



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA 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

“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 pregrado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

MSc. Marcelo Albuja

DIRECTOR

FIRMA

MSc. Franklin Sánchez

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

MSc. Lucía Toromoreno

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

MSc. Gabriel Chimbo

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

2. AUTORIZACIÓN DE USO FAVORABLE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Solano Gaón Eduardo Antonio, con cédula de identidad Nro. 040176125-9, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

EL AUTOR



Firma

Solano Gaón Eduardo Antonio

CI: 040176125-9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

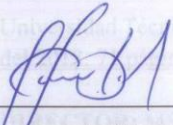
DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	040176125-9
Apellidos y nombres:	Solano Gaón Eduardo Antonio
Dirección:	Bolívar, Av. Luis A. Mantilla y Grijalva
Email:	edusg.47@gmail.com
Teléfono	09 8653 9958

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“EVALUACIÓN DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, CATEGORÍA BÁSICA, PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA, EN EL CANTÓN BOLÍVAR, CARCHI.”
Autor	Solano Gaón Eduardo Antonio
Fecha	Marzo 2018
Solo para trabajos de grado	
Programa	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Agropecuario

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Solano Gaón Eduardo Antonio, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 06 días del mes de Marzo del 2018



MSc. Marcelo Albuja

DIRECTOR DE TESIS

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar cuatro densidades de siembra de papa tuberosa y semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Superchola categoría básica en la producción de semilla registrada.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 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 acropónica y Realizar un análisis económico del mejor tratamiento para establecer los beneficios de la variedad Superchola.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de Marzo del 2018



Firma

Solano Gaón Eduardo Antonio

Guía: 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 titulación.

Universidad Técnica Del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, 06 de Marzo del 2018. 71 páginas.

DIRECTOR: MSc. Marcelo Albuja

El objetivo principal de la presente 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.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 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 y Realizar un análisis económico del mejor tratamiento para establecer los beneficios de la variedad Superchola.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincera gratitud con la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por abrirme sus puertas y permitirme culminar mi formación estudiantil, sobre todo por hacerme sentir parte de esta gran familia universitaria.

Mi reconocimiento a todos mis profesores quienes supieron guiarme y brindarme sus conocimientos, para mi formación académica; en especial a MSc. Carlos Cazco, MSc. Magali Cañarejo y MSc. Marcelo Albuja, por su incondicional ayuda durante todo el trabajo de investigación; de igual manera a todos mis asesores por su gran apoyo y consejos.

De igual manera un infinito agradecimiento a mis Padres Luis (+) y Hermencia quienes siempre me guiaron por tan maravillosa carrera. A mis hermanos quienes siempre me apoyaron para seguir adelante y ser una persona de bien. Además, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros que durante este trayecto de vida universitaria, hicieron que fuera una experiencia única e inolvidable; los llevo en mi corazón. Muchas gracias a todos.

Eduardo Solano

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis Padres Luis y Hermencia, quienes con su esfuerzo e infinito amor supieron guiarme y brindarme todo su apoyo durante esta etapa de vida, de igual manera a todos mis hermanos es especial a Nilo; quienes siempre estuvieron al pendiente de mí con sus consejos y enseñanzas. A todos mis seres queridos, sobre todo mis sobrinos y amigos que son lo más hermoso que Dios me ha regalado, quienes me dieron la fuerza para seguir adelante y cumplir mis metas propuestas.

Eduardo Solano

INDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE ANEXOS	III
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I	3
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Problema.....	5
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Hipótesis.....	7
MARCO TEÓRICO II.....	8
2.1 Importancia de la papa	8
2.2 Producción de semilla de papa en Ecuador.....	8
2.3 Producción de semilla de papa.....	9
Semilla Pre-básica	9
Semilla Básica	10
Semilla Registrada.....	10
Semilla Certificada	10
Semilla Común	10
2.4 Categoría de semilla de papa.....	10
2.5 Desarrollo fisiológico del tubérculo semilla de papa.....	11
2.5.1 Reposo o Dormancia	11
2.5.2 Dominancia apical	11
2.5.3 Brotación múltiple	12
2.5.4 Senescencia.....	12
2.6 Densidad de siembra	12
2.6.1 Densidades utilizadas en la producción de semilla var. Superchola	13
2.7 Tamaño del tubérculo-semilla.....	13
2.8 Mini-tubérculo.....	13
2.9 Profundidad de la siembra.....	14
2.10 Variedad Superchola	14
2.10.1 Características de la variedad Superchola	14
2.11 Requerimientos del cultivo.....	15

2.11.1	Temperatura.....	15
2.11.2	Necesidades de Agua.....	15
2.11.3	Selección y preparación del terreno.....	16
2.11.4	Siembra y tape	16
2.11.5	Controles fitosanitarios.....	16
2.11.6	Fertilización	16
2.11.7	Medio Aporque.....	17
2.11.8	Aporque	17
2.11.9	Cosecha.....	17
CAPÍTULO III.....		18
3. METODOLOGÍA.....		18
3.1	Caracterización del área de estudio.....	18
3.1.1	Ubicación geográfica y política.....	18
3.2	Materiales y Equipos	19
3.2.1	Materiales e Insumos	19
3.2.2	Herramientas y Equipos.....	19
3.3	Métodos.....	20
3.3.1	Tratamientos	20
3.3.2	Diseño Experimental	20
3.3.3	Características de la unidad experimental	20
3.3.4	Densidad y número de plantas por tratamiento	21
3.4	Variables en estudio.....	21
3.4.1	Días a la emergencia.....	21
3.4.2	Altura de planta	22
3.4.3	Número de tallos por planta.....	22
3.4.4	Días a la cosecha.....	22
3.4.5	Número de tubérculos por planta.....	22
3.4.6	Rendimiento total por planta	22
3.4.7	Clasificación de tubérculos por categorías	22
3.4.8	Análisis económico.....	23
3.5	Manejo específico del ensayo	23
3.5.1	Selección del lote.....	23
3.5.2	Análisis de suelo	23
3.5.3	Preparación del suelo y formación de surcos	23
3.5.4	Fertilización	24
3.5.5	Selección de tubérculos-semilla	24
3.5.6	Siembra.....	24
3.5.7	Rascadillo	24
3.5.8	Medio Aporque.....	25
3.5.9	Aporque	25

3.5.10 Control fitosanitario y fertilización foliar.....	25
3.5.11 Riego.....	25
3.5.12 Cosecha.....	25
3.5.13 Clasificación.....	26
3.5.14 Almacenamiento.....	26
CAPÍTULO IV.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Días a la emergencia.....	27
4.2 Altura de la planta.....	28
4.3 Número de tallos.....	30
4.4 Días a la cosecha.....	31
4.5 Número de tubérculos por planta.....	32
4.6 Rendimiento total por planta.....	33
4.7 Clasificación de tubérculos.....	34
4.8 Análisis económico.....	37
CAPÍTULO V.....	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1 CONCLUSIONES.....	39
5.2 RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica del ensayo, evaluación de cuatro densidades de siembra.	18
<i>Figura 2.</i> Valores de promedios de altura de plantas.	28
<i>Figura 3.</i> Valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días.	29
<i>Figura 4.</i> Número de tallos de plantas por tratamiento.	30
<i>Figura 5.</i> Promedio de número de tubérculos por planta.	32
<i>Figura 6.</i> Rendimiento por planta de cada tratamiento.	33
<i>Figura 7.</i> Clasificación de tubérculos de papa según sus categorías.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de semilla de papa según sus rangos de calidad.	11
Tabla 2. Clasificación de los tubérculos según el peso en gramos y longitud en centímetros.	13
Tabla 3. Características agronómicas de la variedad Superchola.	15
Tabla 4. Ubicación Geográfica, política y condiciones edáficas del lote de ensayo.	18
Tabla 5. Tratamientos evaluados con sus respectivas densidades de siembra y peso de tubérculos en estudio.	20
Tabla 6. Características experimentales de las parcelas evaluadas.	21
Tabla 7. Densidades de parcela, número de plantas por parcela y parcela neta.	21
Tabla 8. Análisis de varianza de las variables en estudio.	27
Tabla 9. Valores promedios, niveles de significancia y rangos de la variable días a la emergencia, altura de planta y número de tallos.	27
Tabla 10. Rendimiento de tratamientos en kilogramos por: Planta, parcela neta y hectárea.	34
Tabla 11. Número de tubérculos de papa según sus categorías de clasificación.	36
Tabla 12. Porcentajes de producción según sus categorías de clasificación.	37
Tabla 13. Análisis económico de papa por hectárea para los diferentes tratamientos en estudio.	38
Tabla 14. Cantidad de fertilizante usado por surco de cada tratamiento en estudio.	48
Tabla 15. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de papa.	52
Tabla 16. Costos fijos por hectárea.	53
Tabla 17. Densidad por planta y número de tubérculos por hectárea.	53
Tabla 18. Mano de obra para los tratamientos en estudio.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico del suelo para evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.	47
Anexo 2. Cálculo de fertilizante para evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.	48
Anexo 3. Ficha de controles químicos en la evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.	49
Anexo 4. Selección del lote para siembra de tubérculos.....	51
Anexo 5. Análisis de suelo para corregir la fertilidad.	51
Anexo 6. Formación de surcos para la siembra de tubérculos.....	51
Anexo 7. Fertilización edáfica para la siembra.....	51
Anexo 8. Medidas para la siembra de papa.....	51
Anexo 9. Siembra de los tubérculos papa.....	51
Anexo 10. Floración del cultivo de papa.....	51
Anexo 11. Cosecha de los tubérculos semilla.....	51

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/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 indico que el tratamiento T6 obtenía la mayor utilidad bruta con un valor de 31.351,00 dólares/ha.

Palabras claves: categoría, emergencia, experimental, rendimientos, clasificación.

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 emergency 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 emergency 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 stem/plant. 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/ha) was obtained by treatment T6. The seed yield was 1011,3 kg/plant.

Keywords: category, emergency, experimental, yields, classification.

CAPÍTULO I

1. 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 debido a que la mayoría de productores no siembra un material vegetativo de calidad, sino que al contrario usan la papa de tercera o tubérculos que ya tienen varios ciclos vegetativos de siembra. De esta manera se reduce los rendimientos de 1:10 a 1:3, consecuencia de ello es la pérdida de calidad y bajas producciones de cultivo de papa (Ezeta, 2001). Los productores no utilizan semilla de calidad, entre otras razones por la falta de recursos o falta de semilleros 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, 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 tubérculos de categoría básica, que es usada para producir semilla registrada y partir de ésta se obtiene la semilla certificada.

1.1 Antecedentes

El déficit de semilla de calidad, es el factor más importante en la producción de papa, ya que la semilla es uno de los elementos más significativos en la producción agrícola. Una semilla de buena calidad aumenta la producción y optimiza el uso de insumos, debido a una mayor uniformidad de emergencia y vigor de las plantas; el tubérculo-semilla debe poseer buenas características genéticas, fisiológicas, físicas y sanitarias para su reproducción (Velásquez, 2006). La papa se propaga de dos formas, de semilla (usualmente llamada semilla verdadera) y de tubérculos (llamada semilla tubérculo); la semilla verdadera ha sido usada por siglos en los Andes, pero se encontró que la semilla verdadera fue difícil de manejar y raramente produjo igual cantidad y calidad de cultivos que aquellos producidos por semilla tubérculo; en el Ecuador los métodos de producción de semilla son cultivo in vitro, aeropónico, hidropónico y semi-hidropónico (Montesdeoca, 2005).

El cultivo de papa es normalmente propagado vegetativamente, forma de multiplicación que permite mantener las características de la variedad, pero corre el riesgo de acumular y transferir patógenos de una generación a otra; al ocurrir esto se deteriora el potencial de rendimiento de las plantas (Nichols, 2009). El rendimiento depende de la variedad, manejo y densidad de siembra, ya que a menor densidad mayor número de tubérculos sembrados. Montesdeoca (2005), menciona que usar semilla de buena calidad se obtiene 30% más de producción frente a una semilla que no fue tratada o seleccionada.

Otro factor que influye en la producción de semilla son las distancias de siembra. Muñoz y Cruz (1984), sostienen que las distancias de sembrado varían en función de factores como la topografía del terreno, propósito de siembra y la variedad. En general, las distancias dependerán de la cantidad de semilla que se necesite y el tamaño de tubérculos que en lo posterior se cosecharán, el número de plantas por hectárea también se determina por la distancia de siembra. En los métodos de multiplicación de papa, se necesita incrementar el número de tubérculos por planta o por unidad de superficie, la tasa de multiplicación en cada proceso de producción es de importancia para la obtención de grandes volúmenes de tubérculo-semilla, de tal forma que el costo de producción se reduzca y a la vez se produzcan tubérculos-semilla, de acuerdo al interés de los semilleristas o productores (Montesdeoca, 2005).

1.2 Problema

Los bajos niveles de producciones del cultivo de papa, es la mayor dificultad que tiene el agricultor, las principales causas son: la mala calidad de semilla, manejo agronómico inadecuado, exceso o deficiencia de fertilizantes y compuestos químicos. Además, a las causas mencionadas, la utilización por varios ciclos vegetativos de la misma línea genética para la siembra, donde se desconoce si los tubérculos aún tienen la calidad fisiológica, física y genética para ser altamente productivos. Igualmente una gran parte de productores intercambian o compran tubérculos-semilla sin conocer su procedencia; de tal manera que, adquieren un material potencialmente contaminado, fisiológicamente maduro o hasta genéticamente diferente a la propia variedad de tubérculo-semilla.

Una semilla de baja calidad está expuesta al ataque de organismos patógenos como hongos, bacterias y organismos; éstas son las principales causas de degeneración de la semilla y consecuencia a ello es la susceptibilidad a plagas, enfermedades y bajos rendimientos, lo que conlleva a un aumento de costos de producción y bajas ganancias para el agricultor (Montesdeoca, Narváez, Mora, & Benítez, 2006).

En Ecuador existen productores y asociaciones que se dedican a multiplicar tubérculos-semilla de categorías básica y registrada (INIAP, 2006). Para la mayoría de agricultores, el desconocimiento de las distancias de siembra implica riesgos económicos, fitosanitarias, genéticos y de calidad. Adicionalmente, la densidad de siembra es un factor esencial en los sistemas de producción de papa, ya que se desconoce la distancia adecuada para producir tubérculos-semilla de categoría registrada proveniente de un sistema aeropónico.

1.3 Justificación

La semilla es el insumo más importante en la producción del cultivo de papa, la falta de material vegetativo de calidad es uno de los factores limitantes al momento de incrementar los rendimientos (Hidalgo, 2008). El sistema de producción que tienen la mayoría de agricultores prevalece, mismo que es la utilización de los tubérculos cosechados. En el país existe un alto índice de falta de tubérculos-semilla de calidad especialmente para los pequeños productores, esto se da por la falta de recursos económicos y desconocimiento de los lugares de venta, además, es un factor esencial la falta de capacitaciones para mejorar la calidad y rendimiento de este cultivo (Montesdeoca, 2005). En Ecuador, existen organizaciones que se dedican a la producción de este rubro y para los cuales sería de gran beneficio conocer, cuál es la mejor densidad de siembra para la producción de semilla de papa.

El tubérculo-semilla en mayor medida determina el éxito o fracaso de la actividad productiva (Montesdeoca, 2006). Lo que se busca es multiplicar un material de calidad. Por esta razón se quiere conocer el comportamiento, desarrollo y rendimiento de esta variedad proveniente de un sistema aeropónico; de igual manera, es necesario comprobar la densidad más apropiada para la producción de tubérculos-semilla, donde implique menor costo de producción y mejores rendimientos; por ende mayores ganancias económicas. El propósito de esta investigación es la obtención de semilla de categoría registrada, verificar cual es la densidad de siembra con mejores rendimientos, mayor cantidad de tubérculos de buena calidad, que posteriormente sirva para seguir la réplica de este cultivo.

La Universidad Técnica del Norte mediante el proyecto de investigación de producción de semilla de papa bajo un sistema aeropónico, implementó el método de reproducción de semilla papa, por cuanto es un trabajo de seguimiento a los mini tubérculos semilla obtenidos del sistema aeropónico. El estudio se lo realizó en la categoría básica mediante el sistema de siembra convencional, que tuvo la finalidad de realizar el proceso para obtener semilla de categoría registrada, se respetó los protocolos establecidos para la obtención de tubérculo semilla de buena calidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo 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.

1.4.2 Objetivos específicos

- 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.

1.5 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.

MARCO TEÓRICO II

2.1 Importancia de la papa

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia económica y nutricional a nivel mundial, ocupa el cuarto lugar en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz (Devaux et al., 2010). Según Monteros (2016), la papa en Ecuador se cultiva en 12 provincias, donde se encontró un promedio de rendimiento de 16,13 t/ha de la variedad Superchola; una de las provincias que supero este promedio fue Carchi con 27,3 t/ha y la de menor producción fue Cotopaxi con 12,8 t/ha, las demás provincias se encuentran entre estas con valores intermedios.

En Ecuador, la papa se cultiva desde los 2.700 hasta los 3.400 msnm, en una superficie de 49,719 hectáreas (Pumisacho & Sherwood, 2002). Según MAGAP (2016), en la región Sierra del Ecuador se obtuvo una producción anual de 397.521 toneladas y rendimiento de 16,49 t/ha. Es un cultivo de alto costo y alto valor comercial, que se sustenta en gran medida en la aplicación de insumos químicos especialmente pesticidas para el combate del gusano blanco y la enfermedad lancha, que ocasionan pérdidas significativas en el rendimiento de este cultivo (Pumisacho & Sherwood, 2002; Méndez, 2016).

2.2 Producción de semilla de papa en Ecuador

En el país, la producción de semilla de papa ha estado controlada principalmente por entidades de gobierno como Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP), las cuales no han logrado cubrir la demanda de semilla a los pequeños, medianos y grandes agricultores, además han considerado a este proceso, como un servicio subsidiado implícitamente por el estado a los agricultores (SEPACAM, 2008).

En Ecuador, no existen estadísticas oficiales acerca de la producción de semilla de papa a nivel nacional. Existen ciertos datos oficiales referidos al tema, que no proporcionan la cantidad total de tubérculo-semilla de papa, porque la gran mayoría de material vegetativo que se utiliza es propio, sin existir registros de ningún tipo acerca de esta producción. Lo cual demuestra que el marco normativo, definido en la Ley de Semillas especialmente, en la práctica no se cumple (Flores, Naranjo, Gálarraga, Sánchez, & Viteri, 2012).

2.3 Producción de semilla de papa

Semilla se llama al tubérculo de papa que presenta las condiciones genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para producir plantas que reproducirán las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado (Montesdeoca, 2005). Según Ezeta (2001), los productores califican la calidad de semilla de mala o buena según un conjunto de criterios, a los cuales atribuyen diversos grados de importancia, de acuerdo a la experiencia y necesidades particulares.

El estado adecuado para sembrar el tubérculo es cuando todos las yemas tienen el respectivo brote; en muchos casos basta con desarrollar brotes cortos (0,2 - 0,5 cm), sin embargo, si las condiciones de suelo al momento de la siembra son desfavorables es importante desarrollar brotes más largos (1,5 - 2,5 cm) (Peña, 2000). El tubérculo es uno de los principales componentes en la producción del cultivo de papa, es posible mejorar la producción mediante el buen manejo de nuevas técnicas de multiplicación y de otros componentes tales como el riego, la fertilización, el control fitosanitario, entre otros, pero si la semilla no es de buena calidad, los rendimientos pueden verse afectados (Montesdeoca, 2005).

Montesdeoca, Benítez, y Paula (2001), manifiestan que las categorías de tubérculos-semillas de papa que están definidas en la Codificación de la Ley y Reglamento de Semillas del Ecuador de 1979, son:

- Semilla Pre-básica
- Semilla Básica
- Semilla Registrada
- Semilla Certificada
- Semilla Común

Semilla Pre-básica

Son tubérculos que provienen de plántulas producidas in vitro, que han pasado por un proceso de limpieza por métodos meristemáticos y termo-terapéuticos, que han satisfecho las tolerancias establecidas por el control de calidad y se produce dentro de un ambiente protegido (Montesdeoca et al., 2001).

Semilla Básica

Es la semilla que se produce multiplicando semilla pre-básica siguiendo métodos que garanticen su alto grado de identidad genética y pureza varietal (Montesdeoca et al., 2001).

Semilla Registrada

Es la semilla que proviene de la multiplicación de los tubérculos-semilla de categoría básica. Esta es la semilla que se vende a los agricultores en especial a los promotores de semilla (Montesdeoca et al., 2001).

Semilla Certificada

Es la semilla que proviene de la multiplicación de los tubérculos-semilla de categoría registrada (Montesdeoca et al., 2001).

Semilla Común

Corresponde a especies cosechadas por el productor, que son seleccionadas según su criterio y experiencia, no se encuentran registradas y sirven de reserva para semilla (Montesdeoca et al., 2001).

2.4 Categoría de semilla de papa

La semilla de papa, se la categorizado para establecer rangos, ya que esta con el pasar del tiempo y uso se degenera, es decir, cada vez que se siembra una semilla, la generación siguiente será de categoría inferior debido a la degradación de la calidad y el mal manejo que le dan a la misma (Leyva, 2012). En la Tabla 1 se observa la categorización antes mencionada para los tubérculos-semilla de papa.

Tabla 1. Categoría de semilla de papa según sus rangos de calidad.

CATEGORÍA	DEFINICIÓN
Pre básica I	Plántulas o micro-tubérculos producidos in vitro, en laboratorio, bajo condiciones asépticas.
Pre básica II	Progenie de material pre nuclear producida en un medio ambiente protegido en sustrato y diagnosticada libre de plagas y enfermedades.
Básica	Primera generación en campo.
Registrada	Proviene de la básica, conserva alto grado de identidad genética.
Certificada	Desciende de la registrada y cumple con normas de certificación.

Fuente: Leyva, (2012).

2.5 Desarrollo fisiológico del tubérculo semilla de papa

Durante el desarrollo fisiológico, el tubérculo atraviesa diferentes estados que van desde la dormancia hasta la senectud.

2.5.1 Reposo o Dormancia

Se refiere al tiempo en que las yemas de los tubérculos se encuentran sin actividad, razón por la cual no es recomendable realizar la siembra durante este período, ya que se alargaría el tiempo de emergencia en campo y las plantas no tendrían una uniformidad (Egúsquiza, 2000). Según Peña (2000), existen varios factores que afectan dicho estado del tubérculo los cuales son: La variedad, condiciones de crecimiento, temperatura de almacenamiento, daños mecánicos del tubérculo, madurez del tubérculo y tamaño del tubérculo.

2.5.2 Dominancia apical

Al final del periodo de reposo, las yemas del tubérculo empiezan a crecer y a formar brotes con frecuencia, la yema apical empieza a brotar primero, es el comienzo del estado de dominancia apical. Al sembrar tubérculos-semillas con dominancia apical, a menudo da lugar a plantas con un solo tallo lo cual origina rendimientos bajos. La duración de la dominancia apical es afectada por el manejo del almacenamiento y por el desbrotamiento (Malagamba, 1999).

2.5.3 Brotación múltiple

La duración del estado de brotamiento múltiple, se puede extender por varios meses según la variedad, en especial los tubérculos-semilla que son almacenados a bajas temperaturas y los tubérculos que se almacenan bajo luz difusa, bajo éstas condiciones se generan tubérculos-semilla ideales para la siembra, ya que producen múltiples brotes cortos y fuertes, por lo que aduce que este estado es el óptimo para realizar la siembra, ya que originan plantas con varios tallos (Peña, 2000).

2.5.4 Senescencia

Al término de la etapa de brotamiento múltiple, el tubérculo ha envejecido, lo que significa que posee brotes con excesiva ramificación y en algunos casos posee mini tubérculos que parten de los brotes, para éste tiempo ya no es aconsejable desbrotar, debido que el tubérculo pudo haber perdido su capacidad de rebrotamiento o puede solo formar brotes débiles. En esta etapa no es aconsejable realizar la siembra (Manzilla & Arribillaga, 2013).

2.6. Densidad de siembra

Es un factor esencial en la producción del tubérculo ya que determina la producción de semilla y la cantidad de tubérculos-semilla sembrados por hectárea, esto va a depender del propósito del cultivo (Sandaña, 2016). En forma tradicional, la densidad de un cultivo se ha expresado como número de tubérculos por unidad de área (Chávez, 2014). Ya que según la densidad se desarrolla los tubérculos, la planta y se conocerá la tasa de multiplicación (Ezeta, 2001). Los distanciamientos que se empleen determinarán la cantidad de semilla necesaria. El mayor número de tallos por planta o por metro cuadrado se obtiene de la siembra de semillas a distancias más cortas y al utilizar semillas con brotes múltiples. La distancia de siembra depende de la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Las variedades mejoradas requieren de distancias más cortas entre surcos a diferencia de las variedades criollas; la producción que se destina a semilla, se usa distancias menores entre golpe para evitar el engrosamiento excesivo de los tubérculos y la producción que se destinada al consumo se utiliza distancias mayores entre golpe (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.6.1 Densidades utilizadas en la producción de semilla var. Superchola

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011), las distancias utilizadas son de 1,10 cm y 1,20 cm entre surco y de 0,30 cm a 0,40 cm entre planta para la var. Superchola. En la producción de semilla se recomienda distancias de 1 m entre surcos y 0,25 m entre plantas, principalmente para la var. Superchola (Montesdeoca, 2005).

2.7 Tamaño del tubérculo-semilla

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2011) y Montesdeoca, (2005), mencionan que el tubérculo semilla, debe ser de tamaño mediano entre 4,5 y 5,5 cm de diámetro y de 50 a 60 gramos de peso para obtener una buena germinación y emergencia de plantas en la variedad Superchola. Las calidades fisiológicas de los tubérculos para semilla procedentes de campo deben estar sanos (libre de virus, otras enfermedades fungosas y bacterianas) de acuerdo con la categoría que corresponda, con brotaciones múltiples y de buena turgencia del tubérculo (Flores, 2013).

En la Tabla 2 se observa las categorías de clasificación de tuberculo-semilla de papa, según su peso en gramos y su longitud de diámetro en centímetros.

Tabla 2. Clasificación de los tubérculos según el peso en gramos y longitud en centímetros.

Denominación	Peso (g)	Longitud de Diámetro (cm)
Gruesa	101 a 120	7,0 a 8,0
Grande	81 a 100	6,0 a 6,9
Mediana	61 a 80	5,0 a 5,9
Pequeña	40 a 60	4,0 a 4,9

Fuente: Montesdeoca, (2005).

2.8 Mini-tubérculo

Son producidos a partir de material micro propagativo (in vitro) de papa que crece en un medio libre de plagas, en una instalación bajo condiciones protegidas especificadas (FAO, 2013). A este material se denomina semilla pre-básica, se siembran en campos aislados y descansados, producidas bajo la responsabilidad del creador de la empresa dueña de la variedad y que cumpla con las normas establecidas (Torres, Montesdeoca, & Andrade-Piedra, 2011).

El mini-tubérculo con un 100% de sanidad pasa al campo y si se lleva a cabo un buen manejo fitosanitario, se volverá a tener tubérculo semilla con una total sanidad en la categoría básica, lo que permitirá sembrarla de nuevo para volver a multiplicarla y cosechar la categoría de registrada y en siembras sucesivas obtener las categorías R1, R11, R111 y certificada con los niveles de fitosanidad establecidos (Markis, 1999).

2.9. Profundidad de la siembra

La profundidad de siembra es de 15 a 20 cm, sin embargo, depende del lugar y el clima. En lugares húmedos fríos se recomienda sembrar inicialmente a menor profundidad, de 5 a 7 cm; posteriormente subir tierra en el rascadillo, en el deshierbe dar la forma definitiva al surco y dejar a las plantas a una profundidad adecuada (15 a 20 cm) (Flores, 2013).

2.10. Variedad Superchola

Según (INIAP, 2006), esta variedad fue generada por el señor Germán Bastidas Vaca, agricultor del cantón Montúfar, Carchi. Proviene de los cruzamientos realizados con las variedades (Curipamba negra x *Solanum demissum*) dando origen a la Curicana (papa roja, en forma de plancha, con ojos blancos), posteriormente la cruza Curicana x *Solanum phureja* dio un híbrido, este híbrido se cruza con Chola; de esta descendencia se seleccionó a los tres mejores genotipos (clones) que tuvieron características parecidas a Chola, estos tres clones se recombinaron entre sí, el mejor de esta descendencia dio origen a la variedad “Superchola”, que tiene características superiores en cuanto a calidad, rendimiento, tolerancia a enfermedades y características de calidad culinaria que la variedad Chola (Saquina, 2012).

2.10.1. Características de la variedad Superchola

Características morfológicas de la variedad Superchola: Tubérculos medianos, piel rosada lisa, pulpa amarilla pálida y ojos superficiales. Además en la Tabla 3 se observa las características agronómicas de esta variedad.

Tabla 3. Características agronómicas de la variedad Superchola.

Características Agronómicas	Observación
Periodo de reposo	80 días
Número de Tubérculos	20-25
Altitud	2.750 a 2.950 msnm
Maduración	180 días
Rendimiento	30 t/ha
Contenido de materia seca	24%
Gravedad específica	1,098 g/cc
Usos	Consumo en fresco, sopas, puré, consumo procesada
Reacción a enfermedades	Susceptible a <i>Phytophthora infestans</i> , medianamente resistente a <i>Spongospora</i> , tolerante a <i>Globodera pallida</i> .

Fuente: Rubio, (2015).

2.11. Requerimientos del cultivo

Las características y manejo del sitio para el desarrollo de papa son:

2.11.1 Temperatura

La papa es uno de los cultivos más susceptibles a cambios de temperatura, el frío excesivo no permite el desarrollo de los tubérculos; las temperaturas elevadas favorecen a la proliferación de plagas y enfermedades; la temperatura óptima oscila entre los 13 a 18° C, con temperaturas nocturnas frescas para evitar las populares heladas (Sánchez, 2003).

2.11.2 Necesidades de Agua

Muñoz y Cruz (1984), mencionan que un cultivo de papa localizado a 3.000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de precipitación distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. Dentro de las etapas fisiológicas de la planta, la más crítica durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de tuberización - floración. Aunque siempre hay que tomar en cuenta que, al igual que la temperatura, los excesos de humedad favorecen la diseminación de bacterias y hongos.

2.11.3. Selección y preparación del terreno

La selección minuciosa del terreno es particularmente importante para el éxito del cultivo de papa. Es indispensable tomar en cuenta diversos factores presentes en una determinada zona o área a utilizar, que influyen en el desarrollo del cultivo, como lo son: estructura y composición del suelo, capa arable, humedad del suelo, malezas, presencia de plagas y enfermedades (Oyarzún, León, & Forbes, 2001). Las principales labores de preparación de suelo son: la arada y rastrada. La arada es la roturación de la capa superior del suelo con la finalidad de aflojar, incorporar los residuos vegetales, controlar malezas y mejorar la calidad del mismo (Montesdeoca, 2006).

2.11.4. Siembra y tape

La semilla que se utilizara en la siembra, debe estar previamente brotada y desinfectada para garantizar una emergencia adecuada y sana. Al momento de la siembra un factor a tomar en cuenta es la profundidad. La profundidad se refiere a la longitud que debe haber entre el borde superior de la semilla sembrada o enterrada con la superficie exterior del suelo, varía de acuerdo a ciertos factores como el tamaño, edad de la semilla, textura del suelo, clima y cantidad de lluvia; y la profundidad debe ser entre 0.10 y 0.20 m (Sánchez, 2003).

2.11.5 Controles fitosanitarios

FAO (2002), expresa que la protección sanitaria debe orientarse con mayor énfasis a plagas, enfermedades principales y comunes, se utiliza medidas preventivas como el control dirigido a evitar la diseminación e intensificación de los daños, realizándose el control de una manera integrada entre sí. Es importante la inspección permanente del cultivo para realizar oportunos y efectivos controles fitosanitarios, para el combate de plagas y enfermedades. Estos serán preventivos contra enfermedades como Tizón Tardío, Roya, Alternaría; y plagas como Trips, Pulguilla, Gusano Blanco y Polillas (Montesdeoca, 2005).

2.11.6 Fertilización

Para lograr una buena y eficiente fertilización es imprescindible hacer un análisis de suelo, en vista de que, cada zona presenta una disponibilidad de nutrientes determinada; sin embargo, un suelo con alta cantidad de nutrientes no es necesariamente fértil, ya que diversos factores, como la

compactación, mal drenaje, sequía, enfermedades o insectos pueden limitar la disponibilidad de nutrientes (Oyarzún et al., 2001). Según Valverde et al., (1998), los requerimientos de fertilizante para el cultivo de papa son los siguientes: de 150 a 200 kg/ha de N, 300 a 400 kg/ha de P₂O₅, 100 a 150 kg/ha de K₂O y de 40 a 60 kg/ha de S.

2.11.7 Medio Aporque

Es una labor que consiste en arrimar tierra a la base de las plantas, en forma de camellones con el propósito de proporcionar sostén a la planta, evitar pérdidas de humedad y controlar el desarrollo de malezas; en ciertos casos esta labor viene acompañada de la fertilización complementaria y se realiza según el desarrollo de la planta; comprende entre 50 a 60 días después de la siembra, es el momento adecuado para realizar esta labor (Oyarzún et al., 2001).

2.11.8 Aporque

Es una práctica indispensable para obtener una buena producción, calidad y sanidad del tubérculo; consiste en incorporar una capa de suelo a la planta con la finalidad de cubrir los estolones, crear un ambiente propicio para la tuberización, además, fomenta el desarrollo de raíces, facilita el drenaje, la aireación, evita el verdeo de los tubérculos y conserva la humedad del suelo (Oyarzún et al., 2001).

2.11.9. Cosecha

Existen muchos criterios a tomar en cuenta al momento de la cosecha, tales como la madurez comercial de los tubérculos, senescencia (los tallos se viran y las hojas se tornan cafés) o la cáscara de la papa no se pela fácilmente al friccionar. La labor de cosecha puede realizarse en forma manual, por tracción animal o con azadón y en forma mecanizada; se debe tener cuidado de no dañar los tubérculos, para evitar pudriciones durante el almacenamiento (Sánchez, 2003). Una vez cosechados los tubérculos, estos son seleccionados visualmente, se separa aquellos tubérculos enfermos, podridos y que presenten daños, posteriormente se clasifican según las exigencias de los mercados.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

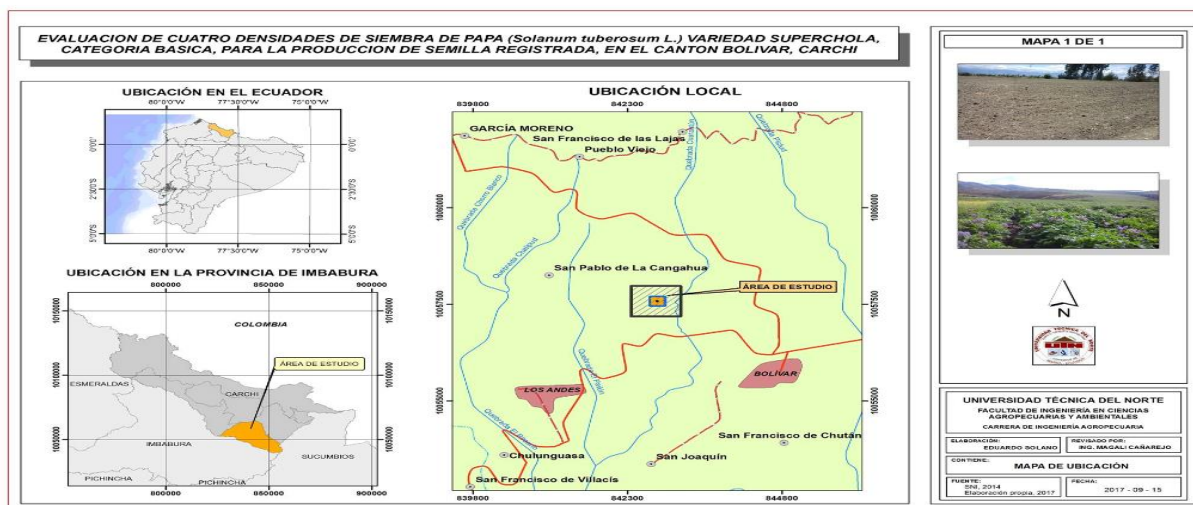
3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica y política

El ensayo se realizó en el sector de Monjas, parroquia Bolívar perteneciente al cantón Bolívar provincia del Carchi, en un lote cuya ubicación geográfica y propiedades del suelo se muestra en Tabla 4.

Tabla 4. Ubicación Geográfica, política y condiciones edáficas del lote de ensayo.

Geográfica	Medida
• Altitud	2.503 msnm
• Latitud	00°31'13" N
• Longitud	77° - 55' - 17" W
• Temperatura	13,8 °C
• Precipitación media	805 mm/año
• Horas luz	10 – 12h
Edáficas	
• Textura	Franco-arenoso
• Color	Oscuro
• Topografía	15 %
• pH	7,43



Fuente: Argis, 2017

Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo, evaluación de cuatro densidades de siembra.

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales e Insumos

- Cinta métrica.
- Estacas.
- Piola.
- Letreros.
- Libro de campo.
- Hojas de papel bond.
- Lápiz.
- Esferos.
- Semilla de mini tubérculos de papa variedad Superchola categoría básica.
- Insecticidas.
- Fertilizantes: Edáficos y Foliareos.
- Funguicidas: Sistémicos y de Contacto.

3.2.2 Herramientas y Equipos

- Azadón.
- Balanza.
- Botas.
- Guantes.
- Tanque de plástico.
- Costales.
- Impresora.
- Cámara fotográfica.
- Atomizador.

Para observar los requerimientos de fertilización edáfica utilizados en la investigación (Anexo 1 y 2).

Para observar las aplicaciones químicas que se realizó en el cultivo (Anexo 3).

La semilla empleada en el presente ensayo, fue aquella obtenida en una tesis de producción de semilla pre básica bajo sistema aeropónico realizada en la Universidad Técnica del Norte, Granja Yuyucocha, posteriormente esta semilla se la trasladó a campo para sembrarla y conseguir tubérculos de categoría básica. En este ensayo se sembró tubérculos-semilla categoría básica para la producción de semilla categoría registrada.

3.3 Métodos

Para este experimento se utilizó mini tubérculos de un peso promedio de 50 g que fueron distribuidos según el tratamiento.

3.3.1 Tratamientos

Es el factor que se experimentó y estudio en esta investigación, en este caso las densidades de siembra; a continuación en la Tabla 5 se observar las diferentes distancias entre plantas y entre surcos que se utilizaron en el estudio.

Tabla 5. Tratamientos evaluados con sus respectivas densidades de siembra y peso de tubérculos en estudio.

Tratamientos	Densidad de siembra (cm)
T1	30 x 110
T2	40 x 110
T3	30 x 120
T4	40 x 120
T5 Testigo agricultor	60 x100
T6 Testigo INIAP	25 x 100

3.3.2 Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones. Los resultados obtenidos en la investigación se analizaron con el programa de análisis estadístico InfoStat versión 2017.

3.3.3 Características de la unidad experimental

La unidad experimental del ensayo tuvo las siguientes particularidades, explicadas en la Tabla 6.

Tabla 6. Características experimentales de las parcelas evaluadas.

Características	Medida
Repeticiones	3
Tratamientos	6
Total de unidades experimentales	18
Forma	Cuadrada
Largo de parcela	5m
Ancho de la parcela	5m
Área parcela	25m ²
Área de la parcela neta	Según la densidad a usar
Separación entre parcelas	1m
Separación entre repeticiones	1m
Área total del ensayo	703 m ² (37m x 19m)

3.3.4 Densidad y número de plantas por tratamiento

En la Tabla 7 se observa los diferentes tratamientos en estudio, con su respectiva área por parcela, número de plantas por parcela total y parcela neta según la densidad de siembra en estudio.

Tabla 7. Densidades de parcela, número de plantas por parcela y parcela neta.

Tratamiento	Área de parcela neta (m²)	Número de plantas por parcela	Número de plantas en estudio
T1	11,22	68	30
T2	11,44	52	22
T3	12,24	68	30
T4	12,48	52	22
T5 Testigo Agricultor	9,60	32	12
Testigo T6 INIAP	10,00	80	36

3.4 Variables en estudio

3.4.1 Días a la emergencia

Para la evaluación de esta variable, se registraron todas las plantas de la parcela neta (Tabla 7) de cada uno de los tratamientos y se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento que las plantas emergieron, los resultados se expresaron en días.

3.4.2 Altura de planta

Esta variable se evaluó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra en las plantas de la parcela neta (Tabla 7) de cada tratamiento en estudio. Para el efecto, se midió la planta desde su base hasta el ápice del tallo principal, con un flexómetro y los datos fueron expresados en centímetros (cm).

3.4.3 Número de tallos por planta

Para la evaluación de esta variable, se contaron los tallos de cada una de las plantas de la parcela neta (Tabla 7) de cada tratamiento, cuando éstas alcanzaron el 50% de floración. Los resultados se expresaron en número de tallos por planta.

3.4.4 Días a la cosecha

En esta variable se contaron los días desde la siembra de los tubérculos-semilla, hasta que el follaje de cada tratamiento llegó a su senescencia (secamiento natural) y se procedió a cosechar cada planta de la parcela neta. Los resultados se expresaron como días a la cosecha.

3.4.5 Número de tubérculos por planta

Esta variable se realizó al momento de la cosecha, se contabilizó el número de tubérculos de cada planta de la parcela neta. Los resultados se expresaron como número de tubérculos por planta.

3.4.6 Rendimiento total por planta

Una vez que se contabilizó el número de tubérculos por planta se procedió a pesar, cada planta de la parcela neta (Tabla 7) para relacionar los cálculos en rendimiento. Los resultados se expresaron en kilogramos por planta de cada parcela neta.

3.4.7 Clasificación de tubérculos por categorías

Los tubérculos cosechados de cada planta de la parcela neta, fueron clasificados y categorizados en semilla gruesa, grande, mediana y pequeña (Tabla 2), de acuerdo a los valores establecidos por Montesdeoca (2005). Los resultados fueron expresados en número de tubérculos por categoría de cada planta.

3.4.8 Análisis económico

En este ensayo, se realizó un análisis económico, donde se utilizó el cálculo de la utilidad neta, que es el beneficio económico efectivo, que se logra por los ingresos obtenidos de la venta de uno o varios bienes; también se consideran todos los gastos en los que fue necesario incurrir para conseguir dicho producto o bien (Roldán, 2017). Se calculó la venta del tubérculo papa; de igual manera, se contabilizó todos los gastos, en este caso fue: la compra de semilla, análisis de suelo, preparación del lote, mano de obra, compra de insumos químicos, fertilizantes y el costo de cosecha; además, se utilizó un imprevisto del 10% del total de gastos. Los costos de producción en este ensayo se expresaron en dólares por hectárea.

3.5 Manejo específico del ensayo

3.5.1 Selección del lote

El sitio donde se estableció el ensayo está a 2.503 msnm de altitud, en éste lote no se sembró papa durante 4 años. Tiene buenas propiedades físicas, químicas, biológicas y edáficas; el suelo es de textura franco-arenoso, un buen drenaje, acceso a suficiente riego y acceso directo al lugar que se ubicó el ensayo (Lucero, 2011).

3.5.2 Análisis de suelo

Antes de establecer el ensayo, se tomó varias sub muestras de suelo para formar una muestra representativa de 1kg. La muestra se envió al laboratorio de suelos Labonort de la ciudad de Ibarra, para el análisis de macro y micro elementos, con base en los resultados del análisis, se realizó los cálculos de los elementos faltantes y se corrigió la fertilidad del suelo (Lucero, 2011) (Ver anexo 1 y 2).

3.5.3 Preparación del suelo y formación de surcos

La preparación del suelo se realizó dos meses antes de la siembra, que consistió en un pase de arado y dos pases de rastra de discos, con el fin de obtener un suelo mullido (Pumisacho & Sherwood, 2002). El día de siembra se procedió a formar los surcos, en forma manual con azadones, a una distancia de 1,00, 1,10 y 1,20 m entre ellos, en dirección contraria a la pendiente.

3.5.4 Fertilización

De acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo (Anexo 1), se realizaron los cálculos correspondientes para corregir la fertilidad de los elementos faltantes (Anexo 2). La fertilización base, se realizó al momento de la siembra, se colocó el fertilizante (18-46-0) al fondo del surco y a chorro continuo; luego fue tapado con una pequeña capa de suelo para depositar los tubérculos-semilla. La segunda fertilización se la realizó en el retape a los 20 días con muriato de potasio y el 50% del requerimiento de urea. La fertilización complementaria se aplicó a los 45 días, con el 50% de urea restante; esto se realizó en el medio aporque (Anexo 2).

3.5.5 Selección de tubérculos-semilla

Para la instalación del ensayo, se procedió a utilizar semilla de papa categoría básica. La selección consistió, en obtener tubérculos de 50 g con características propias de la variedad: forma ovalada, yemas superficiales, color rosado predominante y pulpa amarillo intenso; los mismos que al momento de la siembra se desinfectaron con fungicida e insecticida con el objeto de obtener un alto porcentaje de germinación de tubérculos y emergencia de plántulas (Torres et al., 2011).

3.5.6 Siembra

Esta labor se realizó manualmente, se depositó un mini tubérculo-semilla de 50 g por sitio al fondo del surco (10 a 15 cm) y de acuerdo a las densidades en estudio (Tabla 5). Las semillas fueron cubiertas con una capa de suelo para promover la germinación y emergencia uniforme (Montesdeoca, 2005).

3.5.7 Rascadillo

Esta labor se la realizó a los 20 días después de la siembra, se utilizó un azadón. La labor consistió en remover superficialmente el suelo, labor que permitió la aireación del suelo y lograr el control oportuno de malezas (Lucero, 2011).

3.5.8 Medio Aporque

Esta labor se realizó manualmente, con azadón, a los 45 días cuando las plantas alcanzaron un promedio de 20 a 30 cm de altura; al mismo tiempo se efectuó la fertilización complementaria con el 50% de urea faltante (Anexo 2) (Lucero, 2011).

3.5.9 Aporque

Con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de malezas, aflojar y acumular el suelo en las plantas para estimular la tuberización de la planta se realizó el aporque, al observar que las plantas alcanzaron un promedio de 40 a 50 cm de altura; esta labor se efectuó manualmente con azadón (Lucero, 2011).

3.5.10 Control fitosanitario y fertilización foliar

Durante el desarrollo del ciclo vegetativo del cultivo se aplicó los bactericidas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares (Anexo 3 y 4) necesarios para prevenir o controlar los patógenos e insectos plaga que se presentaron: *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Premnotrypes spp.*, *Phthorimaea operculella* y *Frankliniella spp.*, de igual manera las deficiencias y necesidades del cultivo, para esto se visitó frecuentemente las parcelas. Al observar la presencia de agentes patógenos, se controló mediante la aplicación de productos preventivos o curativos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

3.5.11 Riego

El riego se realizó de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo (600 a 700 mm), para mantener el suelo en capacidad de campo, el primer riego se lo realizó a los 10 días después de la siembra, luego se realizó cada 8 días. Los riegos se los realizó por gravedad y por aspersión, se alternó cada 8 días un sistema de riego.

3.5.12 Cosecha

Al observar que el follaje del cultivo alcanzó su senescencia, se realizó la cosecha de los tubérculos en forma manual, con la ayuda de un azadón, al mismo tiempo se separó los tubérculos dañados, cortados, enfermos o con defectos fisiológicos. Los tubérculos se contabilizaron por

planta y luego se registró su peso para determinar su rendimiento. Finalmente se procedió a clasificar los tubérculos según sus categorías establecidas (Tabla 2) anteriormente (Montesdeoca, 2005). Para luego recoger los tubérculos en costales ralos.

3.5.13 Clasificación

Después de la cosecha, se clasificaron los tubérculos en categorías: gruesa, grande, mediana y pequeña; según lo indicado por Montesdeoca (2005) (Tabla 2). Los resultados se expresaron en número de tubérculos por categoría.

3.5.14 Almacenamiento

Los tubérculos clasificados por categorías fueron almacenados, con la finalidad de mantener la calidad sanitaria y fisiológica de la semilla; los tubérculos se colocaron en sacos y se almacenaron en una bodega con buena ventilación, luz difusa, temperatura (14 - 19° C), humedad adecuada y limpia (Pumisacho & Sherwood, 2002).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 8, se observa que para las variables altura de planta, número de tubérculos, rendimiento y clasificación existen significancia estadística ($p \leq 0,05$), en tanto que para las variables días a la emergencia y número de tallos no existe diferencias ($p \geq 0,05$).

Tabla 8. 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.

En la Tabla 9, se observa la variable días a la emergencia, altura de la planta y número de tallos con sus respectivos promedios, niveles de significancia y rangos de cada uno de los tratamientos en estudio.

Tabla 9. Valores promedios, niveles de significancia y rangos de la variable días a la emergencia, altura de planta y número de tallos.

Tratamiento	Variables		
	Días emergencia (días)	Altura (cm)	Número de tallos
T1	22,81 ± 0,45A	50,31 ± 2,03AB	6,69 ± 0,09B
T2	22,24 ± 0,55AB	46,85 ± 2,23B	6,73 ± 0,10B
T3	21,93 ± 0,47AB	51,82 ± 2,04A	6,52 ± 0,09BC
T4	20,79 ± 0,55B	50,59 ± 2,24AB	6,64 ± 0,10BC
T5 Testigo Agricultor	22,92 ± 0,71A	47,17 ± 2,69AB	7,08 ± 0,13A
T6 Testigo INIAP	22,38 ± 0,43A	50,41 ± 1,93AB	6,44 ± 0,08C

Letras mayúsculas indican los rangos de significancia según la prueba de Fisher al 5%

4.1. Días a la emergencia

En la Tabla 9, 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.

4.2. Altura de la planta

En esta variable se observó diferencias significativas (Figura 2). 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.

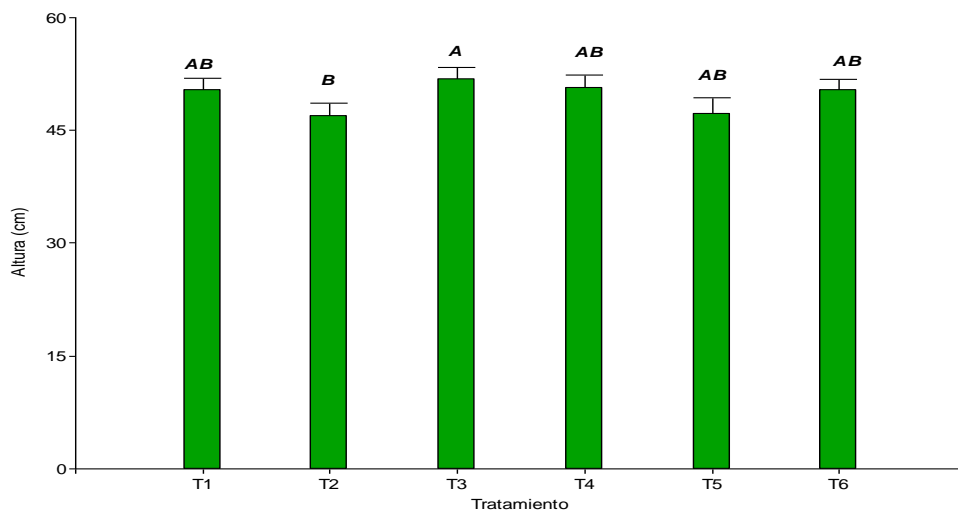


Figura 2. Valores de promedios de altura de plantas.

En la Figura 3 se observa, que en la variable altura de planta existieron diferencias estadísticas a los 30, 60 y 90 días. 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 alturas de plantas a los 30 días puede tener relación con la capa de suelo depositada que puede ser 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.

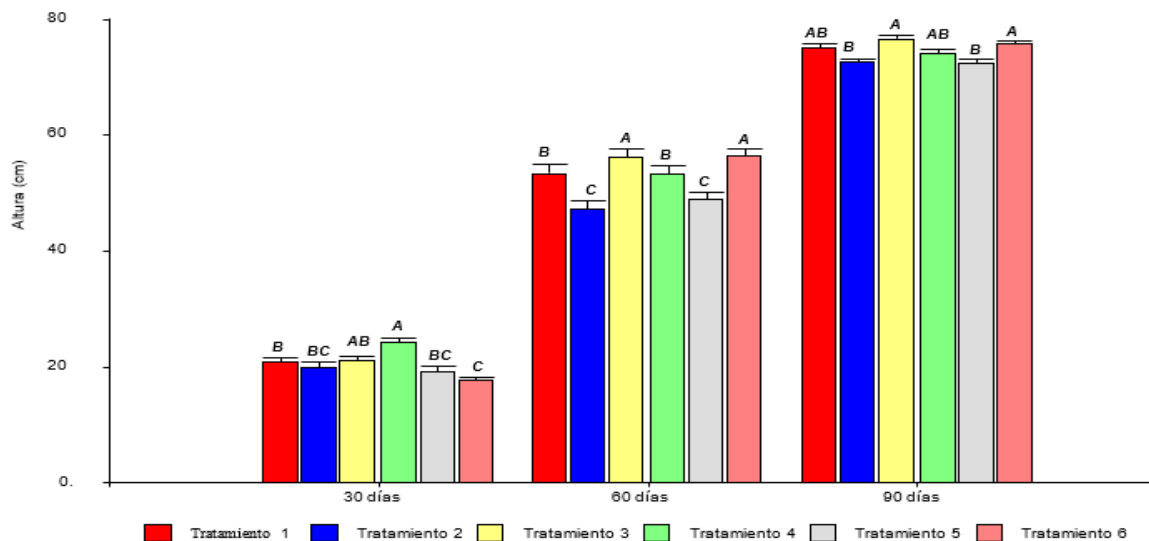


Figura 3. Valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días.

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 la distancia de 30 cm entre planta; en esta investigación el tratamiento la menor altura con 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 edafoclimaticos 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.

4.3. Número de tallos

En la Figura 4, 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.

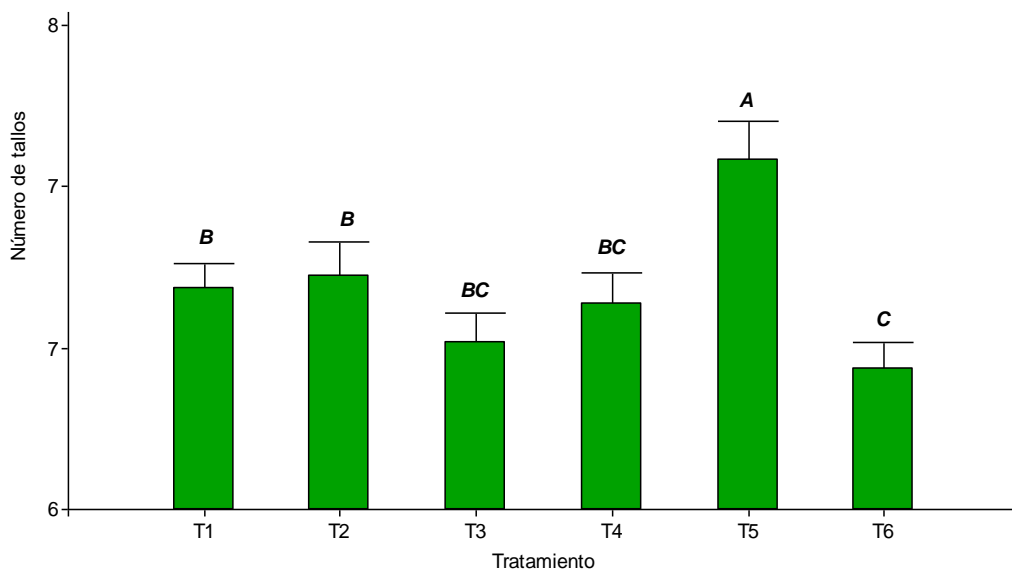


Figura 4. Número de tallos de plantas por tratamiento.

En la Figura 4 se observa que el tratamiento T5 obtuvo mayor número de tallos/planta, esto probablemente ocurrió por tener 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.

4.4. 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.

4.5. Número de tubérculos por planta

En la Tabla 8, se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para esta variable. En la Figura 5 se observa al tratamiento T2 con el mayor número de tubérculos, con un valor de 29,42 tubérculos/planta, mientras que el tratamiento T1 presentó un valor de 23,32 tubérculos/planta, que fue el tratamiento con menor tubérculos/planta.

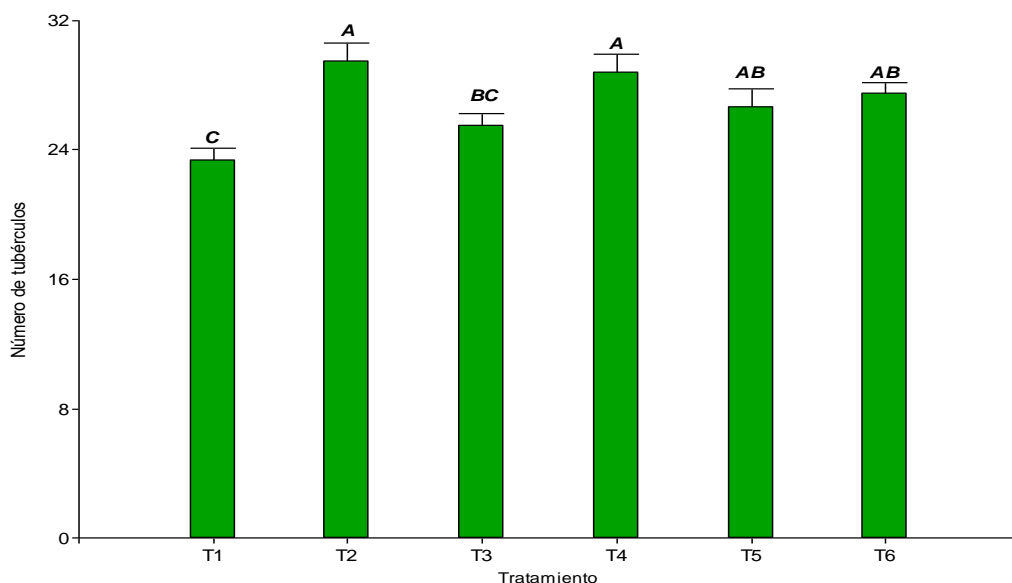


Figura 5. Promedio de número de tubérculos por planta.

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.

4.6. Rendimiento total por planta

En la Tabla 8, 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.

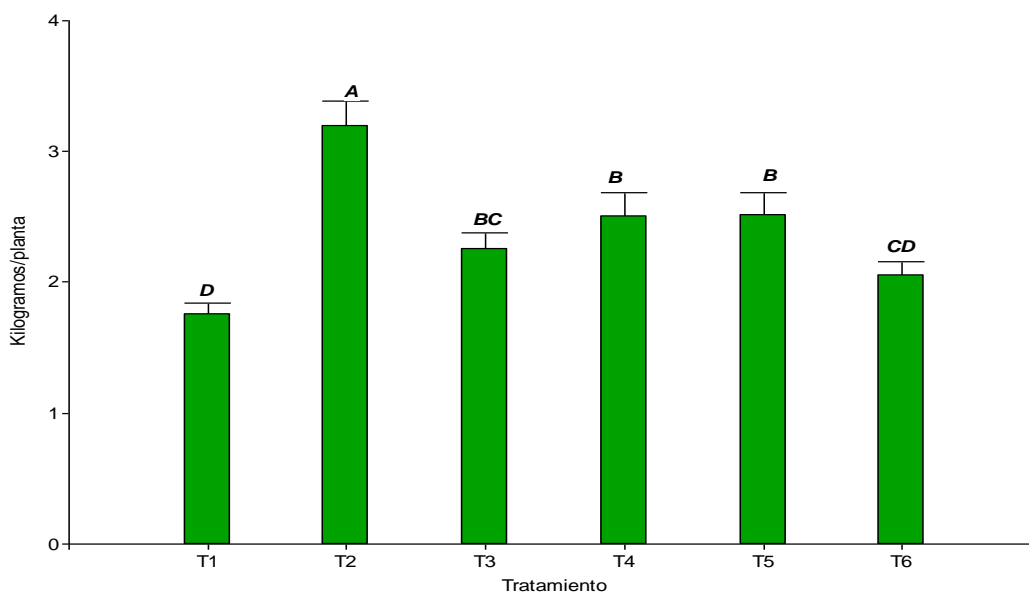


Figura 6. Rendimiento por planta de cada tratamiento.

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. En la Tabla 10 se observa el rendimiento en kilogramos de cada tratamiento y de cada parcela neta; Además se calculó un rendimiento en kilogramos por hectárea.

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.

4.7. 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 (Tabla 2). 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.

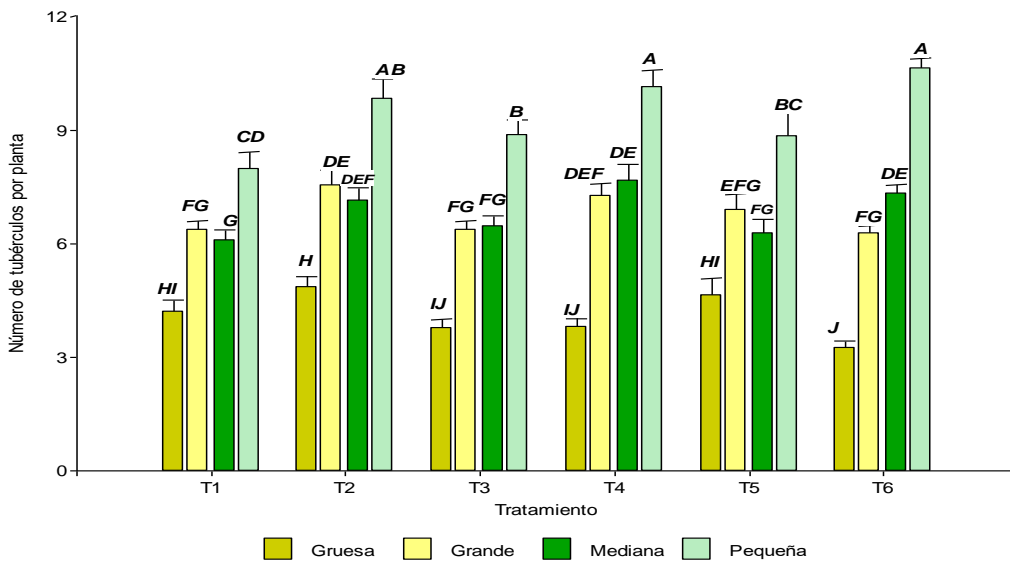


Figura 7. Clasificación de tubérculos de papa según sus categorías.

En la Figura 7, 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 por 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.

En la Tabla 11 se observa los promedios de tubérculos de cada tratamiento según su categoría de clasificación antes mencionada.

Tabla 11. Número de tubérculos de papa según sus categorías de clasificación.

Tratamientos	Gruesa (Tubérculos/planta) (101 a 120g)	Grande (Tubérculos/planta) (81 a 100g)	Mediana (Tubérculos/planta) (61 a 80g)	Pequeña (Tubérculos/planta) (40 a 60g)
T1	4,21 HI	6,35 FG	6,10 G	7,98 CD
T2	4,48 H	7,54 DE	7,13 DEF	9,82 AB
T3	3,77 IJ	6,37 FG	6,46 FG	8,87 B
T4	3,78 IJ	7,25 DEF	7,66 DE	10,12 A
T5 Testigo Agricultor	4,64 HI	6,89 EFG	6,28 FG	8,83 BC
T6 Testigo INIAP	3,25 J	6,30 FG	7,33 DE	10,66 A

Montesdeoca (2005), menciona que la clasificación de los tubérculos semilla es muy importante para que estos recuperen la uniformidad de la germinación del futuro cultivo; además hay que atender las preferencias de los compradores de tubérculos-semilla, ya que los productores prefieren tamaños pequeños y medianos para semilla; los tubérculos de categoría grande y gruesa se utiliza para la venta Tabla 2.

En la Tabla 12 se observan los porcentajes de producción de los tubérculos papa, según las categorías de clasificación de cada tratamiento en estudio.

Tabla 12. Porcentajes de producción según sus categorías de clasificación.

Tratamientos	Gruesa (%)	Grande (%)	Mediana (%)	Pequeña (%)	Promedio General (%)
T1	16,89	25,74	24,85	32,52	15,13
T2	16,35	25,70	24,50	33,45	18,00
T3	14,70	24,90	25,60	34,89	15,74
T4	12,95	25,28	26,73	35,04	17,87
T5 Testigo Agricultor	17,42	25,86	23,57	33,15	16,36
T6 Testigo INIAP	11,52	22,93	26,42	39,13	16,90

Se observa en la Tabla 12 que el mayor porcentaje de tubérculos producidos son de la categoría pequeña, seguida de las categorías medianas y grandes, finalmente la categoría gruesa. En el promedio general se observa que el tratamiento T2 supera el promedio con el 18%; mientras tratamiento con menor porcentaje de producción es el tratamiento T1 con 15,13% de la producción.

Se determinó que la mayor cantidad de producción obtuvo la categoría pequeña con 34,68% de tubérculos/planta, de la producción total, seguida de la categoría mediana con 25,29%, categoría grande con 25,01% y categoría gruesa con 14,9% de tubérculos/planta, de la producción total. Domínguez (2015), clasifica a la producción de papa en tres categorías: grande, mediana y pequeña, donde obtuvo los siguientes porcentajes: 10% de tubérculos de categoría grande (mayores a 100g), 43,33% tubérculos de categoría mediana (40 a 110g) y 46,67% (menores a 40g) tubérculos de categoría pequeña; en la cual, se encontró semejanza con la investigación, donde se obtiene la mayor producción de tubérculos con la categoría pequeña seguida de la categoría mediana y menor cantidad de tubérculos con la categoría gruesa.

4.8. 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.

Tabla 13. Análisis económico de papa por hectárea para los diferentes tratamientos en estudio.

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

Al rendimiento de producción se le ajusto 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.

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.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 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.

5.2. 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; se debe efectuar para todo cultivo.

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 Politecnica 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>
- Cuaspud, 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_select_ed_pages&cad=2#v=onepage&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 Latinoamérica. *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/revista/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-cadenaproductor-consumidor-de-la-papa-en-el-Peru>

Manzilla, M., y Arribillaga, D. (2013). Antecedentes técnicos para el culrivo 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 minituberculos 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-ecuadoriano-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., & Guambugete, 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://nrxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.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 nxxms1019hx1xmtstxk3k9skowpengine.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 sistématicos 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/utilidad-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.


- (SEPACAM). (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 tubérculos-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>


ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico del suelo para evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristóbal de Troya y Jaime Rolfo Ibarra - Ecuador tel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																									
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD																							
Nombre: EDUARDO SOLANO (ING. CARLOS CASCO)		Provincia: Carchi																							
Ciudad:		Cantón: Bolívar																							
Teléfono: 0985539958		Parroquia: Bolívar																							
Finca:		Sitio: Morjas																							
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO																							
Sitio: Morjas		Nro Reporte: 6777																							
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo																							
Número de Campos: M 1		Muestra: Suelo N 1																							
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2016-03-02																							
A Cultivar: Papa		Fecha de Reporte: 2016-03-09																							
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																						
N	13.23	ppm																							
P	23.53	ppm																							
S	2.30	ppm																							
K	0.52	meq/100 ml																							
Ca	15.01	meq/100 ml																							
Mg	4.66	meq/100 ml																							
Zn	7.45	ppm																							
Cu	9.23	ppm																							
Fe	50.88	ppm																							
Mn	3.50	ppm																							
B	0.87	ppm																							
pH	7.43																								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																							
Al		meq/100 ml																							
Na		meq/100 ml																							
Ca	0.367	mS/cm																							
MO	1.50	%																							
Ca	Mg	Suma	(meq/100ml)																						
3.22	8.99	37.83	20.19																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>mg</th> <th>K</th> <th>Suma</th> <th>(%)</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th>Cl</th> <th>Armas</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> <th>Gras Totales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				mg	K	Suma	(%)	ppm	(%)	Cl	Armas	Limo	Arcilla	Gras Totales											
mg	K	Suma	(%)	ppm	(%)	Cl	Armas	Limo	Arcilla	Gras Totales															
Dr. Quím. Edison M. Niño M. Responsable Laboratorio 																									



Anexo 2. Cálculo de fertilizante para evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.

CÁLCULO DE FERTILIZACIÓN

Datos:

Recomendación para papa: 200 – 200 – 150 kg/ha. N – P – K

Fertilizantes:

- a) Muriato de Potasio (0-0-60)
- b) Urea (46-0-0)
- c) 18 – 46 – 0

Fosforo (P) (18-46-0)

$$46 \longrightarrow 100$$

$$100 \longrightarrow x = 218 \text{ kg/ha}$$

$$P = 218 \text{ kg/ha}$$

Nitrógeno (N)

$$18 \longrightarrow 100$$

$$x \longrightarrow 218 \quad x = 39,24 \text{ kg/ha,}$$

$$N = 200 - 39 = 161 \text{ kg/ha}$$

Muriato de Potasio (0-0-60)

$$60 \longrightarrow 100$$

$$46 \longrightarrow x = 67 \text{ kg/ha K}$$

Urea (46-0-0)

$$46 \longrightarrow 100$$

$$161 \longrightarrow x = 350 \text{ kg/ha N}$$

Dimensiones de los surcos en estudio:

Tratamiento T1 y T3: 5m x 1,1m = 5,5m²

Tratamiento T2 y T4: 5m x 1,2m = 6,0 m²

Tratamiento T5 y T6: 5m x 1m = 5,0 m²

Fertilizante gramos/surco

Tabla 14. Cantidad de fertilizante usado por surco de cada tratamiento en estudio.

Área (m ²)	18-46-0 (g)	Urea (g)	Muriato de Potasio (g)
T5 y T6= 5	109	175	34
T1 y T3= 5,5	120	193	37
T2 y T4= 6	131	210	40

El día de siembra se aplicó el 100% de fertilizante 18-46-0, a los 20 días después de sembrar se empleó en su totalidad el muriato de potasio y 50% de urea. En el medio aporque (45 días) se administró el 50% de urea restante.

Anexo 3. Ficha de controles químicos en la evaluación de cuatro densidades de siembra de papa.

Fecha de Aplicación	Ingrediente Activo	Dosis (20 lt)	Tipo de Producto	Patógeno
Primera aplicación	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
05-04-2016	Tiabendazol	60 ml	Fungicida	<i>Fusarium spp. y rizoctoniasis</i>
	Permetrina	25 ml	Insecticida	<i>Epitrix spp.</i>
	Bioestimulante	50 ml	Fertilizante	
Segunda aplicación	Profenofos	25 ml	Insecticida	<i>Premnotrypes spp y Phtorimae operculella</i>
24-04-2016	Benfuracarf	20 cc	Insecticida	<i>Globodera pallida</i>
	Carbendazim	50 cc	Fungicida	<i>Fusarium spp.</i>
Tercera aplicación	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
08-05-2016	Citoquininas	50 g	Fertilizante	
	Microelementos	50 g	Fertilizante	
	Permetrina	25 ml	Insecticida	<i>Epitrix spp</i>
	Abamectina	25 ml	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Propineb – Cimoxani	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Difenoconazol	25 ml	Funguicida	<i>Alternaria spp</i>
Cuarta aplicación	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
22-05-2016	Abamectina	25 ml	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Methomyl	20 g	Insecticida	<i>Ovicida</i>
	Propamocarb	25 cc	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Cimoxanil + Mancozeb	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Penconazole	10 cc	Funguicida	<i>Alternaria spp</i>
	Azufre	20 g	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
	Calcio	50 ml	Fertilizante	
	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
Quinta aplicación	Cartap	20 g	Insecticida	<i>Premnotrypes spp</i>
05-06-2016	Abamectina	25 ml	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Cimoxanil Mancozeb	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Microelementos	50 ml	Fertilizante	
	Calcio / Boro	25 ml	Fertilizante	
	Iminoctadine tris albesilate	50 ml	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
Sexta Aplicación	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
21-06-2016	Azufre	50 g	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
	Cartap	20 g	Insecticida	<i>Premnotrypes spp</i>
	Abamectina	25 ml	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Cimoxanil Mancozeb	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Calcio / Boro	50 ml	Fertilizante	
	Iminoctadine tris albesilate	50 ml	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
	Microelementos	50 ml	Fertilizante	

Fecha de Aplicación	Ingrediente Activo	Dosis (20 lt)	Tipo de Producto	Patógeno
Séptima Aplicación 16-07-2016	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
	Propineb	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Azufre	20 g	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
	Malathion	5 ml	Insecticida	<i>Phthorimae operculella</i>
	Abamectina	25 ml	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Fosforo y Potasio	50 ml	Fertilizante	
Octava Aplicación 13-08-2016	Tiabendazol	60 ml	Funguicida	<i>Spongospora subterranean</i>
	Regulador pH	10 ml	Regulador de pH	
	Thiodiocarb	30 ml	Insecticida	<i>Premnotrypes spp</i>
	Ácido Oxlínico	20 gr	Bactericida	<i>Bacterisida</i>
	Propiconazol	25 ml	Funguicida	<i>Alternaria spp</i>
	Potasio	50 g	Fertilizante	
	Azufre	50 g	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
	Mancozeb Cymoxanil	50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
	Malathion	5 ml	Insecticida	<i>Phthorimae operculella</i>
	Novena aplicación 27-08.2016	Acefato	20 gr	Insecticida
Nitrógeno y Potasio		50 ml	Fertilizante	
Cimoxanil Mancozeb		50 g	Funguicida	<i>Phytophthora infestans</i>
Azufre		50 g	Funguicida	<i>mildiu velloso</i>
Fipronil		25 cc	Insecticida	<i>Premnotrypes spp</i>
Décima aplicación 05-09-2016	Imidacloprid/Lambdacialotryn	20 cc	Insecticida	<i>Liriomyza trifolii</i>
	Permetrina	25 ml	Insecticida	<i>Phthorimae operculella</i>
	Potasio	50 g	Fertilizante	
	Fipronil	25 cc	Insecticida	<i>Premnotrypes spp</i>

Instalación y manejo del ensayo



Anexo 4. Selección del lote para siembra de tubérculos.



Anexo 5. Análisis de suelo para corregir la fertilidad.



Anexo 6. Formación de surcos para la siembra de tubérculos.



Anexo 7. Fertilización edáfica para la siembra.



Anexo 8. Medidas para la siembra de papa.



Anexo 9. Siembra de los tubérculos papa.



Anexo 10. Floración del cultivo de papa.



Anexo 11. Cosecha de los tubérculos semilla.

Tabla 15. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de papa.

PLAGA	NOMBRE CIENTIFICO	TIPO	CONTROL	DOSIS (200 lt.)
Tizón tardío, rancha, lancha	<i>Phytophthora infestans</i>	Oomiceto	Cymoxalin	500 gr
Alternariosis	<i>Alternaria solani, Alternaria spp.</i>	Hongo	Propineb	500gr
Rizoctoniasis	<i>Rizoctoniasis</i>	Hongo	Sulfato de cobre pentahidratado	500 ml
Verruga	<i>Synchytrium endobioticum</i>	Hongo	Methyl Thiofanato	200gr
Roña, sarna pulverulenta	<i>Spongospora subterranean</i>	Hongo	Carbendazim	500 ml
Pudrición seca	<i>Fusarium spp.</i>	Hongo	Carbendazim	300 ml
Carbón de la papa	<i>Tecaphora solani</i>	Hongo		
Marchitez bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Bacteria	Agri Gent	300 gr
Pudrición blanda y pierna negra	<i>Pectobacterium carotovorum P. atrosepticum</i>	Bacteria	Sulfato de Cobre	500 ml
Nematodo del quiste	<i>Globodera pallida</i>	Nematodo	Fenarimol	300 gr
Gusano blanco de la papa	<i>Premnotrypes spp.</i>	Insecto	Profenofos	500 ml
Polilla de la papa	<i>Phthorimaea operculella, Symmestrichema</i>	Insecto	Permetrina	500 ml
Trips	<i>Frankliniella spp.</i>	Insecto	Clorpirifos etil	500 ml
Pulguilla	<i>Epitrix spp.</i>	Insecto	Cypermotrina	500 ml

Fuente: Pérez y Forbes, (2011)

Tabla 16. Costos fijos por hectárea.

Labor	Valor Unitario (usd)	Cantidad (usd)	Valor total (usd)
Rastra	25	2	50
Arada	50	1	50
Fertilización edáfica	35	27	945
Análisis de suelo	40	1	40
Arriendo terreno	400	1	400
Total			1485

Tabla 17. Densidad por planta y número de tubérculos por hectárea.

Tratamiento	Densidad por planta (cm)	Número de plantas/hectárea
T1	0,33	30.303
T2	0,44	22.727
T3	0,36	27.778
T4	0,48	20.833
T5 Testigo Agricultor	0,6	16.667
T6 Testigo Iniap	0,25	40.000

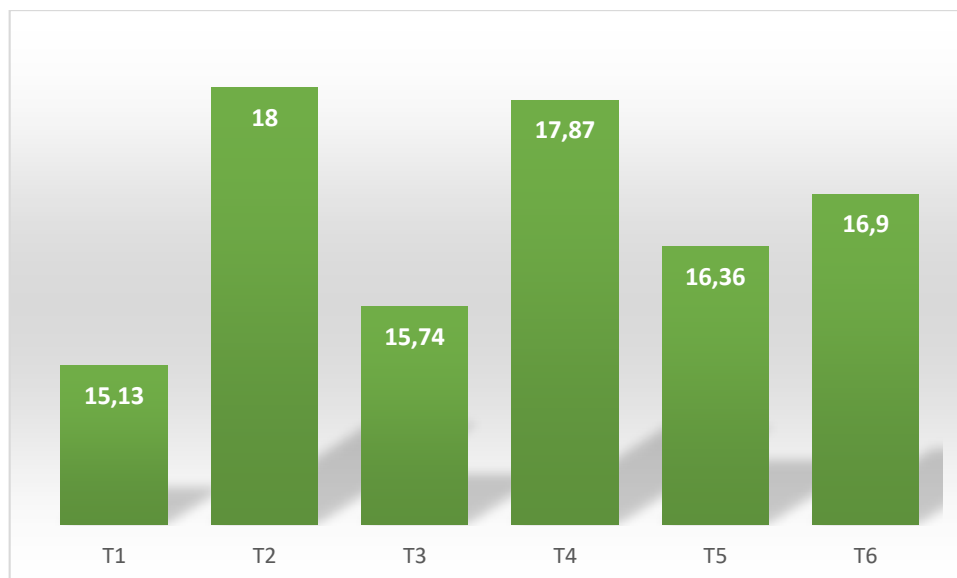
Anexo 12. Porcentaje de producción de cada tratamiento.

Tabla 18. Mano de obra para los tratamientos en estudio.

Actividad	T1		T2		T3		T4		T5		T6							
	V. U. (usd)	C.	V. T. (usd)	V. U. (usd)	C.	V. T. (usd)	V. U. (usd)	C	V. T. (usd)	V. U. (usd)	C.	V.T. (usd)	V.U. (usd)	C.	V.T. (usd)			
Surcada	40	1	40	40	1	40	40	1	40	40	1	40	40	1	40	40	1	40
Siembra	15	10	150	15	9	135	15	10	150	15	9	135	15	7	105	15	7	105
Riego	50	10	500	50	10	500	50	10	500	50	10	500	50	10	500	50	10	500
Rascadillo	15	15	225	15	13	195	15	15	225	15	13	195	15	17	255	15	17	255
Medio aporque	15	20	300	15	18	270	15	20	300	15	18	270	15	24	360	15	24	360
Aporque	15	25	375	15	23	345	15	25	375	15	23	345	15	30	450	15	30	450
Fumigaciones	15	9	135	15	9	135	15	9	135	15	9	135	15	9	135	15	9	135
Total			1725			1620			1725			1620			1845			1845

V.U: Valor unitario; C: Cantidad; V.T: Valor total