

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EFECTO DE LA ELIMINACIÓN DE LA DOMINANCIA APICAL EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*)  
VARIEDAD SUPERCHOLA”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**NOMBRE:** EDISON FABIAN GUAMANGATE CASILLAS

**TUTOR:** ING. SEGUNDO CURAY

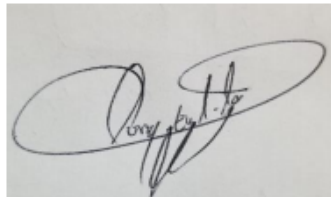
**CEVALLOS - ECUADOR**

**2019**

## **APROBACIÓN DE TUTOR**

“EFECTO DE LA ELIMINACIÓN DE LA DOMINANCIA APICAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD SUPERCHOLA”

**REVISADO POR:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Segundo Curay', is centered on a light gray rectangular background.

**Ing. Segundo Curay**

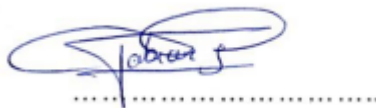
**TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE LA ELIMINACIÓN DE LA DOMINANCIA APICAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD SUPERCHOLA” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Ingeniero Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial y se respete los derechos de propiedad intelectual del proyecto al cual está asociado, así como del director del mismo.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor y del proyecto al cual está adscrito, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final, o de parte de él”.



**GUAMANGATE CASILLAS EDISON FABIAN**

## APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

“EFECTO DE LA ELIMINACIÓN DE LA DOMINANCIA APICAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD SUPERCHOLA”

**FECHA**



Firmado digitalmente por:  
**MARCO OSWALDO  
PEREZ SALINAS**

.....

.....

**Ing. Mg. Marco Oswaldo Pérez Salinas**  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**



Firmado digitalmente por:  
**LUIS ALFREDO  
VILLACIS  
ALDAZ**

.....

.....

**Ing. Mg. Luis Villacis**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



Firmado digitalmente por:  
**OLGUER ALFREDO  
LEON GORDON**

.....

.....

**Ing. Mg. Olguer León**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Fueron muchos años de esfuerzo, sacrificio y trabajo duro para llegar a cumplir una meta que me propuse desde pequeño, este logro se la dedico a mi madre Laura Casillas, gracias a ella y su apoyo incondicional. Mi madre es el pilar fundamental para mi y mi familia, que a pesar de las múltiples adversidades que hemos pasado siempre supo salir adelante por todos sus hijos, siempre sola desde que enviudo hace 16 años. Este logro es de ella por ser un ejemplo para todos nosotros, en especial para mí. GRACIAS MADRE!

## **AGRADECIMIENTO**

Esta meta cumplida se lo agradezco en primer lugar a Dios por guiarme y darme la sabiduría para lograr lo que siempre me he propuesto. Agradezco a mis profesores, que además fueron amigos dentro y fuera de la universidad; Ing. Segundo Curay mi tutor del proyecto gracias por el apoyo brindado para la ejecución del trabajo en todo este tiempo, Ing. Olguer León, Ing. Marco Pérez, Ing. José Mangui, muchas gracias por todo su apoyo y consejos, Dios le pague.

Quiero dar gracias por los amigos que conocí en mi paso por esta hermosa carrera universitaria especialmente a mi Tati y mi negrita (nucita) gracias por hacerme parte de sus vidas, siempre las recordare por todo lo vivido. Así también quiero agradecer a David, su hermana y papás que en su momento me hicieron sentir parte de la familia desde el primer día que los conocí. GRACIAS A TODOS y por ultimo y no menos importante mi familia que también son parte de este logro, gracias a su apoyo en conjunto con mi madre, como siempre ha sido un trabajo en familia para lograr los objetivos planteados. ¡DIOS LES PAGUE A TODOS!

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	12
MARCO TEÓRICO .....	12
1.1    Antecedentes investigativos .....	12
CORTE DE LA YEMA APICAL O DESPUNTE O PINCH.....	16
ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PODA .....	17
VENTAJAS Y CONSIDERACIONES PARA REALIZAR UNA PODA.....	17
PRINCIPOS DE LA PODA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	19
1.2.1 Objetivo General .....	19
1.2.2 Objetivos Específicos .....	19
CAPITULO II .....	20
METODOLOGÍA .....	20
2.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO .....	20
2.2 MATERIALES .....	20
MATERIALES DE CAMPO .....	20
MATERIALES DE LABORATORIO.....	20
INSUMOS AGRICOLAS .....	21
2.3 FACTORES EN ESTUDIO .....	21
2.3.1 Tipos de corte:.....	21
2.4 TRATAMIENTOS .....	22
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
2.6 MÉTODO .....	22
2.6.1 Preparación del suelo.....	22
2.6.2 Siembra.....	22
2.6.3 Deshierbe .....	22
2.6.4 Fertilización.....	23
2.6.5 Aporque .....	23
2.6.6 Riego .....	23
2.6.7 Eliminación de la dominancia apical de la planta de papa.....	23
2.6.8 Cosecha .....	23
□    Datos a tomar .....	24
1.    Número de tallos .....	24

2.	Volumen de follaje y del sistema radicular.....	24
3.	Peso radicular.....	24
4.	Peso foliar.....	25
5.	Número de tubérculos.....	25
6.	Peso de los tubérculos.....	25
7.	Volumen de los tubérculos.....	25
CAPITULO III.....		27
3.1	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
CAPITULO IV.....		37
4.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....		38
ANEXOS.....		41



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Variación en el número, peso y volumen de papas en plantas de papa sometidas a diferentes alturas de corte.....	27
Figura 1. Relaciones cuadráticas entre la altura de corte y el peso de tubérculo (A), número de tubérculos (B) y el volumen de tubérculos de papa (C).....	28
Tabla 2. Número promedio de brotes por tubérculos producidos por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	30
Tabla 3. Número promedio de número de tallos por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	30
Tabla 4. Variación en el peso promedio de raíces por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	31
Tabla 5. Variación en el peso promedio de hojas por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	32
Tabla 6. Volumen promedio de raíces por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	32
Tabla 7. Volumen foliar promedio por efecto de la altura de corte en plantas de papa .....	33
TABLA 8. COSTOS DE INVERSION DEL EXPERIMENTO .....	34
TABLA 9. COSTOS DE INVERSION POR TRATAMIENTO.....	35
TABLA 10. INGRESOS POR TRATAMIENTO .....	355
TABLA 11. RELACION BENEFICIO COSTO .....	366

## RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de investigación titulado “Efecto de la eliminación de la dominancia apical en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) variedad superchola” se ejecutó para conocer un corte que permita obtener un mayor rendimiento de la papa variedad superchola dentro del campus Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, la misma que se encuentra ubicada en el cantón Cevallos. La localización geográfica del trabajo pertenece a sus coordenadas 01° 22' 02'' de Latitud Sur 78° 36' 20' de Longitud Oeste, con una altura de 2 865 msnm.

La investigación fue realizada por bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y 5 repeticiones, los resultados obtenidos fueron sometidos a pruebas de significancia de Turkey al 5% para los tratamientos. Los resultados obtenidos de la prueba de Turkey nos indica que para las variables número, peso y volumen de papas evaluadas existe un efecto del corte a 20cm de la planta de papa, estadísticamente presentaron diferencias entre los tratamientos. Por lo contrario, no se observaron diferencias significativas en cuanto al número promedio de brotes por tubérculos, de número de tallos por brote, peso promedio de raíces por brote, peso promedio de hojas, en el número de brotes producidos por tubérculos, volumen promedio de raíces y hojas por efecto del corte. Sin embargo, en las variables donde no se detectaron diferencias significativas presentaron diferencias numéricas de los tratamientos.

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento, dominancia apical, cortes

## ABSTRACT

The research work entitled "Effect of the elimination of apical dominance on the yield of the potato crop (*Solanum Tuberosum*) variety superchola" was carried out to know a cut that allows obtaining a higher yield of the potato variety superchola within the Querochaca campus of the Technical University of Ambato, the same one that is located in the Cevallos canton. The geographical location of the work belongs to its coordinates 01 ° 22 '02' 'South Latitude 78 ° 36' 20 'West Longitude, with a height of 2,865 meters above sea level.

The research was carried out by completely randomized blocks with four treatments and 5 repetitions, the results obtained were subjected to Turkey significance tests at 5% for the treatments. The results obtained from the Turkey test indicate that for the variables number, weight and volume of potatoes evaluated there is an effect of the cut at 20cm of the potato plant, statistically they presented differences between the treatments. On the contrary, no significant differences were observed in terms of the average number of shoots per tuber, number of stems per shoot, average weight of roots per shoot, average weight of leaves, in the number of shoots produced by tubers, average volume of roots and leaves by cutting effect. However, in the variables where no significant differences were detected, there were numerical differences of the treatments.

**KEY WORDS:** Yield, apical dominance, slices

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Antecedentes investigativos

Una investigación realizada acerca del Rendimiento de la papa en el Ecuador en el año 2015 en todo el territorio nacional en un periodo de producción de junio a noviembre del mismo año; sus resultados indicaron que en ese periodo de investigación el rendimiento promedio de la papa fue de 16.13 tonelada por hectárea. De este rendimiento se destaca alguno factores como son: las semillas de variedad superchola, la densidad de siembra de 22319 plantas por hectárea, y la aplicación de fertilizantes compuestos de N,P,K en cantidades de 2.21 qq/ha, 4.87 qq/ha y 1.71 qq/ha respectivamente (**Guerrero, 2016**).

El rendimiento del cultivo de papa ideal está alrededor de 25 ton/ha para un productor en sus primeros años, consecuentemente a través de la experiencia adquirida un productor de papa puede llegar a obtener rendimientos que oscilan entre 40 y 70 toneladas por hectárea (**Wikifarmer, s.f**).

#### **La papa**

En el Ecuador, la papa es uno de los cultivos de mayor demanda en el consumidor y en el sector agrícola es un cultivo de referencia principalmente en la región sierra. Las condiciones de clima y suelo en esta región hacen que sea favorable su siembra y posterior cosecha (**Benavides et al, 2018**). Además, la papa (*Solanum tuberosum*) tiene su importancia como un producto con mayor consumo a nivel global, ubicándole como uno de los cultivos con altos índices de producción en todo el mundo (**Jerez y Martin, 2012**).

La papa (*S. tuberosum*) se considera sea originaria de la cordillera de los Andes en América del Sur, de donde fueron llevadas por los españoles a Europa distribuyéndose luego por todo el mundo.

En el continente americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de convertirse, en los milenios siguientes, una asombrosa variedad de cultivos del tubérculo (**Huilcapi, 2012**).

### **1.1.2 Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum* (**Taramuel, 2017**).

### **1.1.3 Descripción botánica de la papa**

#### **Raíces**

Las raíces de la planta pueden provenir de dos formas: por semilla y por tubérculo. Por semilla las raíces son delicadas y axonomorfas, a diferencia que con los tubérculos, estas generan raíces adventicias en primera instancia en la base de los brotes posteriormente producen raíces sobre los nudos de la parte subterránea de los tallos. En ocasiones se presentan también raíces en los estolones.

## **Tallos**

En las plantas de papa, los tallos se denominan a un conjunto de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas obtenidas por semilla presentan un tallo único verdadero, en cambio las plantas que son producidas por tubérculo como semilla generan varios tallos. Entre los tallos que se producen están las ramas de los tallos principales y son considerados como tallos laterales.

Además existen yemas axilares en los tallos, los mismos que son capaces de producir o formar tallos laterales, estolones, inflorescencias y en ocasiones tubérculos aéreos.

## **Estolones**

El estolón es una parte importante de la planta debido a que en esta se forma el tubérculo en la parte terminal del estolón. Es importante que los estolones sean cubiertos por el suelo, ya que si estos se encuentran descubiertos pueden llegar a formar un tallo vertical y no un tubérculo.

## **Tubérculos**

Es el órgano principal de almacenamiento de la planta, también es conocido como tallo modificado.

## **Brotes**

Los tubérculos se caracterizan por tener ojos, estos son yemas encargadas de generar los denominados brotes. El color depende de la variedad. La luz tiene un efecto en los brotes, ya que su exposición a la luz hace que tomen una coloración verde.

## **Hojas**

La planta de papa presenta hojas compuestas con un raquis central del cual se desprenden algunos pares de folíolos laterales y un folíolo terminal. La parte basal del raquis donde se encuentra un par de folíolos laterales se conoce como peciolo y es la

conecta al tallo. Existen los peciolulos que son los que conectan todos los foliolos al raquis, como también los foliolos pueden no estar conectados por el peciolulo y se le nombra como foliolo sésil.

### **Flor**

Es una inflorescencia cimosa, significa que el pedúnculo se divide en dos ramas y cada una de estas a su vez se subdivide en dos ramas.

### **Fruto, semilla**

Las semillas se encuentran dentro del fruto tipo baya, su forma puede ser esférica como también ovoide o cónicos según la variedad a la que pertenezca. El color del fruto en su gran mayoría es verde, sin embargo en algunas variedades pueden presentarse con puntos blancos (**Vizcaíno, 2017**).

### **Características agronómicas**

Los niveles sobre el nivel del mar recomendadas para este cultivo van entre los 2800 a 3600. A una altura de 3000m la maduración se da a los 180 días, su rendimiento esta por las 30 toneladas por hectárea (**Torres et al., 2011**).

### **Variedad Superchola**

La variedad supechola posee múltiples características distintivas dentro de las cuales podemos destacar que sus tubérculos tienen una forma elíptica y que a su vez tienden a ser ovalados. Otra de las características importantes es su color; el color del tubérculo de esta variedad es rosada y lisa en su exterior, en cambio en su interior es de color amarillo pálido (**Inventario de tecnologías e información para el cultivo de papa en el Ecuador, s.f**).

La variedad superchola es una papa mejorada por varios cruzamientos. Inicialmente se dio un cruzamiento entre la Papa Rosita y Curipamba negra en 1968, la cual dio como resultado a la Curicana; esta papa presentaba coloración roja y en forma de plancha. Siguiendo con el mejoramiento de la papa se cruza la Curicana y la *Solanum phureja* originando un híbrido, este mismo híbrido es cruzado con la papa denominado Chola; resultando una nueva descendencia. La descendencia obtenida de este último cruce, fueron seleccionados los tres mejores genotipos con características similares a la papa Chola, posteriormente se cruzaron entre si originando nuevos híbridos. La variedad superchola es el resultado del mejor de los híbridos resultantes; el mejor debido a su tolerancia a enfermedades, a su calidad y rendimiento de la variedad (Saquina, 2012).

### **Siembra**

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

Distancia entre surcos: 1,10 – 1,20 m

Distancia entre plantas: 0,30 a 0,40 m (Agroscopio, 2019).

### **CORTE DE LA YEMA APICAL O DESPUNTE O PINCH**

Este corte de la yema apical se llama despunte o pinch, que consiste en cortar la yema terminal, de forma tal que elimina la dominancia apical, permitiendo el desarrollo de tallos laterales (Yong, 2004).

### **RELACIÓN FUENTE-VERTEDERO**

Las hojas de una planta se conocen como fuente para la misma, debido a que es un órgano productor de foto asimilados y que estos a su vez son transportados hacia los vertederos; los vertederos son órganos o tejidos de la planta como son las raíces, semillas, tallos modificados, meristemos, flores. La relación fuente-vertedero se produce siempre que exista este transporte de foto asimilados.



## **ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PODA**

Fisiológicamente la poda tiene como finalidad un equilibrio en el desarrollo de la planta de forma vegetativa y reproductiva, como la parte nutricional entre la copa y la raíz, siendo estos los factores importantes en la regulación de la floración y fructificación. La poda actúa directamente en el crecimiento vegetativo producido por un desequilibrio entre la copa y la raíz, posteriormente la planta presenta una disminución total del crecimiento.

Además, en la distribución de fotoasimilados la parte vegetativa naturalmente es un vertedero más fuerte en comparación con el inicio de la floración. Fisiológicamente una distribución inadecuada de los carbohidratos, la inflorescencia es la menos favorecida debido que las partes vegetativas aprovechan en primer lugar estos carbohidratos satisfaciendo sus requerimientos. Mediante la poda se consigue mejor distribución de fotoasimilados, por ende un aumento en la producción. El rendimiento del cultivo se ve relaciona con la poda, debido a que con esta práctica se puede conseguir mejor producción, y frutos con tamaños más grandes y uniformes convirtiéndose en un factor importante dentro de los consumidores (**Ardila, 2015**).

## **VENTAJAS Y CONSIDERACIONES PARA REALIZAR UNA PODA**

Básicamente la poda nos permite

- Acelerar la producción con frutos de mejor calidad en tanto a tamaño y uniformidad de frutos.
- Maximizar las labores culturales del cultivo (tratamiento, cosecha, etc).
- Reducir la presencia de plagas y patógenos causantes de enfermedades por órganos enfermos.
- Es importante considerar en la poda, la rentabilidad de la misma debido a la utilización de mano de obra que conlleva esta práctica

## PRINCIPIOS DE LA PODA

- Se conoce que la fructificación y el desarrollo vegetativo están ligadas con la poda, quiere decir que cuando existe un mayor desarrollo vegetativo la floración se ve afectada obteniendo frutos de menor calidad. Con la poda se puede conseguir un equilibrio en este proceso.
- Fisiológicamente la dirección de la sabia bruta es hacia las partes con mejor disponibilidad de luz, en la parte alta y joven de las plantas.
- Cuando forjamos una excesiva producción de flores y frutos con la poda se genera un debilitamiento de la planta. Por lo tanto en la planta se debe procurar mantener un equilibrio entre el sistema radicular y las hojas, ya que el desarrollo de las raíces dependen directamente de la parte aérea de la planta. Es decir, una poda brusca de ramas, brotes y hojas ocasiona un efecto negativo en el desarrollo de las raíces.
- Fisiológicamente la poda también actúa en el desbalance de la producción normal de auxinas y que esto se ve reflejado en la floración y fructificación **(Marmol, s.f).**

## **1.2 OBJETIVOS**

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad superchola mediante la eliminación de la dominancia apical de la planta.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer el efecto de la eliminación de la dominancia apical en el cultivo de papa variedad superchola.
- Determinar la altura de corte de dominancia apical con mejores resultados sobre el rendimiento del cultivo de papa.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en el cultivo de papa variedad superchola.

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo se ejecutó en los predios del campus Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, a una altura de 2 865 msnm, sus coordenadas geográficas 01° 22' 02'' de Latitud Sur 78° 36' 20' de Longitud Oeste.

#### 2.2 MATERIALES

##### MATERIALES DE CAMPO

Semillas de papa variedad superchola

Azadón

Rastrillo

Tijeras de podar

##### MATERIALES DE LABORATORIO

Balde con medida

Vasos de precipitación

Probetas

Balanza analítica

## INSUMOS AGRICOLAS

Abono azul

8-20-20

12-46-0

0-0-60

Action

Oliogomix

Curalancha

Hortisec

Ajorex

Nitrato de calcio

Meristenroot 250

Abono orgánico

## 2.3 FACTORES EN ESTUDIO

### 2.3.1 Tipos de corte:

1. Ras del suelo
2. 20 centímetros de la planta
3. Punto floral
4. Testigo

## 2.4 TRATAMIENTOS

T1= ras del suelo

T2= 20 centímetros de la planta

T3= punto floral

T4= testigo

## 2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones de los tratamientos.

## 2.6 MÉTODO

### 2.6.1 Preparación del suelo

Se efectuó la labor de remoción del suelo mecánicamente utilizando maquinaria agrícola de la Facultad, con el propósito de lograr un suelo mullido y desmenuzado para posteriormente proceder al surcado.

### 2.6.2 Siembra

La variedad de papa a utilizada fue la superchola, la misma que se procedió a sembrar en un área de terreno de 110 m<sup>2</sup> con distancia de siembra 0,50 m entre plantas y 1,10 m entre surcos en la que se establecerá los distintos tratamientos.

### 2.6.3 Deshierbe

La labor de eliminación de malezas o deshierba se realizó manualmente con la ayuda de un azadón, al mismo tiempo se incorporó una fertilización edáfica.

#### 2.6.4 Fertilización

Una recomendación general es 150 Kg N-250 Kg P -200 Kg K -30 KgCa. La papa requiere N, P, K y Ca. Exceso de N: susceptible a Phytophthora, P y K disminuyen. Para corregir deficiencia de micronutrientes: abonos foliares (quelatos) al inicio floración. Se recomienda aplicar a la siembra todo el P, y la mitad de la dosis de N y K. El resto se aplicará al aporque, esto es cuando las plantas han llegado a la altura de la rodilla (35-45 dds). (**Basantés, 2015**).

#### 2.6.5 Aporque

El aporque se realizó manualmente con un azadón y consistió en acumular tierra en la base de la planta, con objetivo de cubrir una mayor área donde se encuentran los estolones y así conseguir que la tuberización sea adecuada.

#### 2.6.6 Riego

El riego se aplicó mediante el método gravitacional cuantas veces fue necesario, para su efecto se tomó en cuenta las condiciones climáticas y la capacidad de campo del suelo.

#### 2.6.7 Eliminación de la dominancia apical de la planta de papa

Empleando una tijera de podar se realizó cortes a diferentes alturas en la planta de papa de acuerdo con los tratamientos establecidos y así conseguir eliminar la dominancia apical.

#### 2.6.8 Cosecha

Esta labor se llevó a cabo al final del ciclo del cultivo cuando las plantas estén amarillándose, comenzando su estado de senescencia. En esta fase del proyecto se evaluó el rendimiento del cultivo.

➤ Datos a tomar

Para la toma de datos de este proyecto se seleccionaron tres plantas al azar y tomar los respectivos datos en cada uno de los tratamientos y repeticiones.

1. Número de tallos

Se contabilizaron el número de tallos de cada una de las plantas de los tratamientos con el fin de conocer si existen diferencias entre los tratamientos. En este caso los datos no serán de tres plantas únicamente sino de todas las plantas del ensayo y se realizará en campo.

2. Volumen de follaje y del sistema radicular

En el campo se retiró cuidadosamente la planta de papa, tratando de no dañar las raíces ni los tubérculos, en general toda la planta. Posterior a eso la planta completa se llevó al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias procurando no dejar mucho tiempo y así evitar su deshidratación.

Las raíces de la planta se lavaron con riegos tenues evitando dañar el sistema radicular y se dividió la parte foliar del radicular considerando la zona de transición de los tallos y la raíz, tanto el volumen foliar como el volumen del sistema radicular fueron determinados mediante el principio de Arquímedes, que consiste en el desplazamiento de masas (**Córdoba et al., 2011**). Para la ejecución de esta labor se utilizaron materiales con medida de volumen como un balde, vasos de precipitación y probetas.

3. Peso radicular

Las raíces extraídas de las plantas de papa fueron cuidadosamente lavadas y dejadas a secar por 5 minutos, posteriormente se procedió a pesar en la balanza analítica, utilizando un vaso de precipitación, para lo cual se pesó el vaso de precipitación vacío



y con las raíces dentro, obteniendo como resultado del peso radicular la diferencia entre ambos pesos.

#### 4. Peso foliar

El follaje de la planta seleccionada fue cortado en pequeños pedazos, para facilitar la obtención de su peso en la balanza analítica y así conseguir datos precisos. Al igual que el peso radicular aquí también se siguió el mismo procedimiento para obtener el peso utilizando un vaso de precipitación.

#### 5. Número de tubérculos

Se contabilizaron los tubérculos presentes en cada una de las plantas seleccionadas al azar

#### 6. Peso de los tubérculos

Una vez contabilizados los tubérculos se procedió a pesar los mismos empleando la balanza analítica.

#### 7. Volumen de los tubérculos

Para la obtención del volumen de los tubérculos, estos fueron lavados para retirar toda la tierra que haya y fueron introducidos en un vaso de precipitación que fue llenado previamente con 600 ml de agua. Para este dato al igual que el volumen foliar y radicular se realizó aplicando el principio de Arquímedes.

## **2.7 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se realizó un análisis económico cuando ya se obtuvo el rendimiento por tratamiento. Este análisis consistió en evaluar cada uno de ellos mediante una relación beneficio costo.

## CAPITULO III

### 3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general se detectó efecto de la altura de corte sobre el número, peso y volumen de papas obtenidas (Tabla 1). En general, los mayores valores fueron obtenidos a partir de plantas a las que se les aplicó el corte a 20 cm, las cuales produjeron en promedio 33,66 tubérculos/planta lo cual resultó ser 21,4% superior a los valores obtenidos en tratamiento testigo y 14,2 y 15,5 % a lo observado en plantas cortadas debajo del punto floral y al ras del suelo, respectivamente. Esto se ve relacionado con el peso de los tubérculos, puesto que nuevamente fue superior en las plantas cortadas a 20 cm con un valor promedio de 1,92 kg/planta y la mayor disminución se observó en el peso obtenido en plantas cortadas al ras del suelo (46,4 % de reducción), seguida de plantas testigo (27,1 % de reducción). Un comportamiento similar se observó con relación al volumen de los tubérculos, el cual fue mayor en plantas cortadas a 20 cm y debajo del punto de floración, ambas superiores a las plantas cortadas al ras del suelo y las plantas testigo.

**Tabla 1. Variación en el número, peso y volumen de papas en plantas de papa sometidas a diferentes alturas de corte**

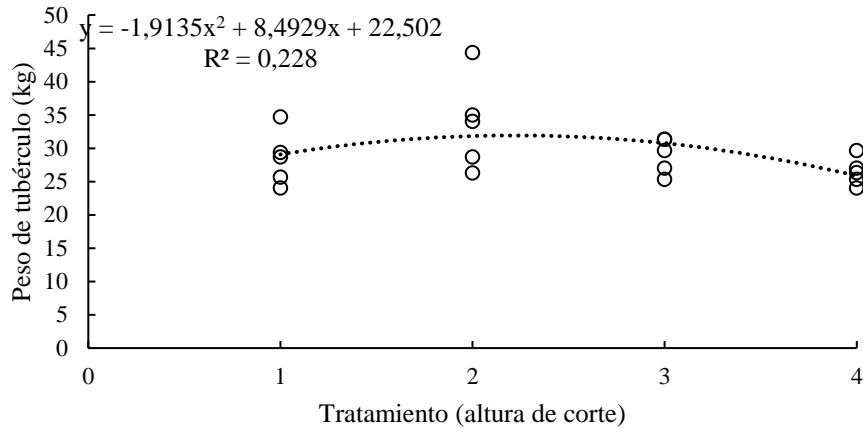
Altura de corte	Número de papas	Peso (kg/planta)	Volumen (cc)
Ras del suelo	28,47 ± 4,095 ab	1,03 ± 0,182 c	918,40 ± 151,08b
20 cm	33,66 ± 6,979 a	1,92 ± 0,228 a	1388,50 ± 250,39ab
Debajo del punto floral	28,93 ± 2,681 ab	1,59 ± 0,311 ab	1388,50 ± 250,39ab
Sin corte	26,47 ± 2,118 b	1,40 ± 0,391 b	1618,70 ± 396,22b

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

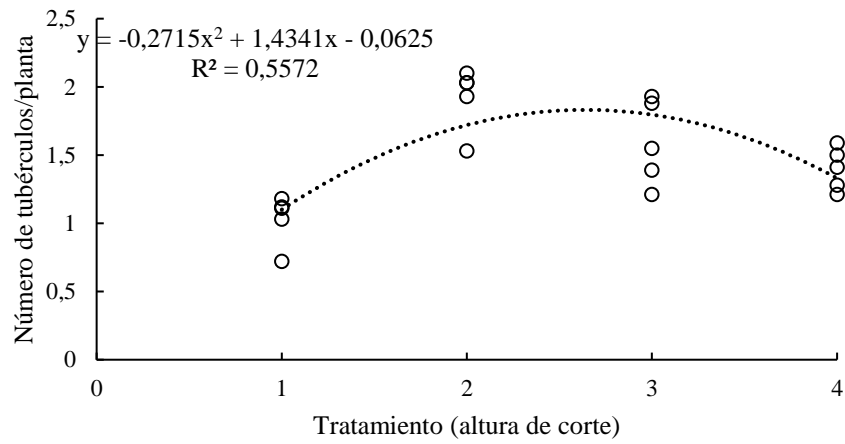
El efecto de la altura de corte y las variables peso, número de tubérculos y volumen fue verificado a través de relaciones cuadráticas, donde los máximos valores fueron alcanzados en plantas con cortes a 20 cm (Fig. 1a-c).

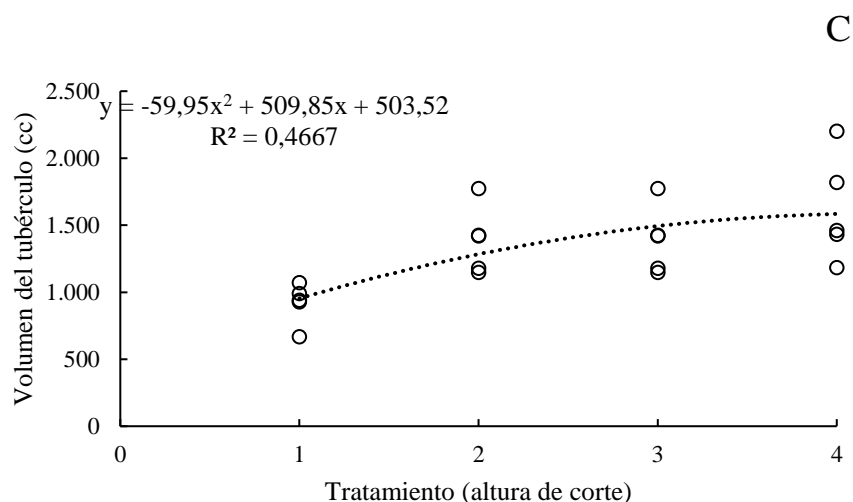
Los mayores valores observados en plantas a las cuales se les practicó corte a los 20 cm pudieran ser explicados debido a que la decapitación evita que la planta use sus fotosintatos en la formación de semilla y estos sean desviados para la producción de tubérculos (Bautista-Condori et al., 2018). Tal como ha sido demostrado, de manera

A



B





**Figura 1. Relaciones cuadráticas entre la altura de corte y el peso de tubérculo (A), número de tubérculos (B) y el volumen de tubérculos de papa (C)**

natural la dominancia de la yema apical ejercida por las auxinas disminuye durante la formación de los tubérculos de manera de promover el movimiento de fotosintatos a los órganos de reserva (tubérculos) (Eshel y Teper-Bamnlker, 2012). Adicional a la disminución de auxinas como producto de la decapitación, la concentración de citoquininas aumenta puesto que estas son sintetizadas en la raíz y este desbalance hormonal (A/C) ha demostrado que promueve la formación de tubérculos de papa (Eviatar-Ribak et al., 2013; García-Flores et al., 2009). Tomando esto como base, el efecto de decapitación artificial practicada con el corte provocó la inhibición de la dominancia apical temprana, lo cual podría explicar el mayor número y peso de tubérculos en plantas con cortes a los 20 cm.

Por lo contrario, no se observaron diferencias significativas en cuanto al número promedio de brotes por tubérculos, de número de tallos por brote, peso promedio de raíces por brote, peso promedio de hojas, en el número de brotes producidos por tubérculos, volumen promedio de raíces y hojas por efecto del corte. Sin embargo, en las variables donde no se detectaron diferencias significase observaron diferencias numéricas, en las cuales se evidenció que cuando el corte fue hecho a 20 cm, en el

cual, en promedio se obtuvo 2,2 brotes/tubérculo, lo cual fue 18 % superior al resto de los tratamientos (Tabla 2).

**Tabla 2. Número promedio de brotes por tubérculos producidos por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Promedio ± D.E.</b>	<b>Mínimo-máximo</b>
Ras del suelo	1,83 ± 0,260	1,50 – 2,17
20 cm	2,20 ± 0,356	1,70 – 2,70
Debajo del punto floral	1,80 ± 0,356	1,50 – 2,20
Sin corte	1,84 ± 0,498	1,30 – 2,70

**P-valor 0.3085**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

De manera similar a lo observado en el número de brotes/tubérculo, se detectaron diferencias numéricas, de donde el corte hecho debajo del punto floral permitió obtener el mayor número de tallos (7,4 tallos/brote), siendo este 19,2; 22,2 y 24,9 % superior que los cortes a 20 cm, al ras del suelo y con relación al tratamiento testigo (Tabla 3). Según estudio realizado por (Bautista, Mita y Mamani, 2018) no encontraron diferencias estadísticas obteniendo un resultado parecido en este trabajo al realizar cortes en el punto floral de la planta de papa en otras variedades.

**Tabla 3. Número promedio de número de tallos por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Promedio ± D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Ras del suelo	5,76 ± <b>1,472</b>	4,70 – 8,20
20 cm	5,98 ± <b>2,308</b>	4,10 – 9,10
Debajo del punto floral	7,40 ± <b>2,557</b>	4,90 – 10,10
Sin corte	5,56 ± <b>1,218</b>	4,10 – 10,10

**P-valor = 0,464**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

Con relación al peso de la raíz por brote, el mayor valor fue obtenido en plantas en las cuales no se hizo ningún tipo de corte (testigo), cuyo peso fue ligeramente superior, (4,26 y 6,7 %) a los valores obtenidos en el peso de raíces provenientes de plantas a las cuales se les aplicó corte al ras del suelo y debajo del punto floral, respectivamente, mientras que esta diferencia fue más acentuada cuando se comparó con el peso de raíces de plantas a las que se les aplicó corte a los 20 cm del suelo, que fueron 20,9 % de menor peso (Tabla 4).

**Tabla 4. Variación en el peso promedio de raíces por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Promedio <math>\pm</math> D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Ras del suelo	26,06 $\pm$ <b>7,002</b>	17,50 – 37,00
20 cm	21,51 $\pm$ <b>4,593</b>	16,70 – 28,80
Debajo del punto floral	25,32 $\pm$ <b>8,761</b>	14,60 – 37,40
Sin corte	27,51 $\pm$ <b>2,513</b>	23,80 – 30,30

**P-valor = 0,5143**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

A pesar de no haber detectado diferencias estadísticas en el peso foliar por brote, se observó que los tratamientos mostraron diferencias numéricas, las cuales demostraron que el mayor peso foliar fue alcanzado en plantas en las que se practicó el corte debajo del botón floral (302,99 g), siendo este 12,3 % superior al testigo mientras que con relación a las plantas con cortes al ras del suelo y a 20 cm fue 21,98 y 33,3 % superior (Tabla 5).

**Tabla 5. Variación en el peso promedio de hojas por brote por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Volumen de raíz ± D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Ras del suelo	201,98 ± 25,672	166,50 – 235,30
20 cm	236,38 ± 88,440	144,10 – 345,50
Debajo del punto floral	302,99 ± 98,826	175,50 – 408,20
Sin corte	265,68 ± 61,276	200,60 – 324,70

**P-valor = 0,2119**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

El volumen radicular fue numéricamente superior en las plantas sin corte (testigo), las cuales alcanzaron 26,81 cm<sup>3</sup> de volumen, mientras que el menor volumen de raíz fue observado en las plantas donde se aplicó el corte a 20 cm del suelo, donde el volumen radicular fue 22,9 % menor que el testigo. En el resto de los tratamientos la diferencia fue 13,9 y 19,8 % menor en plantas a las que se aplicó corte debajo del punto floral y al ras del suelo, respectivamente. Un comportamiento similar fue observado en el volumen foliar, en el cual el mayor valor fue observado en plantas sin corte (testigo) (315,2 cm<sup>3</sup>), mientras que el menor volumen fue obtenido en plantas a las que se aplicó corte al ras del suelo, siendo 34,1 % menor que el testigo. Las plantas con cortes a 20 cm del suelo y por debajo del punto floral mostraron valores intermedios, siendo 25,5 y 1,9 % menor al testigo (Tablas 6 y 7).

**Tabla 6. Volumen promedio de raíces por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Promedio ± D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Ras del suelo	21,49 ± 5,983	15,40 – 31,10
20 cm	20,66 ± 8,699	12,30 – 34,60
Debajo del punto floral	23,07 ± 8,562	13,90 – 35,30
Sin corte	26,81 ± 2,483	23,10 – 29,10

**P-valor = 0,5248**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Tabla 7. Volumen foliar promedio por efecto de la altura de corte en plantas de papa**

<b>Altura de corte</b>	<b>Volumen foliar <math>\pm</math> D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Ras del suelo	207,6 $\pm$ 33,955	170,80 – 254,50
20 cm	234,7 $\pm$ 90,802	120,0 – 352,80
Debajo del punto floral	309,3 $\pm$ 94,125	188,60 – 427,90
Sin corte	315,2 $\pm$ 95,240	120,0 – 421,10

**P-valor = 0,138**

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ ).

Estudios realizados por Netsai et al. (2019) demostraron el efecto de la altura de corte sobre la longitud, diámetro y peso de las raíces de batata dulce (*Ipomoea batatas* L.), observando los mayores valores cuando se aplicaron cortes medios y apicales, mientras que los cortes al ras del suelo provocaron disminución de estas variables. De acuerdo con estos autores, la aplicación de cortes apicales más altos permite que los brotes laterales realicen fotosíntesis y suministren sustancias de reserva (almidones) para la formación de las raíces.

Por otra parte, estudios realizados por Bautista-Condori et al (2018) no observaron ningún efecto sobre el número de tallos, altura de planta, volumen foliar y peso fresco de raíces por efecto de la eliminación de la dominancia apical en diferentes variedades de papa diferentes en Bolivia. Batista-Condori et al. (2018) señalaron que posiblemente las condiciones climáticas pudieron afectar el desarrollo normal del cultivo, principalmente la incidencia de heladas con deficiencia de humedad en los meses de diciembre y enero cuando el cultivo se encontraba plena en floración, lo que produjo decapitación natural de las flores.

### 3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la ejecución del proyecto se emplearon materiales y mano de obra, la misma que generaron un costo total de \$318. Los valores se pueden ver en detalle en la tabla 8.

En la tabla 9 se detalla los costos desglosados por cada uno de los tratamientos realizados en la investigación.

**TABLA8. COSTOS DE INVERSION DEL EXPERIMENTO**

Rubro	Mano de obra			Materiales					
	No.	Cost. unit.	Subtotal	Nombre	Unidad	No.	Costo unit.	Sub total	Total
Arriendo				Terreno				30.00	30.00
Preparación del terreno	1	15	15						
Siembra	1	15	15	Semilla	qq	1	25	25	25
Deshierba	2	15	30						
Control fitosanitario	3	15	45	Curalancha.	kg	1	3.98	3.98	3.98
				Hortisec	kg	1	4.30	4.30	4.30
				Ajorex	cc	1	2.22	2.22	2.22
				Action	cc	1	1.10	1.10	1.10
Fertilización	1	15	15	Bomba	U	1	20.00	20.00	20.00
				Abono azul	qq	0.5	70.00	35.00	35.00
				Abono organico	qq	1	7.00	7.00	7.00
				Meristenroot	cc	1	6.42	6.42	6.42
				8-20-20	qq	1	25.00	25.00	25.00
				16-46-00	qq	0.5	30.00	15.00	15.00
				Nitrato de calcio	kg	2	2.00	4.00	4.00
				Oligomix	kg	1	4.00	4.00	4.00

Cosecha	1	15	15	
Subtotal			135	183.02
<b>TOTAL</b>				<b>318.02</b>

Elaborado por: Fabian Guamangate

**TABLA 9. COSTOS DE INVERSION POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Costos	Nº Repeticiones	Costo
No. Símbolo	generales		total \$
1 T1	15.90	5	79.50
2 T2	15.90	5	79.50
3 T3	15.90	5	79.50
4 T4	15.90	5	79.50

Elaborado por: Fabian Guamangate

Los ingresos del experimento fueron calculados por tratamiento, considerando el rendimiento en Kg de papa por tratamiento y esta a su vez multiplicado por un precio por kilo que es de 0.35 ctvs. Esto nos genera ingreso total de los tratamientos que se pueden ver en la tabla 10.

**TABLA 10. INGRESOS POR TRATAMIENTO**

Tratamiento		Rendimiento por tratamiento	Valor Kg	Ingreso total \$
No.	Símbolo			
1	T1	206,0	0,35	72,10
2	T2	384,0	0,35	134,40
3	T3	318,0	0,35	111,30
4	T4	280,0	0,35	98,00

Elaborado por: Fabian Guamangate

En la tabla 11 presenta los costos totales por tratamiento, considerando el interés de un 20% anual para el factor de actualización. Los costos e ingresos totales se tomaron del cuadro 17 y 18 respectivamente.

El resultado del beneficio costo del experimento nos indicó que el tratamiento 2 ( corte a 20cm) es el mejor teniendo una relación de 1.63, esto quiere decir que por cada dólar que se invirtió en este tratamiento se generó 0.63 ctv de ganancias. El tratamiento que tuvo pérdidas de capital fue el tratamiento 1 ( ras de suelo) con una relación de 0.88. El tratamiento 3 (corte punto floral) y 4 (testigo) tuvieron una relación de 1.35 y 1.19 respectivamente.

**TABLA 11. RELACION BENEFICIO COSTO**

No.	Tratamiento Símbolo	Costo Total	Factor actual	Costo Actual	Ingreso Total \$	Relación B/C
1	T1	79,5	1,034	82,17	72,1	0,88
2	T2	79,5	1,034	82,17	134,1	1,63
3	T3	79,5	1,034	82,17	111,3	1,35
4	T4	79,5	1,034	82,17	98	1,19

Elaborado por Fabian Guamangate

$$FA = (1 + i)^n$$

$$FA = (1 + 0,017)^2$$

$$FA = 1,034$$

FA = Factor de actualización

i = interés

n = número de meses

## CAPITULO IV

### 4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demostró efecto de la altura de corte sobre el número, peso y volumen de papas obtenidas, con los mejores resultados observados en plantas a las que se les aplicó corte a 20 cm.

Aunque el número promedio de brotes por tubérculos, de número de tallos por brote, peso promedio de raíces por brote, peso promedio de hojas, en el número de brotes producidos por tubérculos, volumen promedio de raíces y hojas por efecto del corte no mostraron diferencias por efecto del corte, estas mostraron ser numéricamente superiores en plantas a las que se les aplicó corte a 20 cm, lo cual sugiere un efecto fisiológico positivo.

Tomando en consideración los resultados obtenidos, en los cuales se demostró un incremento en el número y peso de tubérculos superior al 20% con relación a las plantas sin corte (testigo), se sugiere que la práctica del corte en plantas de papa podría ser incluida como una práctica para incrementar el rendimiento de papas en las zonas productoras de papa en la provincia de Tungurahua.

Adicionalmente, considerando las diferencias de la respuesta que pudieran tener las diferentes variedades de papas cultivadas en la zona, se recomienda realizar estudios similares donde se evalúe la respuesta de las variedades de mayor consumo en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agroscopio. (2019). Papa superchola. Recuperado de <http://www.agroscopio.com/ec/aviso/papa-superchola/>
- Ardila, G. (2015). Efecto de la poda de formación y del número de tallos y de racimos sobre la producción y calidad de frutos de lulo (*Solanum quitoense* var. septentrionale). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50002/1/Tesis%20Lulo.pdf>
- Basantes, E. (2015). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Bautista, F., Mita, V., y Mamani, F. (2018). Efecto de la decapitación floral en el rendimiento de tres variedades de papas nativas (saq'ampaya, qhati señorita e imilla negra) en el altiplano norte boliviano. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 5(1), 47-58. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v5n1/v5n1\\_a07.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v5n1/v5n1_a07.pdf)
- Benavides, G., Chalampunte, D., Albuja, D., Sanchez, F., y Brown, D. (2018). Validación de la tecnología de producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) con la variedad superchola, del INIAP y del agricultor, Cantón Montufar, Provincia del Carchi. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8286/2/ART%C3%8DCULO.pdf>
- Córdoba, D., Vargas, J., López, J., y Muñoz, A. (2011). Crecimiento de la raíz en plantas jóvenes de *Pinus pinceana* Gordon en respuesta a la humedad del suelo. *Agrociencia*, 45(4), 493-506. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n4/v45n4a8.pdf>
- Eshel, D. y Teper-Bamnlker P. (2012). Can loss of apical dominance in potato tuber serve as a marker of physiological age? *Plant Signaling and Behavior*, 7(9): 1158-1162.

- Eviatar-Ribak, T., Shalit-Kaneh, A., Chappell-Maor, L., Amsellem, Z., Eshed, Y. y Lifschitz, E. (2013) A Cytokinin-Activating Enzyme Promotes Tuber Formation in Tomato. *Current Biology*, 23(12): 1057-1064.
- García-Flórez, M., Portela-Ramírez, A. y Flórez-Roncancio, V.J. (2009). Substancias con actividad citoquinínica estimulan la brotación de yemas en tubérculos de papa. *Bragantia*, 68(3), 555-562.
- Guerrero, A. (2016). Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015. Recuperado de [http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_papa.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf)
- Huilcapi, E. (2012). Combate de tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) con activadores de defensas naturales en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) c.v. superchola. Recuperado de [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/Tesis\\_010agr.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/Tesis_010agr.pdf)
- Inventario de tecnologías e información para el cultivo de papa en el Ecuador. (s.f). Superchola. Recuperado de <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/19-superchola/>
- Jerez, M., y Martin, R. (2012). Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) spunta. *Cultivos Tropicales*, 33 (4), 53-58. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193224709007.pdf>
- Marmol, J. (s.f). Poda de hortalizas en invernadero (Berenjena, Pimiento y Tomate). Recuperado de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2094.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2094.pdf)
- Saquina, S. (2012). Producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón mejía, Provincia de Pichincha. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1990/1/Tesis-016agr.pdf>
- Taramuel, X. (2017). Evaluación del peso del tubérculo y densidad de siembra en la granja Yuyucocha, Ibarra. Recuperado de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7447/1/03%20AGP%20222%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Vizcaino, F. (2017). Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (*Solanum tuberosum* L), bajo condiciones de invernadero. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3215/2/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000071.pdf>

Wikifarmer. (s,f). Cosecha, producción y almacenamiento de papa. Recuperado de <https://wikifarmer.com/es/cosecha-produccion-y-almacenamiento-de-la-papa/>

Yong, A. (2004). Técnicas de formación y manejo del rosal. *Cultivos Tropicales*, 25 (4), 53-60. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911005.pdf>



## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadístico

#### A. Análisis de varianza (ANOVA)

Statistix 9.0

#### Randomized Complete Block AOV Table for Volpapas

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	332409	83102		
Tratam	3	1298048	432683	5.84	0.0106
Error	12	888389	74032		
Total	19	2518846			

Grand Mean 1328.5 CV 20.48

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	2869	2868.9	0.04	0.8537
Remainder	11	885520	80501.8		

Relative Efficiency, RCB 0.99

#### Means of Volpapas for Tratam

Tratam	Mean
1	918.4
2	1388.5
3	1388.5
4	1618.7

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 121.68  
Std Error (Diff of 2 Means) 172.08

#### Randomized Complete Block AOV Table for brotes

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	0.60197	0.15049		
Tratam	3	0.54112	0.18037	1.34	0.3080
Error	12	1.61703	0.13475		
Total	19	2.76012			

Grand Mean 1.9180 CV 19.14

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.00075	0.00075	0.01	0.9445
Remainder	11	1.61628	0.14693		

Relative Efficiency, RCB 0.99

**Means of brotes for Tratam****Tratam Mean**

1	1.8340
2	2.2020
3	1.8020
4	1.8340

Observations per Mean 5  
 Standard Error of a Mean 0.1642  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.2322

**Randomized Complete Block AOV Table for número de papa**

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	196.936	49.2341		
Tratam	3	139.175	46.3916	4.99	0.0179
Error	12	111.662	9.3052		
Total	19	447.773			

Grand Mean 29.383 CV 10.38

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	52.9297	52.9297	9.91	0.0093
Remainder	11	58.7325	5.3393		

Relative Efficiency, RCB 1.84

**Means of papa for Tratam****Tratam Mean**

1	28.472
2	33.660
3	28.932
4	26.466

Observations per Mean 5  
 Standard Error of a Mean 1.3642

Std Error (Diff of 2 Means) 1.9293

### Randomized Complete Block AOV Table for peso

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	0.38883	0.09721		
Tratam	3	2.08470	0.69490	19.16	0.0001
Error	12	0.43533	0.03628		
Total	19	2.90886			

Grand Mean 1.4865 CV 12.81

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.05825	0.05825	1.70	0.2190
Remainder	11	0.37708	0.03428		

Relative Efficiency, RCB 1.31

### Means of peso for Tratam

Tratam	Mean
1	1.0320
2	1.9240
3	1.5920
4	1.3980

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 0.0852  
Std Error (Diff of 2 Means) 0.1205

### Randomized Complete Block AOV Table for pesohoja

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	3807	951.80		
Tratam	3	27663	9220.93	1.31	0.3152
Error	12	84186	7015.52		
Total	19	115656			

Grand Mean 251.76 CV 33.27

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	7879.9	7879.88	1.14	0.3093
Remainder	11	76306.3	6936.94		

Relative Efficiency, RCB 0.79

### Means of pesohoja for Tratam

Tratam	Mean
1	201.98
2	236.38
3	302.99
4	265.68

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 37.458  
Std Error (Diff of 2 Means) 52.974

### Randomized Complete Block AOV Table for pesoraiz

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	88.354	22.0884		
Tratam	3	91.725	30.5751	0.70	0.5718
Error	12	526.761	43.8968		
Total	19	706.840			

Grand Mean 25.027 CV 26.47

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	9.168	9.1676	0.19	0.6675
Remainder	11	517.594	47.0540		

Relative Efficiency, RCB 0.87

### Means of pesoraiz for Tratam

Tratam	Mean
1	26.064
2	21.508
3	25.320
4	27.218

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 2.9630  
Std Error (Diff of 2 Means) 4.1903

### Randomized Complete Block AOV Table for tallos

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	10.7500	2.68750		
Tratam	3	10.4455	3.48183	0.81	0.5104
Error	12	51.3220	4.27683		
Total	19	72.5175			

Grand Mean 6.1750 CV 33.49

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	4.1002	4.10019	0.96	0.3494
Remainder	11	47.2218	4.29289		

Relative Efficiency, RCB 0.89

### Means of tallos for Tratam

Tratam	Mean
1	5.7600
2	5.9800
3	7.4000
4	5.5600
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0.9249
Std Error (Diff of 2 Means)	1.3080

### Randomized Complete Block AOV Table for volhoja

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	16981	4245.2		
Tratam	3	43440	14480.1	1.88	0.1866
Error	12	92364	7697.0		
Total	19	152785			

Grand Mean 266.71 CV 32.89

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	10895.7	10895.7	1.47	0.2506
Remainder	11	81468.0	7406.2		

Relative Efficiency, RCB 0.88

### Means of volhoja for Tratam

Tratam	Mean
1	207.57
2	234.73
3	309.33
4	315.20

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 39.235  
Std Error (Diff of 2 Means) 55.487

### Randomized Complete Block AOV Table for volraiz

Source	DF	SS	MS	F	P
Repet	4	45.915	11.4787		
Tratam	3	111.429	37.1431	0.62	0.6163
Error	12	720.731	60.0609		
Total	19	878.075			

Grand Mean 23.005 CV 33.69

### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	3.249	3.2485	0.05	0.8275
Remainder	11	717.482	65.2256		

Relative Efficiency, RCB 0.80

### Means of volraiz for Tratam

Tratam	Mean
1	21.488
2	20.656
3	23.068
4	26.808

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 3.4659  
Std Error (Diff of 2 Means) 4.9015

## B. Prueba de medias según Tukey

Statistix 9.0

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Volpapas for Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
4	1618.7	A
2	1388.5	AB
3	1388.5	AB
1	918.4	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 172.08  
Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 510.99  
Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of brotes for Tratam

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
2	2.2020	A
1	1.8340	A
4	1.8340	A
3	1.8020	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.2322  
 Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 0.6894  
 Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of papa for Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
2	33.660	A
3	28.932	AB
1	28.472	AB
4	26.466	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.9293  
 Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 5.7288  
 Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of peso for Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
2	1.9240	A
3	1.5920	AB
4	1.3980	B
1	1.0320	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1205  
 Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 0.3577  
 Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of pesohoja for Tratam**

Tratam	Mean	Homogeneous Groups
3	302.99	A
4	265.68	A
2	236.38	A
1	201.98	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 52.974  
 Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 157.30  
 Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of pesoraiz for Tratam**



**Tratam Mean Homogeneous Groups**

4	27.218	A
1	26.064	A
3	25.320	A
2	21.508	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.1903  
Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 12.443  
Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of tallos for Tratam**

**Tratam Mean Homogeneous Groups**

3	7.4000	A
2	5.9800	A
1	5.7600	A
4	5.5600	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.3080  
Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 3.8839  
Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of volhoja for Tratam**

**Tratam Mean Homogeneous Groups**

4	315.20	A
3	309.33	A
2	234.73	A
1	207.57	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 55.487  
Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 164.76  
Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of volraiz for Tratam**

**Tratam Mean Homogeneous Groups**

4	26.808	A
3	23.068	A
1	21.488	A
2	20.656	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.9015  
Critical Q Value 4.199 Critical Value for Comparison 14.555  
Error term used: Repet\*Tratam, 12 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

### C. Resumen de los parámetros estadísticos

Statistix 9.0

#### Breakdown for Volpapas

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	918.40	151.08	667.67	1070.0
Tratam	2	1388.5	250.39	1148.0	1771.7
Tratam	3	1388.5	250.39	1148.0	1771.7
Tratam	4	1618.7	396.22	1183.7	2200.3
Overall		1328.5	364.10	667.67	2200.3

Cases Included 20 Missing Cases 0

#### Breakdown for brotes

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	1.8340	0.2641	1.5000	2.1700
Tratam	2	2.2020	0.3607	1.6700	2.6700
Tratam	3	1.8020	0.3430	1.5000	2.1700
Tratam	4	1.8340	0.4871	1.3300	2.5000
Overall		1.9180	0.3811	1.3300	2.6700

Cases Included 20 Missing Cases 0

#### Breakdown for papa

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	28.472	4.0950	24.000	34.670
Tratam	2	33.660	6.9791	26.300	44.330
Tratam	3	28.932	2.6811	25.330	31.330
Tratam	4	26.466	2.1178	24.000	29.670
Overall		29.383	4.8546	24.000	44.330

Cases Included 20 Missing Cases 0

#### Breakdown for peso

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	1.0320	0.1824	0.7200	1.1800
Tratam	2	1.9240	0.2284	1.5300	2.1000
Tratam	3	1.5920	0.3105	1.2100	1.9300
Tratam	4	1.3980	0.1555	1.2100	1.5900
Overall		1.4865	0.3913	0.7200	2.1000

Cases Included 20 Missing Cases 0

### Breakdown for pesohoja

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	201.98	25.685	166.46	235.30
Tratam	2	236.38	88.437	144.07	345.48
Tratam	3	302.99	98.801	173.54	408.15
Tratam	4	265.68	61.286	200.58	324.71
Overall		251.76	78.020	144.07	408.15

Cases Included 20 Missing Cases 0

### Breakdown for pesoraiz

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	26.064	7.0125	17.480	37.000
Tratam	2	21.508	4.6115	16.680	28.810
Tratam	3	25.320	8.7661	14.570	37.400
Tratam	4	27.218	2.5481	23.750	30.340
Overall		25.027	6.0994	14.570	37.400

Cases Included 20 Missing Cases 0

### Breakdown for tallos

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	5.7600	1.4724	4.7000	8.2000
Tratam	2	5.9800	2.3080	4.1000	9.1000
Tratam	3	7.4000	2.5573	4.9000	10.100
Tratam	4	5.5600	1.2178	4.2000	7.4000
Overall		6.1750	1.9536	4.1000	10.100

Cases Included 20 Missing Cases 0

### Breakdown for volhoja

Variable	Level	Mean	SD	Minimum	Maximum
Tratam	1	207.57	33.946	170.83	254.50
Tratam	2	234.73	90.794	120.00	352.80
Tratam	3	309.33	94.133	188.46	427.89
Tratam	4	315.20	95.285	186.63	421.13
Overall		266.71	89.673	120.00	427.89

Cases Included 20 Missing Cases 0

### Breakdown for volraiz

<b>Variable</b>	<b>Level</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Tratam	1	21.488	5.9906	15.380	31.110
Tratam	2	20.656	8.7041	12.290	34.620
Tratam	3	23.068	8.5894	13.850	35.330
Tratam	4	26.808	2.4971	23.080	29.130
Overall		23.005	6.7981	12.290	35.330

Cases Included 20 Missing Cases 0