

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA  
PRODUCCIÓN PAPA KOMPIS (*Solanum tuberosum* L.) EN LA LOCALIDAD DE  
HUAYROCONDO BATALLAS – LA PAZ**

**PRESENTADO POR:**

**RUBÉN CHURA QUISPE**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

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

**EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA  
PRODUCCIÓN PAPA KOMPIS (*Solanum tuberosum* L.) EN LA LOCALIDAD DE  
HUAYROCONDO BATALLAS – LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**RUBÉN CHURA QUISPE**

**Asesor:**

Ing. Ph. D. Carmen del Castillo Gutiérrez .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Estanislao Poma Loza .....

Ing. Ph. D. Eduardo Bernabé Chilón Camacho .....

Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas .....

**Aprobado**

**Presidente Tribunal Examinador:** .....

**2019**

## **Dedicatoria**

Primero agradezco a dios por haber puesto en mi sabiduría y fuerza para salir adelante en etapa de mi vida.

Segundo dedicado a los maravillosos seres que lucharon con esfuerzo y trabajo por el conocimiento y sabiduría en el mundo para ser exitosos.

Por ultimo dedicado a mis padres Felipe chura y férmina Quispe † son la luz que guía cada día, también dedico a mis hermanas verónica chura, Gloria chura, Elsa chura, Juan Luis chura y a mí Tía Sabina chura † quienes con su cariño y sus sabios aconsejan para seguir adelante, y con todo cariño a mi esposa Hilda Luque Mamani por la ayuda que mí brindó en todo ámbito y a mis hijos Jorge Osmar, Rubén y me motivó con solo sus miradas y sonrisas.

## **AGRADECIMIENTO**

Dios padre todo poderoso, tu amor y tu bondad no tiene fin para todos, me permites sonreír todos mis logros son resultado de tu ayuda, cuando caigo me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones en frente mío para mejor como ser humano.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición y agradezco padre devino y no cesaré mis agradecimiento y todo las meta será cumplido.

Mi agradecimiento eterno a la universidad Mayor de san Andrés, especialmente a la Facultad de agronomía, por haberme permitido formación académica.

Un agradecimiento profundo a mes distinguido plantel de docente facultad de agronomía por haber brindado el conocimiento para poder desempeñarme en el campo profesional.

Agradecer a mi asesor Ing. Ph. D. Carmen del castillo Gutiérrez me brindó sus conocimiento y toda colaboración apoyo importante en cada uno de las etapas para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Estanislao Poma loza, Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas, quienes contribuyeron con sugerencias y recomendaciones para culminación a este trabajo de Investigación final.

Agradecer a mis padres y hermanas que con sus consejos me apoyaron a salir adelante. De manera muy especial agradezco a mi esposa Hilda Luque Mamani e mis hijos, Jorge Osmar, Rubén, quienes con su amor y cariño siempre estuvieron dándome fuerza papa concluir mi carrera.

Mucha Gracias

## ÍNDICE GENERAL

---

INDICE GENERAL.....	iii
INDICE TEMATICO.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	vii

## ÍNDICE

---

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
2.3 Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Agricultura orgánica.....	4
3.1.1 Principios de la agricultura orgánica.....	4
3.2 Importancia del cultivo de la papa.....	4
3.3 Producción de papa en el mundo.....	5
3.4 Producción de papa en América.....	5
3.5 Producción de papa en Bolivia.....	5
3.5.1 Producción de papa en el Departamento La paz.....	6
3.6 Descripción del cultivo papa kompis.....	6
3.6.1 Origen del cultivo de la papa.....	7
3.6.2 Taxonomía de la papa.....	7
3.6.3 Etapas fenológicas de la papa.....	8
3.6.4 Características morfológicas de la papa.....	8
3.6.5 Requerimiento edafoclimáticos.....	10
3.6.6 Requerimientos de nutrientes del cultivo de la papa.....	11
3.6.7 Rol de nutrientes en el cultivo de papa.....	12
3.7 Abono orgánico.....	13
3.7.1 Biofertilizantes.....	14
3.7.2 Clasificación de biofertilizantes.....	14
3.7.3 Biol.....	15
3.7.3.1 Elaboración del biol.....	15
3.7.3.2 Aplicación y Uso del biol en la agricultura.....	16
3.7.3.3 Ventajas y desventaja del biol.....	16
3.7.4 Té de estiércol.....	17

3.7.4.1	Elaboración del té de estiércol.....	17
3.7.4.2	Aplicación y uso del té de estiércol en la agricultura.....	18
3.7.4.3	Ventaja y desventaja del té de estiércol.....	18
3.8	Tres tipos de biofertilizantes abonos orgánicos.....	18
3.8.1	Biol de gallinaza.....	18
3.8.2	Biol de bovino.....	19
3.8.3	Té de estiércol de ovino.....	19
3.9	Fertilización foliar.....	19
3.9.1	Mecanismos de absorción de la nutrición foliar.....	19
3.9.2	Rutas de la absorción foliar.....	20
3.9.3	Velocidad de absorción.....	21
3.9.4	Translocación.....	22
3.9.5	Alcances de la fertilización foliar.....	22
3.9.6	Suministro de nutrientes en circunstancias de emergencia y/o “Estrés”.....	23
3.9.7	Suministro rápido de nutrientes en épocas crítico.....	24
3.9.8	Limitación de la fertilización foliar.....	25
3.9.8.1	Riesgos de fitotoxicidad.....	25
3.9.8.2	Desarrollo del follaje.....	25
3.9.8.3	Absorción lenta.....	25
3.9.8.4	Pérdidas considerables en la aspersion.....	26
3.9.9	Factores que afectan la absorción foliar.....	26
4.	LOCALIZACIÓN.....	27
4.1	Ubicación geográficas.....	27
4.2	Características climáticas.....	29
4.3	Riesgos climáticos.....	29
4.4	Suelos.....	29
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1	Materiales.....	30
5.1.1	Material vegetal.....	30
5.1.2	Materiales de campo.....	30

5.1.3 Fuentes de materia orgánica.....	30
5.2 Metodología.....	30
5.2.1 Elaboración de tres biofertilizantes liquido foliar.....	30
5.2.1.1 Elaboración de biol de bovino.....	31
5.2.1.2 Elaboración de biol de gallinaza.....	31
5.2.1.3 Elaboraciones de té de estiércol de ovino.....	31
5.2.1.4 Biofertilizantes líquido.....	32
5.2.1.5 Muestra de suelo.....	32
5.3 Diseño experimental y tratamientos.....	32
5.4 Factor de estudio y Tratamiento... ..	32
5.5 Modelo lineal estadístico.....	33
5.6 Croquis del experimento.....	33
5.7 Actividades culturales.....	34
5.7.1 Preparación del terreno.....	34
5.7.2 Siembra.....	35
5.7.3 Instalación de pluviómetro área de experimento.....	35
5.7.4 Aplicación de biofertilizantes foliares en la parcela experimental...	36
5.7.5 Labores culturales.....	36
5.7.5.1 Aporque.....	36
5.7.5.2 La cosecha.....	36
5.8 Variables de respuesta.....	37
5.8.1 Variables agronómicas.....	37
5.8.1.1 Día a la emergencia.....	37
5.8.1.2 Altura de plantas (cm).....	37
5.8.1.3 Numero de tallo por plantas.....	37
5.8.1.4 Numero de foliolo totales por planta.....	38
5.8.1.5 Numero de hojas totales por plantas.....	38
5.8.1.6 Diámetro del tallo (mm).....	38
5.8.1.7 Día a la floración.....	39
5.8.2 Variables de rendimiento.....	39
5.8.2.1 Numero de tubérculos por plantas.....	39

5.8.2.2	Numero de diámetro de tubérculos por planta.....	39
5.8.2.3	Peso de tubérculos por planta.....	40
5.8.2.4	Rendimiento.....	40
5.9	Variables económicos.....	40
5.9.1	Costos variables (Bs).....	40
5.9.2	Beneficio bruto.....	41
5.9.3	Beneficio neto.....	41
5.9.4	Beneficio costo.....	41
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
6.1	Caracterización agroclimatológica.....	42
6.1.1	Temperatura.....	42
6.1.2	Temperatura máxima y mínima.....	42
6.1.3	Precipitación pluvial.....	44
6.2	Efecto y comparación de tres biofertilizantes en el cultivo de papa.....	45
6.2.1	Análisis químico de los tres biofertilizantes.....	45
6.2.2	Análisis físico – químico de suelo.....	47
6.3	Variables Agronómicas.....	48
6.3.1	Altura de la planta.....	48
6.3.2	Numero de tallo por planta.....	51
6.3.3	Número total de folíolos por planta.....	52
6.3.4	Numero de hojas total por plantas.....	54
6.3.5	Diámetro del tallo de la planta.....	56
6.3.6	Días a la floración.....	57
6.4	Variable de Rendimiento.....	59
6.4.1	Número de tubérculos por planta.....	59
6.4.2	Diámetro de tubérculos por planta.....	61
6.4.3	Peso de tubérculos por planta.....	63
6.4.4	Rendimiento del tubérculo.....	65
6.5	Análisis económico.....	67
6.5.1	Beneficio bruto.....	67
6.5.2	Costos de producción.....	67

6.5.3 beneficio neto.....	67
6.5.4 Relación beneficio - costo.....	68
7. CONCLUSIONES.....	69
8. RECOMENDACIONES.....	70
9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	71
ANEXO.....	78

## ÍNDICE DE FIGURA

---

	Pág.
Figura 1 Mapa de ubicación de Municipio de batalla y comunidad de Huayrocondo.....	28
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.....	33
Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas (2016 – 2017) en Huayrocondo..	43
Figura 4. Precipitación gestión de 2016 – 2017 de huayrocondo.....	44
Figura 5. Altura de planta de acuerdo de los tratamiento.....	50
Figura 6. Número de tallo por planta de acuerdo a los tratamientos.....	52
Figura 7. Número de foliolo por planta de acuerdo a los tratamientos.....	54
Figura 8. Número de hojas por planta de acuerdo a los tratamientos.....	55
Figura 9. Diámetro de tallo principal de la planta de acuerdo a los tratamiento	57
Figura 10. Efecto días a la floración de la planta por tratamientos.....	58
Figura 11. Número de tubérculo por planta.....	61
Figura 12. Diámetro de tubérculos por planta y por tratamiento.....	63
Figura 13. Peso de tubérculo por planta y por tratamiento.....	65
Figura 14. Rendimiento de tubérculos por hectárea y por tratamiento.....	66

## ÍNDICE DE TABLA

	Pág.
Tabla 1. Follaje, tubérculos y acumulación de sustancia nutritivas por la papa....	12
Tabla 2. Temperatura máxima y mínima en la comunidad de Huayrocondo ( 2016 2017).....	42
Tabla 3. Análisis física - químico de los tres biofertilizantes de estudio.....	46
Tabla 4. Clases de concentraciones para interpretar los resultados obtenidos en Laboratorio.....	47
Tabla 5. Análisis físico – químico del suelo.....	47
Tabla 6. Análisis de varianza de altura de planta.....	49
Tabla 7. Análisis de varianza de numero de tallo por planta.....	51
Tabla 8. Análisis de varianza de número de foliolo total por planta.....	53
Tabla 9. Análisis de varianza de número de hojas total por planta.....	54
Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro del tallo principal de la planta.....	56
Tabla 11. Análisis de varianza día a la floración del cultivo de papa.....	58
Tabla 12. Análisis de varianza del número de tubérculos por planta.....	59
Tabla 13. Análisis de varianza diámetro de tubérculos por planta.....	62
Tabla 14. Análisis de varianza peso de tubérculos por plantas.....	64
Tabla 15. Análisis de varianza rendimiento de tubérculos por hectárea.....	65
Tabla 16. Análisis de costo de producción.....	68

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

---

	pág.
Fotografía 1. La semilla certificada de papa Kompis.....	30
Fotografía 2. Muestra de los tres biofertilizantes para su análisis.....	32
Fotografía 3. Área experimental de estudio.....	34
Fotografía 4. Surcado y siembra semilla papa kompis.....	35
Fotografía 5. Instalación de pluviómetro y termómetro.....	35
Fotografía 6. La cosecha de papa.....	37
Fotografía 7. Diámetro de tallos por plantas.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

- Anexo 1. Datos de análisis de varianza agronómica
- Anexo 2. Rendimiento tubérculos de papa
- Anexo 3. Análisis de varianza con el programa de SSPS
- Anexo 4. Anva rendimiento en tubérculos con SSPS
- Anexo 5. Análisis económico y costos de producción de papa
- Anexo 6. Resultado de análisis de biofertilizantes y suelo I.I.Q. UMSA.
- Anexo 7. Fotografía de trabajo de investigación en la Comunidad de  
Huayrocondo
- Anexo 8. Etiqueta de semilla certificada de papa.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar tres biofertilizantes foliares en el cultivo de papa Kompis (*Solanum tuberosum* L.) en la comunidad de Huayrocondo, Municipio de Batallas en la Provincia Los Andes, Departamento de La Paz. Huayrocondo geográficamente se encuentra situado en las coordenadas 16° 22' 05,90" latitud Sur y 68° 30' 02,37" longitud Oeste a 3874 m.s.n.m.

Los tres biofertilizantes foliares: biol de gallinaza, biol de bovino y té de estiércol de ovino en la producción del cultivo de papa, bajo un diseño de bloque al azar con cuatro bloques, 5 muestras de cada tratamiento a campo abierto. El material vegetal fue la semilla certificada de papa Kompis (*Solanum tuberosum* L.). La siembra se realizó en una superficie de 320 m<sup>2</sup>, la distancia entre surcos fue de 0,80 m y entre planta de 0,30 m.

Los tratamiento fueron los siguientes: T1- biol de gallinaza, T2 - biol de bovino y T3 - Té de estiércol de ovino. Las aplicaciones de los biofertilizantes fueron de la siguiente manera, 5 litros de biol puro más 10 litros de agua, esto se aplicó con una mochila aspersora cada 20 días.

Se encontró que el biol de bovino obtuvo mayor eficacia y resultado altamente significativos en las variables agronómicas, por ejemplo, la altura promedio de planta fue de 49 cm, el número promedio de total por planta fue de 5,45, el numero promedio de foliolos por planta fue de 2203, el numero promedio de hojas por planta fue de 116 y un diámetro promedio de tallo de 9,95 mm.

Para el biofertilizante biol de gallinaza se obtuvo una altura promedio de planta de 47 cm, el numero promedio de tallo por planta fue de 4,85, el numero promedio de foliolo por planta fue de tallos 1992, el numero promedio de hojas por planta fue de 108 y un diámetro de tallo de 9,63 mm.

Para el Té de estiércol de ovino, se obtuvo una altura promedio de planta de 42 cm, el número promedio de tallos por planta fue 3,3, el número promedio de foliolo por planta fue 1891, el numero promedio de hojas por planta fue 107, y un diámetro promedio de tallo de 9,54 mm.

En cuanto al rendimiento de tubérculos con la aplicación con biofertilizantes foliares, se encontró valores altamente significativos. El mejor rendimiento obtuvo el tratamiento T2 (biol de bovino) con 46 tn/ha de papa, seguido por T1 (biol de gallinaza) con 43 tn/ha y el T3 (té de estiércol de ovino) con 38 tn/ha.

Según el análisis económico, la relación beneficio costo más alto se presentó para el T2 (biol de bovino) con un valor de B/C de 4,16 Bs, seguido por el T1 (biol de gallinaza) con un valor de B/C de 3,93 Bs, y luego por el T3 (té de estiércol de ovino) con un valor B/C de 3,49 Bs. En relación a los costos del tratamiento de los tres biofertilizantes empleados en el cultivo de papa Kompis, el mayor beneficio neto fue obtenido por el T2, por cada boliviano invertido se recupera 3,16 Bs, seguido por T1 y luego T3. la aplicación de biol de bovino es significativo y beneficioso para el agricultor.

## SUMMARY

This research work was carried out with the objective of evaluating three foliar biofertilizers in the cultivation of potato Kompis (*Solanum tuberosum* L.) in the community of Huayrocondo, Municipality of Batallas in Los Andes Province, Department of La Paz, geographically located 16° 22' 05.90 "South latitude and 68° 30' 02.37" West longitude at 3874 m.a.s.l.

The three foliar biofertilizers that were applied in the crop of potato are chicken manure biol, bovine manure biol and sheep manure tea. The application was done under a randomized block design with 4 blocks, 5 samples of each in an open field crop. The employed plant material was from a certified seed of potato Kompis (*Solanum tuberosum* L.). This was sowed in an area of 320 m<sup>2</sup>, each furrow had a distance of 0, 80 m and the distance between plants was 0, 30 m.

Three applications of each biofertilizer was done as follows: 5 liters of pure biol plus 10 liters of water, were applied with a spray backpack every 20 days.

The biofertilizer bovine manure biol obtained greater efficacy in the performance of the plant with highly significant results. For instance, plant height with an average of 49 cm, the average number of stems per plant was 5.45, an average of 2203 leaflets per plant, an average of 116 leaves per plant and an average stem diameter of 9.95 mm.

For the biofertilizer chicken manure biol, it was obtained an average of 47 cm in plant height, the average number of stems per plant was 4.85, an average of 1992 leaflets per plant, an average of 108 leaves per plant and an average stem diameter of 9.63 mm.

With the biofertilizer sheep manure tea, it was obtained an average plant height of 42 cm, the average number of stems per plant was 3.3, an average of 1891 leaflets per plant, an average of 107 leaves per plant, and an average stem diameter of 9.54 mm.

Regarding tuber yield, the best yield was obtained with the bovine manure biol with 46 tn / ha, followed by chicken manure biol with 43 tn / ha and sheep manure tea with 38 tn / ha.

According to the economic analysis, the highest cost benefit ratio was obtained for the treatment bovine manure biol with a value of 4.16 Bs, followed by treatment chicken manure biol with a value of 3.93 Bs, and then the sheep manure tea with a value of 3.49 Bs. In relation to the costs of the treatments, the greatest net benefit was obtained by bovine manure biol, for each Bolivian invested 3.16 Bs was gained, followed by chicken manure biol and sheep manure tea. Then, bovine manure biol is significantly beneficial for potato farmers.

# **EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN PAPA KOMPIS (*Solanum tuberosum* L.) EN LA LOCALIDAD DE HUAYROCONDO BATALLAS – LA PAZ**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de papa es uno de los más importantes en Bolivia, además de tener gran importancia en cuanto a su valor alimenticio, también genera fuentes de ingreso durante su explotación agrícola. La agricultura orgánica es un sistema de producir alimentos sanos para la humanidad, sin injerencia de químicos de tóxicos en la producción.

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia en Altiplano boliviano, es un artículo principal en la alimentación de la población, y base de la economía de los agricultores. La papa es una de las especies de mayor cultivo y consumo, por su importante contenido de nutrientes, constituyéndose en alimento básico, el cultivo juega un rol importante por su amplia adaptación a los diferentes medios ecológicos y por ser una de la principales fuentes de ingreso para muchas familias (Vargas *et al.* 2015).

En los sistemas de producción de zonas de altura, donde la papa es el principal cultivo, existe la tendencia de buscar solamente la rentabilidad de este cultivo y también en los campos de agricultores se estudian alternativas agronómicas que además de incrementa la productividad y conservar el potencial productivo de suelos, sin afectar el medio ambiente (PROINPA 1998).

Los biofertilizantes orgánicos es una alternativa para aplicar como fertilizante foliar en diferentes cultivos, el biol y té de estiércol es una fuente principal para la nutrición del cultivo de papa, se ha convertido en una importancia de producción en el campo agrícola por que permite la corrección rápida en el momento de critico causados por danos de helada y granizo. El manejo de biofertilizantes foliares constituye un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola y también se propone frente a este panorama como una técnica eficiente sostenible económico productivo, permite obtener alimento sano y no contamina el medio ambiente. Los biofertilizantes líquidos conocido como biol, pues los ingredientes para su

elaboración son fáciles de conseguir y no requieren de mucho tiempo para su preparación, el efecto del biol en las plantas es más efectivo que el de los fertilizantes que se aplican en el suelo (Villegas 2004).

La fertilización foliar orgánica es una práctica importante para los productores, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y calidad de producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero es una práctica que sirve para suplementar o completar los requerimientos nutricionales de los cultivos (Marino 2010). El mismo autor señala que el biol de gallinaza favoreció un mayor crecimiento en la altura de planta, diámetro de tallo, cobertura foliar, número de tallo por planta, el rendimiento de papa con la aplicación de biol de gallina se obtuvo 10.63 tn/ha, seguido del biol de vacuno con un 7.35 tn/ha, y el testigo con un rendimiento de 6.88 tn/ha. Por otra parte. Velásquez (2013) señala que las consecuencias son irreversibles con el tiempo en la degradación y desgaste de nutrientes en el suelo, por eso se quiere implementar un enfoque alternativo que es la agricultura orgánica que van con los preparados de los abonos orgánicos que estos benefician tanto en la planta como en el suelo en forma sostenible, donde se divide en dos grupos de preparados en líquidos, biol y te de estiércol.

La comunidad Huayrocondo tiene uno de los problemas centrales al igual que en el Altiplano de baja producción agrícola, debido a los efectos de la variabilidad climática extrema presencia de heladas sequía y granizada. Otro problema de los agricultores es poco conocimiento del uso de biofertilizantes, semilla certificada y manejo agronómico, la semilla certificada garantiza buen desarrollo de cultivo en menor tiempo posible, y la producción de mayor seguridad con posibilidad para obtener altos rendimientos. Sin duda el más importante la elaboración de los biofertilizantes tiene menor costo y es accesible, para los agricultores, no contamina el medio ambiente y tampoco erosiona los suelos. La comunidad tiene las principales actividades económicas en producción de leche, seguido de la agricultura donde predomina más producción de forraje y el cultivo de papa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- ✚ Evaluar tres biofertilizantes orgánicos en la producción de papa Kompis (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Huayrocondo Batallas – La Paz.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✚ Caracterizar químicamente los tres biofertilizantes.
- ✚ Evaluar el efecto de tres biofertilizantes orgánicos aplicando en forma foliar, el biol de gallinaza, biol de bovino y té de estiércol de ovino en el comportamiento agronómico del cultivo de papa.
- ✚ Comparar el efecto de tres biofertilizantes orgánicos, el biol de gallinaza, biol de bovino y té estiércol de ovino en el rendimiento del cultivo de papa.
- ✚ Analizar el Beneficio/costo en base al rendimiento de tubérculos de papa para cada uno de los tratamientos en estudio.

### **2.3 Hipótesis**

- ✚ Es similar el comportamiento agronómico del cultivo de papa con la aplicación de biofertilizantes orgánicos.
- ✚ No existe efecto de los tres tipos de biofertilizantes en rendimiento de cultivo de papa.
- ✚ No existe diferencia el análisis de Beneficio/Costo en base al rendimiento de tubérculos de papa para cada uno de los tratamientos en estudio.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es de mucha importancia debido a que aporta a la conservación del medio ambiente y preserva la salud humana. Por lo tanto los productos orgánicos son más saludables y libre de agentes tóxico (Callizaya 2007). Es una forma por la que el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que desencadenan de manera espontánea en la naturaleza, también evita o excluye en gran parte el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores del crecimiento y aditivos (Helmuth 2000 y Durán 2006).

##### **3.1.1 Principios de la agricultura orgánica**

Ramos (2005) citado por Velásquez (2013) afirma que la agricultura responde a principios y normas de producción y calidad que la diferencian de la agricultura y desarrollan cinco principios siguientes:

- 1) Proteger el medio ambiente y promover la salud en general de productores, consumidores y biodiversidad mediante el mantenimiento de la integridad e inocuidad de alimentos y productos.
- 2) Mantener la fertilidad de los suelos en el plazo mediante la optimización de la actividad biológica y la promoción del reciclaje de materiales, garantizando la productividad relativamente alta y la promoción en el tiempo.
- 3) Favorecer el mantenimiento y conservación de la biodiversidad dentro de la unidad productiva y su incidencia en sus alrededores.
- 4) Incentivar la producción local de las especies nativas muy bien adaptada al entorno natural y cultural.
- 5) Generar los propios insumos básicos en la misma unidad productiva, promoviendo de esta manera la independencia en la producción.

#### **3.2 Importancia del cultivo de la papa**

La papa es superior a todo los otros cultivos en la producción de proteína y valiosa a su alto contenido de aminoácido esenciales, en ello se asemeja a la proteína de

la leche (Estrada s.f.).

Es una planta de la familia de las solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originario del Altiplano Andino, tardó en incorporarse a la dieta por contener sustancias tóxicas en sus partes verdes, pero se ha convertido en uno de los principales cultivos del planeta (Tola 2009). La papa se clasifica como uno de los cuatro cultivos más importantes del mundo, junto con el trigo, maíz y arroz por su valor nutritivo adaptabilidad a diversos climas, es uno de los diez alimentos de mayor expansión en su producción (Devaux *et al.* 2010).

### **3.3 Producción de papa en el mundo**

Uno de los productores de papa en el mundo es Bélgica con un promedio de 443.81 tn/ha de una superficie de 63000 ha, seguido Francia 418.15 tn/ha, U.S.A. 406.725 tn/ha, la papa es el cuarto alimento más importante en el mundo, continúa como la base alimentaciones de millones de personas y además la producción de papa es cercana de 300 millones de toneladas anuales (Sánchez 2013).

### **3.4 Producción de papa en América**

El primer productor de papa en América es Argentina con un promedio de 256.928 tn/ha, seguido Brasil 187.255 tn/ha, Colombia 165.901 tn/ha. Perú 121.657 tn/ha anual y Bolivia con 8 tn/ha anual (Sánchez 2013).

### **3.5 Producción de papa en Bolivia**

Según Osinaga y Ramírez (2017), la papa es un alimento que se consume en todo Bolivia, la superficie cultivada alcanzó 165.000 ha, con un rendimiento de promedio 5,7 TM/ha por año, el consumo promedio per cápita anual es 92 kilo por persona, pero en realidad el consumo promedio actual tiene que ser 102 kilo por persona, la demanda es de 1.2 TM. Que equivale 22,8% de déficit, actual consumo.

Filomeno y Espinosa (2017) mencionan que la tendencia de producción y consumo de alimento básico en Bolivia, según datos del ministerio de desarrollo rural, la producción de papa en el año 2016 fue de 983 mil toneladas, para 2015, 893 mil toneladas y mientras que en 2014 la oferta fue de más de UN Millón de toneladas de papa. La escasez llega a un déficit de 36 mil toneladas de papa por año.

El INE (2019) indica que la producción de papa alcanzó un promedio 1.160.940 TM anual, con un rendimiento de 6.421 tn/ha, superficie cultivada fue de 180.802 ha por año, en el periodo 2017- 2018 en Bolivia. Por otra parte Vargas *et al.* (2015) señala que en Bolivia la papa se cultiva desde hace mucho tiempo aproximadamente 200.000 familias agricultores, están involucradas en producción de papa, cerca de 132.000 ha de siembra anual.

El cultivo de papa tiene diferentes rendimiento en la zona de altiplano, pero contrariamente presenta los rendimiento más bajos en país, como superficie cultivada de papa 126.943 ha, con un rendimiento de 42.656 tn/ha, y la producción de papa 760.951 tn por año en Bolivia (Zeballos *et al.* 2009).

### **3.5.1 Producción de papa en el departamento de La Paz**

Osinaga y Ramírez (2017) mencionan que los departamentos que producen la papa son: Santa cruz, Tarija, Cochabamba, con un rendimiento de promedio 10 tn/ha y seguido potosí, Oruro y La Paz, 6 tn/ha anual. Y para Vargas *et al.* (2015) mencionan que los rendimientos en promedio en la zona tradicional en Altiplano de La Paz son muy bajos, entre 5 a 8 toneladas métricas/hectárea, frente a la producción en los países vecinos que oscilan entre 22 hasta 30 toneladas métricas/hectárea anual.

El INE (2019) reporta en la gestión 2017- 2018 en La Paz se alcanzó un máximo de superficie cultivadas 54.454 ha por año, con un rendimiento 6.078 tn/ha, con un producción de papa de 330.991TM. El Cochabamba 9.23, Santa Cruz 8.561, Tarija 7.107, La paz 6.078, Beni 4.400, Potosí 4.378, Oruro 4.798 tn/ha.

Tola (2009) menciona que los rendimientos dependen del nivel de tecnología usada principalmente por el empleo de semilla certificada, variedades mejoradas y fertilizantes, mecanización, prácticas agronómicas, riegos tecnificados.

### **3.6 Descripción del cultivo papa Kompis**

La papa Kompis es una planta vigorosa de tamaño mediano a alto y papa dulce variedad nativa, presenta tolerancia a heladas y sequía (Cahuana 1993). La variedad de papa Kompis se caracteriza como una planta de tallo grueso carnoso de color verde, color de flor blanco, fruto baya de color verde, el tubérculo es

redondo de color de piel rosado o tumbo, su interior es carnoso color blanco arenoso sabroso, con varias yemas, resiste a la helada a una temperatura de 0 °C y sequía, tiene madurez temprana.

### **3.6.1 Origen del cultivo de la papa**

Mamani (2008) menciona que la papa es una planta originaria de América del Sur de los Andes, Altiplano Bolivia y Perú, cuya antigüedad data desde hace más de 8.000 años, y que se consume.

Gabriel *et al.* (2011) indican que la papa existió mucho antes de la época de los incas, situadas no sólo en las tierras altas (Tiahuanaco), sino también en las costas desérticas (Chimú y Naca), Bolivia- Perú.

Sánchez (2013) menciona que la papa se desarrolló y se cultivó por primera vez hacia ocho mil o diez mil años en la cercanía del lago Titicaca, actualmente se encuentra cerca de la frontera entre Bolivia y Perú.

### **3.6.2 Taxonomía de la papa**

Sánchez (2013) describe que el tubérculo es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes y su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Especie	: Solanum tuberosum
Nombre común	: Papa

### 3.6.3 Etapas fenológicas de la papa

Según Sánchez (2013) las etapas fenológicas de la papa está constituida por las siguientes partes:

**1. Reposo:** es el tiempo que transcurre entre la cosecha y la brotación, la semilla asexual tiene un periodo de reposo o dormancia de 2 a 3 meses y para la semilla sexual 4 a 6 meses aproximada.

**2. Brotación:** ocurre cuando comienza a emerger las yemas de los tubérculos, esta fase dura 2 a 3 meses, luego la papa debe sembrarse.

**3. Emergencia:** es cuando la planta ha emergido primeras hojas sobre los camellones del surco de suelo, ocurre entre 10 a 30 días después de la siembra. La temperatura baja del suelo y un nivel de humedad inadecuada pueden extender un largo periodo.

**4. Tuberización y floración:** La floración es señal del inicio de la tuberización, ocurre a los 30 a 50 días después de siembra.

**5. Desarrollo de los tubérculos:** Alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días para variedades precoces, 90 días para intermedio y 120 días para variedades tardías, los tubérculos pueden cosechar.

Canahua (1991) citado por Chuquimia (2012) argumenta que el final de tuberización ocurre a los 100 a 115 día después de la emergencia, se presenta cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento distal, esta fase es considerada importante ya que de esta depende la uniformidad de tamaño de los tubérculos y la precocidad de la planta. En síntesis la fase de crecimiento de los tubérculos es el periodo entre la iniciación de la tuberización y el máxima desarrollo del follaje.

### 3.6.4 Características morfológicas de la papa

Parsons (2010) indica que la papa es una planta anual de tipo herbácea arbustiva. Alcanza una altura de entre 40 y 50 cm, está constituido por las siguientes partes:

**Tallos:** la papa presenta tres tipo tallo: aéreo, rizoma y tubérculos, los tallos son circulares, angular o sección transversal. El tallo aéreos puede ser recto o normal se origina a partir de yemas del tubérculo y utilizados como semillas, son herbáceos,

suculento. El rizoma esta forma por brotes laterales que nacen alternamente desde sub nudos de tallos aéreos (Sánchez 2013).

Las yemas que se forma en el tallo principal a la altura de las axilas de las hojas, pueden desarrollarse para llegar a formar tallo laterales secundarios, estolones e inflorescencia (Huamán 1986).

**Raíz:** La raíz es la estructura subterránea, responsable de absorber agua y nutrientes mediante sistema fibroso, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad, tiene carácter adventicio y se origina en los nudos de los tallo subterráneos (Sánchez 2013).

La papa se propaga por tubérculos, en los suelos arcillosos las raíces profundizan menos que en suelos arenosos. La mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 centímetros del suelo (Parsons 2010).

**Hoja:** la hoja es una estructura que sirve para transformar energía lumínica (luz solar) formando energía alimenticia, como azúcares y almidón, las hojas son compuesta con 7 a 9 foliolos (imparipinnadas) de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos, son bifaciales y presentan pelos o tricomas en su superficie (Sánchez, 2013). Las hojas son alternas compuestas formadas con varios foliolos opuestos y uno largos como terminal de forma ovoide y poco velloso. En las axilas, forma las hojas con el tallo y salen las yemas vegetativas (Parsons 2010).

**Inflorescencia y flor:** la inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y está dividida generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdividen en otras dos ramas, de esta manera se forma una inflorescencia cimosa. Las flores son hermafrodita (bisexuales) completa, poseen las cuatro partes esenciales: cáliz, corola, estambres y pistilo, el androceo consta de 5 estambre y el gineceo de un solo pistilo. El ovario es supero y bilocular (Sánchez, 2013).

**Fruto:** El fruto es una baya se origina por el desarrollo de ovario, puede presentar una forma redonda y alargada ovalada o cónica, su diámetro es entre 1 y 3 cm. y su color varias, verde a amarillo o de castaño rojizo a violeta y la baya presentar dos lóculo (Sánchez, 2013).

**Semillas:** son muy pequeña aplanadas de forma arriñonada, puede ser blancas, amarillentas o castaño, conocida también como semilla sexual, óvulo fecundado, puede contener aproximadamente entre 200 y 400 semilla (Sánchez, 2013).

**Tubérculos:** El tubérculos es el tercer tallo modificados subterráneos especializada como un órgano de almacenamiento de nutrientes (Sánchez, 2013).

Laura (2017) argumenta que el tubérculo es un tallo modificado que tiene yema u ojo, y en cada ojo existe normalmente tres yemas, en los ojo del tubérculos morfológicamente corresponden a los nudos de los tallos, las cejas representa a los hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Parsons (2010) señala que el tallo empieza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma el tubérculo.

### 3.6.5 Requerimiento edafoclimáticos

**1. Altitud:** se puede decir que la papa se cultiva en diferentes regiones de altitudes en Bolivia entre 800 hasta 4000 msnm, principalmente Altiplano Norte, Medio y Sud, y valles Interandinos y Meso térmicos. Además, la migración poblacional interna desde las tierra altas ha expandido el área de cultivo en Zonas de Santa Cruz y Norte de la Paz (Gabriel *et al.* 2011). La papa se produce en diferentes diversidades regiones del país desde 1000 a 4000 msnm de altitud (Sánchez 2013).

**2. Clima:** se requiere un ambiente templado o frío y húmedo (Cahuana *et al.* 2012).

**3. Temperaturas:** la papa es considerada una planta de clima frío, la temperatura favorable para el cultivo es de 13 y 18 °C. Para obtener el máximo rendimiento de papa se produce en temperaturas diurnas de 18 a 24°C nocturna de 15°C, durante el desarrollo del área foliar la temperatura es considerable de 20 a 25 °C, pero cuando las temperatura tiene variaciones en el ciclo del desarrollo del cultivo, la producción no es óptimo (Sánchez 2013). Se requiere una variación de temperatura ambiental, después de la siembra, es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20 °C para que la planta se desarrolle bien su morfología (Parsons 2010).

**4. Luminosidad:** Según Sánchez (2013) la subespecie tuberosum requiere para desarrollar su área foliar un fotoperiodo largo (más de 14 horas de luz) y en su

proceso de tuberización. Cahuana et al. (2012) menciona que para la tuberización normal es 12 a 16 horas de luz por día.

**5. Precipitación pluvial:** en todo su ciclo vegetativo cultivo de papa es de 120 a 150 días, la precipitación cantidad óptimo de agua se requerida 500 a 700 mm, durante la cual no debe faltar el agua en el periodo de floración - tuberización (Sánchez 2013). Por otra parte, la papa se desarrolla mejor en zonas con precipitaciones pluviales de 600 a 800 mm agua, por campañas agrícolas y bien distribuidas (Cahuana *et al.* 2012).

**6. Humedad relativa:** la humedad relativa es estable o sin variación en el ambiente, las hojas y tubérculos perderá menos agua, durante en el ciclo vegetativo del cultivo se requiere la humedad relativa mayor de 80% (Cahuana et al. 2012).

**7. Suelo:** el cultivo de la papa se desarrolla mejor en el suelo franco y profundo, friables con buena capacidad de retención de agua, los suelos franco arenoso, franco-limosos y franco arcillosos de textura liviana, con buena drenaje y con una profundidad efectiva mayor de los 0.50 m, el pH ideal del suelo para el cultivo de papa entre esta de 5,5 y 6, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos (Sánchez 2013).

Los mejores suelos para la papa es franco, franco limoso y franco arcilloso, con estructura granular y alto contenido de materia orgánica, profundos y de buena drenaje (Cahuana et al. 2012).

El suelo debe proveer de agua, nutriente y oxígeno a los raíces, la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, manejo del cultivo y de la cosecha (Parsons 2010).

### **3.6.6 Requerimientos de nutrientes del cultivo de la papa**

Yágodin (1986) citado por Marino (2010) señalan que al final de la floración, cuando las hojas toman su forma final las plantas consumen 2/3 a 3/4 parte de las sustancias nutritivas. Desde la aparición de los brotes hasta el inicio de la formación de los brotes acumulan el 20 al 27% de las sustancias nutritivas, desde la formación de los brotes hasta el final de la floración acumulan el 40 a 60% y después de la floración,

el 20 - 33%. El aumento de follaje, tubérculos y acumulación de sustancias nutritivas por la papa en porcentaje se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Follaje, tubérculos y acumulación de sustancia nutritivas por la papa.**

<b>FASE DE DESARROLLO</b>	<b>FOLLAJE</b>	<b>TUBÉRCULOS</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Formación de botones	38	6	27	23	20
Formación de los botones y floración	100	31	67	75	80
Aumento máximo de los tubérculos	94	50	91	85	98
Maduración	86	100	100	100	100

FUENTE: Yágodin (1986) citado por Marino (2010).

La papa se requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción, una cosecha que tiene un rendimiento alrededor de 40000 kg de papa por Hectárea, extrae del suelo 139 kg de Nitrógeno, 21 kg de Fosforo, 165 kg de potasio, 8 kg de Calcio (Parsons 2010).

### **3.6.7 Rol de nutrientes en el cultivo de papa**

**Nitrógeno:** Es uno de los elemento que determina el rendimiento del cultivo, ya que favorece el desarrollo de la parte aérea y el engrosamiento de los tubérculos, un exceso de Nitrógeno produce un retraso de tuberización (Sánchez 2013).

El nitrógeno es considerado como un elemento más importante durante fase vegetativo en todo su ciclo de vida de las plantas, se al tener altos niveles de nitrógeno la planta formará más follaje y sacrificando la tuberización (Parsons 2010).

**Fósforo:** la papa necesita de este elemento para estimular su crecimiento y la formación desarrollo y el crecimiento radicular y tubérculo (Parsons 2010).

El Fosforo actúa a favor del desarrollo de las raíces, mejorando la calidad de los tubérculos y reduciendo su sensibilidad a dañar, cumple un función y acelera la maduración de los tubérculos (Sánchez 2013). El fosforo es esencial para la calidad y rendimiento de los cultivos, contribuye a los procesos de fotosíntesis y respiración,

está implicado en la división celular, acelera la madurez temprana de la semilla, fruto, tubérculos y mejora la resistencia a sequía como también la bajas temperatura (Pumisacho y Sherwood 2002).

**Potasio:** la papa requiere especialmente el potasio para la alta producción de almidón, este elemento proporciona a la planta gran vigor y ayuda al desarrollo de los tubérculos (Parsons 2010).

El potasio favorece a formación de azúcares y la asimilación clorofílica y también facilita a migración de la fécula de los organismo del cultivo y proporciona mayor resistencia a las heladas, la presencia del potasio en el cultivo de papa incrementa el calibres de los tubérculos (Sánchez 2013).

El potasio en plantas es vital para fotosíntesis, especialmente en la síntesis de proteínas. Es importante para la descomposición de carbohidratos para producir energía, ayuda a controlar el balance iónico, el potasio es un activador de los sistemas enzimáticos que regulan el metabolismo de la plantas, como la apertura y cierre de los estomas (Pumisacho y Sherwood 2002).

### **3.7 Abono orgánico**

El abono orgánico es la mezcla de restos vegetales y animales, que se encuentra en área rural, se utiliza con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural anaeróbico o aeróbico en campo abierto mediante los diferentes microorganismos para obtener biofertilizantes líquido. El abono es un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola, tiene alto contenido de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otro elemento nutritivo para las plantas (Ramos y Terry 2014).

Mismo autor menciona que todas las sustancias orgánicas de origen animal o vegetal, una mezcla de ambos abonos orgánico, aporta multitud de microorganismos que contribuyen poderosamente a aumentar la fertilidad de los suelos y evita la erosión del suelos, aporta los principio elementos nutricionales para las plantas, como el nitrógeno, fosforo, potasio. Puente (2010) menciona que los abonos orgánicos son todo aquellos esta compuestos provenientes de la

descomposición de los residuos orgánicos de origen biológico que se presenta en el suelo, rastrojos de leguminosas o residuos animales como el estiércol.

### **3.7.1 Biofertilizantes**

Carvajal (2014) indica que los biofertilizantes se originan a partir de una intensa actividad de los microorganismos benéficos que vive asociado en simbiosis con la planta que se encuentran disponibles y gratuitos en la naturaleza, los cuales transforman los materiales orgánicos, complejos indispensables al metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta.

Durán (2006) cita que el biofertilizante es una fuente de fitorregulador, que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, en pequeñas cantidades es capaz de promover las actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, aumenta y fortalece la base radicular, follaje, floración y activa el poder germinativo de las semillas.

Sánchez (2003) citado por Mamani (2013) manifiesta que se obtiene del proceso de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, siendo que dicho líquido que se descarga de un digestor es el abono foliar, es una fuente orgánica de Fito reguladores que promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas. Silva (2014) argumenta que el biofertilizante que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes fijadores de Nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o potencializadoras de diversos nutrientes, que se utilizan para aplicar a las plantas o a suelos con el objetivo de incrementar el número de microorganismos.

### **3.7.2 Clasificación de biofertilizantes**

Burgos (2016) señala que los biofertilizantes se clasifican como siguientes:

**1) Acción directa:** el grupo de microorganismos que habitan en algún componente de los tejidos vegetales, la acción benéfica se realiza en las plantas y fijan biológicamente el nitrógeno y las micorrizas.

**2) Acción indirecta:** el biofertilizantes es aprovechada primero por el suelo y lo transmite hacia los cultivos, a este grupo pertenece los mecanismos de acción que trabajan en la solubilización de nutrientes como lo es el fosforo.

**3) Inoculantes microbianos:** son sustancias que contienen poblaciones microbianas variadas, su alto contenido en nutrientes le permite reaccionar con la materia orgánica del suelo y así producir sustancias que son benéficas para las plantas.

**4) Rhizobium:** es una bacteria cuyo hábitat se encuentra en el suelo, que puede ser capaz de colonizar en raíces y fija el nitrógeno atmosférico mediante simbiosis, ellos son el biofertilizante más eficiente por la cantidad de nitrógeno.

### **3.7.3 Biol**

El biol es un abono foliar orgánico que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de restos orgánico de animales (estiércol) y vegetales. Se caracteriza por sus una fuentes orgánicas de Fitoreguladores de crecimiento como el ácido acético (auxinas) y giberelina que promueve actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas (Arana 2011).

Medina (1992) citado por Copare (2015) argumenta que el biol es considerado como un Fito estimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumenta la cantidad de la raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de la plantas, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de las cosechas.

Es un abono foliar descomposición de los residuos animales y vegetales: estiércol, rastrojos vegetales, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas. Entonces, el biol es el líquido que se descarga de un biodigestor y es la que se utiliza como abono foliar (Suasaca, Camapaza y Huanacuni 2009).

#### **3.7.3.1 Elaboración del biol**

El biol se puede elaborar en campo abierto en área rural donde se encuentra abono orgánico, es importante la cantidad de agua que varía de acuerdo la materia prima destinada a la fermentación, generalmente tres cantidades de agua por una de estiércol fresco.

Sánchez (2003) citado por Mamani (2013) indica que para producir un abono liquido se requiere un biodigestor que consiste en mangas de plástico grueso cerrado de

250 o 300µ, cuya longitud de 5m y 40cm de tubo de PVC con una medición de 4 pulgadas de diámetro, una botella de gaseosa de 2 litro descartable, donde la materia prima depende de la cantidad de materia que va ser destinada a la fermentación.

Restrepo (2007) sustenta que la elaboración de biol se requiere un plástico de 200 litros de capacidad o más pequeñas, con la finalidad de quedar herméticamente cerradas y tiene una sistema de evacuación de gases mediante la manguera con sello de agua, para que se dé una buena fermentación anaeróbica, los ingredientes básicos son: 50 kg estiércol fresco, 2 litros leche cruda o suero, 2 litros de melaza o miel, 5 gramos de levadura, y la fermentación del biol en lugar de frio puede llegar hasta 90 días.

### **3.7.3.2 Aplicación y Uso del biol en la agricultura**

Bustamante (2014) menciona que el biol se puede ser utilizado en diferentes variedad de plantas, sean gramíneas, forrajeras leguminosas, hortalizas y tubérculos con aplicaciones dirigidas al follaje y tallos, y no debe ser pura, recomendada de un 25% a 50%, 75%. Aplicación es 3 veces dependiendo el tipo de cultivo en su desarrollo fenológico. El mismo autor indica que el abono líquido aumenta la producción de los cultivos, además ayuda a mantener el vigor de las plantas y soporta eventos extremos del clima, sequia, heladas, granizadas.

El uso del biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces, frutos y gracias a la producción de hormonas vegetales (Aparcana 2008).

### **3.7.3.3 Ventajas y desventaja del biol**

Según Arana (2011) las ventajas o beneficios del biol son los siguientes:

- El biol no es toxico y no contamina el medio ambiente.
- El abono liquido se obtiene de productos son sanos y saludables
- Se logra el rendimiento en un 30% en la producción de los cultivos, esto se debe a la presencia de compuestos importantes: N-NH<sub>4</sub> (Nitrógeno amoniacal), aminoácidos, hormonas y vitaminas.

- Le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (sequías, heladas, granizadas).
- Es un abono económico.

En cuanto a las desventajas, el mismo autor señala lo siguiente:

- Largo periodo de fermentación 3 a 4 meses.
- Requiere de un movimiento constante.
- Su producción depende de la temperatura y clima.

#### **3.7.4 Té de estiércol**

Es de bajo presupuesto con materiales de la región Suquilanda (1995) citado por Flores (2016) menciona que el té de estiércol como una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En el proceso de hacer él té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así hacen disponibles para las plantas.

Durán (2006) indica que es una preparación que convierte el estiércol en un abono líquido, donde el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas, aplicando por aspersión en las plantas.

Según INIA (2008) el té de estiércol es una de las alternativas más sencillas de fertilización orgánica que se usa para mejorar la actividad microbiológica del suelo y el nivel de nutrición de las plantas, su elaboración.

##### **3.7.4.1 Elaboración del té de estiércol**

Yugsi (2011) menciona que el té de estiércol es bastante sencillo, para esto se llena un saco o costal hasta la mitad con cualquier tipo de estiércol se enlaza el costal con una cuerda dejando una de sus puntas de 1,5 m, de largo, seguidamente se sumerge el costal con estiércol en un capacidad de 200 litro de agua, se tapa la boca con un pedazo de plástico y procure que ingrese el aire al mezcla y se deja convertir el estiércol en abono líquido por 15 días, se saca el estiércol y de esta manera el té de estiércol está listo.

### **3.7.4.2 Aplicación y uso del té de estiércol en la agricultura**

Yugsi (2011) reporta que el té de estiércol se puede utilizar en las plantas perenes con un cantidad de solución de mezcla de relación un litro de té de estiércol más un litro de agua. En las plantas de ciclo corto mezclar un litro de té de estiércol más tres litro de agua, aplicaciones de cada ocho días. Quino (2008) indica que los abonos líquidos incrementan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de las plagas y enfermedades, permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y helada. Por eso es que lo agricultores en América adoptaron este abono orgánico líquido opcional.

### **3.7.4.3 Ventaja y desventaja del té de estiércol**

Quino (2008) menciona que el abono del té de estiércol no es un abono perfecto y fácil de obtener si no tiene una serie de ventajas y desventajas que se presenta a continuación:

#### **Ventajas**

- Es útil cuando se obtiene este abono en pequeñas cantidades
- Es fácil de elaborar no tiene mucho costo
- Mejora la estructura del suelo
- Aumenta la actividad microbiana en el suelo
- Es un abono líquido económico, no contamina medio ambiente

#### **Desventajas**

- Se necesita tiempo para la fermentación
- Es necesario mano de obra

## **3.8 Tres tipos de biofertilizantes abonos orgánicos**

### **3.8.1 Biol de gallinaza**

El biol es un líquido foliar que tiene los elemento necesario para que absorba las planta, nitrógeno 0.236%, fosforo 0,029%, potasio 0,366% y materia orgánica 0,41%, son nutrientes que fortalecen el crecimiento desarrollo de las planta (Carvajal 2014).

### **3.8.2 Biol de bovino**

Mediante el análisis físico químico el biol bovino han logrado obtener, el Nitrógeno 0.16%, Fosforo 0.03%, Potasio 0.07% y Materia Orgánica 2.73%, que garantizó los proceso de síntesis de asimilar el crecimiento y el desarrollo de los organismo de los plantas (Quispe 2014). El biol de bovino tiene principalmente la función de aporte los ingredientes vivos (microorganismos), para que ocurra la fermentación del biofertilizantes, aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos y bacterias, los cuales son responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponibles para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos (Restrepo 2007)

### **3.8.3 Té de estiércol de ovino**

El té de estiércol es uno de los más importantes para los cultivos, que contiene los elementos necesarios, nitrógeno 2,21%, Fosfora 0,11%, Potasio 0,86%, para garantizar el rendimiento en producción (Arias 2018).

## **3.9 Fertilización foliar**

Los fertilizantes foliares son aplicados sobre las hojas mediante aspersores, estos al entrar en contacto con las hojas, penetran a la planta y gracia a la presión osmótica. Fertilizantes foliar contiene, en su formulación macro y micro nutrientes y alta concentración de aminoácidos esenciales para las plantas, los aminoácidos poseen un tamaño suficiente pequeños para que sean absorbidos y son activadores del metabolismo de las plantas (Mollericona 2013). La fertilización foliar es definida como una sustancia nutritiva, aplicada a través de tejido foliar, que son los órganos donde se concentra a mayor actividad fisiológica de la planta, y son asperjada a las hojas en forma de solución nutritiva (Molina 2000).

### **3.9.1 Mecanismos de absorción de la nutrición foliar**

Las plantas pueden alimentarse a través de las hojas mediante la aplicación foliar. Los nutrientes penetran en las hojas informa disuelta en líquido a través de aperturas denominado estomas, Una vez que los nutrimentos pasan por la cutícula, se encuentran con las membranas celular de epidermis, que presentan

prolongaciones plasmáticas ectocitodos, llamados ectodesmos. Los ectocitodos son espacios interfibrilares que aparecen en las paredes celulares que rodean espacios llenos de aire. Su función es de servir de vía para la excreción de sustancias, a la vez que permiten el paso de productos al interior. Cuando los nutrientes se encuentran en los ectocitodos, son translocados a las células epidérmicas por un proceso complejo de difusión y mediante gasto de energía metabólica. Un número alto de ectocitodos, una cutícula delgada y una gran área superficial, favorecen la penetración de nutrimentos vía foliar. Los agentes humectantes favorecen la absorción por que disminuye la tensión superficial de las gotas. Los agentes tenso activos pueden desplazar el aire que se encuentra en los estomas permitiendo la entrada de los nutrientes. El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene tres etapas:

**Primera etapa**, las sustancias nutritivas aplicadas en superficie penetran la cutícula y pared celular por difusión libre, **segunda etapa**, las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática, **tercera**, pasan al citoplasma mediante el proceso metabólico (Domínguez 2011).

Idrovo (2008) argumenta que las hojas son el órgano principal de absorción foliar de nutrientes. La hoja presenta una cutícula (membrana lipoidal), que es un obstáculo para la absorción. Debajo de la cutícula se encuentran las células de la epidermis y cubiertas por una delgada capa de pectina. La absorción de los nutrimentos a través de la hoja es un proceso que incluye múltiples pasos, e involucra la absorción superficial, penetración **pasiva** a través de la cutícula, y absorción **activa** por las células de las hojas debajo de la cutícula.

### **3.9.2 Rutas de la absorción foliar**

Bautista (2018) indica que cuando los solutos se mueven a través de las distintas capas de las hojas, interactúan con las ceras epicuticulares, la cutícula, las capas de pectina, pared celular y la membrana celular. Los solutos se difunden a través de las capas de la hoja, debido a un gradiente de concentración que se establece entre la disolución aplicada sobre la superficie de la hoja y la concentración de soluto en las células.

Acosta (1969) citado por Marino (2010) menciona que las hojas cuando la cutícula se hidrata, se expande y las concreciones cerosas en su superficie, se aparta facilitando la penetración y cuando la cutícula se deshidrata se contrae, impidiendo la penetración de los nutrientes. Cuando los nutrientes pasan se encuentran con las membranas celulares de la epidermis que presentan ectodesmos, las células vivas están interconectados mediante el plasmodesmo, es aquí donde comienza la nutrición foliar, depende de la eficiencia y cantidad de ectodesmos presentes en los tejidos epidérmicos.

Rodríguez (1982) menciona que las paredes de las hojas poseen propiedades hidrofílicas y lipofílicas, las sustancias deben atravesar la cutícula, las paredes (primaria y secundaria) y la membrana plasmática hasta llegar al interior. La cutícula principalmente está formado por pectinas, ceras y fibras celulósicas, en ellas actúa el pasaje de las sustancias, grupos hidrófilos (que dejan pasar agua e iones) y grupos lipofílicos (que dejan pasar sustancias no - polares, que no tiene carga eléctrica). Atravesada la cutícula, las sustancias traspasan a través de los ectodermos que son espacios con una densidad menor de micro fibrillas en las paredes primarias y secundarias.

### **3.9.3 Velocidad de absorción**

Espinosa (1995) citado por Parí (2016) menciona que la velocidad de absorción de los nutrientes por vía foliar es muy variable ya que dependen de varios factores. Los principales son:

- Nutriente o nutrientes involucrados.
- Especie cultivada.
- Ion acompañante.
- Condiciones tecnológicas de la aspersión.
- Condiciones ambiente: temperatura, humedad relativa e incidencias de lluvias.

Así mismo que los distintos nutrientes difieren acentuadamente en cuanto a la velocidad con que son absorbidos por el follaje, por ejemplo el nitrógeno se destaca nítidamente por la rapidez con que es absorbido, necesitándose solamente de 1 a

6 horas para que se absorba el 50% del total aplicado. Los demás elementos, con la posible excepción del magnesio, requieren como mínimo un día para alcanzar la misma magnitud de absorción.

El fósforo se destaca porque su absorción es relativamente más lenta, requiriendo hasta 5 días para ser absorbido en un 50%.

La velocidad de asimilación es mayor en las hojas y tejido joven; varía con la especie vegetal y con la clase de elementos químicos absorbidos (Maldonado 1988, citado por Velásquez 2013)

#### **3.9.4 Translocación**

Espinosa (1995) citado por Velásquez (2013) indica que ha tomado lugar de absorción, las sustancias nutritivas se mueven de la planta utilizando las siguientes vías:

- La corriente de transpiración vía xilema
- Las paredes celulares
- Los espacios intercelulares

El mismo autor menciona que la principal vía traslocación de los nutrientes aplicados al follaje es el floema. El movimiento de células a células ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares.

El movimiento por el floema toma lugar desde la hoja donde se sintetizan los compuestos orgánicos, hacia las aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto se produzca movimiento de sustancias orgánicas resultantes de la fotosíntesis.

Así mismo, señala que la velocidad del proceso de translocación varía de un nutriente a otro. El nitrógeno y el potasio se consideran como altamente móviles, mientras que el magnesio, calcio y boro son relativamente inmóviles y el resto de micro elementos exhibe una movilidad mediana a escasa.

#### **3.9.5 Alcances de la fertilización foliar**

Espinosa (1995) citado por Velásquez (2013) sostiene que la aplicación de sustancias de fertilizantes mediante la aspersión del follaje con soluciones nutritivas

se denomina fertilización o abonamiento foliar. Es una práctica utilizada ampliamente en la agricultura tecnificada contemporánea. En Latinoamérica la aplicación de fertilizantes por vía agricultura comercial. Desafortunadamente, esta ha sido una práctica agronómica poco investigada lo cual explican que aun exista controversia y alguna confusión sobre sus alcances y limitaciones. El mismo autor indica que la investigación ha demostrado que es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencia de elementos menores. En el caso de elementos mayores, N, P, K, actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede contemplar y en ningún caso sustituir la fertilización a suelo. Estos se debe a que la dosis de aplicación que pueden administrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación con la niveles utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad.

### **3.9.6 Suministro de nutrientes en circunstancias de emergencia y/o “estrés”**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) afirma que esta es una de las condiciones en la utilización de la nutrición foliar cobra mayor alcance. La situación de emergencia es aquella que resulta limitante drástica para la nutrición del cultivo a través del sistema radicular; las más importantes son:

#### **1) Sequia**

Las plantas absorben nutrientes a través de una solución en la cual estos están disueltos, el medio natural en el que se disuelven las sustancias nutritivas es el agua. Los elementos nutritivos son absorbidos radicularmente por la planta en estado iónico, siendo también el agua el agente o vehículo transportador. Cuando el suministro de agua es limitado, la alimentación radicular de la planta sufre trastornos severos y compromete drásticamente el desarrollo vegetal. Bajo condiciones de sequía transitoria, la vía radicular estará limitada para la absorción de nutrientes y será necesario utilizar temporalmente la vía foliar.

#### **2) Anegamientos**

El efecto del exceso de agua en el suelo, tiene un efecto similar al de la sequía. Cuando presenta exceso de agua en el medio radicular, el nivel de aireación

disminuye acentuadamente. La disponibilidad limitada de oxígeno en un suelo mal aireado promueve la inmediata inhibición de la absorción del agua y elementos nutritivos. Bajo estas circunstancias, mientras se supera la situación emergente, la vía foliar es la alternativa para nutrir el cultivo.

### **3) Daños por heladas**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) indica que las caídas bruscas de temperatura, que ocurre en algunas zonas de clima frío, provocan pérdidas importantes del follaje en cultivos de papa. En este caso, la aplicación de fertilizante foliar permite restaurar rápidamente el área foliar afectada, causados por las heladas. Así también indica, que se entiende que cualquier situación emergente es transitoria. En ningún caso se podrá esperar que la fertilización foliar, por si sola, constituya la solución para controlar los efectos adversos causados por la sequía, encharcamiento.

Torrez (1995) citado por Khuno (2014) menciona que el grado de perjuicio ocasionado por una helada depende principalmente de la fase vegetativa en la que se encuentra el cultivo durante la ocurrencia del fenómeno. En cultivo agrícola se puede establecer cuatro grado crecientes de daños, los cuales son:

- Primer grado. Muerte de algunos órganos vegetales como hojas y tallos tiernos; perturbación de las funciones del resto de los órganos.
- Segundo grado. Además de la muerte de hojas y tallos se presenta destrucción de un gran parte de las flores.
- Tercer grado. Destrucción de hojas, tallos, flores y fruto que se forman y deformación de los sobrevivientes.
- Cuatro grado. Muerte de todo la planta.

#### **3.9.7 Suministro rápido de nutrientes en épocas críticas**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) menciona que la demanda de nutrientes por parte de las especies vegetales cultivadas, no es uniforme, si no que más bien varía con los estados fisiológicos a lo largo de su ciclo productivo y la demanda de N es alta y constante, pero se requiere en particular durante los estados de alta tasa

de crecimiento, floración y fructificación. El fósforo es requerido en ciclo vegetativo como nutriente clave para el desarrollo radicular. Los estados de tuberización e iniciación de la floración son considerados también como punto críticos en cuanto al suministro de fósforo. El potasio es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción, es decir durante tuberización y llenado de tubérculos. Es esencial para la síntesis de carbohidratos, pero además influye en la translocación y acumulación de azúcares y almidón.

### **3.9.8 Limitación de la fertilización foliar**

#### **3.9.8.1 Riesgos de fitotoxicidad**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) menciona que las especies vegetales cultivadas son sensibles a la aspersion de soluciones nutritivas concentradas. En general, las plantas toleran niveles bajos de concentración y están expuestas a daños por quemazón de follaje cuando la solución excede de ciertos valores límites. Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas. Para cada nutriente existen valores límites de concentración, sobre estos la planta se afecta en su normal desarrollo.

#### **3.9.8.2 Desarrollo del follaje**

En estado temprano del desarrollo de cultivo, cuando es importante el suministro de nutrientes, el desarrollo foliar es aún limitado y por consiguiente se espera que el abonamiento foliar no sea muy efectivo. La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente.

Los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el desarrollo del follaje. La eficiencia de la nutrición foliar resulta de la interacción entre el follaje y la solución nutritiva. En consecuencia, la efectividad de la absorción de nutriente por esa vía será directamente proporcional al área foliar disponible (Espinosa 1995 citado por Marino 2010).

#### **3.9.8.3 Absorción lenta**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) sostiene que la mayoría de los nutrientes

penetran en la hoja en forma lenta. Con excepción de N, elemento que puede ser absorbido en horas, los demás nutrientes requieren de días para conseguir una penetración significativa.

#### **3.9.8.4 Pérdidas considerables en la aspersión**

Espinosa (1995) citado por Marino (2010) señala que debido a la lentitud con que penetran los nutrientes, estos pueden ser lavados del follaje por la lluvia, el viento o por simple acción de la gravedad. En aplicaciones tempranas, cuando hay poco follaje disponible, se estima que tan solo del 10 al 30 % de la solución aplicada es interceptada por el follaje, el resto cae al suelo.

Para disminuir estas pérdidas es muy importante la utilización de aditivos que permitan conseguir una buena adherencia y mejor penetración. Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada, se debe asegurar un buen mojado del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitables que una parte de esta escurra por gravedad y caiga al suelo.

#### **3.9.9 Factores que afectan la absorción foliar**

Según Rodríguez (1982) los factores que afectan la absorción foliar son los siguientes:

- **Temperatura:** a medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20 a 28 °C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución aplicada. Después a los 28 °C comienza a producirse en secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.
- **Humedad relativa:** al aumentar la humedad relativa ambiente la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor, aumentando la probabilidad de su absorción.
- **Edad de la hoja:** las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las hojas viejas.
- **Luz:** es factor importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

#### **4. LOCALIZACIÓN**

##### **4.1 Ubicación geográfica**

La investigación se realizó localidad de Huayrocondo, Distrito de Calasaya, tercera sección municipio de Batallas, provincia Los Andes, departamento de La Paz, ubicado a 58 km de ciudad de EL Alto, entre las coordenadas  $16^{\circ} 22' 05,90''$  de latitud sur y  $68^{\circ} 30' 02,37''$  de longitud oeste y una altura de 3874 m s.n.m. (Figura 1).

El Municipio de Batallas pertenece a la Provincia Los Andes en la región del Altiplano Norte a través de la carretera troncal La Paz – Copacabana y tiene una extensión territorial aproximada de 74.775 Ha, limitado al norte con Municipio de Guanay Provincia Larecaja, al Sur y al Este con Municipio de Pucarani, al Oeste con Municipio de Puerto Pérez (PTDI 2016).

Tito (2010) indica que la provincia Los Andes, se halla ubicada entre las coordenadas  $16^{\circ} 15' 00''$  latitud sur y  $68^{\circ} 25' 00''$  longitud oeste y una altura 3847 m s. n. m.

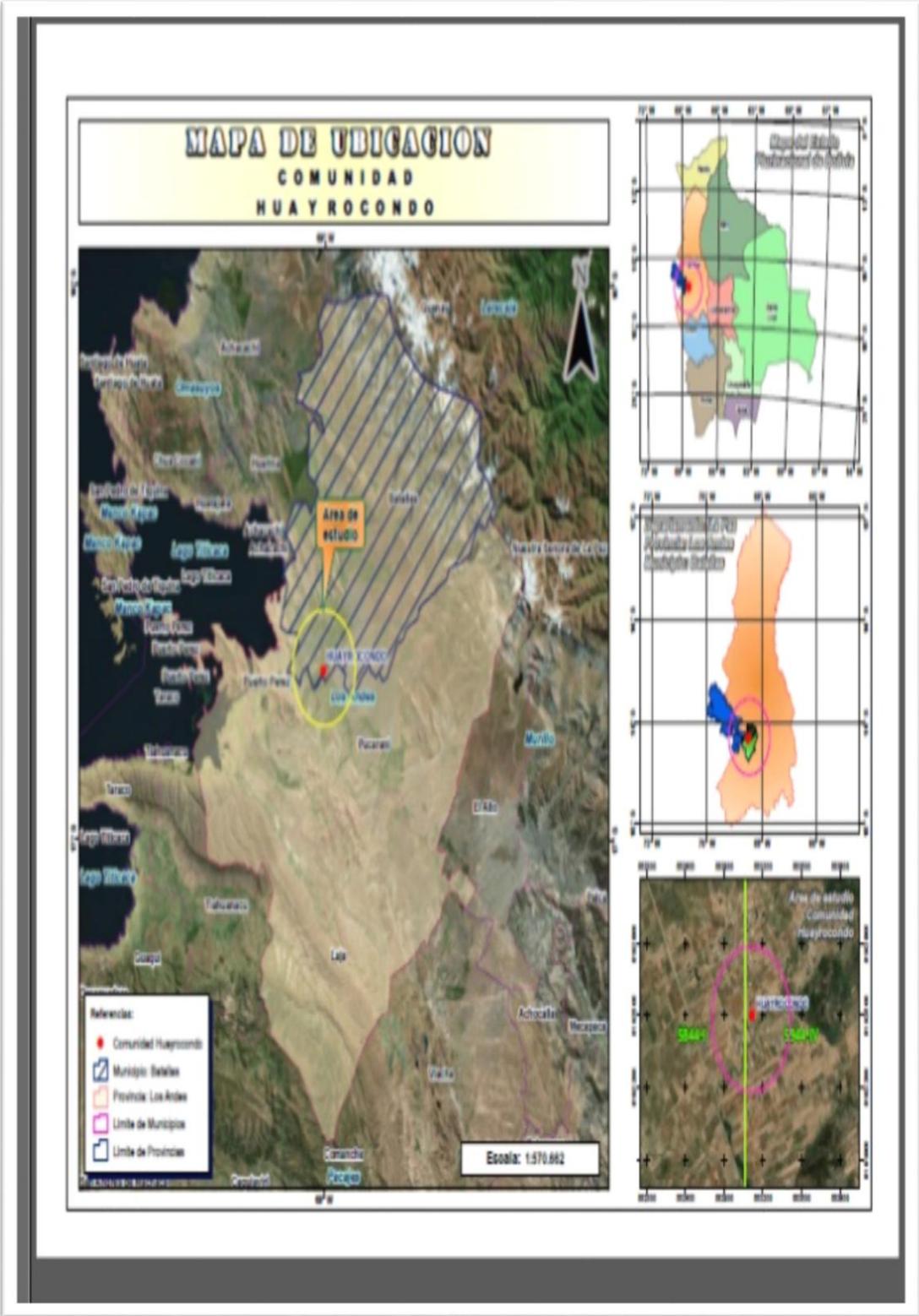


Figura 1. Mapa de ubicación de Municipio de batallas y comunidad de Huayrocondo.

## **4.2 Características climáticas**

Los registros obtenidos de estación meteorológica de Huayrocondo, el Municipio de Batalla presentan los últimos 10 años una temperatura máxima de 16 °C y la mínima de - 0,7 °C, la temperatura promedio es de 7,7 °C, precipitación pluvial 536,2 mm y 55% de humedad relativa (PTDI 2016).

El clima es semi húmedo - diurno donde las variaciones de temperatura no es constante, medida que avanza los días o año, la temperatura mínima 4 a 8 °C, y la máxima 10 a 15 °C en promedio anual, precipitación anual 600 mm y la humedad relativa 65% (Tito 2014).

## **4.3 Riesgos climáticos**

Uno de los problemas es la sequía y helada. La sequía es la ausencia de lluvias los meses de julio a diciembre y enero, sin embargo el déficit hídrico hace difícil para las actividades agrícolas ya que la germinación no es adecuada. Ocasiona retraso en la siembra de los cultivos, bajo rendimiento de cosechas, pérdida de la producción. La helada es el fenómeno negativo que afecta la producción agrícola, principalmente en el periodo de floración del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

## **4.4 Suelos**

Según el Plan de Territorial de Desarrollo Integral Municipal de Batallas (2016) los suelos en la cordillera, son superficiales con textura franco arenoso con pedregosidad superficial, en las partes horizontes superficiales puede variar de arenoso a franco arcilloso y franco limoso, son suelos poco drenados con problemas de anegamiento y presenta pendiente moderadamente inclinada 2 – 10 %. Los suelos se clasifican como, leptosoles, cambisoles e histosoles (Ramos 2016).

Tito (2014) menciona que suelos de batallas, presenta una capa arable efectiva de 20 a 50 cm, apto para la agricultura. El suelo tiene un color gris semi oscuro seco y pardo oscuro cuando está húmedo, en cambio el subsuelo presenta un color gris en seco y pardo a rojizo cuando este se encuentra húmedo, el pH es 7.0 y la materia orgánica 3 % también la textura es franco limoso.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Material vegetal**

En el trabajo de investigación se utilizó semilla certificada (Categoría Certificada) de variedad papa Kompis (*Solanum tuberosum* L.) y la pureza varietal 100%, germinación 100%, el material proviene de la localidad fronteriza del Perú, comunidad de Tahuaco - Yunguyo, del Instituto Nacional de Innovación agraria (INIA). (Fotografía 1).



**Fotografía 1. Semilla certificada de papa Kompis.**

#### **5.1.2 Materiales de campo**

Materiales utilizados fueron los siguientes: tablero de diseño, calibrador, cuatro baldes de 18 litro, picota, pala, chontilla, cámara fotográfica, flexometro, mochila de fumigación, balanza analítica, romanilla, botellas pett y bolsas de yute y termómetro.

#### **5.1.3 Fuentes de materia orgánica**

Para la elaboración de los biofertilizantes orgánicos y su fermentación se utilizó los siguientes materiales: estiércol de bovino, estiércol de ovino, estiércol de gallinaza, restos de leguminosa, restos de pescado, cascara de huevo, leche, melaza, que se encuentra en la zona de estudio.

## **5.2 Metodología**

### **5.2.1 Elaboración de tres biofertilizantes liquido foliar**

El proceso de elaboración de biofertilizantes se realizó en el lugar del trabajo de investigación, se colocó un tanque de agua vacía de 5000 litros en la parte de interior

de galpón de ganado de bovinos, utilizado hace 10 años, que tiene 8 metros de largo, 4 metros de ancho, posteriormente se está techado con calamina plástica en un 50% y 50% calamina metálica y con 2 ventanas.

#### **5.2.1.1 Elaboración de biol de bovino**

Para la elaboración del biol de bovino se utilizó los siguientes insumos: 25 kg de estiércol fresco de bovino, un litro leche, medio kilo de cascara de huevo molido, un kilo de pescado desecho, 40 gramos de levadura, un kilo de azúcar orgánico y una bolsa de polietileno de 5 metros de largo, un metro de ancho, posteriormente se colocó un turril para su respectiva mezcla de los ingredientes, una vez ya mezclada los ingredientes, se realizó el vaciado a una bolsa de polietileno en total de 50 litros, y se colocó una manguera en la parte superior para el amarre con una cuerda elástica de manera hermética.

La bolsa preparada para la fermentación se mantiene verticalmente sujeta en el techo de galpón, para que la fermentación sea homogénea y la manguera conectada en una botella de pett lleno de agua para que salga las burbujas, y la temperatura galpón fue de 25 °C.

El tiempo de fermentación fue de 45 días (noviembre a diciembre) antes de la siembra, propuesto por (Sánchez 2003) citado por (Mamani 2013)

#### **5.2.1.2 Elaboración de biol de gallinaza**

Para la elaboración de biol de gallinaza se sigue el mismo procedimiento y preparación del el biol de bovino, solo varía la adición de estiércol.

#### **5.2.1.3 Elaboración de té de estiércol de ovino**

Para obtener el té de estiércol se utilizó, 12 kilos de estiércol de ovino de mismo lugar de comunidad y se divide en tres partes.

Para que se convierta el té de estiércol se remojo en tres baldes con de 18 litro de agua, se ubicó en la parte interior de galpón y luego se mezcló el recipiente dos veces por semana, para que la fermentación sea homogénea, el tiempo de duración fue 15 día para obtener té de estiércol foliar, propuesto por (Yogsi 2011).

#### **5.2.1.4 Biofertilizantes líquidos**

Las muestras de tres biofertilizantes líquidos se tomaron en tres botella de 2 litro, para realizar su respectivo análisis químico físico en el laboratorio del. I.I.Q. UMSA (fotografía 2).



**Fotografía 2. Muestra de los tres biofertilizantes para su análisis**

#### **5.2.1.5 Muestreo de suelos**

Se tomó las muestras de suelo antes de la siembra, utilizando el método del zigzag (Chilón 1996 citado por Velásquez 2013) a una profundidad de 30 cm, después se cuarteo un total de 4 kg de muestra de suelo, fue enviado para su análisis al laboratorio de I.I.Q. UMSA.

### **5.3 Diseño experimental y tratamientos**

Para evaluar el trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con arreglo de parcelas, con 4 bloques 4 tratamientos (Ochoa 2009).

### **5.4 Factor de estudio y tratamiento**

Biofertilizantes se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 = Biol de gallinaza, elaborado en base de estiércol de gallinaza

T2 = Biol de bovino, elaborado en base de estiércol de bovino

T3 = El Té de estiércol de ovino, elaborado en base de estiércol de ovino

T4= Testigo (Sin aplicación de biofertilizantes foliar)

## 5.5 Modelo lineal estadístico

El diseño experimental para evaluar las variables consideradas se utilizó el modelo estadístico según Ochoa (2009) siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\beta_j$  = Efecto del j - ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i - ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

## 5.6 Croquis del experimento

La parcela experimental respondió al siguiente croquis de campo, el cual se muestra en el figura 2.

**Figura 2. Distribución de las unidades experimentales**



Las características de campo experimental han sido las siguientes:

Área total del experimento (m <sup>2</sup> .....	320
Dimensiones del área experimental (m).....	(20x16)
Numero de tratamientos.....	16
Numero de bloque.....	4
Numero de surcos por unidad experimental.....	5
Distancia entre planta (m).....	0.30
Distancia entre surcos (m).....	0.80
Largo del surco (m).....	5
Numero de planta por unidad experimental.....	80
Área por unidad experimental (m <sup>2</sup> ).....	20
Área de bloques (m <sup>2</sup> ).....	(20x4)=80

## **5.7 Actividades culturales**

### **5.7.1 Preparación del terreno**

La preparación de terreno se realizó el mes de agosto 2016 con ayuda de un tractor agrícola antes de la siembra, el terreno conocido para la investigación tuvo un descanso de tres años, se inició con la ruptura de terreno dejando el suelo completamente removido con los terrones, y después de 60 día y siguió con el mullido para romper los terrones, posteriormente se realizó la nivelación del terreno manualmente con una chontilla (fotografía 3).



**Fotografía 3. Área experimental de estudio.**

### **5.7.2 Siembra**

La siembra se realizó el 03 de diciembre 2016 utilizando un tractor agrícola, para esta actividad se utilizó semilla (categoría certificada) variedad papa Kompis de 40 gramos, la distancia de siembra es de 0.30 metros entre plantas y 0.80 metros entre surcos, a una profundidad aproximada de 0.15 metros y la densidad de siembra fue de 1666.66 kg/ha. (Fotografía 4)



**Fotografía 4. Surcado y siembra semilla papa Kompis**

### **5.7.3 Instalación de pluviómetro área de experimento**

La instalación del pluviómetro se realizó en los primeros días de diciembre de 2016, incluido el termómetro de ambiente, se realizó el registro de la temperatura y la precipitación de cada 24 horas, sumando la precipitación y temperatura de año 2016 - 2017 de diciembre a abril (fotografía 5).



**Fotografía 5. Instalación de pluviómetro y termómetro**

#### **5.7.4 Aplicación de biofertilizantes foliares en la parcela experimental**

El biofertilizantes foliar se aplicó tres veces durante el ciclo de cultivo cada 20 días y cada tratamiento de estudio, donde cada aplicación está diluido al 50% (100 litros de biol en 200 litros de agua) a través del sistema de irrigación de una bomba de fumigación de 18 litros.

Por otra parte los tres biofertilizantes de estudio se aplicaron en las siguientes cantidades:

- El biol de gallinaza se aplicó de acuerdo al requerimiento del cultivo 300 l/ha.
- El biol de bovino se aplicó de acuerdo al requerimiento del cultivo 300 l/ha.
- El Té de estiércol de ovino de acuerdo al requerimiento del cultivo 300 l/ha.

#### **5.7.5 Labores culturales**

##### **5.7.5.1 Aporque**

Se realizó dos aporques; **el primero** se realizó con ayuda de chontilla cuando el cultivo de papa alcanzó 8 a 9 cm de altura a los 40 días después de la siembra, luego depositando una capa de 5 a 6 cm de tierra alrededor del cuello de las plantas y con el finalidad de desarrolle estolones y tubérculo, eliminando las malezas y aireación de suelo.

**Segundo** aporque se realizó manualmente con una pala cavando una profundidad de 50 cm, entre 30 días después de la primera aporque, cuando las plantas alcanzan 11 a 15 cm de altura, depositando una capa de 8 a 10 cm de tierra sobre los camellones de los surcos.

##### **5.7.5.2 La Cosecha**

La cosecha se realizó al 22 de abril de 2017 manualmente con la ayuda de un chontilla pasando los 140 días después de la siembra, registrando todo los valores necesarios como el número de tubérculos/planta, diámetro por tubérculos y rendimiento kg/planta y kg/ha. (Fotografía 6).



**Fotografía 6. La cosecha de papa**

## **5.8 Variables de respuesta**

### **5.8.1 Variables agronómicas**

#### **5.8.1.1 Días a la emergencia**

Se realizó la lectura de la variable día a la emergencia, evaluando de forma visual, 100% emergieron en todo las unidades experimentales, donde son 16 unidades experimental, en 15 días después de la siembra y se consideró que la planta está emergida cuando el ápice del tallo fueron de la superficie del suelo.

#### **5.8.1.2 Altura de plantas (cm)**

Para obtener los datos de este variable, se midió el tallo principal de la papa con la ayuda de un flexometro desde el cuello de la planta hasta su altura máxima ápices, a partir de los 67 días después de la siembra, con una frecuencia de cada 20 día, llegando a un total de 3 mediciones, en total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, y 16 unidades experimental, donde un total de 80 muestras. Se tomó en cuenta para la estadística, último evaluación a los 107 días después de siembra.

#### **5.8.1.3 Numero de tallo por plantas**

Para determinar el número de tallos por planta se realizó el conteo manualmente, a partir de los 67 días después de la siembra, con una frecuencia de cada 20 días, llegando a un total de 3 mediciones, en total de 5 plantas muestreadas por cada

unidad experimental, donde son 16 unidades experimental, dando un total de 80 muestras.

Se tomó en cuenta para la estadística, último evaluación a los 107 días después de siembra.

#### **5.8.1.4 Numero de foliolo totales por planta**

Para obtener los datos de este variable, el número de foliolo por planta se realizó un conteo en total, a partir de los 67 días después de la siembra, con una frecuencia de cada 20 días, llegando a un total de 3 mediciones, en total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son de 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras.

Se tomó en cuenta para la estadística, último evaluación a los 107 días después de siembra.

#### **5.8.1.5 Numero de hojas totales por plantas**

Para determinar el número de hojas por planta se realizó conteo total, a partir de los 67 días después de la siembra, con una frecuencia de cada 20 días, y llegando a un total de 3 mediciones, en total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras.

Se tomó en cuenta para la estadística, último evaluación a los 107 días después de siembra.

#### **5.8.1.6 Diámetro del tallo (mm)**

Para obtener los datos de este variable, se midió el diámetro de tallo principal de cuello de planta con un calibrador de precisión de 0,02 mm, a partir de los 67 días después de la siembra, con una frecuencia de cada 20 día, llegando a un total de 3 mediciones, en un total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras.

Se tomó en cuenta para la estadística, último evaluación a los 107 días después de siembra (Fotografía 7).



**Fotografía 7. Diámetro de tallos por planta**

#### **5.8.1.7 Días a la floración.**

Se tomó en cuenta, los días a partir de la siembra hasta el momento en que se superó el 51% de los brotes florales en las plantas, en un total de 5 plantas muestreadas de cada unidad experimental, en las 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras. Se observa que el rango de variación está dentro 62 a 96 días de la floración después de emergido

#### **5.8.2 Variables de rendimiento**

##### **5.8.2.1 Numero de tubérculos por plantas**

Después de la cosecha se procedió inmediato el conteo número de tubérculos por cada planta, en un total de 5 plantas de muestras por cada unidad experimental, donde son 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras tomando en cuenta todo los tubérculos cosechados en 140 día después de la siembra.

##### **5.8.2.2 Numero de diámetro de tubérculos por planta**

Se realizó la medición después de la cosecha inmediato de cada uno de los tubérculos en mm, con calibrador de precisión de 0.02 mm, en el total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, 16 unidades experimentales, un total de 80 muestras tomando en cuenta todo los tubérculos cosechados en 140 días después de siembra.

### **5.8.2.3      Peso de tubérculos por planta**

Este variable de respuesta se evaluó durante la cosecha a los 140 días después de la siembra, para lo cual se tomó el peso de los tubérculos por planta con un balanza de precisión, en el total de 5 plantas muestreadas por cada unidad experimental, 16 unidades experimentales en total de 80 muestra.

### **5.8.2.4      Rendimiento**

Esta variable de respuesta en rendimiento se evaluó durante la cosecha, a los 140 días después de la siembra, determinando el peso de tubérculos kilogramo por planta en total de 5 planta muestras por cada unidad experimental, donde 16 unidades experimentales, un total de 80 muestra por cada unidad experimental, y luego se cosecha 4 plantas de tubérculos por metro cuadrado de cada unidad experimental y luego expresado por kg/m<sup>2</sup>, tn/ha.

## **5.9            Variables económicas**

Perrin *et al.* (1988) citado por Mamani (2015) menciona que el método de costos marginales, metodología utilizada en la evaluación económica en los campos de agricultura, por lo que se tiene el siguiente desglose económico:

El análisis económico del trabajo de investigación se establece sobre la base del método de evaluación económico, se realizó un tabla de costo de producción de papa, donde se presenta los costos variable, beneficio bruto, beneficio neto y el análisis que corresponde al beneficio/costo, las herramientas útiles para determinar los costos y beneficio, al analizar los resultados también se realiza con el propósito de identificar el tratamiento que más beneficio económico, los datos de costos de producción, mano de obra, insumos, fueron calculados para una hectárea, los rendimientos obtenidos por cada uno de los tratamientos.

### **5.9.1         Costos variables (Bs)**

Se identifica los insumos que varían en cada tratamiento del ensayo realizando. Se calcula los costos por tratamientos, basándose en el precio del mercado local (La Paz), luego proceder a sumar los totales.

### 5.9.2 Beneficio bruto

El beneficio bruto se calcula multiplicando el precio de papa en kilogramos por el rendimiento obtenido de cada tratamiento con la formula siguiente:

$$\mathbf{Bb} = P * R$$

Dónde:

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/ha)

**P** = Precio del producto (Bs/kg)

**R** = Rendimiento en (tn/Ha)

### 5.9.3 Beneficio neto

Esta variable económica se calcula restando el total de los costos variables y beneficio bruto, como muestra la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Bn} = Bb - Cv$$

Dónde

**Bn** = Beneficio neto (Bs/ha)

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/ha)

**Cv** = Costos variable (Bs/ha)

### 5.9.4 Beneficio costo

Este valor de ganancia económica de beneficio bruto total entre costo variable a través de la siguiente formula:

$$\mathbf{B/C} = Bb/CV$$

Dónde

**B/C**= Beneficio/Costo

**Bb** = Beneficio bruto (Bs/Ha)

**Cv** = Costos variable (Bs/Ha)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Caracterización agroclimatológica

Las condiciones climáticas y medio ambientales, son consecuencia de las interrelaciones entre los diferentes factores: precipitación, temperatura, evapotranspiración, humedad relativa y nubosidad (Chuquimia 2012).

#### 6.1.1 Temperatura

#### 6.1.2 Temperatura máximas y mínimas

El tabla 2 presenta los valores de temperatura y precipitaciones de la zona de estudio gestión 2016 – 2017.

**Tabla 2. Temperatura máxima y mínima en la comunidad de Huayrocondo (2016 – 2017).**

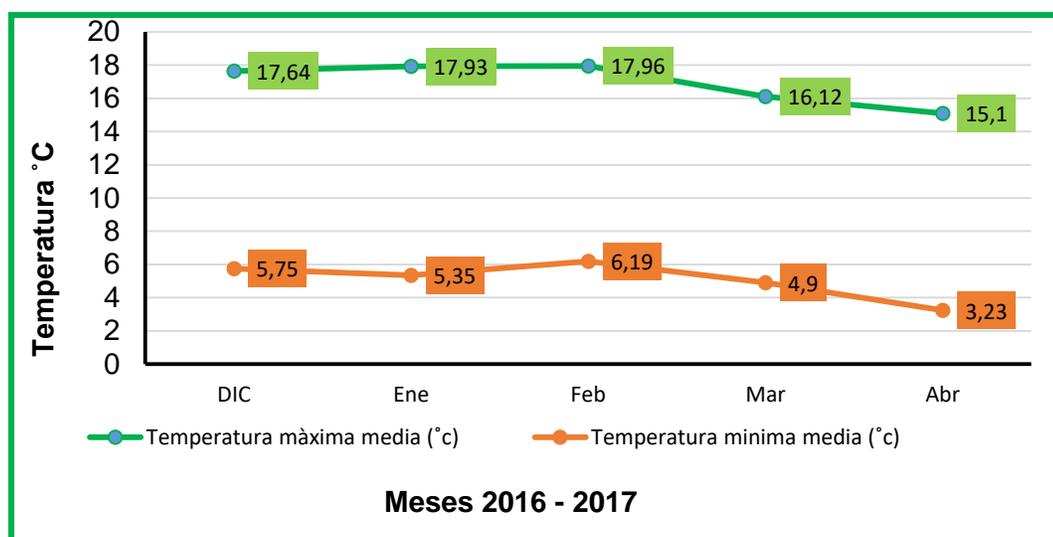
Parámetro climático	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Temperatura máxima media (°c)	16,64	15,93	15,96	16,12	15,1	15,95
Temperatura mínimo media (°c)	3,75	5,35	6,19	4,9	3,23	4,684
Precipitación pluvial (mm)	11,46	11,76	77,78	82,12	64,68	247,8

La metrología en la comunidad de Huayrocondo la temperatura máxima, mínima y la precipitación (2016 – 2017) ocurridas durante el ciclo vegetativo del cultivo de papa.

Según la estación meteorológica de Chirapaca, el Municipio de Batallas presenta una temperatura máxima de 15,2 °C y una mínima de 0,4 °C, con una temperatura promedio de 7,8 °C (Ramos 2016).

Cori (2017) reporta que el promedio de la temperatura media anual es de 15°C, una máxima de 21°C y mínima de 2°C, la humedad relativa media es del 55.8% y el promedio de precipitaciones es de 630 mm anuales en la Provincia los Andes donde se encuentra Huayrocondo zona donde se realizó la investigación. Las temperaturas máxima en promedios se registradas en municipio de batallas alrededor de 11°C para el mes de noviembre, posteriormente manteniéndose en 10°C para los meses

enero y febrero, para el mes de abril bajo la temperatura a 9 °C, esto a afectando de manera implícita al cultivo en estudio debido a que el cultivo aún se encontraba en etapa de floración. Las temperaturas mínimas registradas fueron de 5°C para el mes de noviembre bajando hasta un promedio mínimo de 1,2°C, y también para el mes de abril (Tito 2014). El mismo autor menciona que las precipitaciones mensuales son los siguientes: el noviembre en promedio de 99,8mm, diciembre en promedio de 773 mm, enero en promedio de 159,1 mm, y los meses como febrero, marzo, abril presentan 134,5mm, 54,3 mm, 2,5 mm respectivamente.



**Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas (2016 – 2017) en Huayrocondo.**

La Figura 3 presenta la temperatura del área de investigación de estudio en la comunidad Huayrocondo año 2016 – 2017, la temperatura máxima media el mes de diciembre alcanzo 16°C, y la temperatura mínima media es de 3,75 °C, seguido el mes de febrero y marzo con una temperatura máxima 15 a 16 °C, y mínimo 6,7 a 4,9 °C, la variedad Kompis se desarrolló normalmente en las condiciones señaladas.

Sánchez (2013) señala que la papa es un cultivo clima templado – frio, las temperaturas más favorables las que están en torno a 13 y 17°C.

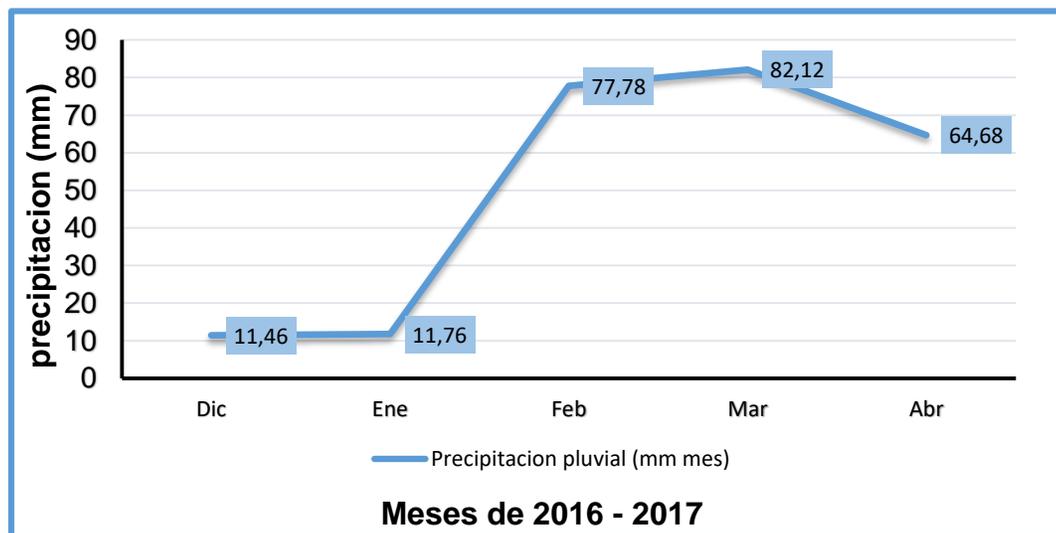
Durante la etapa de ciclo de crecimiento al cultivo de papa presentó diferentes factores adversos, tales como la helada y sequía, el 22 del mes de enero 2017 existió la helada, pero no causa daños al cultivo. Pero si a los cultivos de papa en

la comunidad de Huayrocondo en las partes bajas, por lo tanto que la variedad papa Kompis es resistente temperaturas de 0°C como se observa en el figura 3.

La temperatura favorable para el cultivo de papa en crecimiento en el altiplano es de 15 a 20 °C y 14 a 18 °C para la tuberización. Las variedades de papa aclimatado para temperatura bajas como la Waycha Paceña presentan la resistencia a una temperaturas de 5 a 6 °C bajo cero, cuando el descenso de la temperatura es lenta; en cambio, si este descenso es rápido provoca la muerte de las plantas a los 2 °C bajo cero (Mamani 2015).

### 6.1.3 Precipitación pluvial

La precipitación es un factor importante para determinar los rendimientos de cualquier cultivo especialmente en producción de papa.



**Figura 4. Precipitación gestión de 2016 – 2017 de Huayrocondo.**

Se puede observar en la figura 4, que en general la distribución de lluvias no fue favorable para el cultivo en total acumulado de 247,8 mm, en los meses de diciembre a enero que existió déficit de precipitación cuando las planta están en pleno desarrollo, en el suelo existió suficiente humedad de anteriores del año acumulado. Meses de febrero, marzo y abril los niveles de precipitación fueron favorable con promedio 77,78 mm, 82,12 mm y 64,68 mm, durante esta fase de

desarrollo y crecimiento máximo del follaje Sánchez (2013) indica que el cultivo de papa 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua en todo ciclo.

Según la estación meteorológica de Chirapaca, el Municipio de Batallas presenta la precipitación meses de diciembre a marzo, con mayor intensidad en el mes de enero, alcanzando los 536.2 mm promedio anual. Las de menor intensidad se encuentran en los meses de mayo a agosto, La humedad relativa promedio de diez y siete gestiones anteriores indican una humedad en diciembre, enero, febrero y marzo con 43% (Ramos 2016).

## **6.2 Efecto y comparación de tres biofertilizantes en el cultivo de papa**

### **6.2.1 Análisis químico de los tres biofertilizantes**

Los macro nutrientes son más importantes para el cultivo de papa donde se destaca el nitrógeno (N), fósforo (P), Potasio (K), donde el nitrógeno es el factor determinante el desarrollo de la parte aérea y el incremento formación de follaje de la planta, el fósforo es un elemento estimulante del crecimiento de tubérculos, influye en la floración de la planta, y el potasio es el más importante en la fructificación de la planta y la resistencia a la helada. Los resultados del contenido de nutrientes (tabla 3) que se realizaron I.I.Q. UMSA.

La cantidad de nitrógeno tabla 3, se puede observar que los valores de las propiedades (físicas – químicas ) de los tres biofertilizantes, muestran que el biol de bovino tiene mayor contenido de nitrógeno (N) 270 ppm, equivale a 270 mg/L, esto indica que las cantidades son suficientes para el normal para abastecimiento desarrollo de los cultivos, el biol de gallinaza con 1100 ppm de nitrógeno, el té de estiércol de ovino tiene un valor 1300 ppm de nitrógeno, los tres biofertilizantes tiene cantidad de nitrógeno de rango con un valor muy alto según tabla 4.

Parsons (2010) indica que al tener altos niveles de nitrógeno, la planta formará más follaje y se desarrolla con normal facilidad en su ciclo vegetativo.

El fósforo de acuerdo información obtenido en laboratorio (tabla 3) se observó que el biol de bovino tiene alto contiene de Fosforo de 62,6 ppm, esto favoreció el rendimiento en tubérculos y el desarrollo en todo el ciclo del cultivo en cada tratamiento aplicado. El biol de gallinaza con un 10 ppm de fósforo y té de estiércol

de ovino 10 ppm de fósforo, su contenido se califica como medio ya que se encuentra dentro del rango del biol de gallinaza y té de estiércol de ovino (tabla 4) el cultivo se vio favorecido también en el rendimiento, proceso de crecimiento y desarrollo durante todo el ciclo de cultivo.

Según Parsons (2010), la papa necesita este elemento Fósforo para estimular la formación de tubérculos, asimila rápidamente en los tejidos vegetales, y su movilización va de aquellos tejidos más viejos a la zona juvenil de las plantas.

**Tabla 3. Análisis físico - químico de los tres biofertilizantes de estudio**

<b>Elemento mg/l= ppm.</b>	<b>Biol de bovino</b>	<b>Biol de gallinaza</b>	<b>Té de estiércol de ovino</b>
<b>Nitrógeno ppm</b>	270	1100	1300
<b>Fósforo (ppm)</b>	62,6	10	10
<b>Potasio (ppm)</b>	80,3	500	1100
<b>Cenizas %</b>	33	33	35
<b>M.O %</b>	58	57	65

Fuente: I.I.Q.UMSA.

El contenido de Potasio (tabla 3) el biol de bovino tiene 80,3 ppm es muy bajo según el tabla 4, y el biol de gallinaza tiene alto contenido de potasio 500 ppm, esto permite el desarrollo de tubérculos, el té de estiércol de ovino tiene mayor contenido de potasio 1100 ppm, está dentro de rango mayor de 300 ppm, el contenido de nutrientes de los tres biofertilizantes se observó la diferente concentración en cuantas el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) hay una diferencia de menor a mayor contenido de nutrientes. Como el biol de bovino, biol de gallinaza y té de estiércol de ovino existe una diferencia de contenido, N, P y K, esta se debe principalmente alimentación de los animales, y su constitución fisiológica y anatómica de los animales. Es decir que el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, de algunos estiércoles frescos varía en cuanto a la especie y la alimentación de los animales. Con todo estos resultado el fósforo es determinante para el rendimiento.

Marino (2010) menciona que mayormente las solución pura, el biol de bovino presento un pH 6,91 y el biol de gallinaza un pH 6,43; el cual fue aceptable para el requerimiento de cultivo de papa.

AGROBIOL (2002) citado por Carvajal (2014) manifiesta que el biofertilizante es un producto que posee concentraciones bajas de algunos nutrientes, pero que de alguna forma contribuyen de gran manera a la producción de los cultivos, no se tiene un índice o parámetro exacto de cuanto contribuyen los biofertilizantes debido a que su preparación varia de región a región y que su elaboración está en función de los requerimientos nutricionales de la planta.

**Tabla 4. Clases de concentraciones para interpretar los resultados obtenidos en laboratorio**

<b>Clase</b>	<b>Fosforo mg/L</b>	<b>Nitrógeno total mg/L</b>	<b>Potasio mg/L</b>
<b>Muy bajo</b>		< 0,5	
<b>Bajo</b>	< 5,5	0,5-1	< 190
<b>Medio</b>	5,5-11	1-1,5	200
<b>Alto</b>	>11	1,5-2,5	>300
<b>Muy alto</b>		>2,5	

Fuente: de la Rosa (2012) citado por Tancara (2014)

### 6.2.2 Análisis físico – químico de suelo

El tabla 5 presenta los resultados del análisis de suelo antes de la siembra, realizado por I.I.Q. UMSA

**Tabla 5. Análisis físico – químico del suelo**

<b>Parámetro (mg/kg)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>	<b>Método</b>
<b>Nitrógeno</b>	ppm	250	Kjeldahl
<b>Fosforo</b>	ppm	100	Espectrofotométrico
<b>Potasio</b>	ppm	50	Absorción Atómico
<b>pH</b>		6	phmetro
<b>Conductividad</b>	ds/m	1	conductimetro

Fuente: I.I.Q. UMSA.

El resultado del análisis de suelo tabla 5, reporta que el contenido de macronutrientes antes de la siembra, el nitrógeno, fósforo y potasio que son elementos esenciales para el cultivo de papa, donde el análisis de suelo en laboratorio obtenido muestra el nitrógeno es 250 ppm y el fósforo 100 ppm esto corresponde al rango alto, el potasio 50 ppm corresponde al rango muy bajo.

El pH 6 es ácido, sin problema de sales porque conductividad eléctrica 1 ds/m es menor.

Chilón (1997) indica que mayor de 14 ppm se corresponde alto rango, el potasio de 0 a 124 ppm es muy bajo, el nitrógeno mayor de 0,2 % es alto.

Sánchez (2013) reporta que la papa puede crecer casi en todos los tipos de suelo, salvo donde salino o alcalino, los suelos arcilloso o arena con arcilla y mayor abundante materia orgánica tiene buen drenaje ventilación son mejores, se considera pH 5,2 a 6,4 es ideal para el cultivo.

Andrades (2014) indica que la conductividad de eléctrica es menores de 2 no es salino.

### **6.3 Variables Agronómicas**

Para evaluar el efecto de los tratamientos se tomó siguientes variables agronómicas: altura de planta, número de tallos por planta, número de hojas por planta, número de foliolo total por plantas, diámetro de tallo por planta.

#### **6.3.1 Altura de la planta**

Observando el análisis de varianza (Tabla 6), se podemos determinar que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas en altura de planta, es decir que hubo efecto de aplicación foliar del biofertilizantes. Sin embargo no existe diferencias entre bloque, así mismo el coeficiente de variación fue de 10.27%, valor que indica que los datos son aceptables para los análisis estadísticos porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo. El resultado de variación obtenida para altura de planta, se debe principalmente a la aplicación en forma correcta de los biofertilizantes en los horarios adecuados donde la intensidad de luz no sea altas y también se debe a la poca humedad.

**Tabla 6. Análisis de varianza de altura de plantas**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	112,315	37,438	2,405	0,135NS
<b>Tratamiento</b>	3	2940,493	980,831	62,997	0.000 **
<b>Error</b>	9	140,126	15,570		
<b>Total</b>	15	3192,934			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V. = 10.27**

Al analizar las comparaciones múltiples de Duncan al 5% de probabilidad en Figura 5 y muestra que el biofertilizante de biol de bovino presentó la mayor altura con un promedio de 49 cm, sin embargo la altura de planta más baja, presenta diferencias en todo los tratamientos el testigo 15,30 cm en promedio y sin aplicación de biofertilizantes, llegando a una diferencia de más de 33,70 cm con biol de bovino, y el biofertilizantes biol de gallinaza con un promedio de 47,10 cm, seguido él te de estiércol de ovino con promedio de 42,07 cm.

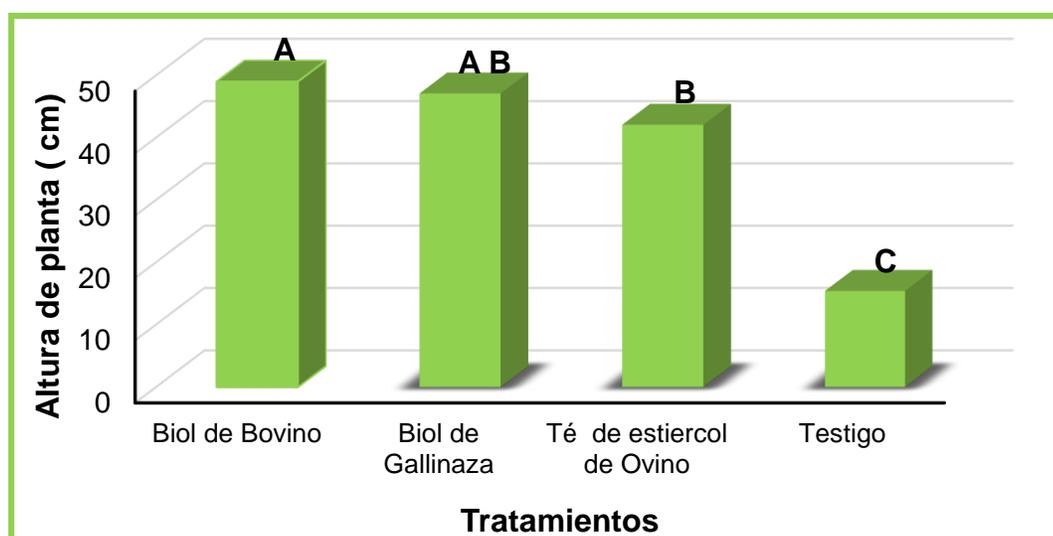
El tratamiento uno con aplicación el biofertilizantes foliar biol de gallinaza tiene un promedio de 47,10 cm en altura planta, estadísticamente son diferente respecto el tratamiento tres el té de estiércol de ovino.

Sin embargo con todo estos resultado obtenido la altura de planta que el biol de bovino tiene mayor cantidad de fosforo y Nitrógeno, esto nos indica que el fosforo es uno de los promotores determinante para la asimilación en todo ciclo vegetativo en las planta, el biol de gallinaza y té de estiércol de ovino presenta menor cantidad de fosforo, a esta se suma el efecto hormonal concentrado en el tres biofertilizantes foliar como bioactivo, los elemento nutritivos se puede observar en el análisis de laboratorio de tres biofertilizantes que muestra en el tabla 3, esto resultado corroborados por el Marino (2010) menciona que el biol es un abono orgánicos se debe a la presencia de fitohormonas y otros componente y como estimulante radicular y foliar de la planta. Mismo autor menciona que el biol de gallinaza foliar alcanzó la mayor altura 35,3 cm, seguido el biol de bovino 28.6 cm, en general el

biol es un biofertilizante foliar, el cual al ser adicionado al cultivo de papa puede elevar mayor altura en crecimiento, el rendimiento, y también está influenciado por la mayor facilidad de disposición de nutrientes para la planta.

Choque (2013) reporta que el promedio de altura de planta en el cultivo de papa se registró 37 cm en los tratamiento que se aplicó el biol de abono foliar.

En general el Té de estiércol de ovino es un líquido foliar que tiene macro nutriente (NPK) para aplicar en todos los cultivos anuales y ayuda a un crecimiento mayor las plantas (Arias 2018).



**Figura 5. Altura de planta de acuerdo de los tratamientos**

La figura 5 presenta el efecto de biofertilizantes, el biol de bovino se incrementó mayor altura la planta, seguido el biol de gallinaza, él te de estiércol de ovino, y el testigo con menor crecimiento.

Se puede observar que el tratamiento de biol de bovino y el biol de gallinaza son superiores de la altura de planta, porque probablemente las plantas asimilaron rápidamente los nutrientes disponibles en el líquido de biol.

Según Quino (2008) la aplicación de biofertilizantes promueve en las primeras etapas de la plantas su crecimiento. Sin embargo, la respuesta no es universal debido al manejo.

### 6.3.2 Numero de tallos por planta

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 7), muestra que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativos en número de tallo por planta, porque la aplicación de biofertilizantes foliar hubo efecto respecto a su aporte de macronutrientes, y también se observa que existe diferencias significativas para los bloques, puede ser por el tipo de suelo y biofertilizantes que contiene nutrientes y el coeficiente de variación fue de 2.16%, este valor indica que los datos son confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

El incremento de número de tallo por planta se puede ver al efecto probable a la cantidad de nutrientes en el suelo y la humedad del suelo

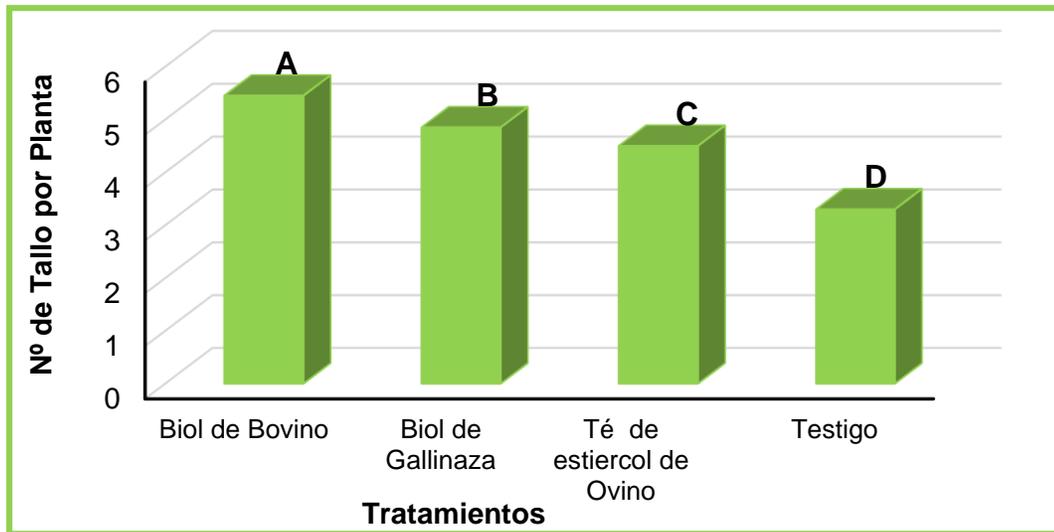
**Tabla 7. Análisis de varianza de número de tallo por planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	0,410	0,137	9,462	0,04 *
<b>Tratamiento</b>	3	9,850	3,283	227,308	0,000**
<b>Error</b>	9	0,130	0,014		
<b>Total</b>	15	10,390			

GL=Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F. Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V. = 2.16**

Al analizar la comparaciones múltiples de Duncan al 5% de probabilidad en Figura 6, estadísticamente que los tres tratamientos son diferentes en número de tallo por planta, el biol de bovino con un promedio 5,45 tallos por planta, seguido el biol de gallinaza con un promedio 4,85 tallos, por último el té de estiércol de ovino en promedio 3,3 tallas por plantas, por último el testigo 3,3 tallos.

Debido supuesto incremento número de tallos por planta, existencia la mayor contenido de nutrientes en suelo ver tabla 5, y la característica propia de cada variedad, ya que se pudo comprobar antes la adición de los biofertilizantes foliares orgánico, existió un incremento en el número de tallo por planta.



**Figura 6. Número de tallos por planta de acuerdo a los tratamientos.**

La figura 6 presenta el incremento número de tallo por planta, con la aplicación del biol de bovino, biol de gallinaza, y té de estiércol de ovino y el testigo alcanzando un promedio de 3,3 tallos por planta.

Marino (2010) indica que el número de tallos por planta se incrementó aplicando el biol de bovino con un promedio de 3.8 tallos por planta, seguido el biol de gallinaza con un promedio de 3.6 tallo por planta. El mismo autor señala que en el Altiplano Norte con las mismas condiciones climáticas el número de tallos por planta aporta un rango de 2 a 6 tallos por planta.

Mamani (2009) menciona que el número de tallos por planta tiene un rango en promedio de variación que oscila 3,2 tallos por planta, depende de la variedad por sus características genéticas pueden ser de menor y mayor número de tallos por planta.

### **6.3.3 Número total de folíolos por planta**

El análisis de varianza (tabla 8) muestra que en las diferencias estadísticas existe el efecto de los tratamientos, son altamente significativas, es decir que hubo efecto de aplicación el tres biofertilizantes en el folios. Sin embargo no existe diferencias entre bloque. El coeficiente de variación es de 8.34%, este valor nos indica que los datos son aceptables y confiables porque está dentro del rango establecido para los

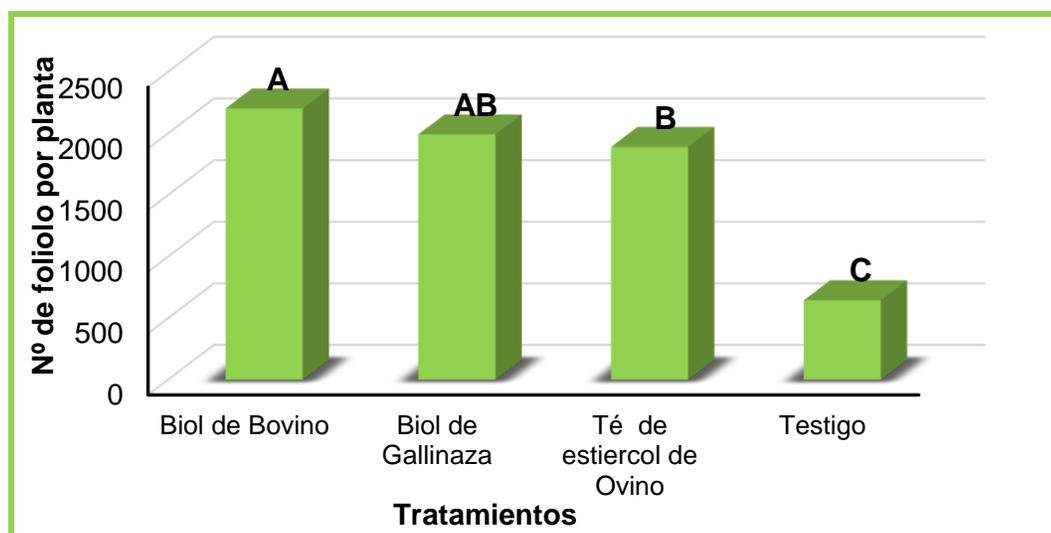
análisis estadísticos. Podemos indicar que la diferencia en el incremento del número de foliolo por planta entre los tratamientos ha sido debido a la correcta aplicación de los biofertilizantes foliares al contenido de macronutrientes principalmente.

**Tabla 8. Análisis de varianza de número total de foliolo por planta.**

<b>Fuente De variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	157788,380	52596,127	2,66	0,111NS
<b>Tratamiento</b>	3	5934358,580	1978119,527	100,269	0,000**
<b>Error</b>	9	177553,760	19728,196		
<b>Total</b>	15	6269700.720			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 8,34**

La prueba de Duncan al 5 % de probabilidad Figura 7 y anexo 3, muestra que la variable de respuesta número de foliolo por planta, donde se aplicó el biol de bovino incrementó número de foliolo en promedio de 2203 foliolos, sin embargo el testigo con un promedio 647 foliolos es el que menos registró diferencia entre todos los tratamientos, y el biofertilizante biol de gallinaza con un promedio 1993 foliolo, seguido el té de estiércol de ovino con promedio 1891 foliolo, pero no respecto el testigo. El tratamiento uno aplicando el biofertilizantes foliar el biol de gallinaza tiene un promedio de 1993 foliolo, estadísticamente diferente respecto al tratamiento dos con biol de bovino con 2203 foliolo en promedio. Debido el incremento de numero de foliolo en la planta, es probablemente los foliolo asimilaron en mediato los nutrientes disponible de los biofertilizantes y esto nos indica que los foliolo son asimilable 90% de introducción de fertilizantes orgánico. Al respecto Marino (2010) señala de manera general el folio de planta de papa presento un incremento gradual más alto y a través de la aplicación de biofertilizantes foliares como el biol de gallinaza y biol de vacuno llegado un tiempo máximo a los 139 días después de la siembra. Según Egusquiza (2005) citado por Zabala (2012) indica que la tuberización de la planta depende de la cantidad de foliolo suficiente para producir azúcar.



**Figura 7. Número de foliolo por planta de acuerdo a los tratamientos**

La variable número de foliolo Figura 7, presenta que el biol de bovino incremento el mayor número de foliolo, seguido el biol de gallinaza, el té de estiércol de ovino con menor número de foliolo por planta y por último el testigo.

#### 6.3.4 Numero de hojas total por planta

De acuerdo análisis de varianza (Tabla 9), se pudo demostrar en los tratamiento existe diferencias estadísticas en el número de hojas por planta son altamente significativas, es decir que hubo efecto de aplicación del biofertilizantes. Sin embargo no existe diferencias entre bloque, el coeficiente de variación de 7.46%, este valor indica que los datos son aceptables está dentro del rango establecido para el trabajos de investigación.

**Tabla 9. Análisis de varianza número de hojas total por planta**

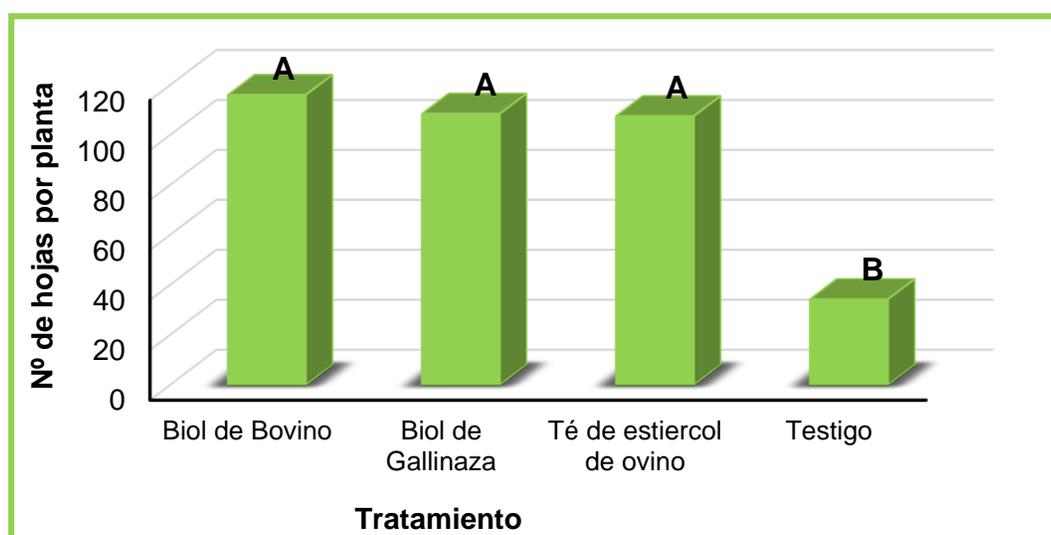
Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	F. Cal	Pr>F
Bloque	3	313,808	104,603	2,240	0,153NS
Tratamiento	3	17707,348	5902,449	126,390	0,000 **
Error	9	420,302	46,700		
Total	15	18441,457			

G.L=Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 7,46.**

Al analizar las comparaciones múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad se puede ver en anexo 3 y figura 8, se observó estadísticamente con los tres biofertilizantes se presentaron mayor número de hojas por plantas, el biol de bovino con un promedio de 116 hojas, el biol de gallinaza con un promedio 108,55 hojas y el té de estiércol de ovino con un promedio 107,60 hojas y el testigo con un promedio de 34,30 hojas, debido al contenido mayor cantidad de nitrógeno en las biofertilizantes ver (tabla 3).

Khuno (2014) menciona que durante el desarrollo de la investigación se demostró que la aplicación de biol de bovino, se registró el número de hojas por tallo principal en promedio de 17,67 hojas por tallo, el fertilizante líquido se caracteriza por tener los nutrientes como el nitrógeno asimilable para el desarrollo de las plantas principalmente para la formación de hojas.

El número de hojas en tallo principal, en cada aplicación de biol de bovino, incremento mayor número de hojas en promedio de 17 hojas por planta (Fuentes 2018). Al respecto Chilón (1997) citado por Khuno (2014) menciona que el número de hojas en una planta está determinado genéticamente, pero que en el suelos pobres o carentes de nutrientes algunas hojas de las plantas se obstruyen, entonces la aplicación de los fertilizante puede ser muy eficientes, mejorando así el desarrollo de las plantas, también al incremento del número de hojas.



**Figura 8. Número de hojas por planta de acuerdo a los tratamientos**

Observando la variable número de hojas por planta en figura 8, destaca que en el biol de bovino presento mayor número hojas, seguido el biol de gallinaza, por último el té de estiércol de ovino, el testigo presento al menor número de hojas por planta. Carvajal (2014) menciona que el biofertilizante es un producto orgánico que cumple con los requerimientos nutricionales y aplicando en la porte hojas en los cultivos.

### 6.3.5 Diámetro del tallo de la planta

De acuerdo al análisis de varianza (tabla 10), se pudo demostrar que existe diferencias estadísticas entre tratamientos altamente significativas, por efecto de la aplicación de los biofertilizantes foliares evaluados y no el efecto de bloque, el coeficiente de variación de 7,24%, este valor indica que son aceptables y confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos campo.

**Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro del tallo principal de la planta.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	0,916	0,305	0,747	0,551NS
<b>Tratamiento</b>	3	36,684	12,228	29,923	0,00 **
<b>Error</b>	9	3,678	0,409		
<b>Total</b>	15	41,277			

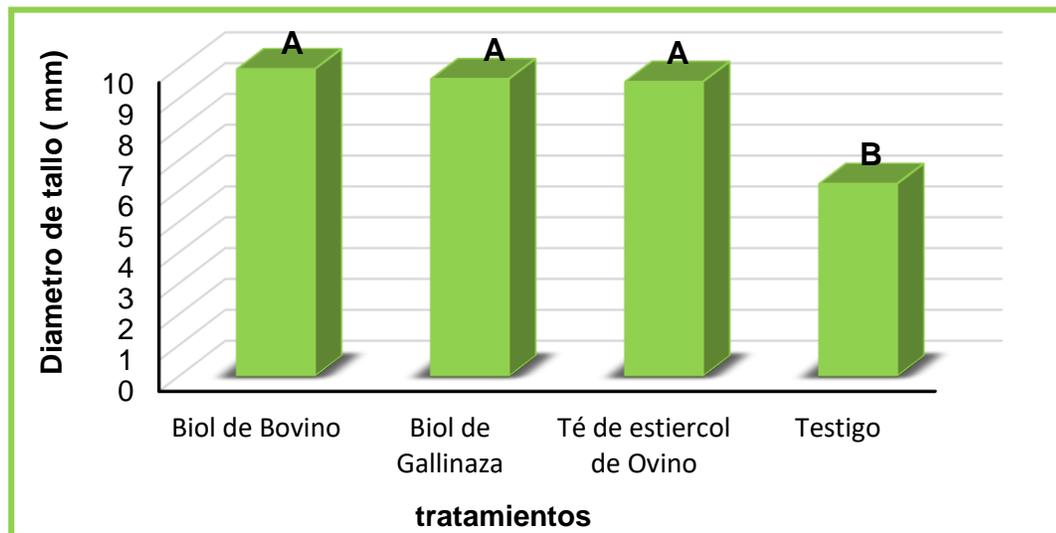
G.L.=Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F

Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 7,24**

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad figura 10 y anexo 3, se reporta que el diámetro del tallo principal de la planta, estadísticamente son similares, con mayor incremento en diámetro con el biol de bovino que obtuvo un diámetro en promedio de 9.95 mm, el biol de gallinaza con un promedio de 9.63mm y seguido el té de estiércol con promedio de 9.54mm, y el testigo sin aplicación de biofertilizantes con un promedio de 6,23 mm de diámetro el tallo respecto a los tratamiento de estudio, esta variación lograda para el diámetro de tallo principal de planta, se debe principalmente a la aplicación biofertilizantes correcta en los horarios adecuados donde la intensidad de luz no sean altas y la velocidad de viento tampoco (Figura 9 ).

Khuno (2014) indica que observo el diámetro del tallo principal del cultivo de papa reportaron un promedio de 14 mm, con la aplicación de biol de bovino.

El desarrollo y engrosamiento del diámetro de tallo de la planta de papa comúnmente tiene varios tallos se observó un crecimiento mayor en el diámetro durante la fase de madurez fisiológica, llegando a 3,5 mm del tallo principal de la planta, esto posiblemente se debe a la carga genética y la fisiología propia de cada genotipo y variedades (Quispe 2009).



**Figura 9. Diámetro de tallo principal de la planta de acuerdo a los tratamientos**

Rodríguez (1991) citado por Velázquez (2013) señala que la planta tiene un crecimiento continuo y toda la vida, debido a la posesión de centros de crecimiento permanente que son los meristemas. El crecimiento de aumento de longitud forma órganos laterales que resulta de la actividad de los tejidos meristematicos de los ápices de tallo y raíz.

### **6.3.6 Días a la floración**

El análisis de varianza (Tabla 11), se observa que el rango de variación de los días a la floración, está dentro los 62 a 96 días de la floración después de la emergencia, el coeficiente de variación es de 3,46%, este valor nos indica que los datos son aceptable y confiables porque está dentro del rango establecido para trabajo de

campo entre 0 a 30% para investigaciones agrícolas. En tratamientos existe una variación altamente significativa. Sin embargo no existe diferencia entre bloque.

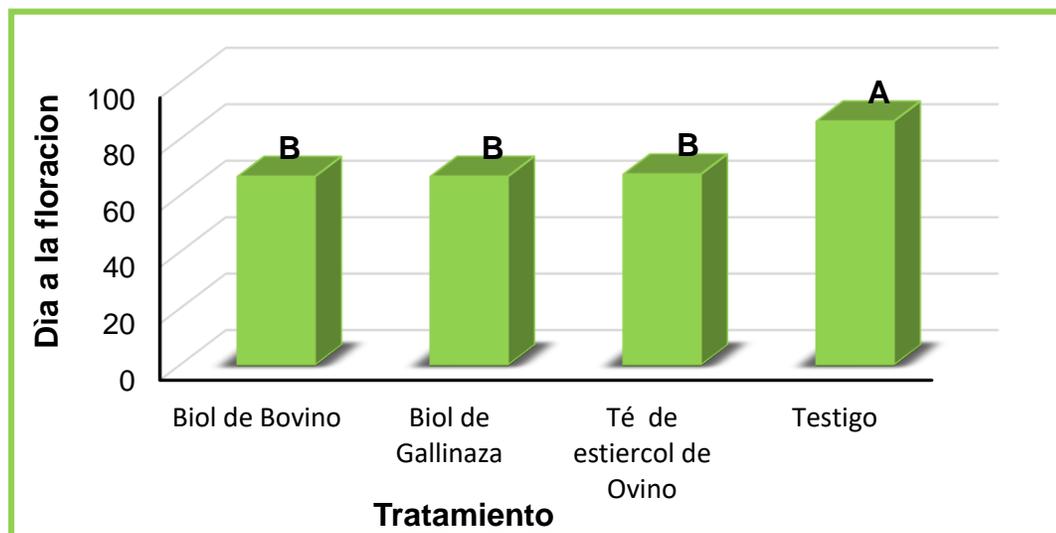
**Tabla 11. Análisis de varianza días a la floración del cultivo de papa**

Fuente de variación	GL	S.C.	C.M.	F. Cal	Pr>F
<b>Bloque</b>	3	58,290	19,430	3,140	0,80NS
<b>Tratamiento</b>	3	1119,290	373,097	60,296	0,000 **
<b>Error</b>	9	55,690	6,188		
<b>Total</b>	15	1233,270			

G.L.=Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; C.V % = 3,46

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad en figura 10 y anexo 3, estadísticamente que los días a la floración del cultivo de papa Kompis, se observa estadísticamente que los tres biofertilizantes se mostró similares en cuanto a los días de floración, el biol de bovino con un promedio de 66.75 días, seguido del biol de gallinaza con un promedio de 66.8 días, el té de estiércol de ovino con un promedio de 67.6 días y el testigo con un promedio de 86,35 días.

Cahuana (2012) indica que la floración ocurre a los 20 a 35 días después de la emergencia.



**Figura 10. Efecto días a la floración de la planta por tratamientos**

Se puede observar en la figura 10 la diferencia días de la floración probablemente debido a la variación de temperatura y ausencia de la precipitación, el biol de bovino muestra menos días de la floración 66,75 días, respecto al testigo en promedio de 86,35 días. El rango de variación floración está entre 67 a 95 días para las variedades con menor mayor número de días a la floración respectivamente, con un media de 77.4 días, el valor demuestra que existe variabilidad entre las variedades debido a sus características genéticas de cada especie, calidad de semilla y factor climático (Mamani 2009). La floración es una señal del inicio de la tuberización, ocurre a los 30 a 50 días después de siembra (Sánchez 2013).

## 6.4 Variables de Rendimiento

### 6.4.1 Número de tubérculos por planta

El análisis de varianza (tabla 12) muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas en el número de tubérculos por planta, por efecto del biofertilizantes. Sin embargo no existe diferencia entre bloque, así mismo el coeficiente de variación de 21.12%, este valor indica que los datos son aceptables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo de investigación.

**Tabla 12. Análisis de varianza del número de tubérculos planta.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	36,187	12,062	1,922	0,197NS
<b>Tratamiento</b>	3	261,147	87,049	13,871	0,001 **
<b>Error</b>	9	56,483	6,276		
<b>Total</b>	15	18441,457			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F

Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 21.12%**

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% probabilidad en figura 11 y anexo 3, presenta los número de tubérculos por planta, se observa estadísticamente que el biofertilizantes biol de bovino obtuvo un mayor promedio de 16 tubérculos por planta, sin embargo el número de tubérculos más bajo registró el testigo con un

promedio de 5 tubérculos por planta, llegando a una diferencia más de 11 tubérculos por planta con el biol de bovino.

Estadísticamente son similares en promedio en los tratamientos respecto al número de tubérculos por planta, el biofertilizante biol de gallinaza 13 tubérculos, el té de estiércol de ovino 12 tubérculos. El tratamiento biol de gallinaza tiene un promedio de 13 tubérculos por planta y estadísticamente diferente respecto al tratamiento biol de bovino con un promedio de 16 tubérculos por planta. Khuno (2014) reporta que obtuvo 10 tubérculos por planta en variedad mejorada Waycha con aplicación de biol de bovino.

Debido la deferencia entre tratamientos el número de tubérculos por planta, existe la mayor cantidad de fosforo en el biol de bovino, el biol de gallinaza y te de estiércol en menor cantidad, entonces el determinate es el fosforo en número de tubérculos por planta ver (tabla 3).

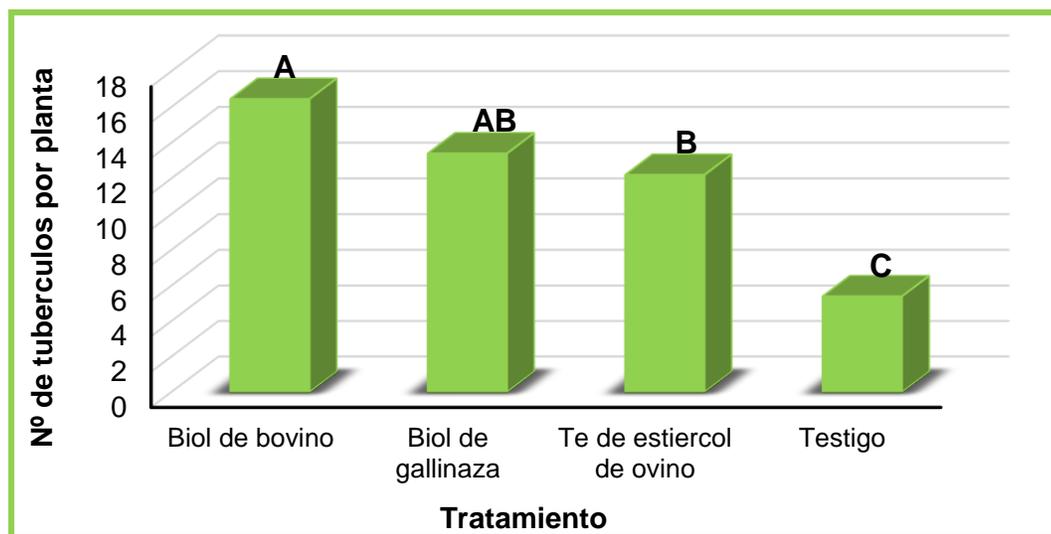
Las sequías y helada existieron en los meses de enero y marzo, y papa kompis desarrollo normalmente, probable disminución número de tubérculos por planta. Al respecto Cahuana (2012) argumenta que la fase de formación de tubérculos cuando existe helada y sequía o déficit de agua ocasiona el menor número de tubérculos por planta disminuyendo el rendimiento.

Herrera (2009) indica que el estiércol ovino y bovino es una fuente excelente de materia orgánica, relativamente es muy bajo en nutrientes como también en líquido, durante el desarrollo de la investigación demuestran que aplicando estiércol de ovino y bovino obtuvieron un promedio de 10 y 9 tubérculo por planta.

El mismo autor menciona que la mayor proporción de tubérculo por planta se atribuye a que aporta el estiércol con nutrientes primario y secundario, por otro lado el aporte de los fertilizantes orgánicos genera mayor cobertura foliar, ayuda al proceso de la fotosíntesis llegando a los tubérculos.

Mamani (2009) menciona que el número de tubérculos por planta tuvo un rango de variación que oscila 10.5 a 28 tubérculos por planta lo que significa que existe poca variabilidad en cuando al número de tubérculos en las variedades de papa nativa.

Patty (2009) señala que el número de tubérculos por planta depende de los factores que se requiere como: agua y luz, nutriente, que se encuentra en el suelo. También reporta un número de tubérculos por planta con un promedio de 14 tubérculos por planta, bajo la aplicación biofertilizantes.



**Figura 11. Número de tubérculo por planta**

La figura 11 muestra que el número de tubérculos por planta no son similares entre tratamientos el biol de gallinaza, té de estiércol de ovino y el biol de bovino presentan un mayor número de tubérculos y por último el testigo, esto puede ser debido a que los tres biofertilizantes tienen diferentes cantidades de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio.

#### **6.4.2 Diámetro de tubérculos por planta**

Al realizar el análisis de varianza para la variable diámetro de tubérculos por planta (tabla 13), podemos determinar que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativas, es decir que hubo efecto del biofertilizantes. Sin embargo no existe diferencias entre bloque, así mismo el coeficiente de variación es de 21.75%, este valor indica que los datos son confiables porque está dentro del rango establecido para trabajo de campo de investigación.

Rodríguez (1991), indica que las plantas superiores tiene un crecimiento continuo en todo su ciclo vegetativo, debido a la posesión de centros de crecimientos permanente que son los meristemas.

El crecimiento de una planta no se distribuye uniformemente por todo el organismo, más se restringe a ciertas áreas. El crecimiento aumenta paulatinamente en longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristemáticos de los ápices del tallo y raíz. El crecimiento secundario en diámetro es realizado por el cambium del súber y vascular (meristemo lateral).

**Tabla 13. Análisis de varianza diámetro de tubérculos por planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. Cal</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	85,994	28,665	0,306	0,821NS
<b>Tratamiento</b>	3	2356.108	785,370	8,370	0,006 **
<b>Error</b>	9	844,439	93,827		
<b>Total</b>	15	3286,541			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 21,75%**

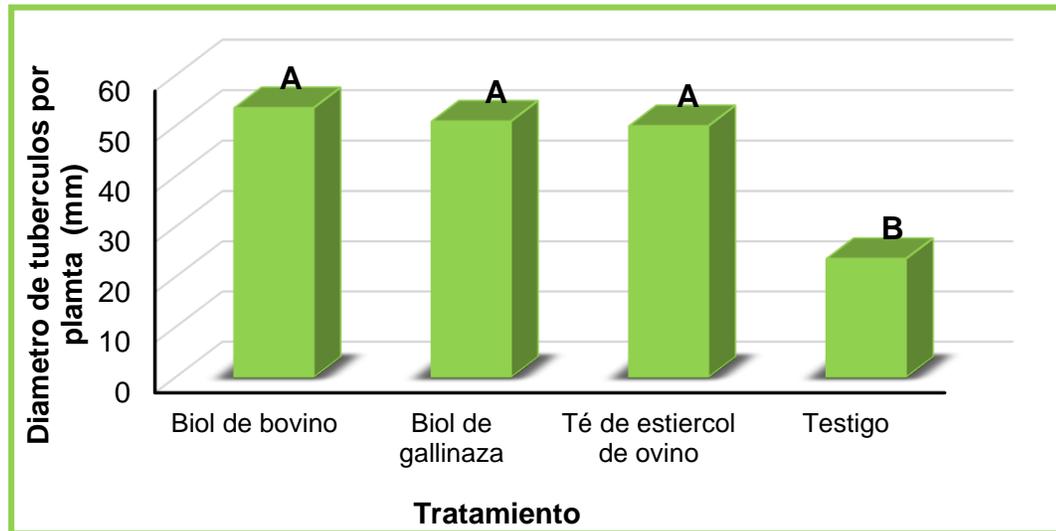
Al analizar las comparaciones múltiples de Duncan al 5% de probabilidad en figura 12 muestra que el diámetro de tubérculos por planta, se observa estadísticamente que todos los tratamientos alcanzaron mayor incremento del diámetro en promedio con aplicación de los biofertilizantes foliar y favoreció el desarrollo de tubérculos, respecto al testigo.

El biol de bovino alcanzo un diámetro en promedio de 53,57 mm, debido la mayor cantidad de fosforo en el biol y en el suelo ver (tabla 3 y 5). El biol de gallinaza alcanzo un diámetro con un promedio de 50,91 mm, y seguido el té de estiércol alcanzo el diámetro en promedio de 49,99 mm, y el testigo sin aplicación de biofertilizantes con un promedio de 26,63 mm diámetro.

Khuno (2014) reporta que el diámetro de tubérculo encontró a 55 mm, con la aplicación de biol de bovino.

Marino (2010) indica que el biofertilizante estimula el desarrollo vegetal llegando a los tubérculos debido a su contenido en hormonas vegetales y entonces es recomendable la aplicación de biofertilizantes en épocas críticas para mejorar el diámetro de tubérculos.

El rendimiento reportado por el mismo autor señala que el tamaño, aplicando el biol de gallinaza y el biol de estiércol de vacuno mejoro en mayor diámetro en tubérculos en promedio, mayores de 55 mm a menores de 35 mm en global.



**Figura 12. Diámetro de tubérculos por planta y por tratamiento.**

La figura 12 muestra que los tres biofertilizantes, presentan un crecimiento en diámetro de los tubérculos de tamaño en cada tratamiento, primero el biol de bovino con promedio 53,57 mm en tamaño, siguiendo el biol de gallinaza con promedio de 50,92mm, y el té de estiércol de ovino con un promedio 49,99 mm, y el testigo con menor diámetro de 23,63 mm en promedio.

Esto debido que la mayor cantidad de nitrógeno, fosforo y potasio en los tres biofertilizantes ver (tabla 3).

#### **6.4.3 Peso de tubérculos por planta**

Observando el análisis de varianza (tabla 14), se podemos determinar que las diferencia estadísticas entre tratamientos son altamente significativas en kilogramos de tubérculos por planta.

Sin embargo no existe diferencia entre bloque, así mismo el coeficiente de variación es de 28,59%, este valor indica que los datos son confiables porque está dentro el rango establecido para el trabajo de campo de investigación.

**Tabla 14. Análisis de varianza peso de tubérculos por planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Bloque</b>	3	0,364	0,121	1,784	0,220NS
<b>Tratamiento</b>	3	3,326	1,109	16,275	0,001 **
<b>Error</b>	9	0,613	0,068		
<b>Total</b>	15	4,303			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 28,59%**

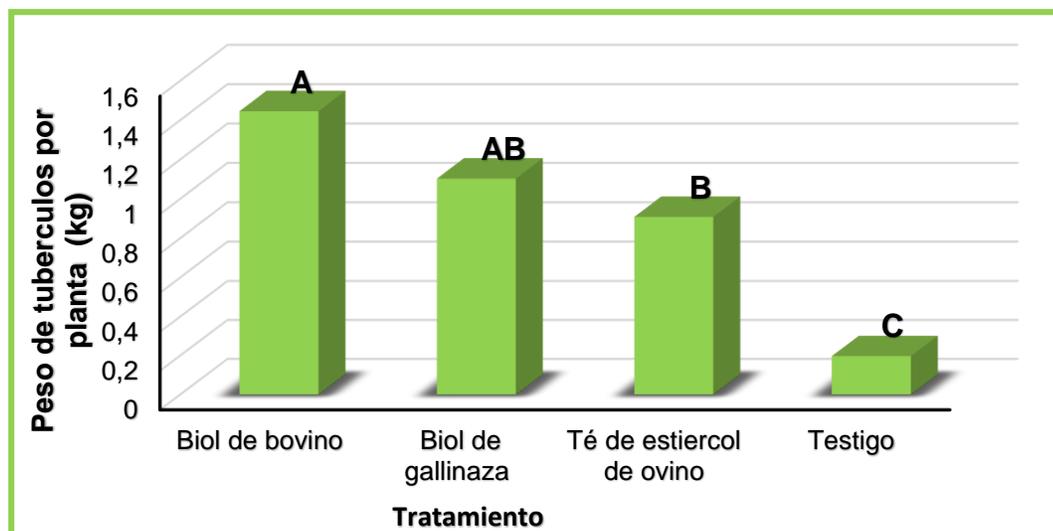
Al analizar las comparaciones múltiplo de Duncan al 5% de probabilidad, (Figura 13), muestra que el rendimiento de tubérculos en kilogramos por planta, se observa estadísticamente que el biofertilizantes biol de bovino obtuvo mayor rendimiento con un promedio de 1,44 kg/planta.

El rendimiento en promedio de los tratamiento, el biofertilizantes biol de gallinaza tiene el rendimiento de tubérculo con un promedio de 1,10 kg/planta, y seguido el tratamiento té de estiércol de ovino tiene el rendimiento de tubérculo con un promedio de 0,91 kg/ planta, por último el testigo que tiene menor rendimiento de tubérculo con un promedio 0,97 kg/ planta sin aplicación de biofertilizantes.

El biol de gallinaza tiene un rendimiento en promedio de 1,10 kg/planta, es estadísticamente diferente respecto biol de bovino en promedio de 1,44 kg/planta lo contrario a los con mayor tratamientos con biol ovino y el testigo. Por tanto se recomienda el biol de bovino y tiene mayor cantidad de fosforo, que es el promotor y asimilador de nutrientes en la plantas y el biol de gallinaza tiene mayor concentración de nitrógeno en solución líquido.

Khuno (2014) menciona que el peso de tubérculos por planta registró con un promedio de 0,73 kg/planta, con aplicación de biol de bovino.

Marino (2010) menciona que los biofertilizantes son los mejores fertilizante foliares para aplicar en el cultivo de papa como el biol de bovino, el biol de gallinaza, reportan mejores rendimientos en diferentes categorías por tamaños.



**Figura 13. Peso de tubérculos por planta y por tratamiento**

Como se puede observar en la figura 13, el biol de bovino tiene mayor rendimiento con un promedio de 1,44 kg/planta, seguido el biol de gallinaza con promedio de 1,10 kg/planta, el té de estiércol de ovino con un promedio 0,90 kg/planta y el ultimo el testigo fue el que presenta menor rendimiento con un promedio de 0,20 kg/planta.

#### 6.4.4 Rendimiento del tubérculo

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 15), muestra que las diferencias estadísticas entre tratamientos son altamente significativos en rendimiento por hectárea y no así el efecto de bloque, el coeficiente de variación fue de 16,35%, este valor indica que los datos son confiables porque está dentro del rango establecido para trabajos de campo.

**Tabla 15. Análisis de varianza rendimiento de tubérculos por hectárea**

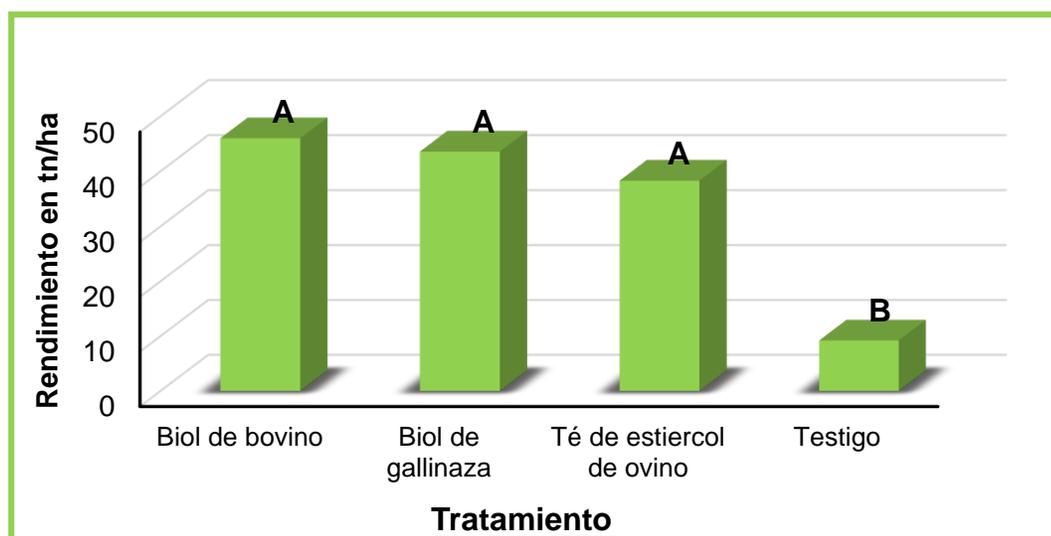
Fuente de variación	GL	S.C	C.M.	F. Cal.	Pr>F
Bloque	3	1320,532	440,177	3,467	0.064NS
Tratamiento	3	3475,687	1158,562	9,126	0.004 **
Error	9	1142,511	126,946		
Total	15	5938,729			

G.L.=Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 16,35.**

Al analizar las comparaciones múltiples de Duncan al 5% de probabilidad, (Figura 14) muestra el rendimiento de tubérculos por hectárea, se observa estadísticamente que el biofertilizante biol de bovino tiene un promedio de 46 tn/ha, seguido el biol de gallinaza con un promedio de 44 tn/ha, el té de estiércol de ovino con un promedio de 38 tn/ha son similares y el último el testigo con un menor rendimiento de 9 tn/ha. Esto debido que el biol de bovino y tiene mayor cantidad de fósforo, que es el promotor y asimilador de nutrientes, el biol de gallinaza, el té de estiércol de ovino tiene mayor concentración de nitrógeno en solución líquida. Porque la aplicación de biofertilizantes foliar hubo efecto respecto a su aporte de macronutrientes (tabla 3).

Khuno (2014) reportó que hubo mayor rendimiento con aplicación de biol de bovino de 28,5 tn/ha. Marino (2010) indica que el rendimiento de papa con la aplicación de biol de gallina se obtuvo 10.63 tn/ha, seguido del biol de vacuno con un 7.35 tn/ha, y el testigo con un rendimiento de 6.88 tn/ha

Según Laruta (2014) el rendimiento de papa en promedio es de 41,05 tn/ha, estos resultados son atribuidos a la aplicación del fosfato diamónico (18-46-00) y estiércol de bovino en el momento de la siembra y a la aplicación en el momento del aporque, todas estas como fertilización básica de la investigación.



**Figura 14. Rendimiento de tubérculos por hectárea y por tratamiento**

Es importante señalar que la variedad papa Kompis con aplicación de biol de bovino, biol de gallinaza y té de estiércol de ovino incremento el rendimiento en promedios. Al respecto MDRYT- INIAF (2019) indica que el municipio de Patacamaya en el departamento de La Paz, obtuvieron un rendimiento de papa en promedio de 31 toneladas por hectárea

## **6.5 Análisis económico**

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, la relación Beneficio/Costo (B/C). Es uno de los indicadores más utilizados al momento de realizar un balance e interpretación de resultados obtenidos y para poder informar los beneficios que se puede obtener en términos de rentabilidad económica.

### **6.5.1 Beneficio bruto**

El análisis económico mostró una relación beneficio-costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde tratamiento dos el biol de bovino y tratamiento uno biol de gallinaza, tratamiento tres té de estiércol de ovino, presento mayor ingreso bruto con 155.737, 147.150 y 129.337 Bs/ha. El testigo menor el beneficio bruto con 31.125 Bs./ha.

### **6.5.2 Costos de producción**

El costos variables se tomaron en cuenta todos los gastos que se realizaron durante la investigación, el costo de mano de obra Bs/ha mas el costo de biofertilizantes de cada tratamiento tabla 16.

### **6.5.3 Beneficio neto**

El análisis económico mostró una relación beneficio-costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso neto presentó el tratamiento dos el biol de bovino con mayor el ingreso neto de 118.329 Bs/ha seguido el tratamiento uno el biol de gallinaza 109.742 Bs/ha y tratamiento tres el té de estiércol de ovino 92.247 Bs/ha, el testigo se obtiene menor ingreso neto de 5875 Bs/ha (tabla 16).

**Tabla 16. Análisis de costo de producción**

Indicadores económicos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Rendimiento (tn/ha)</b>	43,6	46,02	38,32	9,22
<b>Rendimiento ajustado (tn/ha) (-10 %)</b>	39,24	41,53	34,49	8,3
<b>Precio por ( Bs/kg)</b>	3,75	3,75	3,75	3,75
<b>Costo de producción ( Bs/ha)</b>	37.408	37.408	37.090	37.000
<b>Beneficio bruto (Bs/ha)</b>	147.150	155.737,5	129.337,5	31.125
<b>Beneficio neto(Bs/ha)</b>	109.742	118.329,5	92.247,5	-5.875
<b>Beneficio/costo</b>	3,93	4,16	3,49	0,84

#### **6.5.4 Relación beneficio – costo**

El análisis económico presentó una relación beneficio-costo positivo en todos los tratamientos de estudio, pero el tratamiento que mayor beneficio-costo presentó el tratamiento dos el biol de bovino de 4,16 Bs. por cada 1 Bs. invertido se recuperó 3,16 Bs. El tratamiento uno el biol de gallinaza de 3,93 Bs. por cada 1 Bs. invertido se recuperó 2,93 Bs y El tratamiento tres té de estiércol de ovino 3,49 Bs. por cada 1 Bs. invertido se recuperó 2,49 Bs, el testigo presenta menor beneficio- costo.

## 7. CONCLUSIONES

✚ Por otra parte se pudo determinar que en el comportamiento agronómico existe el efecto de la aplicación de biofertilizantes foliar es utilizado en la presente investigación los resultados fueron altamente significativos, especialmente en el incremento de la altura de planta, número de hojas por planta, número de tallo por planta y diámetro de tallo.

✚ Se pudo demostrar que existe un efecto estadísticamente significativo en el rendimiento de papa, por la aplicación de biofertilizantes, el rendimiento, número de tubérculo por planta, diámetro de tubérculo, kilogramo por planta, el mejor resultado en rendimiento con la aplicación de biol de bovino y seguido el biol de gallinaza y el té de estiércol de ovino, respectivamente con 41,53 tn/ha, 39,24 tn/ha, 34,49 tn/ha, respecto al testigo.

✚ Respecto a la relación beneficio/costo, se concluye que se tiene una mejor rentabilidad el tratamiento biol de bovino B/C con 4,16, es el que mayor crédito ofrece. El tratamiento biol de gallinaza tiene un B/C de 3.93, como inmediato seguidor, y el último el té de estiércol de ovino con un B/C 3,49, y el testigo presenta el menor B/C de 1. Boliviano.

✚ Existe una rentabilidad por los tres tratamientos, lo que demuestra un rango aceptable, los tres biofertilizantes se constituyen en una alternativa de inversión que permitiría brindar un buen retorno económico al agricultor.

✚ La aplicación de biofertilizantes dieron mayores rendimientos, la ventaja del uso de biofertilizantes seguramente se presentará en el efecto residual para las próximas campañas agrícolas.

## 8 RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda realizar ensayos combinado con otros biofertilizantes líquidos como el biol de porcinos, té de estiércol de gallinaza.
- ✚ Realizar estudios sobre la elaboración de biol o té de estiércol de conejos, patos y llamas, insumos está disponibles en su comunidad de Huayrocondo.
- ✚ Realizar trabajos de investigaciones similares en otras regiones o comunidades usando la misma metodología, para comparar los resultados.

## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ARANA, S. 2011. Elaboración de Biol. Cusco: Soluciones Prácticas, 2011. Cusco-Perú. 40 p.
- APARCANA, S. 2008. Estudio sobre el Valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás. Consultado 17 de junio 2018 disponible en:  
<http://manualdelombrocultura.com/foro/mensajes/18545.html>
- ARIAS, F. 2018. Evaluación de Niveles de Fertirrigación y Dinámica de Absorción de Nutrientes en el Cultivo de Coliflor (*Brassica oleracea L.*) En Invernadero En La Estación Experimental de Patacamaya. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 100 p.
- BAUTISTA, R. 2018. Efecto de Té de Humus de Lombriz en el Cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea L*) Variedad Viroflay a Diferente Frecuencia de Aplicación en Cota - Cota LA - PAZ. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 79 p.
- BURGOS, J. 2016. Biofertilizantes. Consultado 17 de junio 2018 disponible en:  
<http://www.file:/c/users/doce/desktop/biofertilizantes.html>
- BUSTAMANTE, P. 2014. Producción y uso de abonos orgánicos: biol compost y humus. Fondo de cooperación para el desarrollo social – FONCODES. LIMA PERÚ. 40 p.
- CAHUANA, R. ARCOS, J. BARREDA, W. CANIHUA, J. QUENALLATA, J. HOLGUIN, V. 2012. Producción de tubérculos semillas de buena calidad de papa. Editorial pacifico s.r.l. inía. Instituto nacional de innovación agraria. Puno-Perú. Manual N° 1. 31 p.
- CAHUANA, R. ARCOS, J. 1993. Variedades de Papa más Importantes en Puno y lineamientos para su caracterización. Puno – Perú: CIMA La Paz- Bolivia. 98 p.
- CALLIZAYA, F. 2007. Efecto de la Fertilización Orgánica en el Rendimiento de Variedades de Espinaca (*Spinacea oleracea L.*) Bajo Condiciones de Ambiente Protegido en el Municipio de el Alto. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 1- 2.
- CARVAJAL, I. 2014. Evaluación de Tres tipos de Biofertilizantes Liquidos Foliars en dos Dosis de Aplicación en la Cultivo de Cacao ( *teobroma cacao L.*) en la Estación Experimental de Sapecho - Alto Beni. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 1- 60.

- COPARI, A. 2015. Evaluación del Efecto de Deferentes Concentraciones de Biol en dos Variedades del Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea v. itálica*) bajo el Sistema de riego por Goteo en Carpa Solar. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 80 p.
- CORI, F. 2017. Producción de Tres Variedades de Papa (*Solanum tuberosum L. spp andigena*) Bajo dos Forma de Preparación del Terreno (Labranza Convencional y Siembra Directa) en la Localidad Ancocala Provincia Los Andes. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 69 p.
- CHILÓN, E. 1997. Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de las Plantas. Edición, CIDAT. La Paz – Bolivia. 180 p.
- CHUQUIMIA, Y. 2012. Evaluación de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum sp.*) Bajo los Efectos de Estiércol de Ovino en Diferentes Épocas de Siembra, en el Municipio de Ancoraimes. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 108 p.
- DEVAUX, A. ORDINOLA, M. HIBON, A. FLORES, R. 2010. El Sector de Papa en la región andina diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Lima Perú. CIP.ER. 378 p.
- DOMINGUEZ, V. 2011. Efecto de Fertilización Foliar en Canola (*Brassica napus L.*) de Temporal en Nahuatzen, Michoacán. Universidad autónoma agraria “Antonio Narro” Ingeniero agrónomo administrador. Buenavista, saltillo, Coahuila, México. pp. 1 – 65.
- DURÁN, F. 2006. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Editor GRUPO LATINO Ltda. Colombia. p. 21- 200.
- ESTRADA, N. s.f. La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la Papa. Edición: Bill Hardy – CIP, Emma Martínez – CIP. La Paz – Bolivia. p. 1 – 33.
- FILOMENO, M., ESPINOSA, J. 2017. La Importación de Papa, Tomate y Cebolla se Disparan. Página 7, La Paz, Bolivia, 21 de julio 2017. Año VI/ N° 2 a 617: p. 8.
- FUENTES, I. 2018. Evaluación de Estrategias de Mitigación Contra Riegos Climáticos en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum spp. andigenum*) en la Comunidad de Khapi del Municipio de palca. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 75 – 77.
- FLORES, V. 2016. Efecto de Tres Abonos Orgánicos líquido, Aplicados al Suelo, en el Cultivo de Canónigo (*Valerianella locusta*), en Ambientes Atemperados en la Ciudad del Alto. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 1-17.

- GABRIEL, J. PEREIRA, R. Y GANDARILLAS. A. 2011. Catálogo de nuevas Variedades de papa en Bolivia: la Papa un cultivo Milenario de los Andes. Cochabamba - Bolivia. PROINPA. 9 p.
- GUERRA, R. 2012. Acumulación de Nitrógeno en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) en Asociación con *Tarwi* (*Lupinus mutabilis*) en la Comunidad de Patarani – Provincia Aroma. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 70 p.
- HELMUTH, R. 2000. Manual de Entomología Agrícola de Bolivia. Edición Abya Yala. Quito Ecuador. p. 295 – 298.
- HUAMAN, Z. 1986. Botánica Sistemática y Morfología de la papa. Centro Internacional de la papa (CIP). Lima, Perú. 21 p.
- IDROVO, N. 2008. Nutrición foliar y defensa natural. XI Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. Consultado el 18 de agosto 2018. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/5-ing.-Norman-soria-Nutricion-folior.pdf>.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2019. Rendimiento agrícolas según el cultivo. La Paz – Bolivia. Consultado 09 de Octubre 2019 disponible en: <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-por-actividad-economica/industria-manufactura-y-comercio.4>.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2008. Producción y uso del Biol. Proyecto *In situ*. 1ª edición. SLM GRAFIC. (En línea). Lima, Perú. 12 p. Consultado el 22 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf>
- KHUNO 2014. Efecto del biol y Abonofol en la Tolerancia a Heladas para la Producción de Semilla de Papa (*Solanum tuberosum*) en la Estación Experimental de CHOquenaira. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 1-18.
- LARUTA, F. 2014. Efecto De La Aplicación De Diferentes Niveles De Hierro Y Zinc Al Suelo En Dos Variedades De Papa (*Solanum Ssp.*), En El Municipio De Taraco, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Tesis De Grado. Universidad Mayor De San Andrés. Facultad De Agronomía. La Paz – Bolivia. 74 p.
- LAURA, A. 2017. Aplicación de agua Magnetizada para la producción de Papa (*Solanum tuberosum L.*) en la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz – Bolivia. p. 1-24.

- MAMANI, V. 2013. Efecto de la Aplicación de Biofertilizantes líquido en Dos Variedades de Melón (*Cucumis melo L.*) bajo ambiente atemperado. En la Estación Experimental de Cota Cota. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz – Bolivia. p. 1-12.
- MAMANI, M. 2008. La Conservación de Papas Nativas, una Responsabilidad de Todos. Papa: Tesoro de los Andes. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 6 p.
- MAMANI, M. 2009. Caracterización Y Evaluación De La Diversidad De Papa Nativas En El Municipio de Umala Del Departamento De La Paz. Tesis De Grado. Universidad Mayor De San Andrés. Facultad De Agronomía. La Paz – Bolivia. 110 p.
- MAMANI, W. 2015. Riego Deficitario en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum L.*), en el Municipio de Achacachi – La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz – Bolivia. 81 p.
- MARINO, E. 2010. Efecto de Biofertilizantes Caseros y Elaborados, Aplicados al Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum L.*) en la Comunidad de Cañacota Cochabamba. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz – Bolivia. 72 p.
- MDRYT-INIAF (El Ministerio De Desarrollo Rural Y Tierra) 2019. Gobierno Busca Reducir La Importación De Papa Peruana Fortaleciendo La Producción Nacional. La Paz – Bolivia. Consultado 09 De Octubre 2019 Disponible en: <http://portal.iniaf.gob.bo/2019/04/12/gobierno-busca-reducir-la-importacion-de-papa-peruana-fortaleciendo-la-produccion-nacional/>
- MOLINA, E. MELENDEZ, G. 2000. Fertilización foliar: principio y aplicaciones. CIA. Centro de investigaciones agronómica, laboratorio de suelo y foliares. Costa rica. 36 p.
- MOLLERICONA, P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) en la localidad Okinawa dos (Cetabol) santa cruz de la sierra Bolivia. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 1-22.
- OSINAGA, C. RAMÍREZ, D. (PRODUCTOR). 2017. Tres Línea, (6 de julio, hora 22:00), La Paz, Bolivia, CANA 7 Bolivia tv.
- OCHOA, R. 2009. Manual de Diseño Experimentales. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia. 229 p.
- PARSONS, D. 2010. Manuales de Papa, Educación Agropecuaria papas. México. Editorial trillas. 56 p.

- PARI, R. 2016. Evaluación del Fertilizante Foliar Orgánico (Nutrigrow) y la densidad de Siembra en el Cultivo de Perejil (*Petroselinum sativum Hoffm.*) En El Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 73 p.
- Patty, S. 2009. Determinación del Nivel Crítico Agua del Suelo Para El Desarrollo Del Cultivo De Papa (*Solanum Tuberosum* L.) Mediante El Uso De Técnicas Nucleares. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 106 p.
- PLAN TERRITORIAL DE DESARROLLO INTEGRAL. 2016- 2020. Gobierno Autónomo Municipal de Batallas N°4. PTDI.
- PUMISACHO, M. Y SHERWOOD, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Instituto PATTY, S. 2009. Determinación del Nivel del Agua del Suelo para el Desarrollo del Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacional de la papa (CIP). Quito, Ecuador. 212 p.
- PUENTE, N. 2010. Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. (FONAG) Fondo para la protección del agua. (USAID) agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional. 23 p.
- PROINPA. 1998 Informe compendio del programa de investigación de la papa. Edición carolperpich/ Patricia Meneses. Impresión poligraf. Cochabamba-Bolivia
- QUISPE, S. 2014. Efecto de la Aplicación de Biol a Diferentes Dosis en Dos Variedades de Coliflor (*Brassica oleraceo* L. var. *Botrytis I.*) Bajo Ambientes Atemperados en las Colinas (AGRASOL) Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p 3-45.
- QUISPE, E. 2009. Evaluación Agronómica de Tres Genotipos de Vitroplantas de Papa nativa (*Solanum tuberosum spp. Andigenum* L.) Bajo Tres Diferentes Sustratos Hidropónicos Para la Producción de Semilla Pre – Básica en Invernadero. Tesis de Grado. UMSA. ING. Agronomía. La Paz- Bolivia. 68 p.
- QUINO, M. 2008. Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.
- RAMOS, B. 2016. Identificación de Variedades Perdidas de Papa (*Solanum* sp.) y los Factores que Incidieron en su Desaparición en Tres Comunidades del Municipio de Batallas. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 120 p.

- RAMOS, A., TERRY, E. 2014 Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como Alternativa Nutricional para Suelos y Planta (INCA) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. Vol. 35. 57 p.
- RESTREPO, J. 2007 Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. 1ª Edición. Ed. Revoluciones. San José, Costa Rica. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)
- RODRÍGUEZ, F. 1982. Fertilizantes – Nutrición Vegetal; de. AGT. S.A. México D.F.; p 31.
- SÁNCHEZ, R. 2013. Cultivo y Comercialización de la Papa. Perú: Ripalme. 135 p.
- SILVA, L. 2014. Tecnologías relacionadas con biofertilizantes. Industria y comercio superintendencia. Colombia, pontificia Universidad Bogotá; Edición: Juan Sebastián Cruz Camacho. 124 p. Consultado 10 Octubre 2016. Disponible en: [http://www.sic.gov.co/drupal/recursos\\_user/biofertilizantes.pdf](http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/biofertilizantes.pdf).
- SUASACA, A., CCAMAPAZA, C., HUANACUNI, T. 2009. Producción, manejo y aplicación de abonos orgánicos. Edición: Talavera Salas, Puno Perú, boletín N° 02. 24 p.
- TANCARA, L. 2014. Evaluación de Niveles de Biol de Bovino en el Cultivo de Cebolla (*Allium cepa* L.) Bajo riego por goteo en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 74 p.
- TITO, Y. 2014. Evaluación Comparativa de Variedades de Avena (*Avena sativa* L.) Cebada (*Hordeum vulgare*) y Triticale (*Triticum secale* W.) En La Localidades de Choquenaira y Batallas. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 80 p.
- TOLA, S. 2009. Implementación de prácticas de manejo integrado del gorgojo de los andes en el cultivo de la papa en la Comunidad de Chinchaya del Municipio de Ancoraimes. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz – Bolivia. p. 1-20.
- VARGAS, M., ALIAGA, D., AGUILAR, O., GÁMEZ, G., COARITE, J., SUNTURA, G., y Huanca, F. 2015. Manual de Producción de Papa. Área de Desarrollo Territorial de Sorata (A.D.T - SORATA). Edición: Pastoral Social Cáritas Coroico. Sorata- La Paz – Bolivia. 32 p.
- VELASQUEZ, 2013. Evaluación de Tres Bioabonos en la Producción del Cultivo del Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en la Localidad de Titicachi- La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p. 77.

- VELLEGAS, A. 2004. Evaluación de Biofertilizantes Líquidos Foliares en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la Zona de Alto Beni, Provincia Sud Yungas. Tesis de Grado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. p 1-10.
- VENEGAS, C. 2008. Fertilización foliar complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. México. Consultado 10 Octubre 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/%20c/Desktop/papa%20te/Fertilizacion%20vellarr.pdf>
- YUGSI, L. 2011. Elaboración y Uso de Abono Orgánicos. Módulos de Capacitación Para Capacitadores. Modulo V. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. QUITO – ECUADOR. 40 p.
- ZABALA, L. 2012. Comportamiento Productivo de tres Variedades de Papa (*Solanum tuberosum ssp*) Bajo dos Calibres de Semilla Registrada en la Comunidad Collana – Provincia Aroma. Tesis de Grado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 103 p.
- ZEBALLOS, HERNÁN; BALDERRAMA, FELIPE; CONDORI, BRUNO; BLAJOS, JORGE, 2009. “Economía de la papa en Bolivia (1998 – 2007)”. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 28 p.

# ANEXO

## Anexo 1. Datos de análisis de varianza agronómico

### Primera medición a los 67 días después de siembra

#### Altura de planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	10	9	10	9	11
Tratamiento 1	11	17	15,5	13,5	12
Tratamiento 2	11	13	11	15	18
Tratamiento 3	11	11	10	15	16

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a3	a4
Tratamiento 0	10	9	9,5	8	13
Tratamiento 1	10	12	12	10	11
Tratamiento 2	20	13	13	21	16
Tratamiento 3	10,5	11	11	12	12

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	9,5	9,5	12	12	9,5
Tratamiento 1	13	8	10	9	9
Tratamiento 2	8	11	13	9,5	10
Tratamiento 3	8,5	9	10	9	7,5

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	10	11	9	9	9,5
Tratamiento 1	11	11	8	14	5
Tratamiento 2	11	8	9,5	10	5
Tratamiento 3	12	11	13	12	10,5

#### Numero de tallo por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	3	4	3	3	3
Tratamiento 1	3	3	4	4	4
Tratamiento 2	4	3	4	4	4
Tratamiento 3	3	3	3	3	3

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	3	2	2	3	3
Tratamiento 1	2	2	2	2	3
Tratamiento 2	2	3	3	3	3
Tratamiento 3	2	2	3	2	3

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	2	2	4	3	5
Tratamiento 1	3	3	3	3	3
Tratamiento 2	3	3	3	3	2
Tratamiento 3	3	3	3	3	3

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	3	3	3	3	3
Tratamiento 1	3	3	2	2	3
Tratamiento 2	2	3	5	2	2
Tratamiento 3	2	3	3	2	3

Numero de foliolo por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	216	315	382	298	362
Tratamiento 1	203	281	283	245	288
Tratamiento 2	376	240	248	322	254
Tratamiento 3	216	270	218	275	248

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	210	215	105	168	238
Tratamiento 1	216	196	297	312	204
Tratamiento 2	342	198	297	333	343
Tratamiento 3	342	198	297	333	343

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	168	198	248	256	206
Tratamiento 1	215	191	215	172	203
Tratamiento 2	168	169	270	132	282
Tratamiento 3	234	218	268	342	142

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	224	168	161	156	164
Tratamiento 1	318	169	162	218	186
Tratamiento 2	136	184	289	182	148
Tratamiento 3	186	186	208	138	251

Numero de hojas por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	31	45	48	27	40
Tratamiento 1	25	40	35	35	36
Tratamiento 2	34	30	31	40	36
Tratamiento 3	30	39	31	39	35

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	30	30	15	24	34
Tratamiento 1	27	16	33	24	28
Tratamiento 2	42	41	31	40	31
Tratamiento 3	38	18	33	37	38

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	23	21	35	28	29
Tratamiento 1	30	26	30	22	29
Tratamiento 2	23	18	30	18	31
Tratamiento 3	35	24	38	31	19

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	25	24	23	22	15
Tratamiento 1	45	24	17	24	20
Tratamiento 2	19	20	32	11	20
Tratamiento 3	20	23	19	19	30

Diámetro de tallo por planta (mm).

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	6	5,44	5,54	5,88	6
Tratamiento 1	7,6	7,42	7,82	6,4	6,62
Tratamiento 2	7,12	7,14	7,62	7,12	5,8
Tratamiento 3	6	7	7,1	7,12	7,38

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	5	5	4	5	5
Tratamiento 1	7,4	7	7	6	7,42
Tratamiento 2	7,52	7,2	7,54	7,24	7
Tratamiento 3	6	6,54	7	6,72	6,82

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	
E 3	a1	aa2	a3	a4	a5	
Tratamiento 0	6	7	7	7,24	7,08	6,864
Tratamiento 1	7	5,48	6,66	6,82	7	6,592
Tratamiento 2	7	7,82	7,54	7	6,44	7,16
Tratamiento 3	6	7	7	7	7	6,8

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	4,12	4,82	4,5	4,46	5,56
Tratamiento 1	7,5	4,5	4,62	7	4,62
Tratamiento 2	5,22	4,48	5,52	6	5,62
Tratamiento 3	5,12	5	5,4	4,46	6

### Segunda medición a los 87 días después de siembra

#### Altura de planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	15	14	17	13	16
Tratamiento 1	25	23	18	19	18
Tratamiento 2	25	25	16	22	28
Tratamiento 3	16	16	17	17	20

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	13	12,5	12	12	16
Tratamiento 1	14	15	15	17	16
Tratamiento 2	26	17	18	21	23
Tratamiento 3	12	16	17	15	19

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	11	12	13	11	12
Tratamiento 1	18	17	18,5	17	15
Tratamiento 2	20	17	16	17,5	18
Tratamiento 3	14,5	17	16,5	16	17

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	13	12	13	15	14
Tratamiento 1	17	18	20	18	17,5
Tratamiento 2	18	20	17,5	18	17,5
Tratamiento 3	16	17	16,5	17,5	17,5

Numero de tallo por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	4	4	3	3	3
Tratamiento 1	3	3	4	4	4
Tratamiento 2	4	4	4	4	4
Tratamiento 3	4	4	4	4	4

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	3	3	2	3	3
Tratamiento 1	3	3	3	3	3
Tratamiento 2	4	4	4	4	4
Tratamiento 3	4	2	3	3	4

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	2	2	3	3	3
Tratamiento 1	4	4	4	4	4
Tratamiento 2	4	3	4	3	4
Tratamiento 3	4	4	4	4	4

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	3	3	3	3	3
Tratamiento 1	4	4	4	4	4
Tratamiento 2	4	4	4	3	3
Tratamiento 3	3	4	3	3	4

Numero de foliolo total por planta.

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	216	315	382	296	362
Tratamiento 1	203	281	283	245	288
Tratamiento 2	306	240	248	322	254
Tratamiento 3	216	270	218	275	248

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	210	215	105	166	238
Tratamiento 1	216	196	297	312	204
Tratamiento 2	378	290	369	282	198
Tratamiento 3	342	198	297	302	342

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	168	192	248	230	206
Tratamiento 1	215	191	215	172	203
Tratamiento 2	225	169	243	203	282
Tratamiento 3	246	218	268	242	225

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	124	168	161	156	164
Tratamiento 1	218	169	162	218	186
Tratamiento 2	236	184	256	136	148
Tratamiento 3	186	168	208	176	215

#### Numero de hojas por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	43	80	69	50	85
Tratamiento 1	57	50	69	76	65
Tratamiento 2	71	62	45	67	55
Tratamiento 3	48	73	64	39	77

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	42	70	68	50	61
Tratamiento 1	52	51	58	67	28
Tratamiento 2	52	51	58	67	66
Tratamiento 3	50	73	65	40	77

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	A1	A2	A3	A4	A5
Tratamiento 0	40	43	39	36	40
Tratamiento 1	48	47	60	71	72
Tratamiento 2	70	78	40	72	53
Tratamiento 3	78	71	60	50	68

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	45	63	37	35	46
Tratamiento 1	46	44	56	40	37
Tratamiento 2	78	63	45	78	51
Tratamiento 3	66	45	62	51	48

#### Diámetro de tallo por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	6,22	6,66	6	6,62	7,22
Tratamiento 1	8,62	8,42	8,02	8	9,42
Tratamiento 2	9,12	9,14	8,64	8,12	7,84
Tratamiento 3	7	8,12	9,84	8,24	9,86

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	5,24	5,82	5	5,48	5,48
Tratamiento 1	8,62	8,42	8,02	8	9,42
Tratamiento 2	9,12	9,14	8,64	8,12	7,84
Tratamiento 3	8	8,12	9,84	8,24	9,86

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	5,24	5,88	6	6,12	6
Tratamiento 1	7,9	8,92	8,84	8,36	8,68
Tratamiento 2	9,24	9,52	9,48	8,46	8,64
Tratamiento 3	9,38	8,74	9,64	8,42	8,7

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 0	5,24	5,6	6	6	5
Tratamiento 1	8	8,12	8,9	8	8
Tratamiento 2	8	8,2	8,82	8,42	8,46
Tratamiento 3	8,56	8,24	8,36	8,24	8,8

#### Tercera medición a los 107 días después de siembra.

##### Altura de Planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E 1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	30	40	30	47	48
Tratamiento 2	51	50	54	39	36
Tratamiento 3	36	38	37	38	45
Tratamiento 4	16	20	18	14	16

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	55	51	51	56	55
Tratamiento 2	48	52	44,5	51	38
Tratamiento 3	51	31	53	50	52
Tratamiento 4	14	13	12	14	16

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	45,5	44,5	43	44	43
Tratamiento 2	51,5	52	50,5	51	51,5
Tratamiento 3	36,5	38	37,5	36,5	40
Tratamiento 4	13,5	13,5	13,5	11,5	12

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	54	52	53	44	56
Tratamiento 2	50	52	53	55	50
Tratamiento 3	44	49	44	33	52
Tratamiento 4	18	18	20	19	16

Numero de tallo por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	5	5	6	5	5
Tratamiento 2	6	5	6	5	6
Tratamiento 3	5	4	5	5	5
Tratamiento 4	4	3	4	3	3

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	5	5	5	5	5
Tratamiento 2	5	6	6	5	6
Tratamiento 3	4	5	5	4	4
Tratamiento 4	4	3	4	3	3

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	4	5	4	5	5
Tratamiento 2	6	6	5	5	5
Tratamiento 3	5	4	5	4	4
Tratamiento 4	4	3	3	3	3

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	4	5	4	5	5
Tratamiento 2	6	6	5	5	4
Tratamiento 3	5	4	4	4	5
Tratamiento 4	3	3	3	4	3

Numero de foliolo por planta

BOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	2125	2235	1902	1998	2135
Tratamiento 2	2288	2267	2325	2278	2289
Tratamiento 3	2234	2113	1723	1899	1998
Tratamiento 4	582	1332	1394	874	696

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	2123	1987	1887	1773	1675
Tratamiento 2	2220	2023	1993	2012	2213
Tratamiento 3	2153	1876	2143	1967	1986
Tratamiento 4	610	525	383	475	728

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	1936	2157	2018	1952	1897
Tratamiento 2	2232	2267	2086	2255	2132
Tratamiento 3	1788	1953	1988	1875	1845
Tratamiento 4	743	815	533	714	789

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	2004	2245	2112	1832	1863
Tratamiento 2	2348	2146	2267	2213	2215
Tratamiento 3	1588	1788	1435	1605	1867
Tratamiento 4	380	285	278	440	363

Numero de hojas por planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	102	113	106	90	84
Tratamiento 2	126	123	124	125	123
Tratamiento 3	102	130	90	85	131
Tratamiento 4	43	42	39	33	38

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	118	113	116	121	122
Tratamiento 2	102	132	136	119	104
Tratamiento 3	118	115	122	119	115
Tratamiento 4	31	39	40	39	33

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	117	124	102	92	83
Tratamiento 2	113	118	99	101	98
Tratamiento 3	94	88	85	115	99
Tratamiento 4	33	20	41	38	45

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	113	117	103	115	120
Tratamiento 2	102	118	120	119	120
Tratamiento 3	99	133	99	85	128
Tratamiento 4	30	17	20	35	30

Diámetro de tallo por planta (mm)

BLOQUE1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	9,12	8,42	9,88	7,4	9,62
Tratamiento 2	10,82	10,64	8,12	10,4	9,14
Tratamiento 3	9,62	9,12	10	8,56	10,88
Tratamiento 4	6,8	7	6,4	7	8

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	10,88	10,48	10	10,7	10,72
Tratamiento 2	10,12	10,56	10	10,8	10,74
Tratamiento 3	10,12	10,12	9,12	9,5	10,12
Tratamiento 4	6,2	6	6,36	6,24	5

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	9,88	9,52	9,48	8,46	8,52
Tratamiento 2	10,58	9,12	8,56	8,42	9,22
Tratamiento 3	9,88	9,52	9,48	8,46	8,64
Tratamiento 4	6,24	6,36	7	7,1	6

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	10	10,2	9,9	9,56	9,9
Tratamiento 2	10	10,2	10,8	10,42	10,4
Tratamiento 3	9,56	9,7	10,2	9,9	9,82
Tratamiento 4	5,24	5,6	5,1	5,12	5,82

Día a la floración

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	63	68	70	62	64
Tratamiento 2	62	63	72	68	64
Tratamiento 3	63	64	67	68	64
Tratamiento 4	77	82	96	91	96

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	62	63	73	69	66
Tratamiento 2	62	64	70	68	64
Tratamiento 3	67	68	67	70	65
Tratamiento 4	77	96	92	93	95

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	63	63	73	70	68
Tratamiento 2	62	64	73	69	65
Tratamiento 3	67	64	68	70	67
Tratamiento 4	77	82	95	90	96

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	64	63	74	69	68
Tratamiento 2	65	66	74	70	69
Tratamiento 3	67	68	68	72	78
Tratamiento 4	96	92	93	80	95

## Anexo 2. Rendimiento tubérculos de papa

Numero de tubérculos por plantas

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	12	13	9	11	12
Tratamiento 2	17	17	15	14	16
Tratamiento 3	12	13	12	13	12
Tratamiento 4	10	13	13	7	9

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	13	13	14	18	14
Tratamiento 2	12	15	21	18	14
Tratamiento 3	14	16	14	15	13
Tratamiento 4	0	0	0	0	0

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	15	12	11	11	13
Tratamiento 2	16	12	18	19	18
Tratamiento 3	8	20	11	11	8
Tratamiento 4	4	4	8	12	3

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	14	13	9	12	10
Tratamiento 2	17	12	10	16	12
Tratamiento 3	13	8	10	8	13
Tratamiento 4	6	5	6	3	5

Numero de diámetro de tubérculos por planta (mm).

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	49,31	46,87	47,67	46,41	56,57
Tratamiento 2	54,64	53,1	47,58	49,07	56,19
Tratamiento 3	49,52	50,08	46,72	48,19	50,79
Tratamiento 4	26,07	21,22	20,6	22,75	23,72

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	61,37	51,64	54,38	59,97	56,75
Tratamiento 2	56,72	54,72	59,13	58,42	56,93
Tratamiento 3	58,67	48,83	43,43	48,56	56,51
Tratamiento 4	0	0	0	0	0

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	45,09	48,73	43,82	50,47	48,28
Tratamiento 2	50,13	53,46	53,18	51,56	55,2
Tratamiento 3	55,87	40,75	48,09	45,36	61,37
Tratamiento 4	42,25	50,25	30,52	23,89	37,67

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	48,54	48,15	55,76	48,64	49,89
Tratamiento 2	54,14	52,53	51,21	50,78	52,74
Tratamiento 3	49,53	44,57	46,75	62,63	43,67
Tratamiento 4	39,33	32,6	35,06	35	31,75

#### Rendimiento kg/planta

BLOQUE 1	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E1	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	1	1,18	1	0,82	1
Tratamiento 2	1,45	1,25	1,8	1	1,1
Tratamiento 3	0,85	0,7	0,8	0,8	0,85
Tratamiento 4	0,13	0,22	0,13	0,97	0,09

BLOQUE 2	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E2	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	1,5	1,4	1,4	1,65	1,25
Tratamiento 2	2	1,5	1,6	1,85	1,5
Tratamiento 3	1,4	1,25	1,85	1,5	1,5
Tratamiento 4	0	0	0	0	0

BLOQUE 3	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E3	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	0,98	0,98	0,72	0,95	0,8
Tratamiento 2	0,9	0,85	1	1,2	1,55
Tratamiento 3	0,65	0,85	0,6	0,51	0,8
Tratamiento 4	0,13	0,22	0,13	0,97	0,1

BLOQUE 4	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
E4	a1	a2	a3	a4	a5
Tratamiento 1	1,25	1	1,1	1,05	1,02
Tratamiento 2	1,85	1,7	1,6	1,7	1,5
Tratamiento 3	0,8	0,55	0,5	0,85	0,55
Tratamiento 4	0,14	0,14	0,1	0,1	0,15

### Anexo 3. Análisis de varianza con el programa de SSPS

#### Altura de la planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Pr>F
BLOQUE	3	112.4667	37.489	2.413	0.134NS
TRATAMIENTO	3	2940.647	980,216	63.095	0.00 **
ERROR	9	139.821	15.536		
TOTAL	15	3192.934			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; C.V. = 10.84

#### Duncan: Altura de planta

BIOL	N	Subconjunto		
		1	2	3
TESTIGO	4	15,3000		
TE DE ESTIERCOL	4		42,0750	
BIOL DE GALLINAZA	4		47,1000	47,1000
BIOL DE BOVINO	4			49,0000
Sig.		1,000	,105	,513

#### Numero de tallo por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	0.410	0.137	9.462	0.004*
TRATAMIENTO	3	9.850	3.283	227.308	0.00 **
ERROR	9	0.130	0.014		
TOTAL	15	10.390			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; C.V % = 2,6

#### Duncan: Número de tallo por planta

BIOL	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
TESTIGO	4	3,3000			
TE DE ESTIERCOL	4		4,5000		
BIOL DE GALLINAZA	4			4,8500	
BIOL DE BOVINO	4				5,4500
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

### Numero de foliolo totales por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	157788.380	52596.127	2.666	0.111NS
TRATAMIENTO	3	5934358.580	1978119.527	100.269	0.00 **
ERROR	9	177553.760	19728.196		
TOTAL	15	6269700.720			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; C.V % = 8,34

### Duncan número de foliolo por planta

BIOL	N	Subconjunto		
		1	2	3
TESTIGO	4	646,9500c		
TE DE ESTIERCOL	4		1891,2000b	
BIOL DE GALLINAZA	4		1992,8000	1992,800
BIOL DE BOVINO	4			2203,4500
Sig.		1,000	,333	,063

### Numero de hojas totales por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	313.808	104.603	2.240	0.153NS
TRATAMIENTO	3	17707.348	5902.449	126.390	0.000 **
ERROR	9	420.302	46.700		
TOTAL	15	18441.457			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; C.V % = 7,46

### Duncan: Número de hojas totales por planta

BIOL	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	4	34,3000	
TE DE ESTIERCOL DE OVINO	4		107,6000
BIOL DE GALLINAZA	4		108,5500
BIOL DE BOVINO	4		116,1000
Sig.		1,000	,127

### Día a la floración.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	58.290	19.430	3.140	0.80NS
TRATAMIENTO	3	1119.290	373.097	60.296	0.000 **
ERROR	9	55.690	6.188		
TOTAL	15	1233.270			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 3,46**

### Duncan: día de la floración

BIOL	N	Subconjunto	
		1	2
Biol de bovino	4	66,7500	
Biol de gallinaza	4	66,8000	
Te de estiércol de ovino	4	67,6000	
Testigo	4		86,3500
Sig.		,655	1,000

### Diámetro de tallo por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	0.916	0.305	0.747	0.551NS
TRATAMIENTO	3	36.684	12.228	29.923	0.00 **
ERROR	9	3.678	0.409		
TOTAL	15	41.277			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F

Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 7,24**

### Duncan. Diámetro de tallo por planta

BIOL	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	4	6,2290	
TE DE ESTIERCOL DE OVINO	4		9,5383
BIOL DE GALLINAZA	4		9,6320
BIOL DE BOVINO	4		9,9530
Sig.		1,000	,403

## Anexo 4. ANVA RENDIMIENTO EN TUBERCULOS CON SSPS

### Numero de tubérculos por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F.Cal	Pr>F
BLOQUE	3	36.187	12.062	1.922	0,197NS
TRATAMIENTO	3	261.147	87.049	13.871	0.001 **
ERROR	9	56.483	6.276		
TOTAL	15	18441.457			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 21,12%**

### Duncan. Numero de tubérculos por planta

BIOL	N	Subconjunto		
		1	2	3
TESTIGO	4	5,4000		
TE DE ESTIERCOL DE OVINO	4		12,2000	
BIOL DE GALLINAZA	4		13,4000	13,4000
BIOL DE BOVINO	4			16,4500
Sig.		1,000	,515	,119

### Numero de tubérculos en diámetro por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	85.994	28.665	0.306	0,821NS
TRATAMIENTO	3	2356.108	785.370	8.370	0.006 **
ERROR	9	844.439	93.827		
TOTAL	15	3286.541			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 21,75%**

### Duncan número de tubérculos diámetro/planta

BIOL	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	4	23,6340	
TE DE ESTIERCOL DE OVINO	4		49,9945
BIOL DE GALLINAZA	4		50,9155
BIOL DE BOVINO	4		53,5715
Sig.		1,000	,629

### Kilogramo de papa por planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	0.364	0.121	1.784	0,220NS
TRATAMIENTO	3	3.326	1.109	16.275	0.001 **
ERROR	9	0.613	0.068		
TOTAL	15	4.303			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 28,59%**

### Duncan: kilogramo por planta

BIOL	N	Subconjunto		
		1	2	3
TESTIGO	4	,1971		
TE DE ESTIERCOL DE OVINO	4		,9080	
BIOL DE GALLINAZA	4		1,1025	1,1025
BIOL DE BOVINO	4			1,4450
Sig.		1,000	,319	,096

### Rendimiento tn/ha

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F. Cal	Pr>F
BLOQUE	3	1320,532	440,177	3,467	0.064NS
TRATAMIENTO	3	3475,687	1158,562	9,126	0.004 **
ERROR	9	1142,511	126,946		
TOTAL	15	5938,729			

G.L =Grados de libertad; S.C.= Suma de cuadrado, C.M. = Cuadrado medio; F Cal.= F calculada; Pr. F Probabilidad de F; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo; ns = No significativo; **C.V % = 16,35**

### Duncan: Rendimiento tn/ha.

BIOL	N	Subconjunto	
		1	2
TESTIGO	4	9,2250	
TE DE ESTIERCOL	4		38,3250
BIOL DE GALLINAZA	4		43,6000
BIOL DE BOVINO	4		46,0250
Sig.		1,000	,379

## ANEXO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA

**Tabla 1. costo de producción de papa en 320 m<sup>2</sup> batallas La – paz 2016**

<b>Costos</b>	Unidades	Cantidad	costo Bs	total Bs
<b>I. insumos</b>				
Semilla ( KOMPIS)	kg	54	5	270
Transporte			50	50
<b>Costo total de Insumo</b>				<b>320</b>
<b>II. Preparación del terreno</b>				
	<b>Unidades</b>	<b>cantidad</b>	<b>costo Bs.</b>	<b>total Bs.</b>
Alquiler de tractor, Roturado de terreno	Hora	1/2	50	50
Rastrada	Hora	1/2	50	50
<b>III. Siembra</b>				
Surcado con tractor	hora	1	80	80
Siembra	jornal	3	50	150
<b>IV. Labores culturales</b>				
Deshierbe manual	Jornal	1	50	50
Aporque	jornal	1	50	50
<b>Costo total Insumo</b>				<b>480</b>
<b>V. Cosecha</b>				
	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>COSTO Bs</b>	<b>Total Bs</b>
Escarbador de papa	jornal	2	50	100
Seleccionador	jornal	1	40	40
<b>Costo total de cosecha</b>				<b>140</b>
<b>VI. herramientas de trabajo</b>				
Móchela de aspersión 20 l	Bs	1	80	80
Herramienta de trabajo		3	20	60
<b>Costo total de herramienta</b>				<b>140</b>
<b>Costo total</b>				<b>1080</b>
IMPREVISTO 10%				108
<b>COSTO TOTAL (320 m<sup>2</sup>)</b>				<b>1188</b>
Costo por metro cuadrado (m <sup>2</sup> ) (Bs)				<b>3,7</b>
<b>Costo total por Ha (Bs)</b>				<b>37.000</b>

## Precio unitario insumo de tres biofertilizantes

<b>1. Biol de gallinaza</b>	UNIDAD	CANTIDAD	Precio (BS)	Precio unid, (BS)
<b>Insumo</b>				
Costos de estiércol gallinaza	kg	12	2	2
Suero derivada de queso	Litro	1	1	1
Cascara de huevo	kg	1	1	1
Pescado desecho	kg	1	1	1
Azúcar morena orgánica	kg	1	3	3
Bolsa de nailon negro	m	10	3	30
Balde de 18 litro	litro	2	5	10
Mano de obra	jornal	1	20	20
<b>Costo total de biol gallinaza de 50 litro (Bs)</b>				<b>68</b>
<b>Costo total de 300 litro de biol de gallinaza (Bs)</b>				<b>408</b>
<b>2. Biol de bovino</b>				
Costo de biol de bovino	kg	12	2	2
Suero derivada de queso	LITRO	1	1	1
Cascara de huevo	kg	0,5	1	1
Pescado desecho	kg	1	1	1
Azúcar morena orgánica	kg	1	3	3
Bolsa de nailon negro	m	10	3	30
Balde de 18 litro	litro	2	5	10
Mano de obra	jornal	1	20	20
<b>Costo total biol de bovino 50 litro (Bs)</b>				<b>68</b>
<b>Costo total de biol de bovino 300 litro (Bs)</b>				<b>408</b>
<b>3. Té de estiércol de ovino</b>				
Te de estierco de ovino	kg	12	0,42	5
Mano de obra	jornal	1	10	10
<b>Costo total de tè de estierco de ovino</b>				<b>15</b>
<b>Costo de 50 litro de té de estiércol de ovino (Bs)</b>				<b>15</b>
<b>Costo tol de 300 litro de té de estiércol de ovino (Bs)</b>				<b>90</b>

### Costo total de variable de los tres biofertilizantes

		Costo de producción (Bs/ha)	Costo de biol (Bs)	TOTAL (Bs/ha)
T1	Biol de gallinaza	37.000	408	37.408
T2	Biol de bovino	37.000	408	37.408
T3	Té de estiércol de ovino	37.000	90	37.408
T4	Testigo	37.000		37.000

### Análisis de costo de producción

Indicadores económicos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Rendimiento (tn/ha)	43,6	46,02	38,32	9,22
Rendimiento ajustado (tn/ha) (-10 %)	39,24	41,53	34,49	8,3
Precio por ( Bs/kg)	3,75	3,75	3,75	3,75
Costo de producción ( Bs/ha)	37.408	37.408	37.090	37.000
Beneficio bruto (Bs/ha)	147150	155737,5	129337,5	31125
Beneficio neto(Bs/ha)	109742	118329,5	92247,5	-5875

## Anexo 6. Resultado de análisis de biofertilizantes I.I.Q. UMSA.

<b>U i m i g A</b> UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS	<b>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS</b> Cota Cota Calle 27 Campus Universitario Teléfonos 2792238 — 2795878 Fax: 591 - 2 - 2792238 Cajón Postal N° 303 La Paz — Bolivia																												
FCPN/CCQ/I.I.Q./102/2018 La Paz, 14 de noviembre de 2018	Página 1 de 1																												
<b>INFORME DE ANALISIS</b> <b>I.I.Q./S.A./102/2018</b>																													
1. <b>Solicitante:</b>	Univ. Rubén Chura Quispe.																												
2. <b>Análisis:</b>	Físico-químico.																												
3. <b>Número de muestras:</b>	Dos muestras de fertilizante líquido.																												
4. <b>Código laboratorio:</b>	17102018-1 y 17102018-2.																												
5. <b>Resultados:</b>																													
<table border="1"><thead><tr><th>Parámetro</th><th>Muestra 17102018-1 (Estiércol de gallinaza)</th><th>Muestra 17102018-2 (Estiércol de ovino)</th><th>Método de ensayo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Contenido agua (%)</td><td>99.10</td><td>99.00</td><td>Gravimétrico</td></tr><tr><td>Cenizas (g/100mL)</td><td>0.33</td><td>0.35</td><td>Gravimétrico</td></tr><tr><td>Nitrógeno total (g/100 mL)</td><td>0.11</td><td>0.13</td><td>Kjeldahl</td></tr><tr><td>Fosforo (g/100 mL)</td><td>0.001</td><td>0.001</td><td>Espectrofotométrico</td></tr><tr><td>Potasio (g/100 mL)</td><td>0.05</td><td>0.11</td><td>Absorción Atómica</td></tr><tr><td>Materia orgánica (g/100 mL)</td><td>0.57</td><td>0.65</td><td>Gravimétrico</td></tr></tbody></table>	Parámetro	Muestra 17102018-1 (Estiércol de gallinaza)	Muestra 17102018-2 (Estiércol de ovino)	Método de ensayo	Contenido agua (%)	99.10	99.00	Gravimétrico	Cenizas (g/100mL)	0.33	0.35	Gravimétrico	Nitrógeno total (g/100 mL)	0.11	0.13	Kjeldahl	Fosforo (g/100 mL)	0.001	0.001	Espectrofotométrico	Potasio (g/100 mL)	0.05	0.11	Absorción Atómica	Materia orgánica (g/100 mL)	0.57	0.65	Gravimétrico	
Parámetro	Muestra 17102018-1 (Estiércol de gallinaza)	Muestra 17102018-2 (Estiércol de ovino)	Método de ensayo																										
Contenido agua (%)	99.10	99.00	Gravimétrico																										
Cenizas (g/100mL)	0.33	0.35	Gravimétrico																										
Nitrógeno total (g/100 mL)	0.11	0.13	Kjeldahl																										
Fosforo (g/100 mL)	0.001	0.001	Espectrofotométrico																										
Potasio (g/100 mL)	0.05	0.11	Absorción Atómica																										
Materia orgánica (g/100 mL)	0.57	0.65	Gravimétrico																										
6. <b>Observaciones:</b>	El muestreo fue realizado por el Univ. Rubén Chura Quispe.																												
<p><i>[Firma]</i> Ph.D. Stuardo Marcela Melgarejo <b>Analista</b></p>	<p><i>[Firma]</i> Ph.D. María Eugenia García Moreno <b>Directora - I.I.Q.</b></p>																												
cc: correlativo IQ y archivo Laboratorio																													

FCPN/CCQ/I.I.Q./92/2018  
La Paz, 16 de octubre de 2018

Página 1 de 1

## INFORME DE ANALISIS I.I.Q./S.A./92/2018

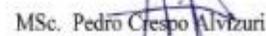
1. **Solicitante:** Univ. Rubén Chura Quispe.
2. **Análisis:** Físico-químico.
3. **Número de muestras:** Una muestra de fertilizante líquido.
4. **Código laboratorio:** 19092018.
5. **Resultados:**

Parámetro	Muestra 19092018	Método de ensayo
Contenido agua (g/100mL)	99.09	Gravimétrico
Cenizas (g/100mL)	0.33	Gravimétrico
Nitrógeno total (g/100 mL)	0.027	Kjeldahl
Fosforo (mg/100 mL)	6.26	Espectrofotométrico
Potasio (mg/100 mL)	8.03	Absorción Atómica
Materia orgánica (g/100 mL)	0.58	Gravimétrico

6. **Observaciones:** El muestreo fue realizado por el Univ. Rubén Chura Quispe.

  
Lic. Marcela Melgarejo  
Analista



  
MSc. Pedro Crespo Alvizuri  
Director a.i. - I.I.Q.

cc. correlativo IQ y archivo Laboratorio.

# UMiSA

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS  
Calle Coca Calle 27 Campus Universitario  
Teléfonos 2722208 - 2728070  
Fax: 801 - 2 - 2990000  
Cajón Postal N° 808  
La Paz - Bolivia

FCPN/CCQ/I.I.Q./103/2018  
La Paz, 14 de noviembre de 2018

Página 1 de 1

### INFORME DE ANALISIS I.I.Q./S.A./103/2018

1. Solicitante: Univ. Rubén Chura Quispe.
2. Análisis: Físico-químico.
3. Número de muestras: Una muestra de suelo.
4. Código laboratorio: 31102018 1.
5. Resultados:

Parámetro	Muestra 31102018-1	Método de ensayo
Nitrógeno total (g/100 g)	2.5	Kjeldahl
Fósforo (g/100 g)	0.01	Espectrofotométrico
Potasio (g/100 g)	0.005	Absorción Atómica
Materia orgánica (g/100 g)	8.0	Gravimétrico
pH	6.0	phmetro
Conductividad (ds/m)	1.0	conductimetro

6. Observaciones: El muestreo fue realizado por el Univ. Rubén Chura Quispe.

  
Analista

  
PhD. Directora I.I.Q.

cc. correo electrónico y archivo laboratorio.

## Anexo 7. Fotografía de trabajo de investigación en la Comunidad de huayrocondo



Mullido de área experimental



Surcado de área experimental



Siembra de papa en área experimental



Segunda aporque de área experimental



Instalación de Pluviómetro de lluvia y temperatura en área de experimental



Aplicación de biofertilizantes en área experimental



Cosecha de papa en área experimental

## Anexo 8. Etiqueta de semilla certificada de papa

**inia** INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Av. La Molina Nº 1981 - La Molina, Lima - Perú  
 Central Telefónica: (011) 349-2600  
 dgia@inia.gob.pe / www.inia.gob.pe

**SEMILLA CERTIFICADA**  
**CATEGORÍA CERTIFICADA**  
 N° 0360436

ESPECIE:	<b>PAPA</b>
CULTIVAR:	<b>CCOMPIS</b>
LOTE N°:	<b>031-15-01</b>
PRODUCTOR:	<b>072-2001-AG-SENASA</b>
Peso Neto ó N° Semillas:	<b>10 KILOS</b>
FECHA ETIQUETADO:	<b>14/11/2015</b>
N° CONTROL:	<b>MIN-031-15-01</b>
Lugar de Producción:	<b>TAHUACO YUNGUYO</b>

\*SEGÚN DECLARACIÓN DEL PRODUCTOR, LA SEMILLA CONTENIDA EN ESTE ENVASE PROVIENE DE LOS CAMPOS INSPECCIONADOS POR EL ORGANISMO CERTIFICADOR DE SEMILLAS.  
 \*VALIDEZ DE ETIQUETADO: **45 DÍAS**

**MINAGRI** MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
**E.E.A. ILLPA**  
 PUNO - PERÚ

**PRODUCCIÓN DE SEMILLAS PLANTONES Y REPRODUCTORES**  
 Nombre o Razón Social del productor: INIA  
 Registro Productor de Semilla N° 072 - 2001 - AG - SENASA

Especie: Papa Fecha de Análisis de calidad: 14-11-16  
 Cultivar: CCOMPIS Pureza Varietal: 100%  
 Categoría: Certificada % Germinación: 100%  
 Código de lote: 031-15-01 Peso neto: 10 Kg.  
 Condiciones de almacenamiento: Tratamiento: Sin tratamiento  
T° 5-6°C HR 60-70% Campaña Agrícola: 2015-2016

Dirección: Rinconada de Salcedo s/n, Fax: (051) 363812  
 E-mail: illpa@inia.gob.pe

**inia** INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Av. La Molina Nº 1981 - La Molina, Lima - Perú  
 Central Telefónica: (011) 349-2600  
 dgia@inia.gob.pe / www.inia.gob.pe

**SEMILLA CERTIFICADA**  
**CATEGORÍA CERTIFICADA**  
 N° 0360435

ESPECIE:	<b>PAPA</b>
CULTIVAR:	<b>CCOMPIS</b>
LOTE N°:	<b>031-15-01</b>
PRODUCTOR:	<b>072-2001-AG-SENASA</b>
Peso Neto ó N° Semillas:	<b>50 KILOS</b>
FECHA ETIQUETADO:	<b>14/11/2016</b>
N° CONTROL:	<b>MIN-031-15-01</b>
Lugar de Producción:	<b>TAHUACO YUNGUYO</b>

\*SEGÚN DECLARACIÓN DEL PRODUCTOR, LA SEMILLA CONTENIDA EN ESTE ENVASE PROVIENE DE LOS CAMPOS INSPECCIONADOS POR EL ORGANISMO CERTIFICADOR DE SEMILLAS.  
 \*VALIDEZ DE ETIQUETADO: **45 DÍAS**

**MINAGRI** MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
**E.E.A. ILLPA**  
 PUNO - PERÚ

**PRODUCCIÓN DE SEMILLAS PLANTONES Y REPRODUCTORES**  
 Nombre o Razón Social del productor: INIA  
 Registro Productor de Semilla N° 072 - 2001 - AG - SENASA

Especie: Papa Fecha de Análisis de calidad: 14-11-16  
 Cultivar: CCOMPIS Pureza Varietal: 100%  
 Categoría: Certificada % Germinación: 100%  
 Código de lote: 031-15-01 Peso neto: 50 Kg.  
 Condiciones de almacenamiento: Tratamiento: Sin tratamiento  
T° 5-6°C HR 60-70% Campaña Agrícola: 2015-2016

Dirección: Rinconada de Salcedo s/n, Fax: (051) 363812  
 E-mail: illpa@inia.gob.pe