



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, CATEGORÍA BÁSICA,
PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA, EN EL CANTÓN
BOLÍVAR, CARCHI.”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Solano Gaón Eduardo Antonio

DIRECTOR:

MSc. Marcelo Albuja.

Ibarra, 06 de Marzo del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TEMA: “EVALUACIÓN DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, CATEGORÍA BÁSICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA, EN EL CANTÓN BOLÍVAR, CARCHI.”

AUTOR: SOLANO GAÓN EDUARDO ANTONIO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO: Msc. Marcelo Albuja

COMITÉ LECTOR: MSc. Franklin Sánchez
MSc. Lucía Toromoreno
MSc. Gabriel Chimbo

AÑO: Marzo 2018.

LUGAR DE INVESTIGACION: La presente investigación fue realizada en el sector de Monjas, parroquia Bolívar, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

Ibarra - Ecuador 2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: SOLANO GAON

NOMBRE: EDUARDO ANTONIO

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 040176125-9

FECHA DE NACIMIENTO: 31 DE AGOSTO DE 1992

ESTADO CIVIL: SOLTERO

DIRECCION: BOLIVAR – CARCHI, Av. LUIS A. MANTILLA Y GRIJALVA

TELEFONO: 09 8653 9958

E-MAIL: edusg.47@gmail.com

FECHA: 06 de Marzo del 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

GUIA: FICAYA UTN

Fecha: 06 de marzo del 2018

SOLANO GAÓN EDUARDO ANTONIO

“EVALUACIÓN DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, CATEGORÍA BÁSICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA, EN EL CANTÓN BOLÍVAR, CARCHI.”

TRABAJO DE GRADO

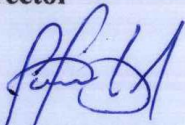
Ingeniería en Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Agropecuaria, Ibarra, 06 de marzo del 2018

DIRECTOR: MSc. Marcelo Albuja

El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro densidades de siembra de mini tubérculos semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola categoría básica en la producción de semilla registrada.

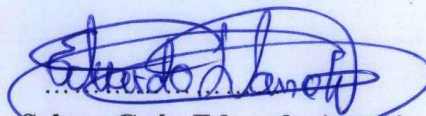
Ibarra, 06 de Marzo del 2018

Director



.....
MSc/ Marcelo Albuja.

Autor



.....
Solano Gaón Eduardo Antonio

1. Resumen

La semilla es uno de los rubros de mayor relevancia dentro de un sistema de producción agrícola. El objetivo del presente trabajo es evaluar cuatro densidades de siembra de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola categoría básica para la producción de semilla registrada. Para ello se plantearon seis tratamientos con densidades de T1: 30 x 110; T2: 40 x 110; T3: 30 x 120; T4: 40 x 120; T5: 60 x 100 y T6: 25 x 100 centímetros, en las que se midieron las variables de días a la emergencia, altura de planta, número de tallos por planta, días a la cosecha, número de tubérculos, rendimiento, clasificación por categorías y un análisis económico. En la fase experimental se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Los datos obtenidos se analizaron en el programa de análisis estadístico Infostat 2017. Los resultados indicaron que la emergencia fue a los 21-23 días; el promedio de altura de planta a los 30, 60 y 90 días fue de 20,32, 52,51 y 74,51 cm respectivamente. El mayor número de tallos por planta se obtuvo con el tratamiento T5 con un valor de 7,08 tallos/planta. Días a la cosecha 172 días. En las variables rendimiento y número de tubérculos, se obtuvieron mayor producción con el tratamiento T2 alcanzando valores de 29,30 tubérculos y 3,19 kilogramos por planta. La clasificación de los tubérculos se realizó considerando su peso, de tal manera se obtuvieron cuatro categorías: pequeña, mediana, grande y gruesa. Los valores mayores para cada una de ellas, se obtuvieron con el tratamiento T6 (10,66 tubérculos), tratamiento T4 (7,66 tubérculos), tratamiento T2 (7,54 tubérculos) y tratamiento T2 (4,84 tubérculos) respectivamente. El análisis económico indicó que el tratamiento T6 obtenía la mayor utilidad bruta con un valor de 31.351,00 dólares.

2. Abstract

Seed is one of the items with more relevance within agricultural production system. The present work aims to evaluate four sown densities of potato seeds (*Solanum tuberosum* L.) Superchola basic category for registered seed production. In order to achieve this, six treatments were T1: 30 x 110; T2: 40 x 110; T3: 30 x 120; T4: 40 x 120; T5: 60 x 100 y T6: 25 x 100 centimeters, in which the variables emergence days, plant height, number of stems per plant, days to harvest, number of

tubers, production, classification by categories, and economic analysis were measured. In the experimental phase a completely randomized blocked design was used. The obtained data were analyzed in the statistical analysis program Infostat 2.017. The results showed that the emergence was produced from 21 to 23 days, the plant height at the 30, 60 and 90 days were 20,32, 52,51 and 74,51 cm respectively. The largest number of stems per plant was obtained with the treatment T5 7,08. At 172 days after sowing; the greatest number of tuber per plant and yield were obtained by the treatment T2 with values of 29,30 tuber and 3,19 kg/plant respectively. A classification was done according to the tubers weight being the categories small, medium, big and wide. The highest values were obtained by T6 (10,66 tubers), T4 (7,66 tubers), T2 (7,54 tubers) and T2 (4,84 tubers) respectively. The economic analysis showed that the highest profit (31.351,00 usd) was obtained by treatment T6. The seed yield was 1011,3 kg/plant where the weights of 60% of the yield oscillated between 40 to 80 grams.

3. Introducción

La papa es un tubérculo originario de América del Sur, dicho producto es de primera necesidad en la alimentación de personas y animales, además, ocupa el cuarto puesto de alimentos a nivel mundial. En Ecuador 0,4% del suelo agrícola es usado para la producción de papa, con un área cosechada de 43.605 hectáreas y un rendimiento de 16,3 toneladas por hectáreas (FAO, 2013). Las principales provincias del Ecuador productoras de papa son Carchi, Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi y Cañar. La provincia del Carchi es la zona más productora de papa con un 32% de producción nacional y su rendimiento promedio es de 27,50 t/ha (Monteros, 2016).

La papa representa el 7,4 % del Producto Interno Bruto Agrícola (PIB) de Ecuador, el empleo que genera es relevante ya que utiliza mano de obra en forma intensiva (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010). Se estima que el cultivo se realiza en 45.000 unidades productivas; alrededor de 225.000 personas dependen directamente de este tubérculo y alrededor de 150.000 personas están involucradas indirectamente en el desarrollo de éste rubro, en términos globales el 7,4% de la población económicamente activa del país, tiene a la papa como su principal medio de ingreso (Reinoso, 2013).

La producción de papa ha decaído ya que la mayoría de productores no siembra semilla de

calidad, sino que usan la papa de tercera o tubérculos-semilla que ya tienen varios ciclos vegetativos de siembra; así baja los rendimientos de productividad 1:10 a 1:3, consecuencia de ello es la pérdida de calidad del tubérculo-semilla y las bajas producciones de cultivo de papa (Ezeta, 2001). Los productores no utilizan semilla de calidad entre otras razones por desconocimiento, falta de recursos o falta de productores de semilla en la zona (Montesdeoca, 2005). Esta problemática ha despertado el interés por mejorar la calidad de semilla, como alternativa para el incremento del rendimiento. Crissman (1990), manifiesta que, la producción de tubérculos-semilla de buena calidad inicia con la obtención de plantas in-vitro, en laboratorios libres de plagas, enseguida se transporta a un invernadero donde se producen los mini tubérculos de categoría pre básica, los cuales se siembra en campo para producir la semilla de categoría básica, que es usada para producir semilla registrada y partir de ésta se obtiene la semilla certificada.

4. Objetivos

General

Evaluar cuatro densidades de siembra de mini tubérculos semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola categoría básica en la producción de semilla registrada.

Específico

Determinar cuál es la mejor densidad de siembra para la producción de semilla de papa registrada.

Identificar el rendimiento de semilla de papa, "categoría registrada" a partir de semilla básica aeropónica.

Realizar un análisis económico del mejor tratamiento para establecer los beneficios de la variedad Superchola.

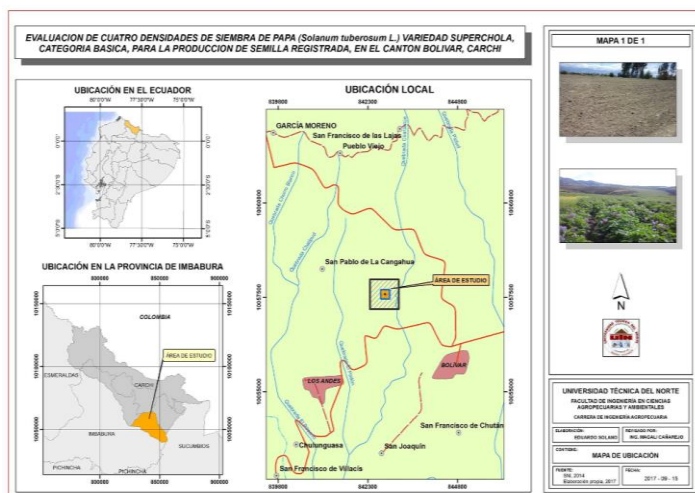
5. Hipótesis

Ho: La densidad de siembra no incrementa la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola, categoría registrada.

Ha: Al menos una densidad de siembra incrementa la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola, categoría registrada.

6. Metodología

El ensayo se realizó en el sector de Monjas, parroquia Bolívar perteneciente al cantón Bolívar provincia del Carchi, a una altitud de 2.503 msnm, temperatura promedio de 18°C y una precipitación de 805 mm/año. El tubérculo semilla utilizado fue de categoría básica con un peso promedio de 50 g.



Fuente: Argis, 2017

Figura 1: Ubicación geográfica del ensayo

Los tratamientos utilizados para el estudio de las densidades de siembra fueron seis T1: 30 x 110; T2: 40 x 110; T3: 30 x 120; T4: 40 x 120; T5: 60 x 100 y T6: 25 x 100 centímetros. Donde se empleó el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA). El tamaño de la parcela fue de 5m x 5m largo por ancho respectivamente. Donde los dos surcos centrales fueron la parcela neta.

Las variables en estudio fueron: días a la emergencia, altura de planta, número de tallos por planta, días a la cosecha, número de tubérculos, rendimiento por planta, clasificación por categorías y análisis económico

Las labores de rascadillo, medio aporque y aporque se las realizó a los 20, 50 y 80 días respectivamente. El riego se lo realizó alternando cada 15 días, método de riego por gravedad y aspersión.

Los datos obtenidos fueron evaluados en el programa estadístico Infostat versión 2017 para la interpretación de sus datos.

7.- Resultados y discusiones

Tabla 1. Análisis de varianza de las variables en estudio

| VARIABLES | GL | F cal | P | CV % |
|------------------------------|----|-----------|-------|-------|
| Días a la Emergencia | 17 | 2,03 n.s. | 0,07 | 19,30 |
| Altura de planta | 17 | 5,41 * | <0,01 | 48,28 |
| Número de tallos | 17 | 4,31 n.s. | <0,01 | 12,07 |
| Número de tubérculos | 17 | 6,64 * | <0,01 | 29,89 |
| Rendimiento total por planta | 17 | 13,15 * | <0,01 | 53,71 |
| Clasificación de tubérculos | 17 | 4,28 * | <0,01 | 50,33 |

GL: Grados de libertad; F cal: Medida de precisión de un test; p: nivel de significancia; CV: Coeficiente de variación

7.1 Días a la emergencia

En la Tabla 8, se identificó diferencia significativa entre los tratamientos. Donde el tratamiento T1 reportó un valor superior al resto de tratamientos con un promedio de 23 días de emergencia, mientras que el tratamiento T4 presentó un valor inferior al resto de tratamientos con un promedio de 21 días de emergencia.

Sifuentes (2009), la emergencia del tubérculo de papa variedad superchola es de 15 a 20 días después de sembrar en campo; en ésta investigación, los valores obtenidos fueron entre los 20 y 23 días, valores superiores a lo reportado por este autor, está diferencia probablemente tuvo relación con la altitud de 2.503 en la que se ubicó el lote, ya que el tubérculo-semilla sufre desordenes fisiológicos internos, cuando es sometido a diferentes condiciones de temperatura o presión atmosférica, de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar. Como consecuencia, la respiración y los procesos metabólicos involucrados con la emergencia del tubérculo-semilla, presentan diferentes formas de cambios o pérdidas en los momentos de días a la emergencia (CIP, 2008; Lucero, 2001; Torres et al., 2011).

Pinango (2016), menciona que a una altura de 3.047 msnm obtuvo una emergencia del 50% del cultivo a los 18 días. Mientras que Chimborazo, (2010) y Garzón, (2014), señalan que la emergencia del tubérculo-semilla categoría básica es a los 37 días a una altitud de 2.835 msnm. El presente experimento estuvo ubicado a 2.503 msnm en la que reportó un promedio de 21 días; esta diferencia de días a la emergencia pudo darse por las condiciones antes mencionadas.

7.2 Altura de planta

En esta variable se observó diferencias significativas (Tabla 8). El tratamiento T3 reportó un valor superior al resto de tratamientos con un valor de 51,82 cm de altura y fue estadísticamente diferente al tratamiento T2, mientras que el tratamiento T2 presentó el menor valor con un promedio de 46,85 cm de altura.

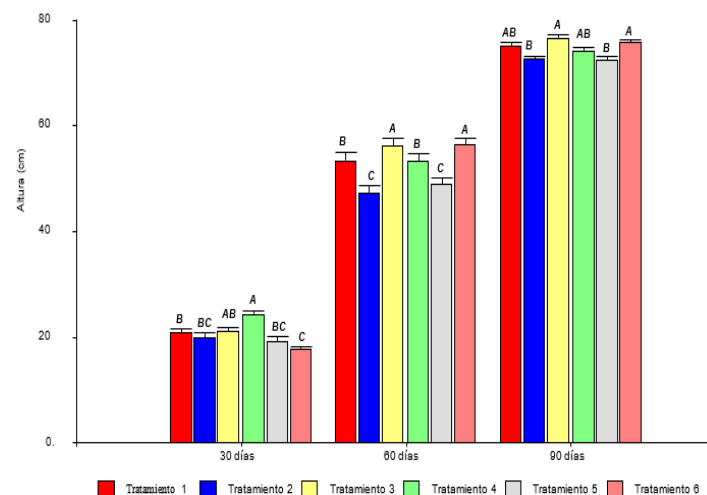


Figura 1. Valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días.

A los 30, 60 y 90 días existieron diferencias estadísticas. Donde a los 30 días, el tratamiento T4 reportó un valor superior al resto de tratamientos, con una altura de 24 cm, mientras que el tratamiento T6 obtuvo la menor altura con un valor de 18 cm. De igual forma a los 60 días se observó diferencias estadísticas, donde las alturas de los tratamientos T6 y T3 fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos con un valor de 56,73 y 56,36 cm de altura respectivamente y el tratamiento T2 obtuvo la menor altura con 47,20 cm. De igual forma a los 90 días se observó que el tratamiento T3 tuvo una altura de 76,79 cm estadísticamente superior, mientras el tratamiento T5 obtuvo la menor altura con 72,61 cm con respecto a los demás tratamientos. Cevallos (2013), reporta una altura promedio de planta de 23,48, 60,08 y 109,50 cm a los 30, 60 y 90 días respectivamente, cuyos valores son superiores a los promedios obtenidos en este experimento.

La diferencia entre altura de plantas a los 30 días puede tener relación, con la capa de suelo depositada fue mayor que en otras, prolongando el tiempo de emergencia ya que la siembra se la realizó de forma manual. Según Lindao (1991), se debe tratar de que la capa del suelo depositada sobre la semilla no sea mayor de 15 centímetros. Sánchez (2003), concuerda que al tapar la semilla con gran cantidad de capa de suelo puede causar

un estrés, prolongando la emergencia del tubérculo y la reanudación del mismo puede causar un desarrollo desuniforme de las plantas. Mientras a los 60 días las plantas se desarrollaron fisiológicamente y compitieron entre sí para obtener mayor cantidad de luz. De igual forma a los 90 días, los tratamientos que tuvieron menor distancia fueron los que obtuvieron mayor altura.

Pinango (2016), manifiesta en su investigación realizada en el cantón Cayambe a 3.047 msnm que alcanzó un promedio 78 cm de altura con semilla básica de superchola; en esta investigación se alcanzó un promedio de 74,51 cm con la misma categoría de semilla. Dicho autor realizó la investigación con densidades similares donde obtuvo mayor altura con la distancia de siembra de 40 cm entre planta con una altura de 79 cm y menor altura de 76 cm con una distancia de 30 cm entre planta; en esta investigación el tratamiento con menor altura fue el tratamiento T5 con un valor de 72,16 cm de altura, cuyos valores de siembra a 30 cm entre planta son similares al estudio realizado.

La variación de alturas se puede dar por factores edafoclimáticos observados en los lugares de siembra y por la procedencia de la semilla en estudio. Tonato y Ortega (2015), mencionan que la variable altura de plantas, tiene una relación directa con el rendimiento, debido a que a mayor altura el cultivo obtendrá un mayor rendimiento, es decir la altura de la planta es directamente proporcional al rendimiento, sin embargo, hay que también considerar que una sobre fertilización hará que los nutrientes se lleven en gran cantidad el follaje y obtengan una gran altura.

7.3 Número de tallos

Se observa diferencias estadísticas entre tratamientos, el tratamiento T5 presentó el mayor número de tallos con 7,08 tallos/planta, mientras que el tratamiento T6 obtuvo un valor de 6,44 tallos/planta, presentando el menor número de tallos con respecto a los demás tratamientos.

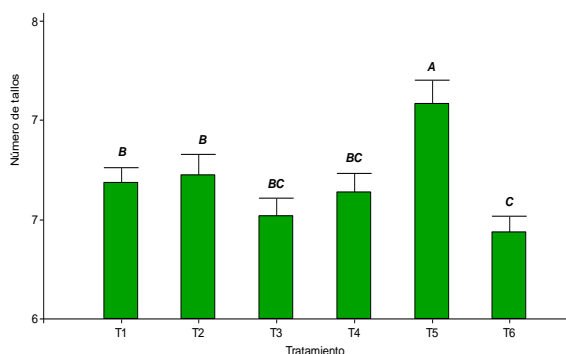


Figura 2. Número de tallos de plantas por tratamiento

Se observa que el tratamiento T5 obtuvo mayor número de tallos/planta, esto probablemente ocurrió por tener la menor densidad de siembra entre planta, por tal motivo tuvo mejor desarrollo foliar. Peña (2000), menciona que la densidad de un cultivo se ha expresado como el número de plantas por área, pero cada planta de un tubérculo consiste en un número de tallos, es decir, cada tallo se comporta como una planta individual. Por lo tanto, la densidad de tallos afecta el rendimiento del cultivo, ya que este es determinado por el número y tamaño de tubérculos; de tal manera, que al tener menor densidad de tallos se obtiene un número grande de tubérculos por tallo pero se disminuye el número de tubérculos por área; al aumentar la densidad de tallos disminuye el número de tubérculos por tallo pero aumenta el número de tubérculos por área.

El número de tallos por planta pueden variar según, la semilla, variedad, número de brotes y métodos de siembra, en promedio se reporta entre 3 a 6 tallos/planta (Oyarzún et al., 2001; Bolaños, 2015; Monar et al., 2004). Pinango (2016), revela que al utilizar semilla certificada versus semilla convencional, obtuvo un promedio de 6,38 y 3,83 tallos por planta respectivamente. Es decir, que el uso de semilla de buena calidad incide en la producción de tallos por planta. Con base en esto, la presente investigación obtuvo un promedio de 6,68 tallos por planta considerado una buena producción de tallos para esta variedad en esta zona.

7.4 Días a la cosecha

En el presente ensayo la etapa fisiológica de madurez llegó a los 172 días, se cosecharon los tubérculos de papa variedad superchola. Según INIAP, (2006), esta variedad alcanza su madurez a los 190 días, en zonas mayores a 2.800 msnm; el ensayo se realizó a una altura de 2.503 msnm, probablemente la diferencia en altitud tuvo relación sobre la maduración temprana de la planta en este ensayo.

Un factor importante en la maduración del cultivo de papa es la altura sobre el nivel del mar, ya que, a mayor altura la maduración es tardía, y a menor altura la maduración es pronta esto es debido a las condiciones climáticas del lugar (INIAP, 2006). El ensayo se lo realizó en una zona de clima templado y el autor antes mencionado reporta que este cultivo se desarrolla de mejor manera en clima templado-frío.

Montesdeoca, (2015) y Casa et al., (2005), obtuvieron valores de días a la senescencia entre los 155 y 175; lo que coincide con la presente

investigación en la cual los tratamientos obtuvieron sus días de senescencia a los 172 días. Rubio (2015), menciona que el periodo de senescencia de la variedad superchola a 3.250 msnm es a los 169 días, esto corrobora con lo dicho por Garzón (2014), quién manifiesta que el proceso de senescencia tiene lugar entre los 155 y 183 días, esto depende de la altitud y de las características del lugar donde se realizó el cultivo, donde se encontró una gran similitud con el ensayo realizado.

7.5 Número de tubérculos por planta

Se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para esta variable. El tratamiento T2 presentó el mayor número de tubérculos, con 29,42 tubérculos/planta, mientras que el tratamiento T1 obtuvo un valor de 23,32 tubérculos/planta, que fue el tratamiento con menor tubérculos/planta.

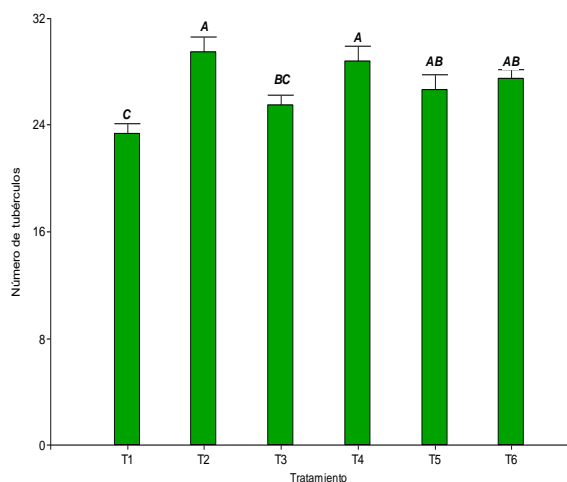


Figura 3. Promedio de número de tubérculos por planta.

Rubio (2015), menciona que el número de tubérculos de la papa variedad superchola es de 20 a 25 tubérculos por planta. En esta investigación se obtuvo un promedio de 27 tubérculos/planta, valor superior a lo reportado por el autor, está diferencia puede atribuirse por la calidad de semilla utilizada. Estrada (s.f.), menciona que el número de tubérculos esta genéticamente determinado en cada variedad, con un promedio de 20 a 25 tubérculos por planta.

Realpe (2010), señala que obtuvo una producción de 24,48 tubérculos/planta, en el cantón San Pedro de Huaca a 2.950 msnm en las condiciones aptas para esta variedad, las cuales son: temperatura entre 13 y 18°C, altura entre 2.750 y 2.950 msnm y 600 a 700 mm de precipitación. En la investigación realizada se obtuvo una mayor

producción de tubérculos, esto se daría por la utilización de semilla básica ya que éste tubérculo aún no se encuentra degenerado y tiene las características de calidad, por tal motivo la producción en promedio fue mayor con respecto a lo mencionado por los anteriores autores

7.6 Rendimiento total por planta

Se evidenció diferencias significativas al ($p < 0,05$) entre los tratamientos en estudio, el tratamiento T2 reportó un valor superior al resto de tratamientos con 3,19 kg/planta, mientras el tratamiento T1 presentó el menor rendimiento con un valor de 1,76 kg/planta, el promedio general fue de 2,38 kilogramos/planta.

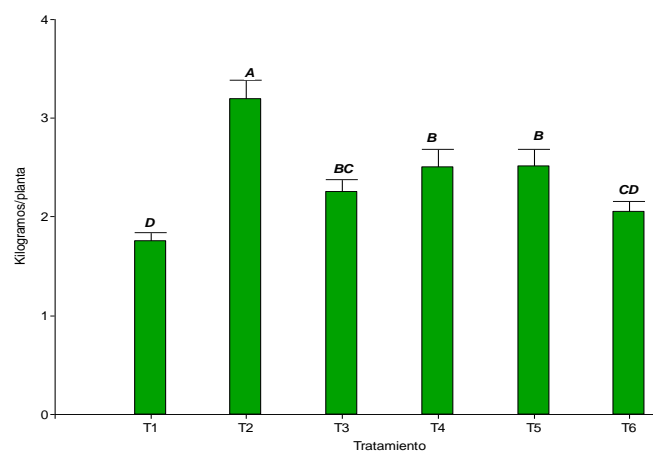


Figura 4. Rendimiento por planta de cada tratamiento.

Realpe (2010), reporta un rendimiento de 1,24 kg/planta, cuyo valor es inferior a lo obtenido en este estudio, lo cual corrobora lo dicho por Montesdeoca, (2010), la calidad de semilla de papa determinará el éxito o fracaso de la actividad productiva, donde propiciara un bajo o alto potencial de rendimiento.

Tabla 10 Rendimiento de tratamientos en kilogramos por: Planta, parcela neta y hectárea.

| Tratamiento | Rendimiento | | | |
|-----------------------|-------------|-----------------|-------------|------------|
| | kg/planta | kg/parcela neta | kg/hectárea | t/hectárea |
| T1 | 1,76 | 52,80 | 47.058 | 47,05 |
| T2 | 3,19 | 70,18 | 61.346 | 61,34 |
| T3 | 2,25 | 67,50 | 55.147 | 55,14 |
| T4 | 2,50 | 55,00 | 44.070 | 44,07 |
| T5 Testigo Agricultor | 2,51 | 30,12 | 31.375 | 31,37 |
| T6 Testigo INIAP | 2,05 | 73,80 | 73.800 | 73,80 |

En un estudio realizado por Cuaspud (2014), en la parroquia de Santa Martha de Cuba, Carchi a 2.895 msnm se obtuvo un promedio de 54.000 kg/ha promedio que es superada por el

tratamiento T2, T3 y T6 con un promedio de 61.346, 55.147 y 73.800 kg/ha respectivamente, el resto de tratamientos son inferiores a lo mencionado por el anterior autor. Por otro lado, Manrique (2014), menciona que el rendimiento del tubérculo de papa depende de la variedad y de factores relacionados al manejo agronómico controlado por el hombre (calidad de la semilla, fertilización, fito sanidad, riego y momento de cosecha), en el respectivo ensayo se utilizó semilla de categoría básica, se realizó análisis de suelo para la fertilización, se visitó frecuentemente el ensayo para prevenir la contaminación de plagas y enfermedades, se efectuó todas las labores culturales a tiempo y con cuidado. Además, factores climáticos los cuales el hombre no puede controlar (heladas, estiajes, lluvias excesivas, calor, etc.), cuando se efectuó el ensayo no hubo presencia de lluvias ni heladas, por tal razón el cultivo no tuvo problemas, consecuencia a ello es la producción obtenida en todos los tratamientos.

7.7 Clasificación de tubérculos

La clasificación de tubérculos se la realizó de acuerdo a lo establecido por Montesdeoca (2005), donde identifica a las categorías: gruesa, grande, mediana y pequeña para la comercialización del producto. En el análisis de resultados (Tabla 8), se localizó diferencia estadísticas al ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos y categorías de esta variable de clasificación.

En esta variable, se obtuvo los siguientes promedios para cada categoría de clasificación de tubérculos por planta: 4,08, 6,78, 6,83 y 9,38 tubérculos de las categorías gruesa, grande, mediana y pequeña respectivamente.

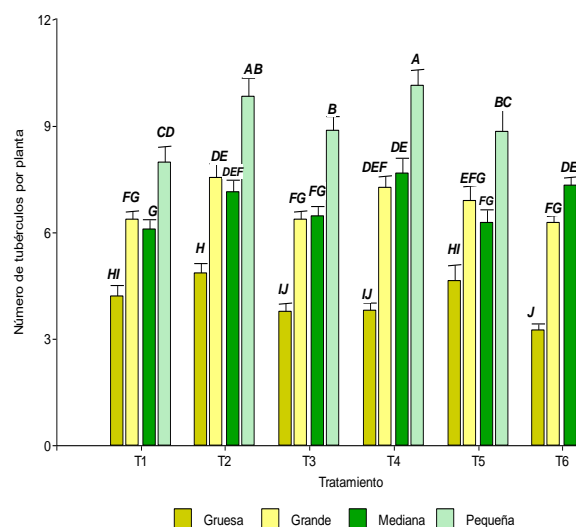


Figura 5. Clasificación de tubérculos de papa según sus categorías

Se observa al agrupamiento por categorías de tubérculos por cada tratamiento; en el que la categoría pequeña se mostró en mayor número de tubérculos que el resto de categorías. En la categoría de tubérculos pequeños se encontró diferencias estadísticas, el tratamiento T6 presentó un promedio de 10,66 tubérculos/planta, valor superior al resto de tratamientos, mientras el tratamiento T1 mostró el menor valor con 7,98 tubérculos/planta en esta categoría, esta diferencia se pudo dar por las diferentes distancias en estudio ya que a menor distancia de siembra el tubérculo no puede engrosar por el poco espacio entre planta. La categoría de tubérculos medianos presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, donde el tratamiento T4 presentó 7,66 tubérculos/planta ubicándose con el mayor número de tubérculos, sin embargo el tratamiento T1 reportó 6,10 tubérculos/planta, fue el tratamiento con menor producción en esta categoría.

En la categoría de tubérculos grandes existió diferencias entre los tratamientos, donde el tratamiento T2 con 7,54 tubérculos/planta presentó mayor cantidad de tubérculos, mientras el tratamiento T6 reportó 6,30 tubérculos/planta, donde fue el tratamiento con menor producción. De la misma manera en la categoría gruesa existieron diferencias, en el cual el tratamiento T2 con 4,84 obtuvo la mayor cantidad de tubérculos/planta y el tratamiento T6 con 3,25 presentó el menor número de tubérculos/planta. Por lo antes mencionado se puede verificar que los tratamientos que menor distancia tuvieron en este ensayo, son los que produjeron mayor cantidad de tubérculos pequeños. Sin embargo los tratamientos en estudio con mayores distancias fueron los que obtuvieron mayor producción de tubérculos en su mayoría tubérculos de categoría grande y gruesa.

El INIAP (2011), menciona que el tubérculo semilla, debe ser de tamaño mediano (50-60 g) para obtener una buena germinación y emergencia de los tubérculos de la variedad Superchola. En la respectiva investigación se obtuvo la mayor cantidad de tubérculos pequeños (40-60 g) en todos los tratamientos en estudio, con un porcentaje promedio de producción de 34,70%. Montesdeoca (2005), indica que los tubérculos entre 40 y 100 g son ideales para semilla. Sin embargo Torres et al. (2011), revela que los tubérculos pequeños tienen más yemas por unidad de peso y por ello producen más tallos, mientras que los tallos de los tubérculos-semilla grandes crecen más rápido y poseen mayor capacidad de rebrote, lo que es ventajoso si las condiciones al momento de siembra son adversas. En este ensayo se obtuvo mayor

producción de tubérculos de categoría pequeña y mediana. Estas categorías según los autores antes mencionados son las ideales para semilla, además, que al comprar estos tubérculos se obtienen mayor cantidad por kilogramo y es de gran beneficio para el productor.

7.8 Análisis económico

Para el análisis económico, se utilizaron los datos de rendimiento promedio de campo, expresado y transformado en kilogramos por hectárea; de igual manera, todos los costos de egresos e ingresos fueron transformados y expresados en dólares/hectárea. Los egresos fueron: costo de arriendo de terreno, análisis de suelo, preparación de suelo, fertilización, mano de obra en las diferentes labores culturales, costo del tubérculo semilla (0,45 usd/kg), aplicaciones químicas y cosecha (2 dólares/ 45 kilogramos); se utilizó el 10% de imprevistos.

Al rendimiento de producción se le ajustó al 10%, debido a la manipulación y al daño por cosecha. Para el total de ingresos se obtuvo del producto del rendimiento ajustado de cada categoría; categoría pequeña y mediana a 0,85 usd/kg; categoría grande y gruesa a 0,25usd/kg. Para la utilidad bruta se calculó los ingresos menos los egresos, para obtener el beneficio bruto.

| Tratamientos | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 Testigo Agricultor | T6 Testigo Iniap |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|---------------------|
| Costos fijos (usd) | 1.485 | 1.485 | 1.485 | 1.485 | 1.485 | 1.485 |
| Mano de obra (usd) | 1.725 | 1.620 | 1.725 | 1.620 | 1.845 | 2.115 |
| Semilla (usd) | 681 | 511 | 625 | 468 | 375 | 900 |
| Aplicaciones químicas (usd) | 880 | 880 | 880 | 880 | 880 | 880 |
| Cosecha (usd) | 1.822,32 | 2.453,84 | 2.205,88 | 1.762,80 | 1.255,00 | 2.952,00 |
| Total Gastos (usd) | 6.653,32 | 6.949,84 | 6.920,88 | 6.215,80 | 5.840,00 | 8.332,00 |
| Imprevistos 10% (usd) | 665,33 | 694,98 | 692,09 | 621,58 | 584,00 | 833,20 |
| Costo de producción (usd) | 7318,65 | 7.644,82 | 7.612,97 | 6.837,38 | 6.424,00 | 9.165,20 |
| Rendimiento (kg/ha) | 47.058 | 61.346 | 55.147 | 44.070 | 31.375 | 73.800 |
| Rendimiento ajustado 10% (kg/ha) | 42.352,20 | 55.211,40 | 49.632,30 | 39.663 | 28.237,50 | 66.420 |
| Categoría pequeña y mediana (kg/ha) | 25.411,32 | 33.126,84 | 29.779,38 | 23.797,80 | 16.942,50 | 39.852 |
| Costo (0,85 usd/kg) | 21.599,62 | 28.157,81 | 25.312,47 | 20.228,13 | 14.401,13 | 33.874,20 |
| Categoría grande y gruesa (kg/ha) | 16.940,88 | 22.084,56 | 19.852,92 | 15.865,20 | 11.295 | 26.568 |
| Costo (0,25 usd/kg) | 4.235,22 | 5.521,14 | 4.963,23 | 3.966,30 | 2.823,75 | 6.642,00 |
| Total Ingresos (usd) | 25.834,84 | 33.678,95 | 30.275,70 | 24.194,43 | 17.224,88 | 40.516,20 |
| Utilidad bruta (usd) | 18.516,19 | 26.034,13 | 22.662,73 | 17.357,05 | 10.800,88 | 31.351,00 |

Se muestra que el tratamiento T6 (Testigo INIAP) fue el que presentó mayor utilidad neta con 31.351 dólares, seguido del tratamiento T2

con una utilidad de 26.034,13 dólares. Por lo cual, a menor densidad de siembra de tubérculos, mayor número de plantas por ende mayor producción por área.

8. Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones

Considerando parámetros de calidad como peso entre 40 y 80 gramos y diámetro de 4,5 a 6,5 centímetros, se acepta la hipótesis alternativa. La densidad de siembra si aumentó la producción de semilla de papa variedad superchola categoría registrada

El tratamiento T6 (25 x 100 cm) testigo INIAP presentó la mejor densidad de siembra, obteniéndose 40.000 plantas por hectárea, 6,44 tallos/planta y un rendimiento de 66.420 kg/ha.

Los mejores rendimientos son obtenidos con los tratamientos T6 (testigo INIAP) y T2 con producciones de 39.852 y 33.126,84 kg/ha respectivamente. Y 65,55 y 58,95 % de rendimiento en semilla de calidad registrada.

El mayor beneficio económico se obtuvo con los tratamientos T6 y T2 con utilidades netas de 31.351,00 y 26.034,13 dólares respectivamente. No obstante, el tratamiento con menor costo de producción fue el tratamiento T5 con un costo de 6.424,00 dólares.

8.2 Recomendaciones

Realizar ensayos con las densidades de siembra estudiadas en diferentes variedades, para determinar si la producción se da por la variedad, categoría o manejo agronómico.

Verificar la producción con las mismas densidades en la producción de semilla certificada.

Para la producción de papa, utilizar tubérculos-semilla que cumplan con las características fisiológicas, físicas y genéticas de la variedad. Además realizar capacitaciones del uso de semilla para evidenciar los beneficios que tiene sembrar semilla de buena calidad y evidenciar con ensayos.

Probar estas densidades y variedad en diferentes pisos climáticos.

Realizar ensayos con variedades propias de la zona o semilla común, con la densidad de siembra 40 x 110 cm.

Trabajar con los tratamientos T6 (25 x100 cm), T2 (40 x 110) y T4 (40 x 120) para la producción de semilla categoría registrada.

Realizar un análisis del perfil del suelo antes de la siembra.

Bibliografía

- Bolaños, A. (2015). *Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Canarejo, M. (2010). *Evaluación agro económica de cuatro categorías de tubérculo – semilla de papa (Solanum tuberosum L.) con pequeños agricultores*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador
- Casa, P., Tenorio, F., y Cuesta, X. (2005). Evaluación Agronómica y resistencia al tizón tardío de doce clones primosorios de la papa. Simposio llevado a cabo en el II congreso nacional de la papa, Quito, Ecuador.
- Cevallos, M. (2013). *Comportamiento agronómico de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad superchola con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el Cantón Latacunga*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Chavez, E. (2014). *Evaluación de la densidad y profundidad de siembra en la producción de semilla certificada de papa (Solanum tuberosum L.) Var. INIAP-FRIPAPA, CONPAPA, ESPOCH*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Chimborazo, A. (2010). *Cultivo de la Papa*. (Tesis de pregrado) Obtenido : <https://www.slideshare.net/Jgomezagronomy/papa-2822891>
- Crissman, C. (1990). Comparing aspects of seed potato program in Ecuador, Kenya and the Philippines. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BD9125474>
- Cuaspad, O. (2014). *Respuesta a la aplicación de extracto de Stevia (Stevia rebaudiana) en el rendimiento productivo de dos variedades de papa en el sector de Santa Martha de Cuba, Provincia del Carchi*. (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador.
- Devaux, A., Ordinola, A., Hibon, A., & Flores, R. (2010). Diagnostico y elementos para una vision estrategica (Bolivia, Ecuador, Perú). *Centro Internacional de la Papa (CIP)* Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/005363.pdf>
- Domínguez, M. (2015). *Evaluación de la calidad de dos categorías de semilla (Prebásica y Seleccionada) con fertilización química y organomineral en la variedad de papa superchola (Solanum tuberosum L.) Pintag, Pichincha*. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Egúsquiza, R. (2000). La papa: Producción, transformación y comercialización. *Centro Internacional de la papa (CIP)*. Recuperado de https://books.google.es/books?id=6ciGbBX0uFwC&pg=PA1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepag&q&f=false
- Estrada, N. (s.f.). Taxonomía, Genética y Mejoramiento de la Papa. *Manual sobre manejo de germoplasma de la Papa*, pag 3-39.
- Ezeta, F. (2001). Producción de semilla de papa en latinoamerica. *Revista Latinoamericana de la Papa*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5512130.pdf>
- Flores, R. (2013). Producción de papa apta para la siembra en campo a partir de minitubérculos. *Manual de manejo de minitubérculos*.
- Flores, R., Naranjo, H., Gálarraga, J., Sánchez, M., y Viteri, S. (2012). Fortalecimiento de la innovación agrícola pro pobre para la seguridad alimentaria en la región andina-IssAndes. *Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=RBW5BwAAQBAJ>
- García, G. (2008). Ventajas de semilla de calidad. *Semilla de papa de calidad*. Recuperado de

- <http://www.semillacertificada.org/revisa/volumenes/semilla.htm>
- Garzón, C. (2014). *Efecto de cuatro categorías de semilla en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.) variedad superchola*. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Hidalgo, Ó. (2008). Conceptos básicos sobre la producción de semilla de papa y de sus instituciones. *Centro Internacional de la Papa*. Recuperado de: <http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/semilla5-1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2012). *Estadística de productos agropecuarios*. Obtenido de www.inec.gob.ec.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2006). *Ficha Técnica de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad Superchola*. Obtenido de <http://www.agroscopio.com/ec/aviso/papa-superchola/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2011). *Manual del cultivo de Papa para la Sierra Sur*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur.pdf>
- Leyva, H. (2012). *Evaluación de efecto del tipo de sustrato y nutrición en la aclimatación de vitroplantas de tres variedades de papa*. (Tesis de Posgrado). Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13053/H%C3%A9ctor%20Alejandro%20Leyva%20Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1>
- Lindao, V. (1991). El manejo del cultivo de papa. En V. Lindao, *Fundagro Fundación para el desarrollo agropecuario* (págs. 10-11). Guamote Ecuador.
- Lucero, H. (2011). Manual del cultivo de Papa para la Sierra Sur. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur.pdf>
- Malagamba, P. (1999). *Fisiología y manejo de tubérculos-semilla de papa. Manual de Capacitación en Producción de Tubérculos-semilla de Papa*. Recuperado de <http://cipotato.org/library/pdfdocs/55072.pdf>
- Manrique, K. (2014). Las deficiencias en post-cosecha en la cade productor-consumidor de la papa en el Perú. *Papa Andina Centro Internacional de la Papa*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/23531756/Las-deficiencias-en-poscosecha-en-la-cadenaproduccion-consumidor-de-la-papa-en-el-Peru>
- Manzilla, M., y Arribillaga, D. (2013). Antecedentes técnicos para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*), en la región de Aysén. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA*. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39137.pdf>
- Markis, A. (1999). *Efecto del tamaño del minitubérculo de papa (Solanum tuberosum L.) de segunda generación, var. Atlantic, en el rendimiento de minitubérculos de tercera generación bajo microtúneles*. (Tesis de posgrado) Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/7343/1/1020126729.PDF>
- Méndez, P. (2016). *Producción de Papa Semilla*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Ministerio de Agricultura, Chile: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40395.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2013). *El cultivo de la papa en el Ecuador y planes de mejora*. Obtenido de http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/carol_chehab.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2016). *Rendimiento de papa en el Ecuador primer ciclo 2016*. Recuperado http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa2016.pdf
- Monar, C., Silva, D., Velasco, I., & Guambuete, I. (2004). *Evaluación Agronómica de cuatro clones promisorios y tres variedades de papa*

- (*Solanum Tuberosum L.*) con investigación participativa en cuatro localidades de la provincia Bolívar. (Tesis de Pregrado) Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre). *SINAGAP*. Recuperado de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf
- Montesdeoca, F. (2005). Guía para la producción, comercialización y uso de la semilla de papa de calidad. *Proyecto Fortipapa* Recuperado de https://nfxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Guia_produccion_uso_semilla.pdf
- Montesdeoca, F., Benítez, J., y Paula, N. (2001). Producción de semilla de papa de categorías Prebásica, Básica y Registrada. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP*, 26.
- Montesdeoca, F., Narváez, G., Mora, E., y Benítez, J. (2006). Manual de Control de Calidad (CIC) en tubérculo-semilla de papa. *Centro Internacional de la Papa*. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/CIC.pdf>
- Muñoz, F., & Cruz, L. (1984). Manual del cultivo de papa. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*, 10.
- Nichols, M. (2009). Aeroponía y Papas red Hidroponica. *Institute of Natural Resources Massey University Nueva Zelanda*, 43.
- Ñústez, C. (2011). *Estudio de Variedades de Papa (Solanum tuberosum L.)*. (Tesis pregrado). Universidad de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002). Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. *Manual Agropecuario*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DO2003101076>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Datos preliminares correspondiente al año 2011*. Obtenido de faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor.
- Oyarzún, P., León, D., y Forbes, A. (2001). Prospección e importancia de patógenos de suelo en papas en el Ecuador. IV Simposio Internacional del Desarrollo Sustentable en los Andes. Caracas, Venezuela.
- Peña, L. (2000). Fisiología y Manejo de tubérculos-semilla de papa. *Manual de Fisiología y manejo de tubérculos*. Recuperado <https://es.scribd.com/document/20232642/Fisiologia-y-manejo-de-tuberculos-semilla-de-papa>
- Pérez, W., y Forbes, G. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en zona andina. *Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/05/005754.pdf>
- Pinango, L. (2016). *Efecto de diferentes densidades de siembra y orígenes de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) en la tasa de extracción de tubérculo-semilla*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Recuperado de nfxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf
- Pumisacho, M., y Velásquez, J. (2009). Manual del Cultivo de Papa para pequeños productores. *Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/840>
- Realpe, E. (2010). *Evaluación de la eficiencia de funguicida protectantes y sistémicos para el control de tizón tardío (Phytophthora infestans) en el cultivo de papa en San Pedro de Huaca Provincia del Carchi*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Reinoso, I. (2013). Curso de Aeroponía para la producción de minitubérculos de papa. *El rubro de la papa en el Ecuador*, 30.
- Roldán, P. (2017). Economipedia. *Revista de Economía*. Recuperado de <http://economipedia.com/definiciones/utalidad-neta.html>
- Rubio, C. (2015). *Evaluación de la Producción de Tubérculos Semilla en cuatro variedades de papa (Solanum tuberosum L.)*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Sánchez, C. (2003). Cultivo y Comercialización de la Papa. En C. Sánchez. Lima: Ripalme.
- Sandaña, P. (2016). Densidad de la Plantación para producción de consumo. *Manual Interactivo de la Papa (INIA)* Recuperado <http://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=232>
- Saquina, S. (2012). *Producción de tubérculo-semilla de papa (Solanum tuberosum L.) categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- (SEACAM). (2008). Proyecto de producción de semilla de calidad con tecnologías limpias usando la metodología de investigación participativa para el mejoramiento sostenible de la productividad del cultivo de papa en la subcuenca del río San Pedro, Cantón Mejía, Provincia de. *Proyecto de Semilla de Papa del Cantón Mejía*, 15. Recuperado de: www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2483/1/T-UCE-0004-63.pdf
- Sifuentes, E., Macías, J., Cortez, E., y Apodaca, M. (2009). Predicción de la fenología de la papa (principios y aplicaciones prácticas). *Folleto Técnico de papa*. Recuperado de: www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_attachments&task=download&id=57
- Tonato, J. P., y Ortega, C. A. (2015). *Identificación de las prioridades de fertilización en papa (Solanum tuberosum L.), variedad superchola, en tres localidades de Chimborazo*. (Tesis de pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Torres, L., Montesdeoca, F., y Andrade-Piedra, J. (2011). Manejo del tubérculo semilla. *Centro Internacional de la Papa*. Recuperado de <https://cipotato.org/es/sin-categorizar/manejo-del-tuberculo-semilla/>
- Valverde, F., Córdova, J., y Parra, R. (1998). Fertilización del cultivo de la papa. *Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Recuperado de <https://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-fertilizacion-en-el-cultivo-de-papa/>
- Velásquez, J. (2006). Producción de tubérculo-semilla de papa en la estación experimental "Santa Catalina" del INIAP y su relación con el sector semillero nacional. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/CIC.pdf>