

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

### DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL

---

“Respuesta Productiva y Calidad de Fritura de Papa (*Solanum Tuberosum* L.), Var. Puzza, a la Aplicación de Titanio Y Abono Orgánico en Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador”

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Nutrición Vegetal

**Autor:** Ing., Robinson Fabricio Moreta Villacrés

**Director:** Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes Mg.

Ambato – Ecuador

2021

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad Ciencias Agropecuarias

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas PhD, e integrado por los señores Ing. Olguer Alfredo León Gordon Mg. y Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg., designados por el Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Respuesta productiva y calidad de fritura de papa (*Solanum Tuberosum l.*), var. Puzza, a la aplicación de titanio y abono orgánico en Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador”, elaborado y presentado por el señor Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés, para optar por el Grado Académico de Magister en Nutrición Vegetal; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas PhD.

Presidente del Tribunal



Ing. Olguer Alfredo León Gordon Mg.

Miembro del Tribunal



Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg.

Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “Respuesta productiva y calidad de fritura de papa (*Solanum Tuberosum l.*), var. Puzza, a la aplicación de titanio y abono orgánico en Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés, Autor bajo la Dirección de Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes Mg., Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés

c.c. 180458863-8

**AUTOR**

Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes Mg.

c.c. 180370268-5

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés

c.c. 180458863-8

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

CAPÍTULO I.....	1
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2. Justificación .....	4
1.3 Objetivos .....	4
1.4 Hipótesis .....	4
CAPITULO II .....	5
<b>ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</b> .....	5
2.1 Origen de la Papa.....	5
2.2 Manejo Agronómico .....	5
2.3 Variedades Más Cultivadas En Ecuador.....	7
2.4 Fertilización .....	8
2.5 Manejo Fitosanitario .....	9
2.6 Cosecha.....	11
2.7 Manejo Postcosecha.....	12
2.8 Calidad de fritura .....	13
CAPITULO III.....	16
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
3.1. Ubicación .....	16
3.2 Equipos y Materiales .....	17
3.3 Métodos .....	18
3.4 Análisis Estadístico.....	20
3.5 Tipo de investigación.....	21
3.6 Prueba de Hipótesis .....	21
3.7 Recolección de información: .....	21
CAPITULO IV.....	24
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	24
4.1 Productividad .....	24
4.2 Contenido de Nutrientes .....	27
4.3 Contenido de Materia Seca, Sólidos Totales y Prueba de Fritura .....	27

4.4 Correlación de Materia Seca.....	29
CAPÍTULO V .....	30
<b>CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS</b> .....	30
5.1 Conclusiones.....	30
5.2 Recomendaciones .....	30
5.3 Bibliografía .....	31
5.4 Anexos .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Variedades de papa más comunes en Ecuador.....	7
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos nutricionales para papa en Ecuador. ....	9
<b>Tabla 3.</b> Esquemas de fertilización en función de los análisis químicos de suelos....	9
<b>Tabla 4.</b> Plagas y enfermedades del cultivo de papa.....	10
<b>Tabla 5.</b> Categorías de clasificación para cosecha de papa.....	12
<b>Tabla 6.</b> Información del producto utilizado como fuente de titanio orgánico.....	17
<b>Tabla 7.</b> Composición del Pariwana.....	18
<b>Tabla 8.</b> Esquema de análisis de varianza.....	21
<b>Tabla 9.</b> Parámetros de la materia seca en papa.....	22
<b>Tabla 10.</b> Producción de papa en sus diferentes categorías. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.....	26
<b>Tabla 11.</b> Composición mineral del tubérculo cosechable de la papa. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.....	27
<b>Tabla 12.</b> Contenido de materia seca y prueba de fritura en la papa. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Escala de la calidad de papas fritas en hojuelas .....	14
<b>Figura 2.</b> Color de aceptabilidad de la papa frita en hojuelas.....	23
<b>Figura 3.</b> Correlación entre el contenido de materia seca y la cantidad de papa gruesa cosechada. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador.....	29

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento sincero para mi profesor José Luis Pantoja Guamán ejemplo a seguir, a mi director Edwin Leonardo Pallo Paredes, a Los ingenieros Olger León, Segundo Curay quien me ha guiado con un excelente profesionalismo a culminar este proyecto. También agradezco a todos los profesores quien impartieron sus conocimientos para ser un gran profesional. Agradezco también a la

## DEDICATORIA

*Este trabajo dedico a Dios por  
brindar todas las bendiciones  
para seguir adelante, También  
a mi esposa Kony Aidé Silva  
por el apoyo incondicional ya  
que es el motor de mi vida, a  
mis padres Octavio y Carmen  
y hermanos Mario y Anita y  
demás miembros de mi familia  
que siempre me apoyan.*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL**

**TEMA:**

“Respuesta productiva y calidad de fritura de papa (*Solanum Tuberosum* L.), var. Puzza, a la aplicación de titanio y abono orgánico en Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador”

**AUTOR:** Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés

**DIRECTOR:** Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes Mg.

**FECHA:** 02 de diciembre del 2020

**RESUMEN EJECUTIVO**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es cultivada en países de clima templado y consta un rubro muy importante para la alimentación de nuestro país. El Titanio Orgánico (Ti-Org) es un bioestimulante de producción y calidad para los cultivos. Además, se conoce el impacto positivo del Abono orgánico (AO) en la agricultura; pero en la Sierra ecuatoriana se debe investigar los beneficios de Ti-Org y (AO) en papa (*Solanum Tuberosum* L.). El objetivo fue evaluar la respuesta productiva y calidad de fritura de papa, var. Puzza, a la aplicación de Ti-O y AO. El estudio se realizó a 3300 msnm entre los meses dic. 2019 y jun. 2020 en Quero, con un diseño de DBCA en parcelas divididas y cuatro réplicas. La aplicación de AO se realizó en la parcela principal (0 y 1.37 Mg ha<sup>-1</sup>) y el Ti-Org la subparcela (0, 50, 100, 150, 200 y 250 mL 200 L<sup>-1</sup>). Se sembró a 1.2x0.3 m, dos tubérculo-semilla por postura; y se fertilizo según el análisis de suelo. En la cosecha se categorizó los tubérculos y se tomó muestras para el análisis de nutrientes, materia seca y pruebas de fritura. La productividad obtenida fue de 49.4 Mg ha<sup>-1</sup>, la respuesta del Ti-Org y el AO no afectaron el rendimiento ( $p >$

0.10). No se observó beneficios productivos del Ti-Org, se pudo observar que hubo una interacción negativa con el AO en tubérculos de categoría grande ( $p = 0.07$ ). Sin embargo, el AO incrementó los tubérculos de categoría gruesa en  $1.2 \text{ Mg ha}^{-1}$  (1.7%,  $p = 0.09$ ) y muy gruesa en  $2.7 \text{ Mg ha}^{-1}$  (4.7%,  $p < 0.01$ ); y redujo la categoría pequeña en  $2.2 \text{ Mg ha}^{-1}$  (4.0%,  $p < 0.01$ ). Ni el Ti-Org ni el AO afectaron el contenido nutricional, materia seca y calidad de fritura ( $p > 0.10$ ). El Ti-Org no mejoró la productividad o calidad de la papa; pero el AO si mejoró el volumen de papa comercial (gruesa y muy gruesa), incrementando el margen de rendimiento económico.

**Palabras clave:** Abono orgánico, Calidad de fritura, Estimulación, Productividad, Titanio orgánico.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL**

**THEME:**

“Productive response and quality of potato frying (*Solanum Tuberosum l.*), var. Puzza, to the application of titanium and organic fertilizer in Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador ”

**AUTHOR:** Ing. Robinson Fabricio Moreta Villacrés

**DIRECTED BY:** Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes Mg.

**DATE:** 02 de diciembre del 2020

**EXECUTIVE SUMMARY**

Potatoes (*Solanum tuberosum L.*) is cultivated in countries with a temperate climate and is a very important item for the diet of our country. It is well known that the Organic titanium (Org-Ti) is a production and quality bio-stimulant for crops and so is too, the positive impact of organic fertilizer (OF) in agriculture; but in the Ecuadorian Sierra, the benefits of Org-Ti and (OF) in potatoes (*Solanum Tuberosum L.*) should be studied. The study objective was to evaluate the productive response and quality of potato frying, var. Puzza, to the application of O-Ti and OF. The study was conducted at 3300masl from Dec. 2019 to Jun. 2020 in Quero, with a DBCA in divided plots and four replicas. The OF was the main plot (0 and 1.37 Mg ha<sup>-1</sup>) and the Org-Ti the sub-plot (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mL 200 L<sup>-1</sup>). It was sown at 1.2x0.3m, two tuber-seeds per stand and fertilized according to the soil analysis. At harvest, the tubers were categorized and samples were taken for nutrient and dry matter analysis and frying

tests. The average productivity was 49.4 Mg ha<sup>-1</sup>; Org-Ti and OF did not affect this total ( $p > 0.10$ ). No productive benefits of Org-Ti were observed, but a negative interaction with OF in large category tubers ( $p = 0.07$ ) was evidenced. However, OF increased the thick category tubers by 1.2 Mg ha<sup>-1</sup> (1.7%,  $p = 0.09$ ), very Thick by 2.7 Mg ha<sup>-1</sup> (4.7%,  $p < 0.01$ ); and reduced the small category by 2.2 Mg ha<sup>-1</sup> (4.0%,  $p < 0.01$ ). Neither the Org-Ti nor the OF affected the nutritional content, dry matter and frying quality ( $p > 0.10$ ). The Org-Ti did not improve potato productivity or quality but the OF did improve the volume of commercial potatoes (thick and very thick), whose price is higher than the small category, resulting a potential to improve the farmer's economy.

**Keywords:** Organic Fertilizer, Frying Quality, Stimulation, Productivity, Organic Titanium.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Introducción

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es cultivada en países de clima templado, pero la mejor producción ocurre en temperaturas promedio de 18 a 20 °C, se siembra a principios de la primavera en las zonas templadas y a finales del invierno de las regiones cálidas (**Cerna, 2011**). Además, constituye el rubro más importante de la Sierra ecuatoriana, en términos de alimentación, pero también de ingresos económicos. En el Ecuador, la papa junto con el arroz (*Oriza sativa L.*), constituyen los productos básicos de mayor consumo en la alimentación de las familias y se estima que aquellas de bajos ingresos en la Sierra, dedican alrededor del 10% de sus recursos a la compra del tubérculo (**Pumisacho y Serwood, 2002**). También cuenta con una amplia gama de variedades y es el producto que mayores formas de consumo ofrece, desde el directo hasta el industrializado (**Benítez, 2003**).

La fertilización edáfica se utiliza para superar problemas existentes en las raíces debido a alteraciones de temperaturas, falta de O<sub>2</sub> en campos inundados, ataque de nematodos, y una reducción en la actividad de la raíz en las etapas reproductivas en las cuales la mayor parte de los fotoasimilados es transferencia para la reproducción, dejando pocos para la respiración de la raíz (**Marscher, 2012**). El promedio de productividad de papa en Ecuador fue de 19 Mg ha<sup>-1</sup>, siendo las provincias de Sucumbíos, Tungurahua, Carchi, Chimborazo y Cotopaxi las de mejor desempeño con: 30, 26, 22, 20 y 12 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Con la percepción de los agricultores, la baja productividad se vio afectados por plagas y/o enfermedades, porque una planta bien nutrida no tendría estos problemas (**MAGAP, 2018**).

Los abonos orgánicos influyen en el crecimiento de las plantas, lo cual coincide con **Fernández-Luqueño et al. (2010)** que reportan crecimiento superior a 1/3 respecto al control en altura de planta en fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) tratado con vermicompost. Resultado similar reporta **Channabasanagowda et al. (2008)** en trigo (*Triticum vulgare*). **Buniselli et al. (1990)** reportan incrementos de peso, altura de planta, longitud de mazorca y rendimiento de grano en maíz (*Zea mays L.*). Lo anterior se

debe a que las moléculas orgánicas (ej.: ácidos húmicos, fúlvicos, humatos, ácido abscísico e indolacético) presentes en estos abonos tienen efectos positivos en el suelo, el microbiota y la membrana radicular (**Nardi et al., 2002**). Entre los principales beneficios destacan: regular o promover el crecimiento de microorganismos benéficos, incrementar la permeabilidad de la membrana celular de la raíz para ayudar en la absorción de agua y nutrientes, y favorecer la solubilización de C orgánico activo (ej.: almidones y carbohidratos) del suelo (**Ermakov et al., 2000; Barros et al., 2010**).

Además, la materia orgánica (MO) genera beneficios importantes como: amarre de agregados para reducir las pérdidas por erosión, reduce las oscilaciones bruscas de temperatura que dañan la raíz y el microbiota, incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo que podría considerarse como un almacén de nutrientes para la planta, mejora la infiltración y retención de humedad, actúa como tampón del pH y la salinidad con lo que se reducen los procesos degradativos del suelo y aumenta la biodiversidad (**Nieto, 2016**).

El titanio orgánico (Ti-Org) es un elemento químico abundante en la naturaleza y se considera el cuarto metal estructural con más presencia en la superficie terrestre, tanto vegetales como animales lo contienen en su organismo, pero su contenido en los tejidos vegetales es reducido en concentraciones de (0.1 a 10.0 mg kg<sup>-1</sup>), esto se debe a que las formas predominantes en el suelo son insolubles en agua (TiO<sub>2</sub>: Óxido de Ti IV; FeTiO<sub>3</sub>: Ilmenita) (**Trichodex, 2017**).

El (Ti-Org) no es considerado un microelemento esencial para las plantas, además existen estudios que demuestran que el (Ti-Org) incrementa el crecimiento de las hojas y participa en el metabolismo de las plantas como un catalizador redox y que se acumula en los órganos de asimilación como es en el caso vegetativo (formación de biomasa vegetal) como de fructificación (aumenta las reservas y el peso de frutos) (**Trichodex, 2017**).

Un problema habitual al freír papas es el oscurecimiento de las hojuelas. Esto sucede porque a altas temperaturas (> 180 °C) los azúcares reductores (ej.: fructosa, glucosa y sacarosa) reaccionan con el aminoácido asparagina y forman un subproducto no deseado que es la acrilamida (**Valenzuela y Ronco, 2017**). Con presencia del calor de

fritura la acrilamida se quema con facilidad, produciendo un sabor inaceptable similar a quemado. Incluso la Unión Europea ha declarado a la acrilamida como potencial agente cancerígeno, por lo que también engloba un problema para la salud humana (**Stadler et al., 2002**).

Según **Carvajal et al. (s.f.)**, el uso de Ti-Org favorece a la asimilación del resto de nutrientes, con una mayor efectividad al N, P y Fe, facilitando que los procesos fisiológicos, permitiendo incrementar los niveles productivos por una mayor asimilación de nutrientes. Es importante destacar que el Ti-Org activa de mejor manera al Fe en la planta bajo la hipótesis de que el Ti-Org y el Fe pueden cumplir funciones similares en los vegetales (**Carvajal et al., s.f.**), cargas por debajo de 10 µg / L de Ti-O2 con un tamaño de 40 nm beneficia la germinación de las semillas, el alargamiento de raíces, y suprime la translocación de algunas sustancias nocivas para las plantas (**Rodríguez González et al., 2019**). Al tener este beneficio en el cultivo de papa, se esperaría lograr tubérculos más grandes y de mayor calidad.

La MO permite mejorar las condiciones del suelo por su capacidad buffer, aporta en la retención de nutrientes y su disponibilidad, favorece el desarrollo de la vida microbiota del suelo, mejora la retención de humedad e incrementa la productividad (**Julca et al., 2006**). Por lo tanto, aplicar abonos orgánicos genera beneficios para el sistema productivo. Según **FAO (s.f.)**, los macro y microorganismo del suelo utilizan los residuos orgánicos como alimento. Cuando éstos descomponen los residuos liberan nutrientes como N, P y S, los cuales puede aprovechar la planta. La actividad microbiana contribuye a la formación de la MO estable en el suelo. La biota tiene una función importante en los procesos de reciclaje de nutrientes y, por lo tanto, en la capacidad de un suelo para proveer al cultivo con estos nutrientes (**INTAGRI, 2018**). La adición continua de MO por medio de su transformación por los organismos proporciona capacidad para la autorrecuperación de la arquitectura del suelo. Las sustancias pegajosas sobre la piel de las lombrices y aquellas producidas por los hongos y bacterias ayudan a aglutinar las partículas. Los rastros dejados por las lombrices son también agregados más resistentes (compactados) (**Julca Otiniano et al., 2006**).

## **1.2. Justificación**

Innumerables investigaciones han demostrado que el uso de materia orgánica en los cultivos produce efectos positivos, ya que incrementa sus rendimientos, mejora las características físico-químicas tanto de la planta como del suelo, debido al contenido de la mayoría de los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas.

El Titanio orgánico se encuentra presente en todas las plantas, no forma parte de los elementos esenciales que requiere los vegetales, sin embargo la presencia de este elemento contribuye sustancialmente al incremento en la producción de biomasa, incremento en los rendimientos de los cultivos, entre otras ventajas, en virtud de lo expuesto la presente investigación pretende evidenciar los benéficos que presente el uso de Ti-Org en el cultivo de papa, asociado con la aplicación de materia orgánica, con los resultado obtenidos de busca generar una alternativa tecnología para los agricultores dedicados al cultivo de la papa.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 General***

Evaluar la respuesta productiva y calidad de fritura de papa, var. Puzza, a la aplicación de titanio y abono orgánico en Jaloa Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador

### ***1.3.2 Específicos***

- ✓ Evaluar el rendimiento de la papa, var. Puzza, a la aplicación de abono orgánico y titanio.
- ✓ Evaluar la respuesta agronómica de la papa, var. Puzza, a la aplicación de Ti-Org y materia orgánica.
- ✓ Determinar la dosis óptima de aplicación de Ti-Org, con y sin abono orgánico.

## **1.4 Hipótesis**

La aplicación Ti-Org y AO incide en la respuesta productiva y en la calidad de fritura de la papa variedad Puzza Jaloa Alto.

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 2.1 Origen de la Papa

La diversidad genética de papa cultivada y silvestre está en las tierras altas de la Región Andina. **Pedro Cieza de León (1538)** encontró tubérculos que los indígenas llamaban *papas*, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú, y luego en Quito, Ecuador. Los agricultores han reconocido el valor de las raíces y tubérculos Andinos en términos de producción de fuentes de carbohidratos, de los cuales la papa es el más eficiente entre los cultivos comestibles comunes (**Pumisacho y Sherwood, 2002**).

#### 2.2 Manejo Agronómico

##### 2.2.1 Siembra

La papa es reproducida en forma vegetativa a través de tubérculo-semilla. Después de varios ciclos de uso, la misma semilla pierde su capacidad productiva debido a una degeneración causada por diversas enfermedades fungosas, bacterianas o viróticas. Por eso, es importante renovar la semilla de forma periódica, adquiriendo semilla certificada o de buena calidad. La profundidad de siembra recomendado va a depender de la humedad del suelo y del tamaño de los tubérculos y de los brotes. Cuando hay humedad suficiente y brotes bien formados, se desea que la siembra se establezca pronto para evitar problemas fitosanitarios. En tales casos, los tubérculos-semilla deben ser tapados con unos cinco cm de tierra. Si la siembra se hace en suelos secos donde la humedad está más profunda, es recomendable colocar la semilla en el fondo del surco y tapar con una capa de tierra de 8 a 12 cm. Una profundidad de siembra homogénea asegura un cultivo homogéneo y mayor calidad. Para facilitar los trabajos culturales posteriores, es importante que la semilla se ubique justo al centro de los surcos. Si no se tiene cuidado en esto, las plantas pueden crecer a los costados del surco donde pueden ser dañadas.

##### 2.2.2 Retape

Es una labor que se hace en la provincia de Carchi y Chimborazo entre los 15 y 21 d después de la siembra. Sirve para incorporar el fertilizante complementario tanto como

para el control mecánico de malezas. En algunas zonas esta labor sustituye al rascadillo.

### ***2.2.3 Rascadillo***

El rascadillo consiste en remover la superficie del suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se realiza a los 30 o 35 d después de la siembra, cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura. No obstante, el momento del rascadillo puede variar de acuerdo con la calidad de preparación del suelo y de su humedad.

### ***2.2.4 Aporque***

Consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados. Al igual que en el caso anterior, se realiza en forma manual o mecanizada con yunta o tractor. El país se practica dos momentos de aporque. Sin embargo, con las variedades modernas de ciclo corto (menos de 100 d), es posible aporcar una sola vez. Si en estos casos existen problemas de drenaje, un segundo aporque puede ser aconsejable. El periodo óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta, en particular la formación de estolones y la tuberización. En general, el medio aporque debe realizarse entre 50 a 60 d y el aporque a los 70 a 80 d. Al medio aporque se debe incorporar la fertilización complementaria. Los aporques tienen los propósitos de incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada, ayudando de esta manera a crear un ambiente propicio para la tuberización. Además, sirve para controlar malezas, proporcionar sostén a la planta y facilitar la cosecha.

### ***2.2.5 Riego***

Un cultivo de papa localizado a 3.000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de agua, distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo; la etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de floración-tuberización (**Suquilanda M s.f.**). En las condiciones de la Sierra, en que por ciclo existen 700 a 800 mm bien distribuidos, el riego no es indispensable excepto en periodos de sequía prolongada. Cuando se realizan cultivos de verano es importante la dotación de agua con riegos frecuentes y ligeros, en especial durante la floración y tuberización.

## 2.3 Variedades Más Cultivadas En Ecuador

Las variedades de papa se clasifican en dos grupos: nativas y mejoradas. Las variedades nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral (Monteros et al., 2005; Monteros y Reinoso, 2010). Las variedades mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético. Estas variedades poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria (Andrade, 1998).

### 2.3.1 Variedades Nativas

En el Ecuador se estima que existen alrededor de 350 variedades que presentan diversidad de formas colores y tamaños. La gran mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 msnm y son valoradas por sus propiedades organolépticas, agrícolas y por ser parte de la identidad cultural (Monteros et al., 2005; Monteros y Reinoso, 2010).

De las 350 variedades que se estiman que existen apenas 14 se encuentran en los mercados de las provincias de la sierra central del Ecuador. Las variedades más conocidas son: Uvilla, Yema de huevo, Leona negra, Coneja negra, Coneja blanca, Puña, Calvache, Chaucha colorada, Santa Rosa y Carrizo (Monteros et al., 2005; Monteros y Reinoso, 2010).

### 2.3.2 Zona de Cultivo

En la sierra ecuatoriana existen tres zonas de importancia dentro de la actividad papera: zona norte, zona centro, zona sur (Velásquez 2009). Como se describe en la tabla 1. Además, las provincias de Napo, Pastaza, el Oro y las regiones frías de la provincia de Galápagos, aportan con pequeñas cantidades al mercado nacional (Torres et al., 2011).

**Tabla 1.** Variedades de papa más comunes en Ecuador.

<b>Variedad</b>	<b>Zona de cultivo</b>
<b>Norte:</b> Provincia de Carchi	Chola Superchola Gabriela Esperanza María Fripapa 99 ICA-Capiro

	Margarita Ormus Yema de Huevo (chauchas)
<b>Centro:</b> Provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo	Chola Uvilla Santa Catalina Esperanza Gabriela María Margarita Rosita Santa Isabel Superchola Puzza Yema de Huevo Fripapa Cecilia – Leona
<b>Sur:</b> Provincias de Cañar, Azuay y Loja	Uvilla Bolona Santa Catalina Esperanza Soledad Cañari Gabriela

Fuente: (Pumisacho y Sherwood, 2002).

## 2.4 Fertilización

Para realizar un programa de fertilización de papa, se deben tomar como base los requerimientos nutricionales, la disponibilidad de nutrientes del cultivo con base en un análisis de suelos, sin embargo, factores como la compactación, mal drenaje, sequías, plagas y enfermedades, pueden limitar la disponibilidad de nutriente. El cultivo intenso, erosión continua y pobre manejo agronómico pueden contribuir a la pérdida de fertilidad de un suelo.

### 2.4.1 Requerimientos Nutricionales

La extracción de nutrimentos del suelo por el cultivo de papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. La extracción total de P es inferior a la de N y K; sin embargo, debido al alto grado de fijación del P en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en Ecuador son mayores a las de N y K (Tabla 2). A partir de los 50 días luego

de la siembra la demanda nutricional se incrementa, en especial con el inicio de la floración y tuberización (Tabla 3) (EDIFARM (2015)).

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales para papa en Ecuador.

Productividad (Mg ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	B	Zn
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					----- g ha <sup>-1</sup> -----				
17 - 20	70	15	140	25	10	35	1055	200	61	400
20 - 50	145	33	245	60	23	48	2828	375	140	650
50 - 80	220	50	350	95	35	60	4600	550	220	900

Fuente: EDIFARM (2015).

**Tabla 3.** Esquemas de fertilización en función de los análisis químicos de suelos.

Interpretación de análisis de suelo	Fracción disponible en suelo				Recomendación de Fertilización (kg ha <sup>-1</sup> )			
	N(ppm)	P(ppm)	K (meq)	S	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Bajo	< 30	< 10	< 0.19	< 12	150-200	300-400	100-150	4-60
Alto	31-60	11-20	0.20-0.38	13-23	100-150	200-300	60-100	2-40
Medio	> 61	> 21	> 0.39	> 24	60-100	100-200	40-60	0-20

Fuente: EDIFARM (2015).

## 2.5 Manejo Fitosanitario

El conjunto de anormalidades que ocurren durante el crecimiento y funcionamiento del cultivo causados por agentes bióticos y abióticos. Incluye además de insectos, enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus (Tabla 4); y aquellas causadas por factores como deficiencias nutricionales, salinidad y granizos. Para evitar la presencia de la plaga y enfermedades es necesario desarrollar una estrategia de Manejo Integrado de plagas y enfermedades (MIPE), y se debe tomar en cuenta la complejidad biológica del cultivo y entender que la manipulación de una parte tiene efectos en todo el sistema. En MIPE no se centra solo en promover tecnologías de control de plagas y

enfermedades, sino el desarrollo de ellos conocimientos del agricultor y su capacidad de toma de decisiones (Pumisacho y Sherwood, 2002).

**Tabla 4.** Plagas y enfermedades del cultivo de papa.

Tipo	Nombre común	Agente causal
Oomicetos y hongos	Lancha negra, tizón tardío o gota	<i>El oomiceto Phytophthora infestans</i>
Oomicetos y hongos	Roya	<i>El hongo Puccinia pittieriana.</i>
Oomicetos y hongos	Rizoctonia, costra negra	<i>El hongo Rhizoctonia solani.</i>
Oomicetos y hongos	Pudrición seca	<i>El hongo Fusarium spp.</i>
Oomicetos y hongos	Sarna polvorienta, Roña	<i>El hongo Spongospora subterranea.</i>
Oomicetos y hongos	Carbón	<i>El hongo Thecaphora solani.</i>
Bactérias	Pie negro, Pudrición blanda o Erwinia	<i>La bacteria Pectobacterium spp. (Erwinia)</i>
Virosis	Amarillamiento, Enrollamiento, Crecimiento erecto, Enanismo. Mosaico, Papas deformes	<i>Virus s de la papa (PVS), Virus x de la papa (PVX), Virus A de la papa (PVA), Virus Y de la papa (PVY), Virus del amarillamiento (PYW), Virus del enrollamiento (PLRV),</i>
Insectos y nematodos	Gusano Blanco	<i>Premnotrypes vorax.</i>

Insectos y nematodos	Larvas y adultos de polillas o polillas	<i>Symmetrischema tangolias</i> , <i>Tecia solanivora</i> , <i>Phythoraimea operculella</i>
Insectos y nematodos	Pulguillas	<i>Epitrix spp.</i>
Insectos y nematodos	Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i> .
Insectos y nematodos	Mosca minadora	<i>Liriomyza spp.</i>
Insectos y nematodos	Pulgones	<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Insectos y nematodos	Nematodos del quiste o bolitas	<i>El nematodo Globodera spp.</i>
Daños fisiológicos	Heladas	
Daños fisiológicos	Agrietamientos	
Daños fisiológicos	Corazón hueco	
Daños fisiológicos	Rajaduras	

---

Fuente: **Montesdeoca et al. (2013)**.

## 2.6 Cosecha

Los productores de Ecuador dejan sus cultivos de papa en el campo hasta ver la senescencia de la planta; es decir, cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas. Sin embargo, es recomendable tomar en cuenta el uso eventual de la cosecha. Para el mercado fresco los tres factores importantes son tamaño, forma y apariencia del tubérculo. Por eso, es importante que el productor revise siempre el

desarrollo de los tubérculos para determinar cuando hayan alcanzado las características necesarias para el mercado. Si el uso del cultivo no es el mercado fresco, sino otro (hojuelas o papa frita), se debe realizar la cosecha cuando los tubérculos alcancen las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares. Los tubérculos cosechados deben retirarse del suelo para exponerlos lo menos posible a daños ocasionados por el ambiente, plagas y enfermedades (**Montesdeoca et al., 2013**). El producto cosechado se clasifica por tamaño de acuerdo con el siguientes categorías y pesos (Tabla 5) (**Cahuana, 2011**):

**Tabla 5.** Categorías de clasificación para cosecha de papa.

Categoría	Peso (g)	Diámetro (cm)
Muy gruesa	> 120	> 8
Gruesa	101 – 120	7 – 8
Grande	81 – 100	6 – 7
Mediana	61 – 80	5 – 6
Pequeña	40 – 60	4 – 5
Muy pequeña	< 40	< 4
Calidad industrial	--	5 – 10

Fuente: **Cahuana (2011)**.

## 2.7 Manejo Postcosecha

Después de la cosecha los tubérculos deben dejarse extendidos en el suelo expuestos al sol por un periodo de 2 h para que se aireen y se sequen bien, lo que ayuda a terminar de suberizar la piel del tubérculo, lo cual al frotarse con las manos no debe desprenderse, esto contribuye a evitar daños durante la manipulación, transporte y almacenamiento, también facilita el desprendimiento de la tierra adherida (**Casaca, 2005**).

### 2.7.1 Almacenamiento

Con el almacenamiento se pretende mantener los tubérculos en las mismas condiciones que tenían al momento del arranque; es decir, que se conserven firmes, sin marchitamiento ni pérdidas por enfermedades o germinación y con muy poco

contenido de azúcares. Además, si la papa se cosecha en época de precios bajos, puede almacenarse para venderla a lo que el precio sea más atractivo. Se almacena sólo papa sana, lo más limpia posible; de preferencia utilizar cajas de madera de 0.7 x 0.36 x 0.30 m con capacidad aproximada de 45 kg o bien en sacos de henequén o fibra sintética. Se recomienda dejar estibas bajas. Las papas no se deben lavar, ni permitir que se mojen con agua lluvia o condensación, porque esto causa la penetración de bacterias, y como resultado la pudrición inmediata. Es preciso almacenar las papas en locales secos y frescos, lo más ventilados posible y que penetre poca luz, porque la oscuridad y las bajas temperaturas evitan que la piel de los tubérculos se verdee rápido, formándose la solanina (alcaloide tóxico que disminuye el valor comercial de la papa por sabor desagradable y pérdida de peso). La papa almacenada deberá revisarse cada semana y se eliminará los tubérculos dañados. Las condiciones óptimas para el almacenaje prolongado (5 meses) deben ser con temperaturas que fluctúan entre 4.4 y 7.2 °C, y una humedad relativa cerca del 90%. Es necesario mantener en movimiento suficiente aire, para que haya una temperatura uniforme y prevenir la acumulación de CO<sub>2</sub> (Casaca, 2005).

## **2.8 Calidad de fritura**

En la calidad del producto final, es decir, de la papa frita, se han de tener en cuenta diferentes parámetros como la forma, el color, la textura, el sabor, el contenido de sólidos, el contenido graso. Existen diversos estudios que ponen en manifiesto la gran importancia de algunos de estos parámetros. La principal característica de las papas fritas es su textura crujiente (Kita et al., 2005). El tiempo y las condiciones de almacenamiento van a influir en la concentración de azúcares reductores presentes en la papa, siendo uno de los indicadores de calidad más importantes en el producto final. Otro parámetro destacable de calidad de la papa frita que está relacionado con la percepción de los consumidores es el color (Fig. 1) (Mendoza et al., 2007).

Se presume la posibilidad de efectos secundarios por causas de compuestos que se forman durante la fritura debido a la alta acumulación de carbohidratos que pueden convertirse en compuestos derivados de acrilamidas, con dañinos potenciales para la salud del consumidor. La formación de acrilamida está ligada a la reacción de Maillard. El aminoácido asparagina y los azúcares reductores son considerados como los principales precursores de su formación (Barutcu et al., 2009). Se están realizando

diversos estudios para tratar de reducir el contenido a acrilamida en las papas fritas y otros productos similares. Además, investigaron el efecto de varios pretratamientos químicos en la formación de acrilamida y su influencia en la calidad sensorial de las papas fritas. La adición de varios aditivos como NaCl o CaCl<sub>2</sub> no solo reducen el contenido final de acrilamida, sino que disminuyen la absorción de aceite durante la fritura, dando lugar a productos bajos en grasa que es lo que demanda el consumidor actual (Meulenaer et al., 2007).



A) Pálidas, B) Moderadamente oscuras, C) Con puntos marrones, y D) Con defectos naturales

**Figura 1.** Escala de la calidad de papas fritas en hojuelas (Mendoza et al., 2007).

En la superficie de las hojuelas de papa fritas se observa el incremento de una coloración grisáceo oscuro debido a la formación de acrilamida (Gökmen et al., 2005), que es un compuesto orgánico tipo amida, de color blanco, inodora y cristalina, soluble en agua, etanol, éter y cloroformo. Se forma en alimentos durante su cocción o procesado a altas temperaturas (Fan et al., 2006). Una posible alternativa para reducir la formación de acrilamida es la fritura al vacío, porque permite reducir la temperatura y mantiene las características sensoriales en el producto final. En algunos estudios realizados en zanahoria (*Daucus carota* L.) sometida a fritura a vacío se ha

observado que existen diferencias respecto al color y al contenido en grasa en los chips de zanahoria, mientras que no existen diferencias en la textura (**Fan et al., 2006**).

El pH es un indicador de la disponibilidad de los nutrimentos en la solución del suelo. La presencia de iones de  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$  son determinantes en la solubilidad de los nutrimentos en el suelo como son P, S, Mo, Fe, Mn, Cu y Zn. En suelos con pH por debajo de 6.5 la presencia de  $\text{Al}^{+3}$  afecta la solubilidad y disponibilidad de P, S y Mo. De igual forma, con pH ácido se restringe la nitrificación y la descomposición de la MO (**INTAGRI. 2018**).

Los abonos orgánicos pueden abatir la acidez intercambiable ( $\text{Al}^{+3}$  e  $\text{H}^+$ ) y  $\text{Al}^{+3}$  y  $\text{Fe}^{+2+3}$  extractables en los suelos ácidos que influyen en la retención de fosfatos y otros aniones, disminuyendo la disponibilidad de ellos que además puede aumentar o disminuir la acidez del suelo. Cierta acidez se genera por la descomposición de la MO al producir ácidos orgánicos e inorgánicos (**INFOAGRO, 2019**).

Una alternativa nueva es el Ti-Org, ya este incrementa la productividad de fruto en los cultivos, mejorando su peso y calidad (**Akdi, 2017**). El Ti-Org aplicado a través de las raíces u hojas en concentraciones bajas mejora el rendimiento del cultivo al estimular la actividad de ciertas enzimas, mejorar el contenido de clorofila y la fotosíntesis, promover la absorción de nutrientes, fortalecer la tolerancia al estrés y mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo (**Shihedeng et al. 2017**). Con el Ti-Org se incrementa la eficiencia de absorción de nutrientes minerales, mejorando los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu en órganos demandantes (frutos, raíces y hojas). Al aplicar Ti-O se puede observar mayor número de ramificaciones florales y mayor número de flores por ramificación, a esto se suma la reducción de aborto floral por causas climatológicas y nutricionales del cultivo. El Ti-Org mejora la resistencia de la planta a condiciones de estrés; también induce a la producción de antioxidantes (glutación, catalasa, peroxidasa) y la acumulación de azúcares en el fruto y de almidón en tubérculos (**Akdi, 2017**).

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### **3.1. Ubicación**

##### ***3.1.1 Ubicación política***

Provincia: Tungurahua

Cantón: Quero

Parroquia: La Matriz

Sector: Jaloa Alto

##### ***3.1.2 Ubicación geográfica***

Latitud: 1°26'42" S

Longitud: 78°33'03" O

Altitud: 3515 msnm.

##### ***3.1.3 Características Agroclimáticas***

Temperatura media: 13 °C.

Precipitación anual: 800 mm (INAMHI, 2019).

Región: Sierra-Central del Ecuador.

Zona ecológica: Templado-frío semiseco (INAMHI, 2019).

Puntualizará con exactitud el lugar o sitio donde se realizó el proceso de investigación, describiendo brevemente sus características socioeconómicas, demográficas, ambientales y otras de ser necesario.

## 3.2 Equipos y Materiales

### Materiales

- ✓ Fertilizantes químicos.
- ✓ Desinfectantes de semillas y suelos.
- ✓ Productos sanitarios.
- ✓ Bomba de fumigar.
- ✓ Azadones
- ✓ Lonas
- ✓ Piolas
- ✓ Paila
- ✓ Fundas
- ✓ Aceite

### Equipos

- ✓ Balanza
- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Cinta métrica

#### 3.2.1 *Material experimental*

**Papa Puzza:** Esta variedad tiene las siguientes características, planta erecta de rápido crecimiento color verde, la flor es de color morado con bordes blancos, forma de corola estrellada, tubérculo de forma ovalada ojos superficiales color predominante rosado, color secundario blanco crema, distribuido alrededor de los ojos. Pulpa amarilla intenso, con un rendimiento promedio de 29 Mg ha<sup>-1</sup>(Anexo 4) (INIAP. 2016).

**Titanio orgánico (Citomastic):** Es un producto en presentación líquida (Tabla 6).

**Tabla 6.** Información del producto utilizado como fuente de titanio orgánico.

Propiedades físico-químicas	Composición (p/p)
Formulación: concentrado soluble (SL)	Aminoácidos libres 2.0%
Color: Marrón rojizo	N total 2.0%
Olor: A azúcar quemada	N orgánico 2.0%
Densidad: 1.21 kg L <sup>-1</sup>	Zn soluble en agua 3.0%

pH:  $6.8 \pm 0.5$

Zn complejoado 3.0%

Ti 1330 ppm

---

Fuente: **Trichodex (2017)**.

**Materia orgánica (Pariwana):** Un abono que estimula de forma ecológica y orgánica a los cultivos mediante el aporte nutricional (Tabla 7). Destaca por su fertilidad biológica, con microorganismos que nutren el suelo y previenen plagas.

**Tabla 7.** Composición del Pariwana.

<b>Elementos</b>	<b>Composición (p/p)</b>
Nitrógeno total (N)	0.65%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.43%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.366%
Calcio (CaO)	0.705%
Magnesio (MgO)	0.147%
Zinc (Zn)	0.066%
Cobre (Cu)	0.001%
Manganeso (Mn)	0.0025%
Hierro (Fe)	0.534%
Materia orgánica	21.41%

### **3.3 Métodos**

#### ***3.3.1 Manejo y/o preparación del sitio experimental***

La preparación de terreno se realizó con un mes de anticipación previa la siembra con el objetivo de favorecer la descomposición de los residuos de las cosechas anteriores y evitar el crecimiento de las malezas. Para la preparación del suelo se utilizó maquinaria agrícola, que involucre dos pasadas de rastra en forma cruzada y luego se realizó una pasada de arado de vertedera reversible (o arado de discos), a una profundidad de 0.30 m, por último, se precedió al surcado a una distancia de 1 m entre surcos para un mejor manejo de labores posteriores (**Cortez, 1992**).

### **3.3.2 Datos climáticos**

La determinación de los datos climáticos durante el ciclo del cultivo (180 días) se realizó lecturas continuas en un pluviómetro instalado en el sitio experimental (Anexo 1), y para el registro de la temperatura se obtuvo los datos de la Estación Meteorológica de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca, que está ubicado a 3.5 km del sitio experimental y que es monitoreada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2019).

### **3.3.3 Análisis inicial de suelo**

Antes de establecer la investigación es importante conocer las condiciones nutricionales que se encuentra el sitio donde se desarrollará la investigación. Para ello se recolectó 20 sub-muestras aleatorias de toda el área experimental a 0.20 a 0.25 m de profundidad. Luego se mezcló las sub-muestras para obtener una muestra homogénea, posterior a ello se tomó 1.00 kg de esa mezcla y se envió al laboratorio (Anexo 2). Los métodos para la preparación de la muestra y elaboración de extractos fueron los descritos por: (Luters A., Salazar J.C. 2001).

### **3.3.4 Diseño experimental, factores y tratamientos**

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones (Anexo 3). En este diseño las unidades experimentales tendrán las siguientes características:

- ✓ Número total: 48
- ✓ Número de surcos: 96
- ✓ Largo y ancho de los surcos:  $35 \times 1.2$  m
- ✓ Distancia entre sitio: 0.3 m
- ✓ Semilla por sitio: 2
- ✓ Área de cada parcela:  $70 \text{ m}^2$  ( $35 \times 2.0$  m)
- ✓ Área de las 48 parcelas:  $4032 \text{ m}^2$ .
- ✓ Área de la investigación:  $5000 \text{ m}^2$
- ✓ Y el área neta:  $4800 \text{ m}^2$

### 3.3.4.1 Variables

- **Productividad:** En la investigación se evaluó la productividad (total y clasificado por tamaños: gruesa, pareja y delgada), (Tabla 10) de la siguiente manera: Se cosecho la parcela neta, se procedió a registrar el peso total, se clasifica por tamaños, y se registró el peso de cada categoría (**Morales R, 2008**).
- **Contenido de nutrientes:** El contenido de nutrientes se realizó mediante el método de incineración seca (Tabla 11) (**Bryson, 2014**):
- **Contenido de materia seca = sólidos totales:** Para ello se cortó la papa en rodajas, se pesa en fresco, se seca y se obtiene: materia seca y humedad (Tabla 12) (**Morales,2008**).
- **Prueba de fritura:** Para evaluar la calidad de fritura se procedió a tomar de cada tratamiento 1 kg de papa gruesa, se peló y picó en hojuelas para luego freírlas en aceite a una temperatura entre 180 y 200 °C de 120 a 180 s, una vez que las hojuelas estén fritas (crocantes), se colocaron en una bandeja con una toalla de cocina para eliminar los residuos de aceite. Luego se registró los daños durante la fritura, que son de tres tipos: externos, internos e indeseables (Tabla 12) (**Morales, 2008**).

### 3.4 Análisis Estadístico

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) para todas las variables evaluadas con el PROC MIXED procedimiento del programa estadístico SAS<sup>9.3</sup> (**SAS Institute, 2009**). En los ANDEVA, los niveles del abono orgánico y el Ti-Org y sus interacciones se considerarán como factores fijos, mientras que los bloques se considerarán aleatorios (Tabla 8). De existir, las diferencias entre los tratamientos se determinarán con la opción DIFF en el PROC MIXED procedimiento. Estas diferencias se consideraron significativas con un  $p \leq 0.10$ , según el procedimiento de *Diferencia Mínima Significativa* (DMS).

**Tabla 8.** Esquema de análisis de varianza.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	11
Titanio (T)	5
Abono orgánico (A)	1
T x A	5
Bloques	3
Error	33
TOTAL	47

Para evaluar la respuesta de la producción de papa a la aplicación de Ti-Org e investigar si esa respuesta es lineal, cuadrática, lineal platea, cuadrática platea, exponencial, sigmoidea o si no hay respuesta, se utilizará los procedimientos PROG REG o PROC NLIN de SAS<sup>9.3</sup>. Por lo general los cultivos presentan una respuesta de tipo cuadrática o cuadrática platea a este tipo de aplicaciones (**Cerrato y Blackmer, 1990**).

### **3.5 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es de carácter experimental, cuantitativo y cualitativo, trata de explicar el efecto producido mediante la experimentación, utilizando al cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) y su respuesta a la aplicación de Ti-Org y AO.

### **3.6 Prueba de Hipótesis**

Se utilizo la prueba de hipótesis comparando los resultados de las parcelas testigo con los tratamientos en los cuales se observó diferencias estadísticas al 5%, aceptando o rechazando las mismas según la zona en la cual registre el resultado mediante la utilización de la siguiente formula:

$$H_1 : \mu \neq \mu_0$$

### **3.7 Recolección de información:**

En la investigación de este proyecto se utilizó método cuantitativos y cualitativos los cuales se detalla cada variable recolectada:

✓ **Cuantitativas:**

- a) **Rendimiento por categorías:** En la cosecha se fue seleccionando los tubérculos de acuerdo con su tamaño (Tabla 5), para esto se utilizó un calibrador Pie de Rey, se colocaron en un saco para luego preceder a pesar en una balanza y se tomaron los datos de acuerdo con su categoría como se observa en el (anexo 5).
- b) **Contenido nutricional:** Al momento de la cosecha se fue seleccionado una muestra de 8 tubérculos (Anexo 6) de los tratamientos Ti-Org (0, 150 y 250) tanto de los q se aplicó AO y los que no se aplicó AO como se observa en la Tabla 12. se colocó en una bolsa plástica y se envió al laboratorio para su respectivo análisis.
- c) **Materia seca:** Se seleccionó 6 tubérculos por tratamiento, luego se cortó en hojuelas se procedió a pesar y se dejó 15 días secando para luego volver a pesar y obtener el peso de la materia seca (Anexo 7). Y procedimos a la valoración si mediante los parámetros de la (Tabla 9) es aceptable para fritura.

**Tabla 9.** Parámetros de la materia seca en papa

<b>Productos</b>	<b>Calibre</b>	<b>Contenido de materia seca (%)</b>	<b>Contenido de azúcares reductores (%)</b>
Hojuelas	35 - 60	23 – 25	<0.2
Francesa	> 50	20 – 25	<0.3
Congeladas	30 – 35	17 – 20	<0.2 – 0.3
Copos	>35	20 – 25	<0.6

Fuente: (Valdunciel, J. 2015)

✓ **Cualitativas:**

- a) **Calidad de fritura:** Se procedió a tomar de cada tratamiento 1 kg de papa gruesa, se pela y pica en hojuelas para luego freírlas en aceite a una temperatura entre 180 °C por 30s, una vez que las hojuelas estén fritas (crocantes), se colocó en una bandeja con una toalla de cocina para eliminar los residuos de aceite. Luego se registrar los daños durante la fritura, que son

de tres tipos: externos, internos e indeseables. (Imagen 2). Luego se retiró y se colocó en fundas. (Anexo 8). Estos parámetros se tomaron de acuerdo con **Andrade, H. 1997**.



**Figura 2.** Color de aceptabilidad de la papa frita en hojuelas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Productividad

En la (Tabla 10) se observa los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de la variable rendimiento expresados ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), teniendo en cuenta que para la categoría gruesa y muy gruesa con los tratamiento de Ti-Org (Titanio Orgánico) más AO (Abono Orgánico), con el tratamiento de 100 ml de Ti-Org más AO, se obtuvo una media de  $53,39 \text{ Mg ha}^{-1}$  seguido del tratamiento con 0 ml de Ti-Org más AO, y en cuanto se refiere a la media de la categoría muy gruesa se obtiene  $16,45 \text{ Mg ha}^{-1}$  y de gruesa  $12,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ , con el tratamiento de 200 ml de Ti-Org más AO, es importante destacar que todos los tratamientos que incluyen la utilización de Ti-Org más AO, superan en cuanto a rendimiento se refiere, en comparación con los tratamientos que no utilizan AO.

Analizado los resultados de los tratamientos sin la utilización de AO, más la utilización de Ti-Org, se obtiene que el tratamiento aplicado el Ti-Org con una dosis de 50 ml presenta una media de  $53,77 \text{ Mg ha}^{-1}$ , de rendimiento total,  $13,47 \text{ Mg ha}^{-1}$  de muy gruesa y  $11,38 \text{ Mg ha}^{-1}$  en gruesa, mientras que en el tratamiento de 250 ml de Ti-Org, se registra medias de  $48,37 \text{ Mg ha}^{-1}$  de rendimiento total,  $12,04 \text{ Mg ha}^{-1}$  de muy gruesa y  $9,66 \text{ Mg ha}^{-1}$  de gruesa, cabe destacar que mientras mayor sea la dosis de titanio el rendimiento tiende a disminuir, la curva se incrementa al utilizar la dosis de 50 ml de Ti-Org, siendo este la dosis ideal, al incrementar las dosis los niveles de rendimiento tienden a decrecer.

La productividad fue de  $49.4 \text{ Mg ha}^{-1}$ , pero el Ti-Org y el AO no afectaron ese total ( $p > 0.10$ ). No se observó beneficios productivos del Ti-Org, e incluso hubo una interacción negativa con el AO en tubérculos de categoría grande ( $p = 0.07$ ). Sin embargo, el AO incrementó los tubérculos de categoría gruesa en  $1.2 \text{ Mg ha}^{-1}$  (1.7%,  $p = 0.09$ ) y muy gruesa en  $2.7 \text{ Mg ha}^{-1}$  (4.7%,  $p < 0.01$ ); y redujo la categoría pequeña en  $2.2 \text{ Mg ha}^{-1}$  (4.0%,  $p < 0.01$ ). Ni el Ti-Org ni el AO afectaron el contenido nutricional, materia seca y calidad de fritura ( $p > 0.10$ ). El Ti-Org no mejoró la productividad o calidad de la papa; pero el AO si mejoró el volumen de papa comercial (gruesa y muy gruesa), cuyo precio es mayor al de categoría pequeña, con lo que hay potencial para mejorar la economía del agricultor.

Según estudios realizados por (País 1983, Balik et al., 1989, Carvajal y Alcaraz, 1998), manifiestan que la utilización de Titanio orgánico incrementa el rendimiento de los cultivos entre un 5 y un 50%, así como presenta un efecto positivo en el contenido de elementos esenciales en los tejidos de plantas tanto jóvenes como maduras.

Así también es conocido el efecto que presenta la materia orgánica en el cultivo de la papa reacciona de forma positiva a abonos orgánicos y a los abonos verdes, porque se mejora la estructura del suelo y gradualmente hay liberación de varios nutrientes (Barrera, 2004); de esta manera el abono orgánico constituye en un suplemento ideal para los fertilizantes químicos.

García y Pantoja (2004) reportan que la aplicación de materia orgánica en el cultivo de papa criolla en dosis de 5 t·ha<sup>-1</sup> y de abono químico a base de N, P, K incrementa la producción de 11 a 17 t·ha<sup>-1</sup>, concordando con la presente investigación en la cual el uso de abono orgánico incremento los rendimientos.

**Tabla 10.** Producción de papa en sus diferentes categorías. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.

Titanio mL 200 L <sup>-1</sup>	Categoría de papa (Mg ha <sup>-1</sup> )						Total	Industrial
	Muy pequeña	Pequeña	Mediana	Grande	Gruesa	Muy gruesa		
<u>Con abono orgánico</u>								
0	3.86	5.20 c <sup>†</sup>	8.74	9.59 bc	12.05	12.90	52.33	36.86
50	3.58	3.79 de	6.86	8.68 bc	13.62	14.11	50.65	36.22
100	4.60	4.58 cd	5.37	11.65 a	10.94	16.24	53.39	36.08
150	4.19	3.41 e	5.64	10.86 ab	12.53	11.42	48.05	34.73
200	3.99	3.79 de	4.86	9.29 b	12.06	16.45	50.43	34.43
250	4.74	4.37 cd	5.13	8.30 b	12.01	12.12	46.68	31.51
Promedio	4.16	4.19 B <sup>†</sup>	6.10	9.73	12.20 A	13.87 A	50.25	34.97
<u>Sin abono orgánico</u>								
0	4.77	8.69 b	6.59	9.84 a	11.38	10.64	49.89	33.12
50	4.57	10.12 a	7.00	9.56 bc	11.38	13.47	53.77	34.69
100	4.31	6.66 c	6.32	9.40 bc	11.13	10.36	46.64	32.02
150	4.05	8.48 b	6.96	8.17 c	12.44	9.19	47.31	32.14
200	4.28	7.68 bc	5.40	8.73 bc	10.07	11.18	45.57	29.79
250	3.94	7.83 b	7.24	9.46 bc	9.66	12.04	48.37	32.38
Promedio	4.32	6.34 A	6.58	9.19	11.01 B	11.15 B	48.59	32.36
Fuentes de variación	----- P > F <sup>‡</sup> -----							
Abono (A)	0.49	< 0.01	0.35	0.23	0.09	< 0.01	0.44	0.13
Titanio (T)	0.92	< 0.01	0.11	0.30	0.55	0.18	0.71	0.78
A x T	0.21	< 0.01	0.26	0.07	0.79	0.33	0.75	0.94

<sup>†</sup> Valores con letra minúscula diferente en la misma columna, indican diferencias por efecto del titanio orgánico; mientras que, valores con letra mayúscula diferente en la misma columna indica diferencias por efecto del abono orgánico.

<sup>‡</sup> Todos los valores de  $P \geq 0.10$  indican que no hay diferencia causada por el factor de evaluación.

## 4.2 Contenido de Nutrientes

**Tabla 11.** Composición mineral del tubérculo cosechable de la papa. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.

Titanio	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B
mL 200 L <sup>-1</sup>	----- mg kg <sup>-1</sup> -----											
<u>Con abono orgánico</u>												
0	1.57	0.11	2.74	0.03	0.11	0.10	0.05	45.60	12.30	5.40	18.40	22.00
150	1.27	0.11	2.48	0.03	0.10	0.10	0.05	42.80	12.20	4.20	17.50	22.60
250	1.34	0.13	2.50	0.03	0.11	0.11	0.05	29.80	9.80	4.30	15.70	21.60
Promedio	1.39	0.12	2.57	0.03	0.11	0.10	0.05	39.40	11.43	4.63	17.20	22.07
<u>Sin abono orgánico</u>												
0	1.24	0.12	2.42	0.03	0.10	0.11	0.05	39.40	8.70	4.20	13.90	21.00
150	1.12	0.11	2.38	0.03	0.10	0.10	0.05	40.00	10.30	4.30	12.70	20.40
250	1.18	0.14	2.34	0.03	0.09	0.10	0.05	32.40	9.40	4.10	16.50	22.00
Promedio	1.18	0.12	2.38	0.03	0.10	0.10	0.05	37.27	9.47	4.20	14.37	21.13

En la (Tabla 11) no se observa diferencias estadísticas. Sin embargo, mediante un análisis exploratorio, no se pudo identificar diferencias numéricas entre los tratamientos. Como podemos notar la composición mineral de los tubérculos fue parecida con todos los tratamientos, por lo que al menos en contenido mineral no se nota un efecto del Ti-Org o del AO en el presente estudio.

## 4.3 Contenido de Materia Seca, Sólidos Totales y Prueba de Fritura

**Tabla 12.** Contenido de materia seca y prueba de fritura en la papa. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019

Titanio	Materia seca (%)	Daño por fritura (%)
mL 200 L <sup>-1</sup>	-----	
<u>Con abono orgánico</u>		
0	18.13	99
50	18.85	93
100	17.72	95
150	18.25	96
200	19.03	97
250	18.95	97
Promedio	18.49	96

	<u>Sin abono orgánico</u>	
0	18.96	98
50	17.50	97
100	18.66	96
150	18.36	97
200	18.66	96
250	18.67	98
Promedio	18.47	97
Fuentes de variación	----- $P > F^\dagger$ -----	
Abono (A)	0.96	0.98
Titanio (T)	0.88	0.95
A x T	0.64	0.97

<sup>†</sup> Todos los valores de  $P \geq 0.10$  indican que no hay diferencia causada por el factor de evaluación.

En la (Tabla 12) podemos observar los siguientes resultados, el contenido de materia seca es de 0.96 / para los tratamientos aplicados AO, y para los tratamientos aplicado Ti-Org se obtuvo una media de 0.88 /.

El análisis estadístico demuestra que no existe respuesta significativa al Ti-Org o AO en lo que respecta al contenido de materia seca del tubérculo o al porcentaje de daños por fritura de papas. Los daños de aceptabilidad que exigen las industrias que se dedican a la fritura de papa es inferior al 10%, solo en el caso de escasos de papa aceptan un 15 -17% de daños.

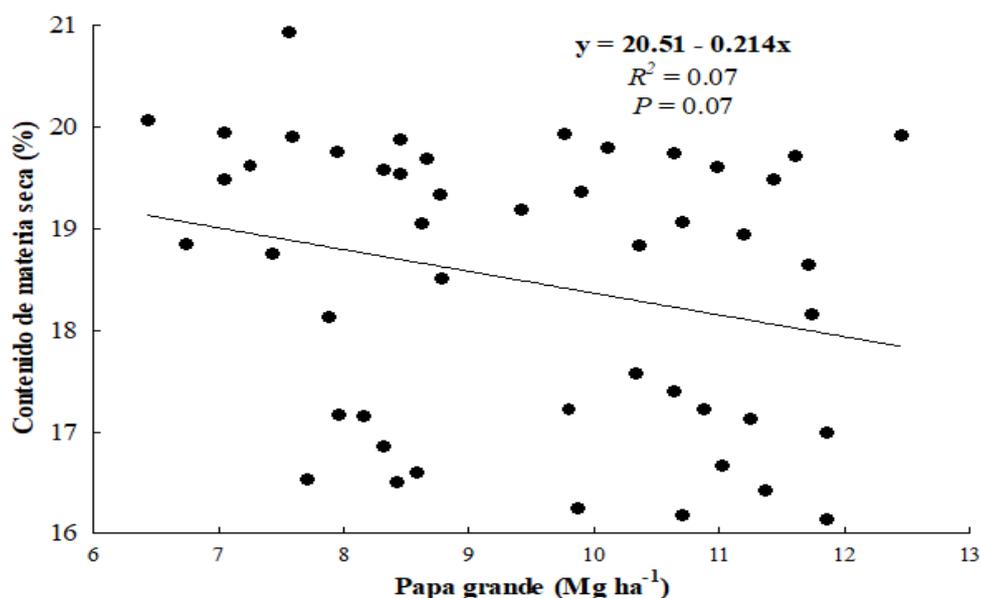
De la misma forma, en la (Tabla 12) se observar que el porcentaje de daño por fritura es superior al 90%, con un factor de significa ( $0.97p \geq 0.10$ ) tomando como ejemplo la Figura 1, podemos observar que la pérdida de calidad es causada por el quemazón (coloración marrón), como podemos ver en el (Anexo 8) las hojuelas de papa están quemadas en su totalidad, lo cual indica que no insidioso la aplicación de Ti-Org y AO.

Sin embargo, hay estudios que han demostrado que el pH del suelo es un factor que influyen, con un pH ácidos hay riesgo de daños en la fritura.

Mientras más contenido de materia seca hay en la papa menos es el riesgo de daño por fritura. Cuando se tiene materia seca de 23-25% no registra daños durante el proceso de fritura (Tabla 9), es muy difícil llegar a eso ya que la mayoría de las papas que se cultiva en Ecuador tiene entre el 17-19%.

Según **Beukema et al, 1990**. El problema de la papa al freír en hojuelas es el oscurecimiento, debido a que los azúcares reductores (glucosa y fructosa) interaccionan con los aminoácidos y el ácido ascórbico durante la fritura produciendo un inaceptable sabor a tostado y de coloración oscura. El tiempo y las condiciones de almacenamiento influyen en la concentración de azúcares reductores presentes en la papa, ya que durante el almacenamiento a bajas temperaturas (< 8 °C) el contenido en azúcares reductores en las patatas aumenta debido a la hidrólisis del almidón. Almacenar las papas a temperaturas altas (10 a 20 °C) disminuye la concentración de azúcares reductores ya que se potencia la síntesis de almidón

#### 4.4 Correlación de Materia Seca



**Figura 3.** Correlación entre el contenido de materia seca y la cantidad de papa gruesa cosechada. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador.

En la figura 3 se observa la correlación entre la cantidad de papa y el contenido de materia seca, teniendo una respuesta decreciente, es decir; a mayor tamaño del tubérculo el contenido de materia seca tiende a disminuir con un valor de regresión lineal de 0.07.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

#### **5.1 Conclusiones**

- La utilización de Ti-Org en la producción de papa var Puzza en el sector Jaloa Alto, no se evidencio ningún tipo de mejora en cuanto a la variable calidad.
- El Ti-Org no incremento la productividad de la papa var Puzza.
- La utilización de abono orgánico mejoró el rendimiento de papa comercial (gruesa y muy gruesa), cuyo precio es mayor en los mercados convencionales.
- Se presume que el Ti-Org no influye en el cultivo de papa, cultivado a alturas superiores a los 3000 msnm, según lo observado en el presente estudio.

#### **5.2 Recomendaciones**

- Realizar aplicaciones de Ti-Org en diferentes variedades, y en zonas agroclimáticas, para validar su influencia en la productividad de papa.
- Utilizar variedades de papa que sean aptas para la fritura.
- Investigar los posibles efectos del Ti-Org. En otros cultivos de interés comercial.

### 5.3 Bibliografía

- Andrade, H. 1997. Requerimientos Cualitativos para la Industrialización de la Papa Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Akdi, K. 2017. Citomastic® y Drymat® piensan en Ti: Poco y bueno te hacen grande (en línea). Disponible en: <https://www.trichodex.com/citomastic-drymat-piensan-ti-poco-buenote-hacen-grande/>. (Consultados el 16 de junio del 2020) Sevilla, España.
- Arturo, K. 2019. Qué es análisis Beneficio costo (en línea). Disponible en: [https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20costo%2Dbeneficio%20es,fin%20de%20conocer%20su%20rentabilidad](https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20costo%2Dbeneficio%20es,fin%20de%20conocer%20su%20rentabilidad.). Consultado el 07 de agosto del 2020.
- Benítez, J. 2003. Alternativas de Comercialización de papa y cebolla colorada. Quito, Ecuador: Print & Promo. 77 p.
- Barutcu I., S. Sahin, y G. Sumnu. 2009. Acrylamide formation in different batter formulations during microwave frying. *LWT- Food Science and Technology*; 42:17-22
- Bergonzi, R. 2017. Protocolo de calidad para productos de papa fritos y congelados Ministerio de Agroindustria Buenos Aires. Argentina 18 p.
- Buniselli, M., G.Y. Gigliotti, y Y.P.L. Giusquiani. 1990. Applicazione del compost da RSU in agricultura. I: effetto sulla produttività del mais e desino dei nutrienti e dei metalli pest ani nel terreno. *Agrochimica* 35:13-25.
- Cahuana, R. 2011. Manual Tecnicas de manejo , selección y clasificación de papas nativas, Peru, 2011.
- Carvajal, M., M. Frutos, J. Giménez, y F. Alcázar. s.f. Aporte foliar de Titanio a Plantas de Pimiento pimentonero. Influencia sobre el balance de nutrición CEBAS- CESI Universidad Politécnica de Valencia – España. 551 – 562 p.
- Cerna, J. 2011. El cultivo de papa y su importancia (en línea). Disponible en: <http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/el-cultivo-de-la-papa-y-sumportancia.html> (consultado el 17 de mayo del 2019).
- Channabasanagowda, N.K., B. Patil, B.N. Patil, and J.S. Awaknavar. 2008. Effect of organic manure on growth, seed yield and quality of wheat. *J. Agri. Sci.* 29: 366-368.
- Cortez, M.R. 1992. El cultivo de la papa en El Salvador. El Salvador, San Andrés, La Libertad, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Volumen divulgativo Nro. 72. 19 p.
- Devaux, A., M. Ordinola, y R. Flores. 2010. El sector papa en la región Andina: Diagnóstico y elemento para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 206-271 p.

- Edifarm. 2015. Cultivo de la papa. (en línea). Disponible en: [https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual\\_cultivos/PAPA.pdf](https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf) (consultado el 23 de junio del 2020).
- Ermakov, E.I., I.N. Ktitorova, and O.V. Skobeleva. 2000. Effect of humic acid in the mechanical properties of cell walls. *Russian J. Plant Physiol.* 47:518–525
- Food and Agricultura Organization s.f. Materia Orgánica y Actividad Biológica. Conservación de los recursos naturales para la agricultura sostenible (en línea). Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/importancia-de-la-materia-organica-en-la-actividad-biologica-en-el-suelo-> (consultado el 17 d abril del 2020). Intagri.
- F. Fernández-Luqueño V. Reyes-Varela C. Martínez-Suárez G. Salomón-Hernández J. Yáñez-Meneses J.M. Ceballos-Ramírez L. Dendooven 2010. Effect of different nitrogen source on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Bioresource Technology* 101: 396-403.
- Herrera, M., H. Carpio, y G. Chávez. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Est. Exp. Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- Hinsinger, P., and B. Jailard. 1993. Root-induced release of interlayer potassium and vermiculitization of phlogopite as related to potassium depletion in the rhizosphere of ryegrass. *J. Soil Sci.* 44:525–534.
- Iniap. 2016. Catalogo de variedades de papa del Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748> (Consultado el 10 de noviembre del 2020). 21. p. Quito, Ecuador.
- INFOAGRO. 2019. Efectos de los abonos orgánicos en la agricultura ecológica (en línea). Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/efecto-de-los-abonos-organicos-en-la-agricultura-ecologica/> (consultado el 20 de junio del 2020).
- INTAGRI S.C. 2018. Disponibilidad de Nutrientes y el pH del Suelo. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 113. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p
- INTAGRI S.C. 2005. Los abonos orgánicos. beneficios, tipos y contenidos nutrimentales (en línea). Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales.> (consultado el 23 de junio del 2020).
- Julca Otiniano, A., L. Meneses, R. Sevillano, y S. Bello Amez. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura (en línea). Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292006000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009). (Consultado el 23 de junio del 2020). Idesia
- Kita, A., G. Golubowska, and G. Lisinska. 2005. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food Chemistry.* 102:1–7.
- Komiya A. 2019. Qué es el análisis costo – beneficio (en línea). Disponible en: <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20costo%2Dbeneficio%20es,fin>

%20de%20conocer%20su%20rentabilidad. (Consultado el 23 de junio del 2020). Crece negocios

- Lema-Aguirre, A.C., E.R. Basantes-Morales, y J.L. Pantoja. 2016. Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Ecuador. *Agronomic Mesoamerican*. 28(1):97–112.
- Lutens A. Salazar J. C. Ed. 2001. *Methods of Soil Analysis*. Soil Science Society of America Inc 1390 p.
- Marschner, P. 2012. *Mineral Nutrition of higher plants*. 3<sup>ra</sup> Ed. Estados Unidos. Editorial San Diego. Elsevier.
- Mendoza, F., P. Dejmek, and J.M. Aguilera. 2007. Color and image texture analysis in classification of commercial potato chips. *Food Res. Inter.* 40:1146–1154.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP. 2018. Informe de rendimiento de papa en el Ecuador 2017 (en línea). Disponible en: <http://fliphtml5.com/ijia/sfoj/basic> (Consultado el 14 de mayo de 2019).
- Morales Ravano, C.A. 2008. Calsofocaciom de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante visión computacional Universidad Catolica de Chile, Santiago Ch. 196 p
- Montesdeoca, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de Calidad. Quito. PNRT, INIAP, Proyecto FORTIPAPA. 40 p.
- Naranjo, H., N. Mastrocola, y M. Pumisacho. 2002. Post-cosecha. *En: El cultivo de papa en Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP y Centro Internacional de la Papa – CIP. Quito, Ecuador. 231p.
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo, and A. Vianello. 2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. *Soil BioL. and Biochem.* 34:1527-1536.
- Nieto, J. 2016. La importancia de la materia orgánica en el suelo (en línea). Disponible en: <https://www.informeagricola.com/la-importancia-de-la-materia-organica-en-elsuelo> (Consultado el 04 de ago. del 2020). Informe Agrícola ECONATUR
- Pantoja, J.L., K. Woli, J.E. Sawyer, and D.W. Barker. 2015. Corn nitrogen fertilization requirement and corn-soybean productivity with a rye cover crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 79(5):1482–1495
- Pantoja, J.L., K. Woli, J.E. Sawyer, and D.W. Barker. 2015. Stover harvest and tillage system effects on corn response to fertilizer nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 79(4):1249–1260.
- Pumisacho, M., y J. Velásquez. 2009. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP y Cooperación Suisa para el Desarrollo (COSUDE). Quito, Ecuador.
- Pumisacho, M., y S. Sherwood. 2002. El cultivo de papa en el Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP y Centro Internacional de la Papa – CIP. Quito, Ecuador. 231p.
- Ramos, D., y E. Terry. 2014. Cultivos tropicales (en línea). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007) (consultado el 07 de Agosto del 2020). Cultivos Tropicales.

- Rodríguez González, V., Ch. Terashima, and A. Fujishima. 2019. Applications of photocatalytic nanomaterials based on titanium dioxide in sustainable agriculture (en línea). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389556719300243?via%3Dihub> (consultado el 3 de junio del 2020). Science Direct.
- SAS Institute. 2009. SAS System for Windows Release 9.3.1. SAS Inst., Cary, NC.
- Instituto Nacional del Cancer 2002. Acrylamide from Maillard reaction products (en línea). Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-acrilamida>
- Shihedeng, L., Xiangying W Jianjun Chen , Cun Wang , Xiaoming Wang , Dongming Pan 2017. El titanio como elemento beneficioso para la producción de cultivos (en línea). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5404504/> (consultado el 23 de junio del 2020), Frontier in Plants Science
- Suquilanada M. s.f. Producción organica de cultivos Andinos. FAO – MAG 192 p.
- Valenzuela, B., y A.M. Ronco. 2007. Acrilamidas en los Alimentos (en línea). Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182007000100001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000100001). (Consultado el 23 de junio del 2020) revista Chilena de Nutrición

## 5.4 Anexos

**Anexo 1.** Temperatura media y precipitación total mensual durante la ejecución de esta investigación. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.

Mes	Temperatura (C)			Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Promedio	
Noviembre	21.9	10.9	15.7	25.66
Diciembre	18.7	9.8	13.3	1.78
Enero	19.3	9.8	13.8	28.43
Febrero	16.6	10.8	12.6	2.03
Marzo	21.4	11.2	15.5	4.06
Abril	20.6	9.2	14.8	2.80
Mayo	17.1	10.4	13.9	3.05
Junio	13.1	10	13.1	0.25
Promedio / Total	18.59	10.26	14.09	68.06

**Anexo 2.** Análisis inicial del suelo previo al establecimiento del cultivo de papa. Jalo Alto, Quero, Tungurahua, Ecuador. 2019.

Parámetro	Unidad	Rango óptimo <sup>†</sup>	Resultado de análisis
Materia orgánica	%	> 3	2.2
Textura	--	AL - LAr	AL
Conductividad eléctrica	mS cm <sup>-1</sup>	0.3 - 0.6	0.05
pH (1:2 solución de KCl)	--	5.6 - 6.2	5.1
Na	mg kg <sup>-1</sup>	<140	3.3
Cl <sup>-</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	<210	3.5
Sales totales	mg kg <sup>-1</sup>	<2000	39.2
N inorgánico	mg kg <sup>-1</sup>	30-50	7.5
P	mg kg <sup>-1</sup>	30-60	47.3
K	mg kg <sup>-1</sup>	200-340	41.5
Ca	mg kg <sup>-1</sup>	600-1800	130

Mg	mg kg <sup>-1</sup>	600-1800	130
S	mg kg <sup>-1</sup>	10--15	8.5
Fe	mg kg <sup>-1</sup>	20-50	76.5
Mn	mg kg <sup>-1</sup>	6--30	6.8
Cu	mg kg <sup>-1</sup>	1.0-4.0	3.0
Zn	mg kg <sup>-1</sup>	1.2-6.0	2.0
B	mg kg <sup>-1</sup>	0.15-0.60	0.20

† Rango considerado óptimo para el cultivo de papa.

Fuente: (Luters A., Salazar J.C. 2001).

### Anexo 3. Esquema del diseño experimental.

	Borde superior		
CP (Con Pariwana)	150 (Dosis de Titanio)		B1
	0		
	250		
	100		
	200		
	50		
CAMINO			
SP (Sin Pariwana)	100		
	250		
	200		
	50		
	0		
	150		
CAMINO			
SP	250	B2	

	150
	200
	100
	50
	0

CAMINO

CP	50
	0
	150
	100
	250
	200

CAMINO

CP	100
	200
	50
	150
	250
	0

CAMINO

B3

SP	150
	250
	100
	200
	0
	50

CAMINO		B4
SP	200	
	250	
	100	
	150	
	0	
	50	
CAMINO		
CP	0	
	150	
	250	
	100	
	50	
	200	
BORDE INFERIOR		

**Anexo 4. Papa Var Puzza**



**Anexo 5. Rendimiento por categorías.**



**Anexo 6. Contenido nutricional**



## Anexo 7. Materia seca



## Anexo 8. Pruebas de fritura



