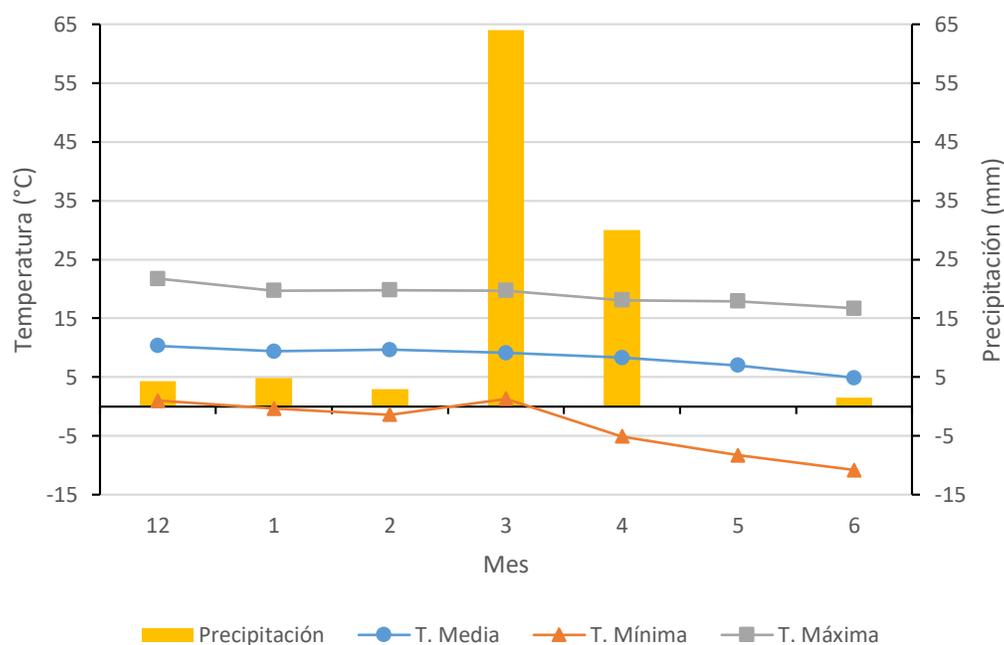
6. RESULTADOS

6.2 Condiciones climáticas

El comportamiento agroclimático de la investigación que inicio durante el mes de diciembre del 2020 hasta el mes de junio del 2021, fue establecido en la figura 5 mediante los datos de precipitación y temperatura que fue obtenida de la estación meteorológica DAVIS ubicada en la Estación Experimental Choquenaira.

Figura 6

Datos de precipitación y temperatura



El cuadro muestra que en los primeros meses al iniciar la investigación (diciembre, enero y febrero), hubo una baja precipitación de 4 a 2mm indicando que ese año se sufrió de sequía, ya los meses de marzo y abril hubo más precipitación que en los anteriores meses. La temperatura máxima fue de 21°C y la mínima de -10°C.

6.3 Fenómenos climáticos

Durante la investigación, se sufrió con fenómenos climáticos, como ser falta de lluvias, heladas tempranas y granizos afectando a los cultivos del lugar.

En la tabla 9 se detalla cuantos días, la temperatura bajo menor a 3°C indicando que tuvo mayor probabilidad de que cayó una helada.

Tabla 9

Número de días con posibles caída de heladas

Mes	N° de días con temperatura menor a 3 °C
Diciembre	6
Enero	6
Febrero	9
Marzo	7
Abril	15
Mayo	25
Junio	31

6.4 Variables agronómicas

De acuerdo a los datos obtenidos de la investigación titulado evaluación de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo producción orgánico y convencional en diferentes sistemas productivos en la Estación Experimental de Choquenaira, se llegó a los siguientes resultados:

6.4.1 Variable altura de planta

En el análisis de varianza se presenta en la tabla 10, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Tabla 10*Análisis de varianza de altura de planta*

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	9184,64	1	9184,64	122,37	0,0004	**
Repeticiones (FA)	300,23	4	75,06	6,44	0,0128	*
Paquetes de fertilización (FB)	32,44	2	16,22	1,39	0,3027	NS
Interacción FAXFB	13,92	2	6,96	0,60	0,5729	NS
Error experimental	93,18	8	11,65			
Total	9624,42	17				
CV			5,62			

ns: No significativo a P 0.05

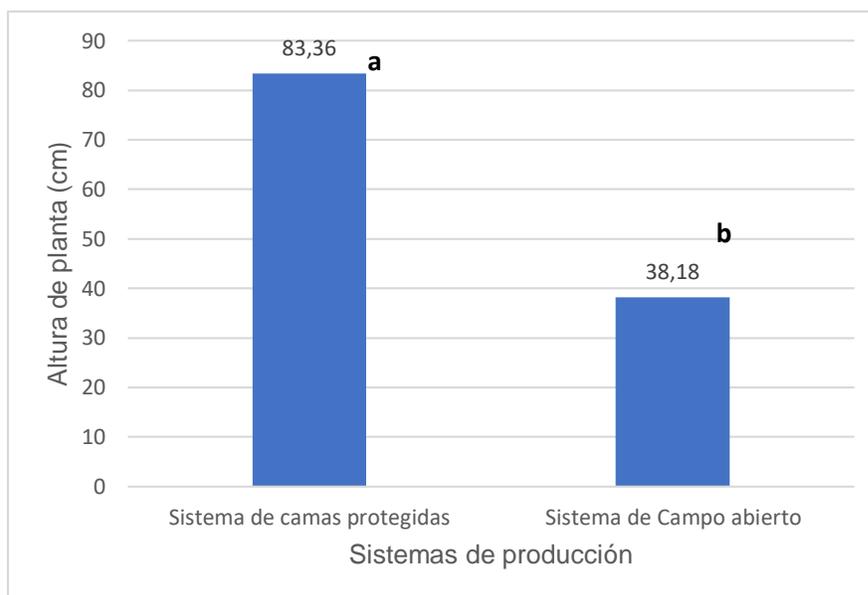
** : Significativo a P: 0.01

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad para altura de planta bajo factores diferentes sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y Producción orgánico - convencional, acomodado con un arreglo jerárquico fue de 5,62. indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

El estadístico F, la prueba de p-valor, nos conduce a situar cada fuente de variabilidad dentro de la significancia. Del FA, sistemas de producción muestra que existen diferencias altamente significativas en la altura de planta bajo campo abierto y en camas protegidas, indicando que son distintos estadísticamente. Se ratifica con la aplicación de la prueba de Duncan en la figura 7.

Figura 7

Duncan de factor A respecto a la altura de planta



Del FA (sistemas de producción campo abierto y camas protegidas), para la variable altura de planta, se agrupan los promedios obtenidos en dos, de mayor promedio el sistema de camas protegidas, con un valor de 83.36 cm de altura por planta, así también en un promedio menor del sistema de campo abierto, de 38.18 cm de altura por planta muestreada, agrupado en B; mostrando con más detalle en la figura 8, siendo en las camas protegidas el T2 con 96.4cm seguido de T0 y T1 con 90.93 y 85.73 cm respectivamente y en el campo abierto con 40.6 cm el T2, 35.4cm el T1 y con 35.2cm el T0. Mostrando que, al comparar los tratamientos de un sistema, no tienen gran diferencia confirmando la no significancia del factor B (FB).

En comparación con Canqui y Morales (2009) que obtuvieron una altura entre 55 a 60 cm en campo abierto, siendo menor nuestro resultado en campo abierto, esta diferencia se debe a las heladas tempranas que cayeron en nuestro cultivo y la planta tuvo que generar nuevas hojas y tallos priorizando su supervivencia.

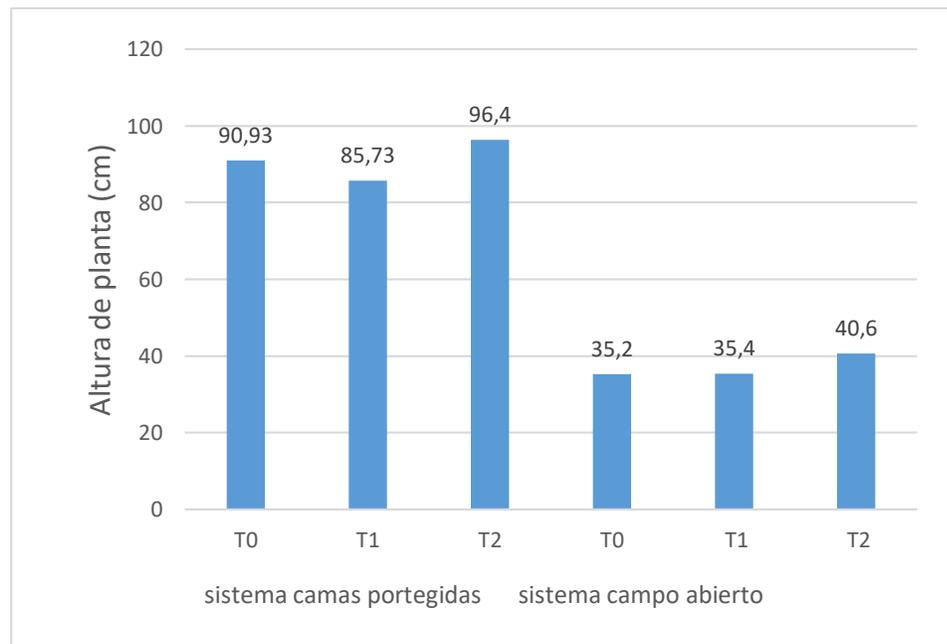
Comparando con las medias de altura planta de Mamani, Morales, y Ortuño (2016) en su investigación aplicación de biofertilizantes foliares en el cultivar Waycha, indica que la altura de planta es de 79.7cm a comparación de su testigo con 72.15 cm, siendo mayor nuestro resultado con 83.36cm el promedio de altura de planta; esto puede ser a que se utilizó más productos en la investigación como también al estar en camas protegidas mantuvo la temperatura para su óptimo desarrollo. Egusquiza (B., 2000) menciona que la altura de la planta depende de la disponibilidad de nutrientes, de agua, la variedad y temperatura.

Los resultados obtenidos también pueden atribuirse a que la papa se considera una planta termo periódica y el crecimiento como la tuberización se ven afectados por los cambios de temperatura (Cortez y Hurtado, 2002). En las camas protegidas, protegió a las plantas de las heladas tempranas promoviendo así su normal desarrollo, en cambio las plantas que estuvieron en campo abierto sufrieron los fenómenos del tiempo, provocando que su crecimiento no sea normal. Es de afirmar que, al sembrar en las camas protegidas, ayuda a que no afecte las bajas temperaturas al cultivo.

Finalmente, para la fuente de variabilidad interacción de factores FA x FB (Sistemas de producción por tratamiento (orgánico-convencional) no presentó diferencias significativas en los promedios de altura de planta, indicando los factores de estudio actúan independientemente uno del otro, asumiendo que cada factor interactúa con la variable.

Figura 8

Altura de planta por tratamiento



6.4.2 Variable diámetro de tubérculo

Tabla 11

Análisis de varianza del promedio de diámetro del tubérculo

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	10.23	1	10.23	0.47	0.6652	NS
Repeticiones (FA)	86.55	4	21.64	0.71	0.5295	NS
Paquetes de fertilización (FB)	17.25	2	8.63	0.28	0.6075	NS
Interacción FAxFB	90.77	2	45.38	1.49	0.2820	NS
Error experimental	243.79	8	30.47			
Total	448.60	17				
CV			10.60			

ns: No significativo a P 0.05

** : Significativo a P: 0.01

De la tabla 11 se observó, El coeficiente de varianza fue de 10.60. Indicando la confiabilidad de los resultados.

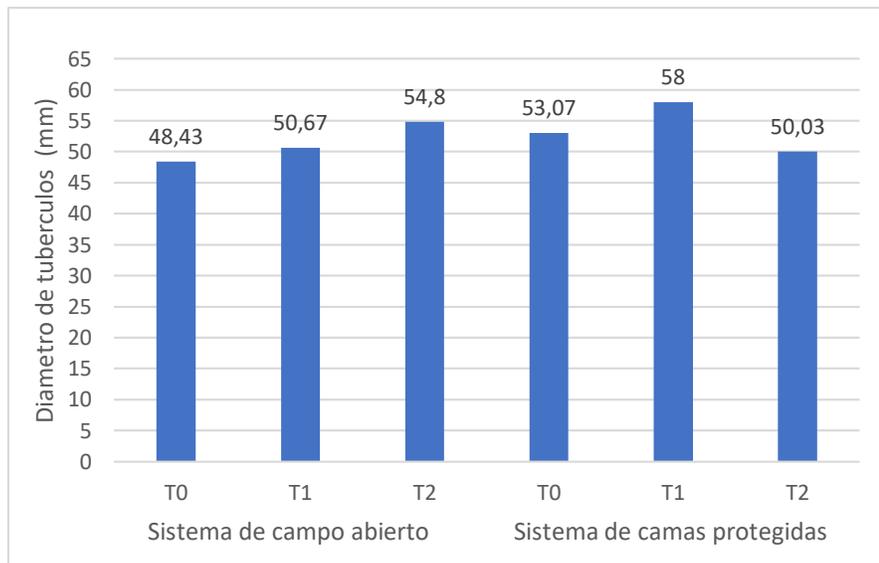
Los Factores FA y FB se ubican dentro condición de no significativo, siendo que en los sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y los Paquetes de fertilización (orgánico - convencional - testigo), se consideran homogéneos y ninguno presenta un promedio distinto de diámetro del tubérculo a los demás.

Finalmente, para la interacción de factores FA x FB (Sistemas de producción por Paquete de fertilización) no presento diferencias significativas en los promedios de

diámetro de tubérculo, indicando los factores de estudio actúan independientemente uno del otro, asumiendo que cada factor interactúa con la variable.

Figura 9

Diámetro de tubérculo respecto a los sistemas y tratamientos



En la figura 9 se observa que entre los sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y tratamientos (paquetes de fertilización) en el diámetro del tubérculo, no hubo diferencia significativa, teniendo como mayor diámetro de 5.8 centímetros de diámetro el tratamiento de producción convencional en el sistema de camas protegidas verificando que “El crecimiento del tubérculo está influenciado por la variedad y las condiciones de manejo del cultivo. Bajo condiciones de estrés el tubérculo crecerá muy poco diariamente y en condiciones óptimas el tubérculo crecerá a su máximo potencial”. (Alonso, 2015).

Las condiciones que se debe tener es que la planta desarrolle un buen follaje para producir más azúcares, abastecimiento de nitrógeno debe ser lo necesario ya que si continua habiendo nitrógeno en el suelo la planta seguirá creciendo retrasando la tuberización, la duración del día debe ser de 10 a 12 horas ya que estas son las apropiadas (Egusquiza, 2000); teniendo en cuenta que se cumplieron con todo lo dicho anteriormente.

También se debe a que se dio un riego complementario para el desarrollo del tubérculo sea normal, debido a que es necesario que no falte agua ya que en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos tiene mayor demanda (Zuñiga, Morales, y Estrada, 2017).

6.4.3 Variable peso promedio del tubérculo

Tabla 12

Análisis de varianza del promedio de peso del tubérculo

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	96.14	1	96.14	1.21	0.3325	NS
Repeticiones (FA)	317.00	4	79.25	3.16	0.0779	NS
Paquetes de fertilización (FB)	4.38	2	2.19	0.09	0.9172	NS
Interacción FAxFB	212.35	2	106.17	4.23	0.0557	NS
Error experimental	200.70	8	25.09			
Total		17				
CV			9.34			

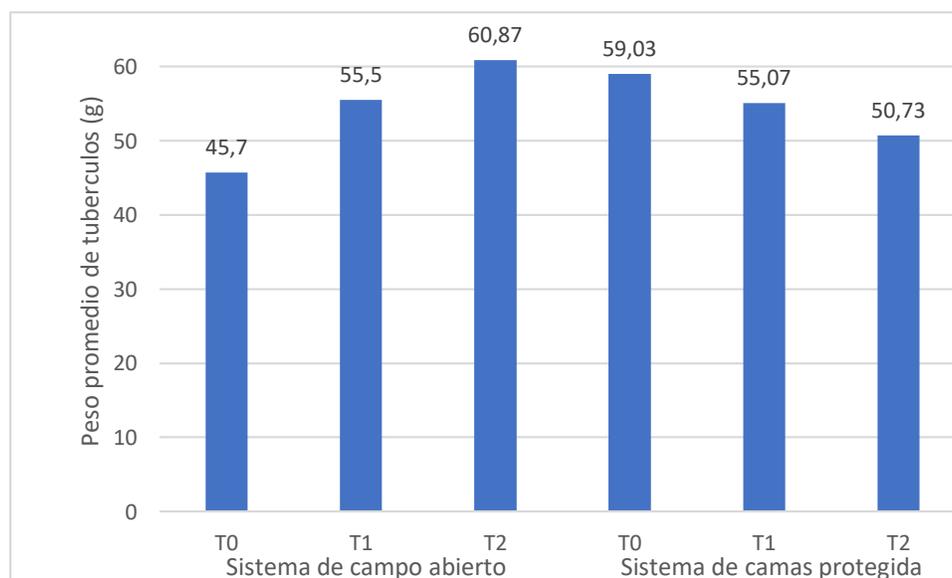
ns: No significativo a P 0.05 **: Significativo a P: 0.01

De la tabla 12 se observó que, se tiene confiabilidad de los resultados ya que el coeficiente de variabilidad es de 9.34. De los factores FA y FB se encuentran como no significativo, indicando que no existe diferencia significativa en los sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y que los promedios de los tratamientos (orgánico-convencional), se consideran homogéneos y ninguno presenta un promedio distinto o significativos a los demás.

Para la interacción de los factores FA x FB (Sistemas de producción por tratamiento orgánico-convencional) no presento diferencias significativas en los promedios de peso de tubérculo, indicando los factores de estudio actúan independientemente uno del otro, asumiendo que cada factor interactúa con la variable.

Figura 10

Comparación entre sistemas y tratamientos



En la figura 10, podemos observar que los datos obtenidos entre los tratamientos no tienen gran variación, siendo que entre los sistemas de producción y los tratamientos en el peso promedio del tubérculo no tuvieron efecto, esto se debe a que el manejo tanto de las camas y campo abierto fue lo mismo.

Siendo que a pesar de utilizar diferentes insumos, se ofreció lo requerido por la planta, debido a que es importante tener una nutrición equilibrada debido a que ayuda a incrementar el tamaño de los tubérculos, siendo el Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y manganeso los nutrientes que tienen efecto en el tamaño del tubérculo (YARA, 2021), también no faltó el agua ya que en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos tiene mayor demanda (Zuñiga, Morales, y Estrada, 2017).

6.4.4 Variable número de tubérculos por planta

Tabla 13

Análisis de varianza del promedio de número de tubérculo por planta

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	0.05	1	0,05	0,47	0,5318	NS
Repeticiones (FA)	0.40	4	0,10	0.68	0.6237	NS
Paquetes de fertilización (FB)	0.09	2	0,04	0,30	0,7490	NS
Interacción FAXFB	0,43	2	0,21	1,46	0,2881	NS
Error experimental	1,16	8	0,15			
Total	2,12	17				
CV			5,24			

ns: No significativo a P 0.05 **: Significativo a P: 0.01

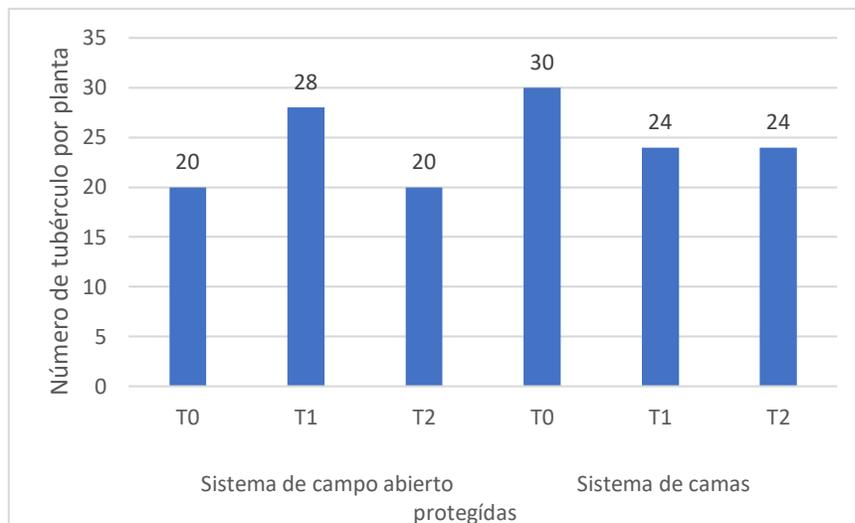
En la tabla 13 se observó, en el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad fue de 5.24. indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

Los factores MA y ME se ubican dentro condición de no significativo, siendo que en los sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y los promedios de los tratamientos (químico, orgánico y testigo), se consideran homogéneos.

Para la fuente de variabilidad interacción de factores MA x ME (Sistemas de producción por tratamiento químico-orgánico) también no presento diferencias significativas en los promedios de números de tubérculo por planta, indicando los factores de estudio actúan independientemente uno del otro, asumiendo que cada factor interactúa con la variable.

Figura 11

Número de tubérculos por planta respecto a los sistemas y tratamientos



En la figura 11 notamos que entre los sistemas de producción y los tratamientos en el número de tubérculos por planta, no tuvieron efecto; Canqui y Morales (2009) menciona que, al finalizar su investigación, obtuvieron de 15 a 20 tubérculos por planta. Siendo nuestros resultados mayores que los mencionados, esto se debe a que trabajamos con paquetes de fertilización dejando los nutrientes a disposición de la planta.

Yanarico (2021) tuvo un resultado de 9 tubérculos por planta, siendo más bajo que el resultado obtenido; indicando que fue a causa de las bajas temperaturas que existió en su campaña. Concluyendo que, al estar en camas protegidas, se evitó que las bajas temperaturas afecten a la cantidad de tubérculos.

6.4.5 Variable peso de tubérculos por planta

Tabla 14

Análisis de varianza del promedio de peso de tubérculo por planta

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	42604,75	1	42604,75	5,99	0,0706	NS
Repeticiones (FA)	28433,02	4	7108,25	1.40	0.3164	NS
Paquetes de fertilización (FB)	65484,31	2	32742,16	6,46	0,0214	*
Interacción FAXFB	5173,81	2	2586,91	0,51	0,6187	NS
Error experimental	40565,38	8	5070,67			
Total	182261,27	17				
CV			13.38			

ns: No significativo a P 0.05

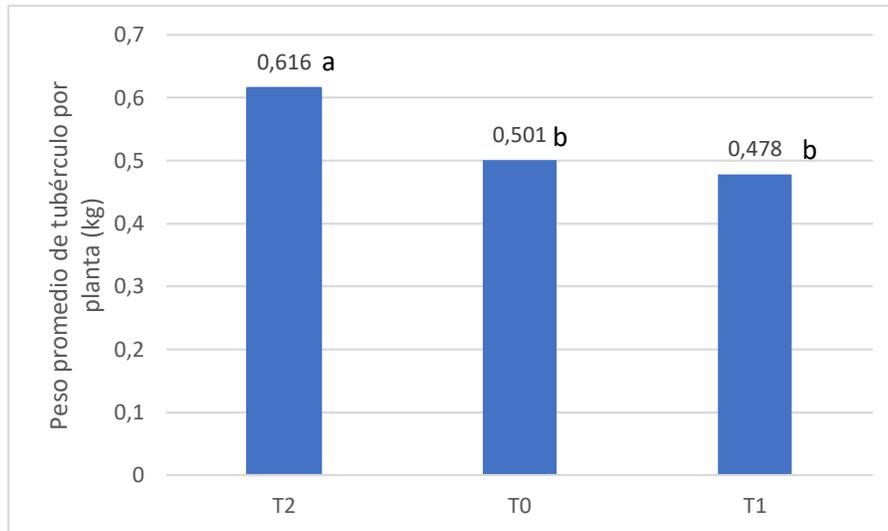
** : Significativo a P: 0.01

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad fue de 13.38. Indica confiabilidad de los resultados. De la fuente de variabilidad de FA se ubica dentro condición de no significativo, siendo que los sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas), se considera homogéneo y no presenta un promedio distinto a los demás.

Del factor FB muestra que existen diferencias significativas en el peso de tubérculo por planta muestreada en la producción químico- orgánico - testigo, indicando que son distintos estadísticamente. Se ratifica la aplicación de la prueba de Duncan.

Figura 12

Duncan peso de tubérculo por planta kg.



De los resultados de la comparación de medias Duncan para la variable peso de tubérculo por planta en el factor FB, agrupa los promedios en dos distintos grupos, el de mayor promedio agrupado en A con un promedio de 0.616 kg de tubérculo por planta el T2 (producción orgánica), y de manera contraria los de menor promedio agrupados en B con 0.501kg y 0.478kg de tubérculo por planta fueron el T0 (testigo) y T1 (producción convencional) respectivamente.

El resultado obtenido puede atribuirse a que, se hizo un buen manejo al realizar los productos orgánicos y así poder ofrecer un bocashi, biol, etc. de buena calidad y que puedan ofrecer los nutrientes suficientes. Si no se controla desde la preparación del abono, el resultado no será el deseado. (Restrepo y Hensel, 2013).

La diferencia que se obtuvo al pesar los tubérculos de 5 muestras de cada tratamiento siendo el T2 (producción orgánica) con mayor peso de 0.616 kg; Lliuyacc & Milagros (2020) en su investigación obtuvieron un peso promedio de 0.640 kg por planta, siendo mejor de lo obtenido; esto se debe a que su densidad de siembra fue mayor a la utilizada. Al ser menor el espacio, hubo una competencia entre plantas redujo su tamaño por ende el peso.

Finalmente, para la fuente de variabilidad interacción de factores FA x FB (Sistemas de producción por tratamiento orgánico-convencional) no presento diferencias significativas en los promedios de peso de tubérculo por planta, indicando los factores de estudio actúan independientemente uno del otro, asumiendo que cada factor interactúa con la variable

6.4.6 Rendimiento de tubérculos de papa (kg/m²)

El rendimiento de tubérculos de papa (kg/m²) (Tabla 15) presentó diferencias altamente significativas (P: 0.01) debido al efecto del factor parcela menor (producción convencional – orgánica – testigo). Entre tanto los Sistema de producción presento efecto similar sobre el rendimiento (P: 0.05); así mismo la interacción del Sistema de producción por el Método de producción fue no significativa (P:0.05) también sobre el rendimiento, es decir ambos factores son independiente.

Tabla 15

Análisis de varianza del promedio de rendimiento por metro cuadrado.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	p-valor	Nivel de significancia
Sistemas productivos (FA)	0,38	1	0,38	1,04	0,3656	NS
Repeticiones (FA)	1,46	4	0,37	2,78	0,1018	NS
Paquetes de fertilización (FB)	3,61	2	1,80	13,72	0,0026	*
Interacción FAxFB	4,1E-03	2	2,0E-03	0,02	0,9846	NS
Error experimental	1,05	8	0,13			
Total	6,51	17				
CV			16,91			

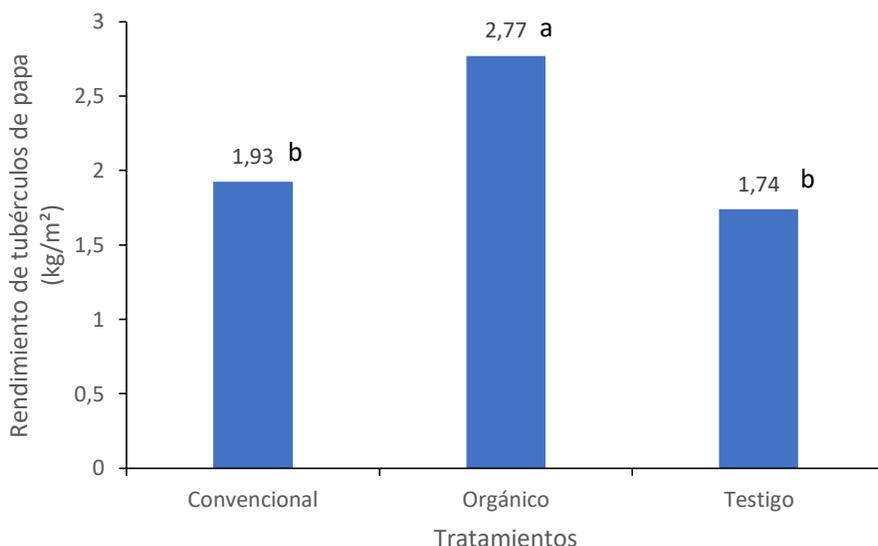
ns: No significativo a P 0.05

** : Significativo a P: 0.01

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad para el rendimiento por metro cuadrado, bajo factores diferentes sistemas de producción (campo abierto y camas protegidas) y Producción orgánico, convencional acomodado con un arreglo de parcelas divididas fue de 16.91 indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

Figura 13

Duncan del rendimiento por m² en parcela menor



El rendimiento de tubérculos de papa (kg/m²) presentó diferencias, donde sobresale con mayor rendimiento el tratamiento de producción orgánica con 2.77kg/m² frente al testigo y convencional (figura 13). Nótese el T1 y T0 presentan similar rendimiento con 1.93 y 1.74 kg/m² respectivamente, indicando que la producción convencional y la producción que se realiza en la EECH no tiene gran variación en el rendimiento.

INE indica que en el año 2021, el rendimiento de papa en el departamento de La Paz fue de 4.55 Tn/ha, convirtiendo nuestro resultado a tn/ha saliendo 27Tn/ha en producción orgánica es el rendimiento obtenido en la investigación, también superando el promedio que se tiene en el departamento, esto se debe a que se realizó un buen

manejo en la fertilización, dejando a disposición los nutrientes que requiere el cultivo como también se protegió de las heladas que cayeron en la campaña.

Esto se debe al aumento de materia orgánica mejorando la estructura del suelo, siendo óptimo para la agricultura. De acuerdo con Bending (2004 citado por Marin, Bertsch, y Castro, 2017), el aumento del contenido de materia orgánica de un suelo está asociado directamente a un incremento de su calidad.

A la vez no se hizo faltar el agua al cultivo puesto que en las etapas finales de desarrollo del cultivo es susceptible a la deficiencia de tal, provocando una reducción considerable en el rendimiento, en relación con si esta deficiencia ocurre en etapas iniciales (Zuñiga, Morales, y Estrada, 2017).

6.4.7 Análisis de costos

El análisis económico es muy importante ya que nos indica si esta investigación es rentable o no rentable, para saber si se tiene ganancias aceptables. Para obtener los costos de producción se calculó el beneficio bruto, beneficio costo,

Tabla 16

Resumen de la evaluación económica a través de los indicadores de rentabilidad

Parcela mayor	Parcela Menor	trat	precio Bs/Kg	rendimiento Kg/m2	Ingreso Bruto Bs/m2	Costo de producción Bs/m2	Beneficio/Costo
Campo Abierto	testigo	T0	6	5.951	35.71	21.06	1.69
	convencional	T1	6	3.459	20.75	2.113	0.98

	Orgánico	T2	6	4.133	24.80	18.12	1.36
	testigo	T0	6	8.140	48.84	25.14	1.94
Camas Protegidas	convencional	T1	6	4.821	28.93	24.65	1.17
	Orgánico	T2	6	6.924	41.54	22.63	1.83

en la tabla 16, se muestra el análisis de los resultados de la relación costo beneficio, de los diferentes tratamientos en cada sistema productivo de la investigación. Esta relación debe estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor; nos indica que existen pérdidas.

Analizando el cuadro, nos muestra que los resultados de estos tratamientos presentan valores mayores e iguales a la unidad, significando que se recupera la inversión en sistema de producción camas protegidas en los tratamientos T0 (testigo) por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0.94 centavos, T2 (producción orgánica) por cada boliviano invertido se ganó 0.83 y en el T1 (producción convencional) que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0.17 centavos.

En el sistema de producción de campo abierto con los tratamientos T0 (testigo) que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de 0.69 centavos y T2 (producción orgánica) con una ganancia de 0.36 y el T1 (producción convencional) fue el menor no teniendo ganancias.

7. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- En la comparación de los rendimientos del cultivo de la papa, se observaron que en los sistemas de producción, las camas protegidas ayudo a amortiguar los efectos de los fenómenos climáticos como ser las heladas ocurridas en la campaña agrícola, obteniendo un buen desarrollo de la planta, así generando una producción optima siendo el tratamiento de producción orgánica T2 el que tiene mayor rendimiento de 27.7 Tn/ha en contraste de los tratamientos T0 (testigo) y T1 (producción convencional), obtuvieron un rendimiento de 19.3 y 17.4 Tn/ha respectivamente.
- El efecto de las diferentes producciones en las características agronómicas del cultivo de papa fueron las siguientes: en la producción orgánica fue quien obtuvo mayores resultados en la altura de planta con 62 cm, peso promedio de tubérculo con 55.8 g y peso promedio de tubérculos por planta fue de 0.616kg; por otra parte, la producción convencional obtuvo mayores resultados en diámetro del tubérculo de 54.33 cm y número de tubérculos por planta de 26 unidades.

Determinando que la producción orgánica hizo que la planta desarrollara más así poder almacenar mayor cantidad de nutrientes y desarrollar mejorando en la producción.

- En cuanto a los análisis de costo beneficio de la producción de la papa en los diferentes sistemas y tratamientos, indica que en el sistema de camas protegidas obtuvo mayor ganancia, ganando el tratamiento testigo con 0.94, indicando que por cada boliviano invertido la ganancia fue de 94 centavos, seguido del tratamiento de producción orgánica con una ganancia de 0.83 y por último del tratamiento convencional con ganancia de 0.17; por otra parte el sistema de campo abierto sus ganancias fueron menores, en el tratamiento testigo con 0.69 centavos de ganancia y tratamiento de producción orgánica con 0.36 centavos a diferencia de la producción convencional que obtuvo una ganancia de 0 centavos.

Estos resultados determinan que el tratamiento testigo (combinación de productos químicos y orgánicos) en las camas protegidas tiene mayor ganancia, seguido del tratamiento de producción orgánica.

8. RECOMENDACIONES

Se sugiere el uso de las camas protegidas para los lugares donde afectan los fenómenos climáticos como ser las heladas, debido a que evita que tenga las plantas sean afectadas en gran manera así estas puedan crecer y desarrollarse con normalidad y pueda obtener una buena producción

Se recomienda el uso de productos orgánicos ya que además de que te genera ganancias, se puede realizar los productos utilizando insumos que se tiene en las casas, así evitando más gastos en la adquisición de fertilizantes.

Se recomienda usar una densidad de siembra mayor a la que se utilizó en el presente trabajo de investigación la cual fue distancia entre surcos 40 cm y entre plantas 25 cm, con ese marco de plantación existió dificultades al realizar las labores culturales como ser aporque deshierbe.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar M., M. D., Cruz C., R. Y., Ortiz Z., M. I., & Zeledon R., J. E. (2016). *Producción de microtubérculos de papa (Solanum tuberosum L.), cultivar burren, en bioreactores económicos de inmersión temporal*. La Calera, 16(27), 75-80.

<https://doi.org/10.5377/calera.v16i27.6005>

Aguirre, G., Buitrago, D., Calderon, J., Iriarte, V., & Mamani, P. (s/f). *Producción de semilla de papa en camas protegidas*. Carol Perpich.

Alanoca C., R. (2010). *Análisis participativo del sistema de producción en frutilla (fragaria sp.) bajo camas protegidas en cuatro comunidades del municipio de sorata* [Tesis de Grado, Universidad de Mayor de San Andres]

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9823>

Alonso, J. L. (2 de junio de 2015). *Medium*. Obtenido de Fisiología y manejo de tubérculos semilla de papa. <https://redepapa.medium.com/fisiologia-y-manejo-de-tuberculos-semilla-de-papa-b84693603380#:~:text=Factores%20que%20afectan%20el%20tama%C3%B1o,el%20n%C3%BAmero%20de%20tub%C3%A9rculos%20peque%C3%B1os>

Alvares, F. (2010). *Preparación y uso de Biol. Soluciones Prácticas ITDG*, Lima.

Imprenta y librería Vega, Cusco, Perú. 30 p

Andersen, m., & Pazderka, C. (2003). *¿Es la certificación algo para mi? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación/RUTA-FAO*. <https://www.fao.org/3/ad818s/ad818s00.htm#Contents>

APA, 7. e. (2019). American Psychological Association. Obtenido de <https://normas-apa.org/formato/>

Argandoña G., F., Puña V., I. C., & Benavides, J. P. (Octubre de 2021). *Producción de papa en Bolivia, Series Ideas y Reflexiones Nro. 5;1-7*
https://www.iisec.ucb.edu.bo/assets_iisec/publicacion/5_20102021_HSS_ARGANDONA_PUNA.pdf

Baeza G., F. (1993). *Las Heladas y su incidencia económica en la agricultura de Murcia*. Papeles de Geografía, 37-51. Obtenido de <https://revistas.um.es/geografia/article/view/44061>

Bosque S., H. D. (Diciembre de 2015). *Memoria Institucional Gestión 2012 - 2015*. La Paz, Bolivia: La Primera S.R.L. Artes Gráficas.

Canqui, F., & Morales, E. (2009). *Conocimiento Local en el Cultivo de la Papa*. Cochabamba: Imprenta Live Graphics.

CIMMYT. (1988). *Un manual metodológico de evaluación económica La formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos*. Edición completamente revisada Mexico PDF.

CIP. (2021). *La Papa*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa.

<https://cipotato.org/es/potato/>

Coca M., M. (sf). *Una mirada al cultivo de papa en Bolivia*. 1-19.

Cortez, M., & Hurtado, G. (Diciembre de 2002). *Guía Técnica Cultivo de la papa*.

Docplayer. <https://docplayer.es/5817796-Guia-tecnica-cultivo-de-la-papa.html>

Cruz Ch., D., Poma L., E., Cadena M., F. A., & Callizaya M., I. (2018). *Enfermedades fitopatológicas en los Andes tropicales de Bolivia*. La Paz, Bolivia: Impresiones Rojas.

Dolores C., J., & Laguna, R. (1998). *Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (Solanum tuberosum L.) en Miraflores, Esteli*. LA CALERA, (4);5-9.

Earth, A. G. (2021). *Estación Experimental Choquenaira*. LaPaz, Bolivia. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-16.69404119,-68.28660709,3874.65079885a,428.88145071d,35y,1.56836112h,0t,0r>

Egusquiza B., R. (2000). *La Papa producción, transformación y comercialización*. Lima. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6ciGbBX0uFwC&oi=fnd&pg=PA20&dq=que+afecta+al+tama%C3%B1o+de+planta+de+la+papa+&ots=3c284TU6F>

0&sig=A6D9SarGBafqh_U0dclzBGWnVw4#v=onepage&q=que%20afecta%20al
%20tama%C3%B1o%20de%20planta%20de%20la%20papa&f=false

Egusquiza B., R. (2013). *Guía Técnica manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa*. AGROBNCO, Cusco, Perú. 26 p

ENVIRONMENT, H. (s/f). *¿Qué es un fertilizante foliar?* Obtenido de Innovación agrícola en un clic:

https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=252

Falconi B., C. (s/f). *Manejo Orgánico Ecológico de papa (Solanum tuberosum L.)*.

Obtenido de QuickAgro:

https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/MANEJO%20ORGANICO%20PAPA.pdf

FAO. (2008). *Año Internacional de la PAPA*. Obtenido de FAO:

<http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>

FAO-PESA; CENTA. (2011). *Elaboración y uso del Bocashi*. El Salvador. Obtenido de

<https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>

Farmache, V. E. , ; Manjon, J. ; Velocce, S. (2020). *Cultivo de la papa. contexto actual*.

Fundación IDR, Mendoza Argentina. 12 p.

Franquesa, M. (11 de Mayo de 2016). *Agricultura convencional*. Obtenido de Agroptima Blog: <https://www.agroptima.com/es/blog/agricultura-convencional/#:~:text=En%20su%20concepto%2C%20la%20agricultura,qu%C3%A9%20micos%20que%20sean%20sint%C3%A9ticos%2C%20etc.>

Gabriel, J. (2019). *Treinta años de contribucion de la Fundación PROIMPA a la agricultura boliviana: caso del cultivar papa "Marcela"*. Latinoamericana de la Papa, 66- 73.

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición - UCA*. Obtenido de UCA: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

INE. (2021). *Producción*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística INE: <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>

INIA. (7 de junio de 2019). *La urea: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada*. Obtenido de Portal Fruticola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/06/07/la-urea-caracteristicas-ventajas-y-desventajas-de-esta-fuente-nitrogenada/>

INIFAP, A. (s/f). *Manuales prácticos para la elaboración de Bioinsumos*. INIFAP.

INSP. (18 de Mayo de 2018). *Los insecticidas*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud

Pública: <https://www.insp.mx/avisos/4736-insecticidas.html>

IPNI. (s/f). *Fuentes de nutrientes específicos. Fosfato di amonico*. Obtenido de

<http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/beagle?OpenAgent&d=NSS-ES-17&f=NSS-ES-17.pdf>

Kohl, B. (1995). *Proyectos con sistemas de cultivos protegidos en el altiplano boliviano*.

M & C Editores.

Lliuyacc, A., & Milagros, M. (2020). *Densidad de plantas de papa (Solanum tuberosum*

L.) en la producción de tubérculos del cultivar única, en contenedores para autoconsumo. Peru.

Macias V., M. I., & Limachi D., Y. (2021). *Manual Elaboración y uso de bioinsumos*

herramientas para la producción orgánica de cultivos. La Paz: Editorial Ciencias Agrarias (EDCA).

Mamani , E., Morales, V., & Ortuño, N. (2016). *Aplicación de biofertilizantes foliares en*

el cultivar Huaycha (Solanum tuberosum subsp. andigena) en los valles

interandinos de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14 - 25. Obtenido

de <http://www.papaslatinas.org/ojs/index.php/index/oai>

Mamani A., H. H. (2014). *Evaluación del rendimiento de seis variedades de semilla pre-*

básica de papa (Solanum tuberosum ssp andigena, Solanum stenotomum sp.)

provenientes de dos sistemas (Aeropónico y convencional) para la producción de semilla básica, en la provincia Ayopaya. Cochabamba: Tesis Ing. Agr. UMSA, La Paz, Bolivia.

Marin, S., Bertsch, F., & Castro, L. (2017). *Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un Andisol y el cultivo de papa en invernadero*. Scielo, https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242017000200026&script=sci_arttext&tlng=es.

Méndez, P. (2019). *Antecedentes Fenológicos Asociados al Manejo del cultivo de Papa. Boletín INIA no. 414, 16. Temuco, Chile.*

Mendoza D., K. (s.f.). *Preparación, uso y manejo de Abonos orgánicos. AYACUCHO PERU.*

Morales M., E., Rubi A., M., Lopez S., J. A., Martines C., A. R., & Morales R., E. (2019). *SCielo. Obtenido de Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales:*
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000801875#B5

Muñoz A., F., & Cruz, L. (1984). *Manual del cultivo de papa*. INIAP, 1-44. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/807>

- Poma P., I. B. (2014). *Estudio del comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación mediante el método de riego por aspersión en la Estacion Experimental de Choquenaira*. Tesis Ing. Agr. UMSA, La Paz, Bolivia.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina. Centro Internacional de la papa, Quito. Ecuador. 229 p.
- Ramirez V., J., & Sainz R., R. A. (2010). *Producción de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) prebásica*. Sinaloa. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos89/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum2>
- Restrepo R., J., & Hensel, J. (2013). *El ABC de la agricultura organica fosfitos y panes de piedra*. Colombia: Feriva S.A.
- Rodriguez, L. (2010). *Origen y evolución de la papa cultivada*. Una revisión. Agronomía Colombiana 28(1), 9-17.
- Salazar, Y. (7 de Abril de 2019). *EFE Noticias*. Obtenido de Edición America: <https://www.efe.com/efe/america/economia/las-papas-la-columna-vertebral-de-los-productores-del-altiplano-bolivia/20000011->

Universidad de Guanajuato. (2017). *Sistemas de producción agropecuaria*. 1-6.

Mexico. Obtenido de <https://oa.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/10/oa-rg-0001351.pdf>

Vigola, R., Watler, W., Vargas C., A., & Morales, M. (2017). *Tipificación del sistema productivo de papa. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica* (págs. 7-18). Costa Rica.

Warnars , L., & Oppenoorth, H. (2014). *El Biol: Fertilizante supremo Estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Quantes.

Yanarico Ch., J. E. (2021). *Evaluación de tres biofertilizantes en el comportamiento agronómico de dos variedades comerciales de papa (Solanum sp) en la comunidad centro Molino, provincia Omasuyos*. La Paz. Tesis Ing. Agr. UMSA, La Paz, Bolivia.

YARA. (2021). *Nutrición vegetal papa*. Obtenido de YARA Bolivia:
<https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/papa/informacion-esencial-sobre-papas/>

YARA. (s/f). *Principios agronómicos en el cultivo de la papa | Yara Bolivia YARA Fertilizer Company*. Obtenido de YARA Fertilizer Company:
<https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/papa/principiosagronomicos-en-el-cultivo-de-la-papa/>

Zeballos, Balderrama, F., Condori, B., & Blajos, J. (2009). *Economía de la papa en Bolivia* (1998-2007). FUNDACION PROINPA, 129.

Zuñiga Ch., S., Morales E., C., & Estrada M., M. (2017). *Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas*. Obtenido de Gestión Ingenio y Sociedad:

<http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/95>

10. ANEXOS

Anexo 1

Elaboración y control de calidad del Bocashi



Anexo 2

Preparado de los fertilizantes previo a la siembra



Anexo 3

Preparado de la semilla y el terreno antes de la siembra



Anexo 4

Siembra en campo abierto



Anexo 5

Siembra en camas protegidas



Anexo 6

Deshierbe de parcela



Anexo 7

Papas después de una helada



Anexo 8

Preparación de los fertilizantes



Anexo 9

Cosecha de papa en campo abierto y camas protegidas



.Anexo 10

Caída de granizada y heladas



Anexo 11

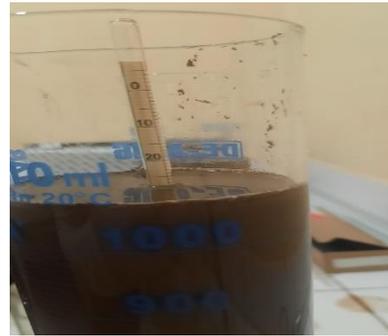
Selección de la muestra



Anexo 12

Análisis en el laboratorio





Anexo 13

Detalle de costos de producción para el T1 (Testigo) en campo abierto

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	0,25	20	5
tractor	Hora	1	100	33.3
Urea	kilogramos	0,175	285	7
Fosfato di Amónico	kilogramos	0,26	300	7
Súper Macollo	ml	3,5	80	40
Todoxin 500	ml	1,05	34,5	17,25
Carate	ml	1	120	60
Biol	Litros	20	0.8	16
Costo Sub total				168.3
MANO DE OBRA				
Siembra	Jornal	2	100	200
Costo Sub total				200
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				368.3
CALCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCION EN 17,49m2				
INGRESO BRUTO				624,57
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				368,3
BENEFICIO/COSTO				1.69

Anexo 14

Detalle de costos de producción para el T1 (Convencional) en campo abierto

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	0.25	20	5
tractor	Hora	1	100	33.3
Urea	kilogramos	0,175	285	7
Fosfato di Amónico	kilogramos	0,26	300	7
Súper Macollo	ml	3,5	80	40
Todoxin 500	ml	1,05	34,5	17.25
Carate	ml	1	120	60
Costo Sub total				169.55
MANO DE OBRA				
Otros Gastos	Jornal	2	100	200
Costo Sub total				200
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				369.55
CALCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCION EN 17,49m2				
INGRESO BRUTO				362,92
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				369,55
BENEFICIO/COSTO				0.98

Anexo 15

Detalle de costos de producción para el T2 (Orgánico) en campo abierto

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	0,25	20	5
tractor	Hora	1	100	33.3
Bocashi	Quintales	0,5	30	15
Biol	Litros	20	0.8	16
Biosangre	ml	10	6	3
Agua de vidrio	ml	20	0.5	0.5
Caldo Sulfocalcico	Litros	1	10	10
Harina de rocas	Kg	1	20	10
Melaza	Kg	2.5	10	25
Costo Sub total				117.8
MANO DE OBRA				
otros gastos	Jornal	2	100	200
Costo Sub total				200
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				317.8
CALCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCION EN 17,49m2				
INGRESO BRUTO				433.93
COSTO DE PRODUCCION				317.8
BENEFICIO/COSTO				1.36

Anexo 16

Detalle de costos de producción para el T0 (Testigo) en camas protegidas

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	1-abr	20	5
Urea	kilogramos	0,175	285	7
Fosfato di Amónico	kilogramos	0,26	300	7
Súper Macollo	ml	3,5	80	20
Todoxin 500	ml	1,05	34,5	8,5
Carate	ml	1	120	30
Biol	Litros	15	0.8	12
Costo Sub total				81
MANO DE OBRA				
Otros Gastos	Jornal	1	100	100
Costo Sub total				100
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				181
CÁLCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN				
INGRESO BRUTO				351,65
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				181
BENEFICIO/COSTO				1.94

Anexo 17

Detalle de costos de producción para el T1 (Convencional) en camas protegidas

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	1-abr	20	5
Urea	kilogramos	0,175	285	7
Fosfato di Amónico	kilogramos	0,26	300	7
Súper Macollo	ml	3,5	80	20
Todoxin 500	ml	1,05	34,5	8.5
Carate	ml	1	120	30
Costo Sub total				77.5
MANO DE OBRA				
Otros Gastos	Jornal	1	100	100
Costo Sub total				100
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				177.5
CÁLCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN				
INGRESO BRUTO				208,31
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				177,5
BENEFICIO/COSTO				1.17

Anexo 18

Detalle de costos de producción para el T2 (Orgánica) en camas protegidas

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
Insumos y otros gastos				
Semilla de papa	Arroba	0,25	20	5
Bocashi	Quintales	0,25	30	7,5
Biol	Litros	15	0.8	12
Biosangre	ml	7	6	6
Caldo Sulfocalcico	Litros	1	10	5
Harina de rocas	Kg	1	20	10
Melaza	Kg	2.5	10	25
Costo Sub total				63
MANO DE OBRA				
Otros Gastos	Jornal	1	100	100
Costo Sub total				100
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				163
CÁLCULO DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN				
INGRESO BRUTO				299,11
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				163
BENEFICIO/COSTO				1.83

