



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL PESO DEL TUBÉRCULO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN
LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA DE PAPA (*Solanum tuberosum*
L.) VARIEDAD “SUPERCHOLA” EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR:

Taramuel Martínez Xavier Fernando

DIRECTOR:

Ing. Doris Chalampunte MSc.

Ibarra, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DEL PESO DEL TUBÉRCULO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD “SUPERCHOLA” EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA.”

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

INGENIERO EN AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte M Sc.
DIRECTORA


FIRMA

Ing. Magali Cañarejo M Sc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Lic. Ima Sánchez M Sc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

M Sc. Carmen Alvear
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

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			
Cedula de identidad:	0401673215		
Apellidos y nombres:	Taramuel Martínez Xavier Fernando		
Dirección:	Alpargate 3-104 y Río Tahuando, Ibarra		
Email:	xavit1992@gmail.com		
Teléfono fijo:	2603113	Teléfono móvil:	0991968961

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Evaluación del peso del tubérculo y densidad de siembra en la producción de semilla registrada de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad "Superchola" en la granja Yuyucocha, Ibarra.
Autora:	Taramuel Martínez Xavier Fernando
Fecha:	19/09/2017
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Agropecuario
Directora:	Ing. Doris Chalampunte M Sc.

1. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Taramuel Martínez Xavier Fernando con cédula de identidad Nro. 401673215, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato 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.

2. CONSTANCIAS

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 que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 19 de septiembre de 2017

EL AUTOR:



Taramuel Martínez Xavier Fernando

C.I.: 0401673215

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Taramuel Martínez Xavier Fernando, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre de 2017



Ing. Doris Chalampunte M Sc.
DIRECTORA DE TESIS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Taramuel Martínez Xavier Fernando, con cédula de identidad Nro 040167321-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: EVALUACIÓN DEL PESO DEL TUBÉRCULO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA REGISTRADA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD "SUPERCHOLA" EN LA GRANJA YUYUCOCHA, IBARRA., que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Agropecuaria en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 19 días del mes de septiembre de 2017



Firma

Taramuel Martínez Xavier Fernando

C.I.: 0401673215

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 19 de diciembre de 2017

Taramuel Martínez Xavier Fernando “Evaluación del peso del tubérculo y densidad de siembra en la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola, en la granja Yuyucocha, Ibarra” / TRABAJO DE GRADO, Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria Ibarra, 19 de septiembre de 2017, 95 páginas.

DIRECTORA: Ing. Doris Chalampunte MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar el peso del tubérculo y la densidad de siembra para la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” en la granja Yuyucocha, Ibarra. Entre los objetivos específicos se encuentran: Identificar el mejor peso de tubérculo semilla para obtener un mayor rendimiento de semilla registrada. Determinar la mejor densidad de siembra para la obtención de semilla registrada. Determinar el rendimiento de semilla registrada. Realizar el análisis económico de presupuesto parcial para determinar la mejor alternativa de producción de semilla registrada de papa, variedad “Superchola”.

Fecha: 19 de septiembre de 2017


Ing. Doris Chalampunte MSc.
Directora de trabajo de titulación


Xavier Taramuel
Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primera instancia a mis padres, cuyos deseos de superación fueron la dosis de inspiración que me aventuró a buscar el saber, lejos de la tierra que me vio nacer, también agradezco a mi familia, compañeros y amigos por apoyo brindado durante este arduo trayecto. Además agradezco a cada uno de los profesores de la Universidad Técnica del Norte quienes me brindaron su apoyo y saberes haciendo que la experiencia universitaria sea única y es por ello que hoy, llevo un recuerdo valioso en mi corazón lleno de agradecimiento al saber que mi querida Universidad donde me he formado, cuenta con profesores dignos de respeto y admiración, ejemplo de entrega a la vida educativa, para quienes ni el tiempo, ni el trabajo, ni la enfermedad ha constituido una barrera que se oponga al deseo de ayudar a los estudiantes a llegar al triunfo profesional.

Y como no agradecer a mi Dios, quien me ha dado valor, fuerza y optimismo para levantarme cada vez que me he sentido derrotado; la mano de Dios ha estado presente en los duros momentos de mi vida. Gracias mi Dios por tus bendiciones y permitir que exista en este momento.

Fernando Taramuel

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por guiarme y darme sabiduría y fuerza para realizar esta investigación y así poder alcanzar mis metas, la culminación académica dedico a las dos grandes personas que me dieron la vida, mis padres quienes son las personas que más amo y quienes me han brindado un todo para que sea feliz, encaminándome por el sendero del bien y de superación que con su esforzada labor diaria, sacrificio pero sobre todo mucho amor me apoyaron día a día, depositando en mí, la más grande de las esperanzas.

De igual manera dedico a mi familia y amigos mis años de estudio llenos de sacrificios dificultades y experiencias maravillosas, con quienes he compartido cada uno de aquellos momentos que sucedieron durante este tiempo, quienes representan en mi vida; amor, valor, fortaleza y esperanza.

Fernando Taramuel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Generalidades	6
2.1.1 Origen de la Papa	6
2.1.2 Importancia de la Papa.....	6
2.1.3 Descripción taxonómica de la papa.....	8
2.1.4 Descripción botánica del cultivo de papa.....	8
2.2 Variedades de papa cultivadas en Ecuador	11
2.3 Variedad “Superchola”	12
2.3.1 Origen de la variedad	12
2.3.2 Características agronómicas de la variedad	12
2.3.3 Características morfológicas de la variedad.....	13
2.4 Producción de semilla	13
2.4.1 Ley de semillas.....	14
2.4.2 Sistemas de producción y multiplicación de semilla	15
2.4.3 Propósito de cultivar papa para semilla	18
2.5 Tubérculo-Semilla de Papa.....	18
2.5.1 Importancia	18
2.5.2 Concepto de tubérculo semilla.....	19
2.5.3 Concepto de semilla de calidad.....	19
2.5.4 Atributos de la calidad de semilla	20
2.5.5 Desarrollo fisiológico del tubérculo.....	21
2.5.6 Manejo del tubérculo semilla.....	24
2.6 Tasa de extracción de semilla.....	29
2.7 Peso del tubérculo semilla.....	29
2.8 Densidad de Siembra.....	30
2.9 Factores que afectan la densidad de plántulas y tubérculos	31
CAPÍTULO III.....	32

MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1 Caracterización del Área de Estudio	32
3.2 Materiales y Equipos	33
3.2.1 Materiales	33
3.3 Métodos	34
3.3.1 Factores en estudio	34
3.3.2 Tratamientos.....	34
3.3.3 Diseño experimental.....	35
3.3.4 Características del lote experimental	35
3.3.5 Análisis estadístico.....	36
3.3.6 Análisis funcional.....	37
3.4 Variables Evaluadas	37
3.4.1 Días a la emergencia	37
3.4.2 Altura de planta	37
3.4.3 Número de tallos por planta	38
3.4.4 Días a la floración	38
3.4.5 Número de tubérculos por planta	38
3.4.6 Rendimiento total.....	39
3.4.7 Clasificación de tubérculos	39
3.4.8 Análisis económico	39
3.5 Manejo Específico de la Investigación.....	40
3.5.1 Selección del lote	40
3.5.2 Análisis de suelo	40
3.5.3 Preparación del suelo	40
3.5.4 Selección y obtención de semilla.....	41
3.5.5 Fertilización.....	41
3.5.6 Siembra	42
3.5.7 Labores culturales	42
3.5.8 Riego	43
3.5.9 Controles fitosanitarios	43
3.5.10 Cosecha	43
3.5.11 Clasificación de tubérculos	44
3.5.12 Almacenamiento	44
CAPÍTULO IV.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1 Días a la Emergencia	45
4.2 Altura de Planta	46
4.2.1 Altura de planta a los 30 días después de la siembra	46
4.2.2 Altura de planta a los 90 días después de la siembra	48
4.3 Días a la Floración.....	50
4.4 Número de Tallos	51
4.5 Número de Tubérculos por Planta.....	53

4.6	Rendimiento Kg/Parcela Neta	54
4.7	Clasificación	56
4.7.1	Categoría de tubérculos por parcela neta	56
4.7.2	Número de tubérculos por categoría/parcela neta	58
4.8	Análisis Económico.....	61
CAPÍTULO V		65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		65
5.1	Conclusiones	65
5.2	Recomendaciones	66
BIBLIOGRAFÍA		67
ANEXOS		72

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación del área de estudio.	32
<i>Figura 2.</i> Esquema de distribución del ensayo.	36
<i>Figura 3.</i> Emergencia de plantas.	37
<i>Figura 4.</i> Altura de planta a los 30 días.	37
<i>Figura 5.</i> Altura de planta a los 90 días.	37
<i>Figura 6.</i> Número de tallos.	38
<i>Figura 7.</i> Días a la Floración.	38
<i>Figura 8.</i> Número de tubérculos.	38
<i>Figura 9.</i> Rendimiento total.	39
<i>Figura 10.</i> Clasificación de tubérculos.	39
<i>Figura 11.</i> Selección de semilla.	39
<i>Figura 12.</i> Selección del lote.	40
<i>Figura 13.</i> Toma de muestra de suelo.	40
<i>Figura 14.</i> Preparación del suelo.	40
<i>Figura 15.</i> Fertilización base.	41
<i>Figura 16.</i> Fertilización complementaria.	41
<i>Figura 17.</i> Siembra de tubérculos de papa.	42
<i>Figura 18.</i> Realización de rascadillo.	42
<i>Figura 19.</i> Realización de medio aporque.	42
<i>Figura 20.</i> Riego por gravedad.	43
<i>Figura 21.</i> Control Fitosanitario.	43
<i>Figura 21.</i> Cosecha en la parcela neta.	43
<i>Figura 23.</i> Clasificación de tubérculos	44
<i>Figura 24.</i> Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para altura de planta a los 30 días después de la siembra.	47
<i>Figura 25.</i> Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para altura de planta a los 90 días después de la siembra.	49
<i>Figura 26.</i> Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para la variable número de tallos	52
<i>Figura 27.</i> Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para número de tubérculos por planta	54
<i>Figura 28.</i> Interacción densidad de siembra por número de tubérculo para número de tubérculos por categoría	59
<i>Figura 29.</i> Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para selección de semilla	61
<i>Figura 30.</i> Curva de dominancia entre tratamientos de la producción de semilla de papa.	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de papa y zonas de cultivo en Ecuador	11
Tabla 2. Características agronómicas de la variedad “Superchola”	12
Tabla 3. Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa	25
Tabla 4. Clasificación de tubérculos semillas de papa.....	28
Tabla 5. Clasificación de tubérculos-semilla de papa.	28
Tabla 6. Materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación.....	33
Tabla 7. Tratamientos evaluados en la producción de semilla registrada de papa.....	34
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza de la investigación.....	36
Tabla 9. Análisis de varianza para días a la emergencia del cultivo de papa variedad Súper Chola.	45
Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola.....	47
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola.....	48
Tabla 12. Análisis de varianza para días a la floración después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola.....	50
Tabla 13. Análisis de varianza para número de tallos por planta del cultivo de papa variedad Súper Chola.	51
Tabla 14. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta del cultivo de papa variedad Súper Chola.	53
Tabla 15. Análisis de varianza para rendimiento en kg/parcela neta del cultivo de papa variedad Súper Chola.	55
Tabla 16. Promedios de rendimiento en kg por parcela neta y hectárea.	56
Tabla 17. Análisis de varianza para categoría de tubérculos por parcela neta del cultivo de papa variedad Súper Chola.....	57
Tabla 18. Prueba de Fisher para el factor categoría de tubérculos por parcela neta	58
Tabla 19. Análisis de varianza para el número de tubérculos por categoría del cultivo de papa variedad Súper Chola.....	58
Tabla 20. Prueba de Fisher para el factor peso de tubérculo	60
Tabla 21. Cálculo de costos variables en los tratamientos.....	62
Tabla 22. Cálculo de beneficio netos y análisis de dominancia de los tratamientos.	62
Tabla 23. Cálculo de la relación beneficio costo.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico del suelo y cálculo de fertilizantes	72
Anexo 2. Manejo fitosanitario del ensayo	75
Anexo 3. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable altura de planta a los 30 días.	76
Anexo 4. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable altura de planta a los 90 días.	76
Anexo 5. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tallos por planta.	77
Anexo 6. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tubérculos por planta.	77
Anexo 7. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Categoría en la variable clasificación.....	78
Anexo 8. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tubérculos por planta.	78

RESUMEN

La producción de papa, es una actividad tradicional a nivel de país; sin embargo, existe una insuficiente disponibilidad de semilla de calidad, por lo que solo el 3% de los agricultores utilizan semilla registrada. Las condiciones óptimas para este cultivo, están desde los 2600 hasta los 3100 msnm, para lo cual existen recomendaciones técnicas sobre densidad de siembra y tamaño de tubérculo semilla, sin embargo para altitudes menores las recomendaciones podrían variar. En la presente investigación, se evaluó el peso del tubérculo y la densidad de siembra para la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” en la granja Yuyucocha, Ibarra a 2243 msnm. Para el diseño estadístico se utilizó Parcelas Divididas, en la parcela principal se evaluaron seis densidades de siembra: 1,00, 1,10 y 1,20 m entre surcos, por 0,30 y 0,40 m entre plantas y en la sub parcela se evaluó el peso de tubérculo de 20 y 30 gramos categoría básica. Las variables evaluadas fueron: días a la emergencia y a la floración, altura de planta, número de tallos y tubérculos, rendimiento, clasificación y el análisis económico. En los días a la emergencia y floración, los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas; el T6 fue superior en: altura de planta a los 30 y 90 días con 32,48 y 97,46 cm respectivamente, en número de tallos y tubérculos con 5 tallos y 26 tubérculos, en rendimiento con 19,21 t/ha y respecto a lo económico obtuvo un beneficio neto de 7683,33USD con de 1,92 dólares de beneficio costo. En general se produjo mayor cantidad de tubérculos de segunda categoría en todos los tratamientos trabajando con peso de tubérculos semilla de 30 gramos, independientemente de la densidad de siembra. La distancia de siembra 120x30 cm se manifestó positivamente en relación a las demás densidades.

ABSTRACT

Potato's production, is a traditional activity at the country level; however, there is insufficient availability of quality seed, so only 3% of the farmers use registered seed. The optimum conditions for this crop are from 2600 to 3100 masl, for which there are technical recommendations on seed density and seed tuber size, however at lower altitudes recommendations may vary. In the present research, it was evaluated the tuber weight and seed density for the production of registered seed of potato (*Solanum tuberosum* L.) "Superchola" variety at Yuyucocha farm, Ibarra at 2243 msnm. For the statistical design was used Split Parcels, in the main plot were evaluated six planting densities: 1,00, 1,10 and 1,20 m between grooves by 0,30 and 0,40 m between plants and in the sub plot the weight of tuber of 20 and 30 grams basic category. The evaluated variables were days to emergence and flowering, plant height, number of stems and tubers, yield, classification and economic analysis. In the days of emergence and flowering, the treatments did not present significant statistical differences; the T6 was superior in: plant height at 30 and 90 days with 32.48 and 97.46 cm respectively, in number of stems and tubers with 5 stems and 26 tubers, in yield with 19.21 t / ha and respect to the economic obtained a net benefit of 7683,33USD with of 1,92 dollars of benefit cost. In general, more tubers of the second category were produced in all treatments; working with seed weight of 30 grams seeds yielded better yields regardless of seed density. The planting distance 120x30 cm was positive in relation to the other densities.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La papa, es el segundo cultivo más importante después del maíz en la Sierra Ecuatoriana, representa el 7% de la canasta básica familiar nacional lo que se asienta como base de la alimentación de gran parte de la población; este tubérculo es cultivado en las diez provincias de la Sierra, representando el 89% de la producción las provincias de: Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi (MAGAP, 2013).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2013) estima que durante el año 2012 la producción de papa fue de 305 mil TM con un rendimiento promedio de 8 TM/ha; además el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP, 2014) menciona que en Imbabura en el año 2012 se sembró una superficie de 1104 ha de papa, de las cuales se cosecharon 1058 ha con un rendimiento promedio de 8,5 TM/ha, lo cual, en comparación con otros países productores de papa Ecuador tiene bajos rendimientos.

La semilla, es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos. En el caso de la papa, el uso de semilla de buena calidad es importante, ya que se emplea la propagación vegetativa (por medio de sus tubérculos). Un tubérculo-semilla que no posea características sanitarias, físicas y fisiológicas apropiadas, dará como consecuencia: germinación no uniforme, un pobre desarrollo de planta y bajos rendimientos; además se corre el riesgo de dispersar de forma involuntaria agentes como: plagas y enfermedades, que se alojan en una semilla de mala calidad (Montesdeoca, 2005).

La demanda de semilla de papa en Ecuador, se determina de acuerdo a su tipo, un 59% de los productores demanda semilla propia, un 30% seleccionada, un 8% certificada y un 3% registrada, es decir; los agricultores usan en su mayoría tubérculos que formalmente no son de calidad. La oferta en cambio está regida por los Sistemas Formal e Informal, en el caso del Sistema Formal ésta proviene de actores como el MAGAP, el Instituto Nacional

de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y los multiplicadores certificados, en cambio en el Sistema Informal o Tradicional, los propios productores escogen su semilla, la cual es ofertada en ferias, mercados o bodegas (Flores, Naranjo, Galárraga, Sánchez, & Viteri, 2012).

La utilización de semilla de calidad al momento de implementar un cultivo, proporciona ventajas como: uniformidad en la germinación y desarrollo en la etapa inicial del cultivo, baja dispersión de semillas de malezas, ya que éstas son llevadas por semillas que no son certificadas, no hay necesidad de realizar resiembras y altos rendimientos en producción; además proporciona calidad fisiológica, sanitaria física y genética, lo que al final significa mayor ingreso económico para el agricultor. Cabe destacar que todo esto se logra con la aplicación de un paquete tecnológico de manejo recomendado.

Cisneros y Herrera (1990) mencionan que el tamaño de los tubérculos y la distancia de siembra, son factores muy importantes que están estrechamente relacionados con la producción de la papa; para determinar la distancia de siembra más adecuada, se deben considerar: la fertilidad del suelo, la condición climática, la cantidad de tubérculos por área, el cultivar y el propósito del cultivo ya sea para consumo o para semilla.

1.2 Problema

En las zonas mesotérmicas de Imbabura, generalmente los cultivos se establecen en altitudes entre los 2250 a 2600 msnm, siendo los más representativos el maíz (*Zea mays*) y frejol (*Phaseolus vulgaris*) solos o en asociación, después de este ciclo de cultivo el agricultor acostumbra a rotar los suelos con trigo (*Triticum* spp.) y cebada (*Hordeum vulgare*), cereales de poca rentabilidad para la economía del productor; otro cultivo de importancia es la papa, sin embargo; el agricultor carece de semilla o material vegetativo idóneo para incrementar sus rendimientos y por ende sus ingresos económicos.

De acuerdo a sondeos realizados en los campos de agricultores, se ha observado que, en la mayoría de ellos, se utiliza semilla de mala calidad; es decir, separan tubérculos de una producción anterior y los utilizan como semilla para el siguiente ciclo, esta práctica tradicional, está ocasionando cada vez más el deterioro de las características genéticas,

físicas y sanitarias de las variedades utilizadas, entre ellas Superchola, lo que conlleva a obtener bajas producciones del tubérculo.

Respecto al manejo, los agricultores tradicionalmente mantienen densidades de siembra de 30 a 40 cm entre plantas por 1m entre surcos, esta actividad, no le ha permitido al productor relacionar el valor del peso de tubérculo en el incremento de los rendimientos de papa sea esta de destino comercial o semilla, factores que serían necesarios estudiar para promover una recomendación viable para los usuarios.

Al utilizar semilla certificada, el agricultor puede incrementar la eficiencia productiva y comercial, ya que al utilizar papa-semilla de calidad, no solamente se asegura pureza varietal, sino también un valor sanitario de su cosecha elevado, que le permite obtener mayor rendimiento comercial, debido a que las pérdidas por desecho disminuyen considerablemente; además de obtener un producto de buena calidad (Andrade, Contreras, & Castro, 2008).

De acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 en Ecuador, los rendimientos de acuerdo al tipo de semilla usada para la producción de papa, se obtiene: tubérculo común produce 5 t/ha, seleccionada produce 9,8 t/ha y con certificada se tiene un promedio de 13,8 t/ha, datos que aseguran el éxito de obtener mayores rendimientos utilizando tubérculo-semilla de calidad (Junovich, 2003).

1.3 Justificación

La papa, es un cultivo de alta rentabilidad, prioritario en la canasta básica familiar e interviene en los sistemas de producción que sostienen los agricultores de la sierra norte del país; sin embargo, la falta de conocimiento en cuanto al peso de los tubérculos y a las densidades de siembra para la producción de semilla de papa, hacen que esta investigación aclare y obtenga resultados que solucionen esta problemática, con el fin de mejorar la producción y productividad de este tubérculo en las zonas meso térmicas comprendidas entre las altitudes de 2250 y 2600 msnm.

La mayoría de los cultivos de papa, se implementan sobre los 2600 msnm para lo cual existen recomendaciones técnicas sobre densidad de siembra y tamaño de tubérculo semilla, sin embargo, para altitudes menores las recomendaciones podrían variar, por lo que los agricultores de estas zonas, desconocen la distancia de siembra adecuada y la utilización de tubérculos grandes o pequeños; además no se utiliza semilla de calidad, razón por la que es necesario realizar esta investigación, relacionando las densidades de siembra con el peso de los tubérculos, para producir semilla registrada.

A la vez se justifica esta investigación por cuanto es un trabajo de seguimiento a los mini tubérculos semilla obtenidos del sistema aeropónico, resultados logrados en trabajos anteriores por el INIAP y el Centro Internacional de la Papa (CIP), aseguran el éxito de producción y sanidad de los tubérculos en generaciones futuras.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el peso del tubérculo y la densidad de siembra para la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” en la granja Yuyucocha, Ibarra.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el mejor peso de tubérculo semilla para obtener un mayor rendimiento de semilla registrada.
- Determinar la mejor densidad de siembra para la obtención de semilla registrada.
- Determinar el rendimiento de semilla registrada.
- Realizar el análisis económico de presupuesto parcial para determinar la mejor alternativa de producción de semilla registrada de papa, variedad “Superchola”.

1.5 Hipótesis

Ho: El peso del tubérculo y la densidad de siembra no afectan en la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” en la granja Yuyucocha, Ibarra.

Hi: El peso del tubérculo y la densidad de siembra afectan en la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” en la granja Yuyucocha, Ibarra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

2.1.1 Origen de la Papa

La papa, después del arroz, el maíz y el trigo; es uno de los cultivos más importantes del mundo, aportando la mayor cantidad de carbohidratos a la dieta de millones de personas de los países en desarrollo, fundamentalmente en Sudamérica, África y Asia en su totalidad. La papa tiene sus orígenes en el sudeste de Perú, en el Altiplano cerca del lago Titicaca hace 8 mil años. A mediados del siglo XVI y los dos siglos siguientes este cultivo fue domesticado, llevado a España, al resto de Europa y muchos otros países, destino donde fue adaptado a condiciones del Norte, además se desarrollaron variedades nuevas de maduración temprana (Chávez, 2008).

La evolución de las especies cultivadas de papa, tuvo su origen del nivel diploide (dos pares de cromosomas), un ejemplo de esto es *Solanum phureja* la cual se encontraba distribuida en tiempos prehispánicos en Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. La variabilidad posterior existente tuvo lugar por medio de la hibridación intra e interespecífica. Por otro lado, en el mundo existen cerca de 5000 cultivares de papa, de los cuales en los Andes se encuentran menos de 500. En el Ecuador según investigaciones realizadas por el INIAP en 1994 se encontró alrededor de 400 especies entre *andigena* y *phureja*, sin embargo, solamente 30 de éstas se siembran; las variedades INIAP-Gabriela y Superchola ocupan más del 50 % del área sembrada (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.1.2 Importancia de la Papa

Actualmente, este cultivo se produce en más de 125 países y sus consumidores superan el billón de personas, asentándose de esta forma, como el tubérculo más importante del mundo, además de que se ha convertido en la principal fuente de carbohidratos para habitantes de países en desarrollo (Chávez, 2008).

Según la FAO (2008) en el mundo se producen 325,3 millones de toneladas de papa de las cuales la tercera parte se cosechan en China y la India; Asia y Europa por su parte en el 2007 suministraron más del 80 % de la producción mundial ubicándose de esta manera como las primeras regiones productoras de papa en el mundo, al contrario de América Latina donde las cosechas fueron menores, sin embargo consiguió una producción extraordinaria, con la cual Norteamérica obtuvo el primer lugar en rendimiento con más de 40 t/ha.

Los países con mayores extensiones dedicadas al cultivo de papa son: China (3,5 millones de ha), Rusia (3,4 millones de ha), Ucrania (1,6 millones de ha), Polonia (1,4 millones de ha) y la India (1,1 millones de ha). En América Latina, a pesar de ser su centro de origen, sólo se cultivan alrededor de 1,1 millones de hectáreas, de las cuales el Ecuador cultiva 66000 ha (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Según Monteros (2016) la papa en Ecuador se cultiva en 12 provincias, de ésta manera es una de las principales actividades agrícolas realizadas, además forma parte de la alimentación diaria debido a su aporte nutricional. En el año 2015 destaca un rendimiento medio de 16,13 t/ha de la variedad Superchola; una de las provincias que supero a esta media 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.

El contenido nutricional de la papa varía de acuerdo a la variedad y condiciones de campo en la que fue cultivada, cada 100 g de tubérculo fresco contiene: 75 % de agua, 18,5g de almidón, 0,7 a 4,6% de proteína, 0,02 a 0,96 de grasas, 0,44% de cenizas, además poseen Potasio (560 mg) y vitamina C (20 mg). Al utilizar la papa de forma medicinal, ayuda a calmar efectos de algunas enfermedades como escorbuto, tuberculosis y disentería (Pumisacho & Sherwood, 2002; Chávez, 2008).

2.1.3 Descripción taxonómica de la papa

Según Terranova (1995) citado por Martínez (2009), la clasificación taxonómica de la papa es la siguiente:

Reino:	Plantae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledonea
Orden:	Tubiflorales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>tuberosum</i>

2.1.4 Descripción botánica del cultivo de papa

La papa, es una dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas de hábito rastrero o erecto que alcanza una altura entre 0,60 y 1,50 m, con tallos gruesos y entrenudos cortos de los cuales se desprenden hojas compuestas y pinnadas, posee tubérculos carnosos en las cuales sobresalen yemas u ojos, éstos se originan en el extremo del estolón (Huamán, 1986).

Según Egúsqüiza (2000), la planta de la papa es de naturaleza herbácea, la cual consta de dos sistemas: aéreo y subterráneo. Al sistema aéreo se le atribuyen las funciones de crecimiento, fotosíntesis y reproducción, en tanto que el sistema subterráneo realiza las funciones de absorción de agua, nutrientes y almacenamiento. De acuerdo con la descripción botánica, la planta de papa consta de las siguientes partes principales: brote, tallo, raíz, hoja, flor, fruto, semilla, estolón y tubérculo.

a) El brote

Las yemas de los tubérculos, dan origen a pequeños tallos llamados brotes, mismos que toman su apariencia y tamaño según el ambiente de almacenamiento. Al realizar la

siembra utilizando tubérculos con brotes, éstos crecen rápidamente y al emerger producen un nuevo tallo (Egúsquiza, 2000). La variedad determina el color del brote, éstos pueden ser blancos y parcial o totalmente coloreados, la parte basal se caracteriza por poseer lenticelas y por lo general constituye la parte subterránea del tallo, mientras que la parte apical origina a las hojas y el crecimiento de la planta (Huamán, 1986).

b) El tallo

Dentro del conjunto de tallos, se derivan aéreos y subterráneos; los tallos aéreos lo conforman: tallos principales, secundarios, estoloníferos, ramas y los tallos subterráneos lo componen el estolón y el tubérculo (Egúsquiza, 2000). Los tallos son verdes y en algunos casos de color marrón-rojizo o morado, pueden ser circulares y angulares, a menudo se forman alas en los tallos angulares, las cuales son rectas, onduladas o dentadas. Los tallos laterales, estolones e inflorescencias se forman a partir de las yemas axilares (Huamán, 1986).

c) La raíz

El sistema radicular de la papa, depende de si se utiliza semilla sexual o asexual; cuando la planta proviene de semilla sexual, ésta presenta raíz principal, hipocotíleo, epicotíleo y cotiledones, a diferencia de las plantas que se desarrollan de un tubérculo semilla donde las raíces son adventicias (Pumisacho y Sherwood, 2002). La papa tiene una raíz muy débil en comparación con otros cultivos, por lo que necesita de un suelo con muy buenas condiciones, además la raíz es la responsable de la absorción de agua (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000).

d) Las hojas

La papa posee hojas compuestas y pinnadas, las primeras hojas pueden ser simples, pero una planta adulta posee hojas compuestas en par y alternadas, las cuales están dispuestas de forma alterna en el tallo formando un follaje frondoso (Pumisacho & Sherwood, 2002). Las partes que conforman la hoja son: folíolos laterales, folíolo terminal,

interhojuela, raquis o peciolo y yema; además las hojas cumplen la función de captar y transformar la energía lumínica en alimenticia (azúcares y almidón) (Egúsquiza, 2000).

e) La flor

Las flores crecen en racimos y son terminales, las mismas que son bisexuales, es decir; están conformadas por los órganos masculino (androceo) y femenino (gineceo) por lo que la fecundación se realiza de forma natural; la corola es pentámera (cinco pétalos) de varios colores, por lo general blanco, rojo y púrpura según la variedad; el cáliz consta de cinco sépalos (Huamán, 1986; Pumisacho & Sherwood, 2002). La flor cumple la función de reproducción sexual, además se puede diferenciar a las variedades de papa de acuerdo al color de sus flores (Egúsquiza, 2000).

f) El fruto y la semilla

El fruto es una baya que contiene numerosas semillas, es esférico y de color verde, pero en algunas variedades es ovoide o cónico con puntos blancos o pigmentados. Cada fruto contiene más de 200 semillas, éstas son planas, ovaladas y pequeñas (1000 – 1500 semillas/g) (Huamán, 1986).

g) El estolón

Son tallos laterales que crecen a partir de las yemas, que se encuentran bajo la superficie del suelo. Mediante el agrandamiento de su parte terminal, se producen los tubérculos; el mejoramiento de la papa busca reducir el tamaño de los estolones debido a que es un carácter de importancia de cada variedad (Huamán, 1986). Según Egúsquiza (2000) el estolón es un tallo especializado en el transporte de sustancias desde las hojas hacia los tubérculos donde se almacenan en forma de almidón.

h) El tubérculo

Se refiere al engrosamiento que se produce en la parte apical del estolón, cuyo crecimiento es fuertemente comprimido y se orienta hacia los costados. El estolón se

especializa en el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón), también se puede referir al tubérculo como el fruto agrícola de la papa (Egúsqüiza, 2000).

2.2 Variedades de papa cultivadas en Ecuador

De acuerdo a la zona del país, se produce una variedad diferente de papa, las mismas que se clasifican en nativas y mejoradas. Las nativas son el resultado del trabajo y proceso de selección empírica a través de cientos y miles de años realizado por los agricultores y la naturaleza. Las variedades mejoradas son el producto de una investigación minuciosa en campo y laboratorio utilizando materiales nativos y exóticos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Entre las variedades mejoradas que se cultivan en el Ecuador, se encuentran: Sta. Catalina, INIAP-María, INIAP- Cecilia, Gabriela, Esperanza, Superchola, Fripapa, Rosita, Santa Isabel, Margarita, Soledad Cañari, Raymipapa, Suprema y Papa Pan; entre las variedades nativas tenemos: Chola, Uvilla, Yema de huevo, Bolona (Andrade, 1998; Pumisacho & Sherwood, 2002).

De acuerdo a las zonas reproducción de papa en el Ecuador en la Tabla 1 se muestran las distintas variedades entre nativas y mejoradas.

Tabla 1. Variedades de papa y zonas de cultivo en Ecuador

Zona de cultivo	Variedad
Norte: Provincia de Carchi	Chola, Superchola, Gabriela, Esperanza, María, Fripapa-99, ICA-Capiro, Margarita, Ormus y Yema de Huevo (Chauchas).
Centro: Provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo	Chola, Uvilla, Santa, Catalina, Esperanza, Gabriela, María, Margarita, Rosita, Santa Isabel, Superchola, Yema de Huevo, Fripapa y Cecilia-Leona.
Sur: Provincias de Cañar, Azuay y Loja	Uvilla, Bolona, Santa Catalina, Esperanza, Soledad, Cañari y Gabriela

Fuente: Pumisacho y Sherwood, (2002)

2.3 Variedad “Superchola”

2.3.1 Origen de la variedad

Esta variedad, es el resultado de la selección a partir de los cruzamientos de “Rosita” y “Curipamba Negra” en 1968, dando origen a “Curicana” que posteriormente fue cruzada con *Solanum phureja* de la cual resultó un híbrido, éste fue cruzado con Chola de la cual se seleccionaron tres genotipos (clones) más sobresalientes los cuales finalmente se recruzaron entre sí originando a la variedad “Superchola” misma que fue liberada en 1984, esto fue realizado por el Sr. Germán Bastidas Vaca en el cantón Montúfar, Carchi, quien en su vida fue un investigador autodidacta dedicado al mejoramiento genético de la producción agropecuaria, además fue considerado como el genetista más antiguo y prolífico del Ecuador (Cortazar, 2011; Mastrocola et al., 2016).

2.3.2 Características agronómicas de la variedad

Esta variedad crece muy bien en la región Sierra norte del callejón interandino, en un rango de altitud entre 2800 a 3400 msnm, su densidad de siembra es de 1000 – 1200 kg/ha de semilla certificada, con una distancia entre surcos de 1,1 -1,2 m y entre plantas de 0,3 a 0,4 m; dando de esta manera un rendimiento promedio de 20 a 30 t/ha (Tabla 2) (Mastrocola et al., 2016). La demanda de esta variedad en el Ecuador se ubica en primer lugar con 30,4% de papa comercializada (Andrade, 1998).

Tabla 2. Características agronómicas de la variedad “Superchola”

Característica	Observación
Periodo de reposo	80 días
Número de tubérculos/planta	20 – 25
Maduración	180 días
Rendimiento	20-30 t/ha
Contenido de materia seca	22-24 %
Usos	Consumo en fresco, sopas, agroindustria
Reacciones a enfermedades	Susceptible a lanchara (<i>Phytophthora infestans</i>), resistencia media a roya (<i>Puccinia piittieriana</i>), tolerante a nematodo del quiste de papa (<i>Globodera pallida</i>).

Fuente: Rubio (2015)

2.3.3 Características morfológicas de la variedad

La planta de la variedad superchola, es de hábito erecto con tallos verdes y manchas púrpuras, alas rectas y onduladas; las hojas son diseccionadas con un foliolo terminal, tres a cuatro foliolos laterales, dos a tres pares de inter hojuelas entre foliolos laterales y uno a dos pares de inter hojuelas sobre los peciolos; posee una floración moderada con flores de color púrpura las cuales forman una corola estrellada. Los tubérculos son de forma ovalada, yemas superficiales, color predominante rosado, color secundario blanco crema distribuido alrededor de las yemas y pulpa amarillo intenso (Mastrocola et al., 2016).

2.4 Producción de semilla

Los países en general, poseen una ley que regula la producción de semilla de los diferentes cultivos, la cual protege a los agricultores contra riesgos de la utilización de semilla de baja calidad (Velásques, Monteros, & Tapia, 2008).

La oferta de semilla está regida por los Sistemas Formal e Informal, en el caso del Sistema Formal o Convencional ésta proviene de actores como MAGAP, INIAP y los multiplicadores certificados, en cambio en el Sistema Informal o Tradicional los propios productores escogen su semilla, la cual es ofertada en ferias, mercados o bodegas. En el caso de la demanda en Ecuador está determinada de acuerdo al tipo de semilla, donde un 59% de los agricultores demanda propia, un 30% seleccionada, un 8% certificada y un 3% registrada, es decir, los agricultores usan en su mayoría tubérculos que formalmente no son de calidad (Flores et al., 2012).

Según el III Censo Nacional Agropecuario en el Ecuador se utiliza el 1,5% de semilla certificada de papa, de este porcentaje, el 90 % son variedades mejoradas por el INIAP y el 10 % son nativas, además el INIAP abastece cerca de 900 toneladas de semilla de papa por año (Junovich, 2003).

El INIAP, bajo los sistemas de producción de hidroponía y aeroponía produce semilla de papa con altos estándares de calidad de las variedades: Superchola, Puca-Shungo,

Yana-Shungo, Fripapa y Victoria; el MAGAP por su parte produce semilla de la variedad Superchola (INIAP, 2015).

2.4.1 Ley de semillas

En el Art. 5 de la Ley de Semillas del Ecuador se estipula que el INIAP, así como a las personas naturales o jurídicas autorizadas por el MAGAP conforme al reglamento pertinente les corresponde la producción de semillas de las clases: “Genética” o de “Fitomejorador”, “Básica” y “Registrada”, en los volúmenes acordados anualmente por el MAGAP, previa recomendación del Consejo Nacional de Semillas (Cevallos, 2012).

Según el Art. 6 de la Ley de semillas, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, dictará las normas o los estándares que deberán reunir las diferentes especies vegetales sometidas al proceso de certificación de semillas, en sus diferentes clases, así como las que se expenden como semilla común, en base de las recomendaciones que formule el Consejo Nacional de Semillas (Cevallos, 2012).

a) Registro de cultivares

Todo cultivar, perteneciente a las especies en proceso de certificación y cuya semilla se quiera comercializar en el país, deberá registrarse en el Departamento de Certificación de Semillas del MAGAP (Cevallos, 2012).

b) Solicitud del registro

Para registrar un cultivo, el propietario deberá formular una solicitud al Departamento de Certificación de Semillas del MAGAP, la cual deberá contener la siguiente información y documentación:

- Nombre o número del cultivar
- Nombre del obtentor
- Genealogía
- Características agronómicas
- Características físicas de la semilla

- Lugar de obtención
- Rangos de adaptación
- Comportamiento frente a plagas y enfermedades
- Características alimenticias e industriales de la semilla
- Concepto de adaptación y eficiencia
- Concepto del Consejo Nacional de Semillas
- Las variedades de origen foráneo deberán inscribirse con su nombre original

c) Concepto de adaptación y eficiencia

El INIAP o personas naturales o jurídicas autorizadas por el mismo realizarán las pruebas de adaptación y eficiencia y expedirá un certificado necesario para el registro del cultivar. El interesado deberá cubrir los costos que éstas demanden ya sea en campo o laboratorio (Cevallos, 2012).

d) Expedición del registro

Una vez cumplidos los requisitos establecidos, el Departamento de Certificación de Semillas inscribirá el material en el Libro de Registro de Cultivares para producción de semillas certificadas y procederá al correspondiente registro, y en el caso de observar circunstancias que modifiquen sustancialmente el comportamiento agronómico del material, el mismo departamento cancelará la certificación (Cevallos, 2012).

2.4.2 Sistemas de producción y multiplicación de semilla

Los sistemas de producción existentes son: Sistemas Formales y Sistemas Informales. En el sistema Formal los procesos y elementos son regulados por el sector público (MAGAP) a través de la certificación de semilla. En el sistema informal los procesos y son manejados libremente por los productores sin acatar ninguna regulación propuesta, y la combinación de los dos sistemas mencionados da lugar a los sistemas mixtos de producción de semilla (Hidalgo, 1999).

a) Sistemas formales de producción de semillas

Las leyes y el reglamento del estado regulan a este sistema, mismo que contempla varias categorías de semilla. El reglamento de Ley de Semillas en el Ecuador categoriza a las semillas de la siguiente manera: genética básica, registrada y certificada las cuales son reguladas por la entidad respectiva (MAGAP), por último, la semilla que no es controlada se denomina común, en el Ecuador, al momento, el INIAP produce semilla registrada de las variedades INIAP-Fripapa y Súper Chola; la cual es distribuida por venta a los productores semilleristas (Torres, Montesdeoca, & Andrade-Piedra, 2011).

En el sistema formal los tubérculos-semillas provienen de campos especialmente destinados para producir las categorías aceptadas por la ley en el proceso de certificación; En este sistema hay normas y reglamentos que rigen y determinan la aptitud como semillas del material producido.

Según Montesdeoca, Benítez y Paula, (2001) y Flores et al., (2012) los conceptos para los diferentes tipos de semilla están dados de la siguiente manera:

- Semilla propia o común: Desde el punto de vista de clasificación que realiza el agricultor se entiende por “semilla común” aquella que es tomada de una parte de la producción por los mismos agricultores, y que es almacenada de acuerdo a sus propios parámetros para ser utilizada en los siguientes ciclos de cultivo. Por otro lado, corresponde a la semilla de especies que han sido mejoradas o no genéticamente, las cuales no están registradas y deberán cumplir con los requisitos de la Ley y Reglamento de Semillas de Ecuador, para ser comercializadas.
- Semilla prebásica: Son tubérculos que provienen de plántulas producidas “*in vitro*”, que han pasado por un proceso de limpieza por métodos meristemáticos y termoterapéuticos dentro de un ambiente controlado y que han satisfecho las tolerancias establecidas por el control de calidad.
- Semilla básica: Es el resultado de la multiplicación de la semilla prebásica mediante métodos y técnicas que garanticen su identidad genética y pureza varietal. En esta

etapa el índice de selección y rango de tolerancia deben estar de acuerdo a las normas y reglamentos de producción de semilla. Se identifica por un marbete de color blanco.

- Semilla registrada: Se entiende como “semilla registrada” a la que los multiplicadores registrados y certificados por el MAGAP acceden por primera vez, es decir se refiere al material que proviene de semilla básica; ésta se vende a los agricultores en especial a los promotores de semilla. Se identifica por un marbete de color rojo.
- Semilla certificada: Es la semilla que proviene de la multiplicación de los tubérculos-semilla de categoría Registrada y se identifica por un marbete de color azul.

b) Sistemas tradicionales de producción de semillas

En los países en desarrollo, la mayoría de agricultores; utilizan semilla o tubérculos-semilla de papa que provienen de los sistemas de producción tradicional, es decir; mediante este sistema la semilla utilizada, no posee características deseables de una buena semilla y mucho menos existe garantía de que el insumo que se está utilizando posea calidad comercial aceptable (Hidalgo, 1999).

Por otro lado, los agricultores que seleccionan su propia semilla de la cosecha anterior para volver a sembrar en el siguiente ciclo también forman parte del sistema tradicional. Es habitual que en los países andinos, los pequeños productores de papa utilicen como semilla para la siguiente siembra los tubérculos más pequeños y aquellos de menor calidad comercial (Hidalgo, 1999).

Además, los sistemas informales o campesinos de producción de semillas no están regulados por el estado, pero son los que predominan en nuestro país; se basan en la reutilización de las semillas por parte del agricultor y la presencia de comerciantes que compran y venden semilla (Torres et al., 2011).

c) Sistemas mixtos de producción

Aquí, se combina los elementos del sistema formal e informal, un ejemplo es el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA), con el apoyo de INIAP y CIP, es decir, el INIAP participa como proveedor de nuevas variedades, tecnología, semilla inicial limpia, la cual es entregada a CONPAPA quien la compra y distribuye para sus semilleros y luego adquiere el material que ha sido multiplicado para finalmente proporcionar semilla a los agricultores productores de papa comercial (Montesdeoca, Reinoso, Montesdeoca, & Andrade-Piedra, 2012).

2.4.3 Propósito de cultivar papa para semilla

Al contrario de un cultivo tradicional para consumo donde se buscan la mayor cantidad de tubérculos grandes, en la producción de semilla el objetivo fundamental es obtener tubérculos de tamaño mediano, debido a esto para producir semilla se usa una densidad de plantas más alta, aunque también depende de la variedad (Montesdeoca, 2005).

2.5 Tubérculo-Semilla de Papa

2.5.1 Importancia

Aproximadamente en el Ecuador solo el 3% del total de productores, utilizan semilla registrada de papa, lo que ha permitido implementar medios automatizados para contrarrestar esta situación y de esta manera producir semilla de variedades como: “Superchola”, “Victoria”, “Pucashungo” y “Fripapa”, las mismas están aseguradas con calidad genética y fitosanitaria (INIAP, 2015).

El uso de semilla certificada en el Ecuador es bajo, se puede mencionar como ejemplo, que del área total sembrada de papa, solo el 1,5 % está cubierta de semilla certificada, sin embargo, se ha podido observar que en varias localidades, los agricultores reaccionan positivamente a la utilización de semilla de calidad, debido a que han comprendido que si utilizan tubérculos-semilla de calidad y de la mano con una correcta aplicación de tecnología, les permite aumentar los rendimientos por unidad de superficie, lo que conlleva a una mayor rentabilidad (Velásquez, 2010).

El tubérculo (semilla) viene a ser un factor fundamental en el cultivo de papa, siendo éste un medio para garantizar la calidad y productividad de dicho cultivo, por lo tanto, la siembra de tubérculos de baja calidad perjudica la producción, aún si las condiciones complementarias son las más favorables. De esta manera, la obtención de semilla de calidad está estrechamente relacionada con la mejor aplicación labores y técnicas de producción (Velásquez, 2010).

2.5.2 Concepto de tubérculo semilla

La semilla, es la base fundamental de cualquier proceso de producción, ya que es la responsable, en conjunto con otros factores, de obtener niveles de productividad elevados. En el caso de la papa el tubérculo semilla y la calidad del mismo aseguran un buen rendimiento final, siempre y cuando todos los procesos de manejo y control, así como ambientales se cumplan (Peña, 2000).

Según Egúsquiza (2000) la papa-semilla es una estructura botánica, que se encuentra en condición disponible, económica y oportuna para formar una planta con características de sanidad y producción similares a la variedad elegida.

2.5.3 Concepto de semilla de calidad

Se denomina “semilla de calidad” a aquella que cumple con ciertos parámetros físicos, sanitarios, fisiológicos y varietales. De acuerdo con esto, cualquiera de los tipos de semillas anteriormente señalados, son considerados semillas de calidad (Hidalgo, 1999).

Según Montesdeoca (2005), es el tubérculo que contiene características genéticas, sanitarias, físicas y fisiológicas para reproducir plantas que, al ser desarrollado en condiciones normales de cultivo, reproducirán las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado.

2.5.4 Atributos de la calidad de semilla

El fitomejoramiento de variedades, es un proceso de investigación que dura varios años de trabajo, mediante el cual se brinda a los agricultores y productores todo el potencial genético de una nueva variedad superior la cual les permitirá aumentar sus rendimientos en campo (Velásquez, 2010).

La calidad de la semilla es muy exigente, debido a esto los productores de la misma son muy constantes y preocupados para poder alcanzar, mantener y evaluar dicha calidad, por cuanto, la tecnología de producción de semilla ha definido la calidad en cuatro atributos: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios (Velásquez, 2010).

a) Calidad genética

La calidad o identidad genética de una semilla son las características que se reflejan en las plantas producidas de la variedad elegida, además es el medio de garantía para un productor acostumbrado a la producción de una variedad determinada (Egúsquiza, 2000). Para Velásquez (2010), la calidad genética de una semilla involucra todas las características de pureza varietal que en su mayoría son influenciadas por el medio ambiente como: resistencia a plagas y enfermedades, potencial de productividad, precocidad y resistencia a condiciones adversas de clima y suelo.

b) Calidad física

- Pureza física: Refleja los componentes físicos de un lote de semillas, como la uniformidad de procedencia, es decir la semilla no debe contener tubérculos en el caso de la papa provenientes de diferentes localidades, debido a que no todas las zonas de producción son aptas para producir semilla (Egúsquiza, 2000; Velásquez, 2010).
- Daños mecánicos al tubérculo: durante la cosecha, el los tubérculos se producen averías, como cortes y los mismos daños producidos por plagas y enfermedades, los cuales por lo general aceleran el proceso de brotamiento (Malagamba, 1999).

c) Calidad fisiológica

Edad del tubérculo: La oportunidad de siembra se determina en su mayoría por la edad de la semilla (Egúsqiza, 2000). Independientemente del momento que atraviese el tubérculo, posee dos edades diferentes: la edad cronológica y la fisiológica. La primera inicia con la tuberización o a partir de la cosecha y se expresa en días, semanas o meses. Técnicamente se debe calcular la edad de la semilla basándose en la iniciación de la tuberización y no en la cosecha. La segunda se refiere a los procesos de formación y desarrollo del tubérculo donde se incluye el brotamiento, es decir depende de la edad cronológica (Malagamba, 1999).

d) Calidad sanitaria

La semilla, es un vehículo de diseminación de plagas y enfermedades y la presencia de éstas en pequeña o grandes cantidades perjudica la productividad del cultivo (Egúsqiza, 2000). Por éste motivo la semilla, debe estar libre y sana de cualquier agente patógeno para evitar problemas de viabilidad o bajo vigor de semilla y es más, contaminar lotes libres de patógenos (Velásquez, 2010).

2.5.5 Desarrollo fisiológico del tubérculo

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

a) Reposo o Dormancia

Se refiere al tiempo en que las yemas de los tubérculos se encuentran sin actividad, es decir, existe brotación aún cuando las condiciones ambientales sean favorables, razón por la cual no es recomendable realizar la siembra durante este periodo, ya que se alargaría el tiempo de emergencia en campo y las plantas no tendrían una uniformidad (Egúsqiza, 2000).

Según Peña (2000), este período puede ser total o de pos cosecha, el primero está comprendido desde el inicio de la tuberización hasta el término de la dormancia la cual finaliza con el primer brotamiento, la segunda está comprendida entre la cosecha y el fin de este proceso.

De acuerdo con Peña (2000) existen varios factores que afectan dicho estado del tubérculo los cuales son:

- La variedad: Según ésta, la dormancia puede durar desde semanas hasta varios meses, lo cual está relacionado con la duración del ciclo vegetativo, pues existen variedades precoces y tardías.
- Condiciones de crecimiento: En este caso tienen mucha influencia las condiciones de campo donde fueron cosechados los tubérculos, por ejemplo: temperaturas altas, contenido de humedad bajo y la fertilidad del suelo baja, las cuales aceleran el desarrollo fisiológico y reducen el tiempo de reposo.
- Temperatura de almacenamiento: Según Malagamba (1999), cuando se tiene temperaturas elevadas en almacenamiento, se acelera el proceso de envejecimiento fisiológico del tubérculo, que de otro modo se reduce el periodo de dormancia. De forma definitiva el ambiente de almacenamiento es el factor más importante que influye en la duración de la dormancia.
- Daños mecánicos al tubérculo: Los daños producidos durante la cosecha y los daños producidos por plagas y enfermedades como gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), aceleran el período de dormancia.
- Madurez del tubérculo: Este factor, está relacionado con la madurez del tubérculo al momento de la cosecha; usualmente se tiene, que los tubérculos inmaduros duran más en periodo de dormancia que los cosechados maduros.
- Tamaño del tubérculo. Durante la fase de dormancia de la semilla, el tamaño de ésta es un factor muy importante que influye en la duración de dicho periodo, en éste

caso los tubérculos pequeños poseen un periodo de dormancia más prolongado al contrario de los tubérculos más grandes. Por otro lado, influye en la pérdida de peso del tubérculo durante el almacenamiento. Adicionalmente, al sembrar distintos tamaños de tubérculos se observa que los más pequeños tienden a un crecimiento y desarrollo de follaje de plantas más lento en comparación al de los tubérculos más grandes, por lo que cabe inferir que las plantas que provienen de tubérculos pequeños necesitan mayor tiempo para alcanzar su más alto potencial de rendimiento (Malagamba, 1999).

b) *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, marcando 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).

Se puede inducir a la formación de múltiples brotes mediante la remoción del primer brote o brote apical, éstos pueden ser removidos mientras sean jóvenes, para no causar daños posteriores a los tubérculos como deshidratación y rebrotamiento escaso, que se causan cuando los brotes son demasiado viejos (Peña, 2000).

c) *Brotación múltiple*

La duración del estado de brotamiento múltiple, se puede extender por varios meses según la variedad, en especial cuando los tubérculos-semilla son almacenados a bajas temperaturas y cuando los tubérculos son almacenados 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).

d) *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).

El proceso de senectud, puede ser retardado mediante el almacenamiento de los tubérculos semilla, en lugares con temperatura baja; por tanto, los tubérculos que provienen de un cultivo producido en temporada cálida alcanzan el estado de senectud más rápido que los producidos durante una temperatura fría (Peña, 2000).

2.5.6 Manejo del tubérculo semilla

Esta etapa comienza en el campo antes de la cosecha del tubérculo y se extiende durante su fase de reposo hasta la siembra. Según Torres et al. (2011) la producción de semilla se basa en tres principios de sanidad:

a) *Aislamiento*

Establecer el lote destinado a producción de semilla completamente alejado de los campos de papa comercial, evitando de esta manera el traslado de plagas y el contagio de enfermedades.

b) *Protección*

Se refiere a la utilización combinada de plaguicidas con las labores culturales, buscando de esta manera protección de plagas y enfermedades para el cultivo, al final el lote no debe presentar residuos de ataque de nematodos, pudrición blanda, entre otros que se puedan diseminar mediante el tubérculo-semilla (Montesdeoca, 2005).

c) *Erradicación*

Consiste en la eliminación de plantas y tubérculos atípicos a la variedad.

Las prácticas o fases de manejo de los tubérculos semilla son:

d) *Densidad de siembra*

Se recomienda distancias entre surcos de 1 y 0,25m entre plantas, lo que resulta que las altas densidades de siembra proporcionen mayor número de tallos y por ende mayor número de tubérculos de menor tamaño, obteniéndose una alta tasa extracción de semilla (65 a 70%) (Torres et al., 2011).

e) *Controles fitosanitarios*

Se refiere a las aplicaciones de plaguicidas que se realiza para el control de las principales plagas y enfermedades que condicionan la calidad de la semilla (Tabla 3) (Huaraca, Montesdeoca, & Pumisacho, 2009; Torres et al., 2011).

Tabla 3. Principales plagas y enfermedades del cultivo de papa

Enfermedad	Agente causal	Síntomas	Manejo integrado
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i> (Oomiceto)	Manchas de color café en hojas y tallos, forman pelusa do color blanco (micelio esporas).	Variedades resistentes, sembrar en épocas con menos lluvia, usar fungicidas.
Roya	<i>Puccinia pittieriana</i> (Hongo)	Manchas blanco verdosas, pústulas anaranjadas y cafés en el envés de la hoja.	Usar fungicidas a inicio de los síntomas.
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i> (hongo)	Manchas negras con pelusillas blancas en el cuello de la planta. Pueden aparecer papas aéreas.	Rotar cultivos, eliminar rastrojos, semilla de calidad, eliminar plantas infectadas.
Pudrición seca	<i>Fusarium</i> spp. (Hongo)	Pudriciones negras y negras en tubérculos almacenados.	Selección de tubérculos para almacenar.

Roña	<i>Spongospora subterranea</i> (Hongo)	Ampollas de color ladrillo en tubérculos.	Rotar cultivos, usar materia orgánica descompuesta.
Carbón	<i>Thecaphora solani</i> (Hongo)	Agallas en tallos, estolones y tubérculos	Rotar cultivo, usar semilla de calidad.
Pudrición blanda	<i>Pectobacterium</i> spp.(bacteria)	Manchas negras en la base del tallo, plantas pequeñas, amarillas y marchitas. Manchas húmedas en tubérculos	Rotar cultivo, usar semilla de calidad. Eliminar plantas enfermas, almacenar en buenas condiciones.
Virosis	Virus S y X de la papa	Amarillamiento, Mosaico Enrollamiento, crecimiento erecto, Enanismo, Deformación de tubérculos.	Usar variedades resistentes (fuertes) como la variedad INIAP-Soledad Cañari Controlar los insectos vectores, mediante trampas, insecticidas, etc.
Gusano blanco	<i>Premnotrypes vorax</i>	Come fillos de hojas y tubérculos.	Usar trampas e insecticidas, aporques altos.
Polilla de la papa	<i>Tecia solanivora</i>	Ataca a tubérculos almacenados.	Controlar ventilación, humedad y sanidad en almacenamiento.
Pulguilla	<i>Epitrix</i> sp.	Atacan a los brotes de la planta.	Rotar cultivos, usar insecticidas.
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Raspado y chupado del líquido celular, puntos negros en el envés de la hojas.	Eliminar malezas, usar insecticidas.
Mosca minadora	<i>Liriomyza</i> spp.	Galerías en el interior de las hojas.	Trampas para capturar adultos, realizar riegos, aporque alto.

Fuente: Montesdeoca, et al. (2013)

f) Eliminación de plantas enfermas (“roguing”)

La eliminación de plantas enfermas y el número de operaciones, dependerá del nivel de infección y susceptibilidad de la variedad; la finalidad de esta práctica, es evitar el incremento progresivo de plagas y enfermedades (Torres et al., 2011).

g) Corte de follaje

Sirve para determinar el tamaño del tubérculo semilla, para el control de áfidos y acelerar la maduración. Para identificar el tiempo de corte se procede a muestrear los tubérculos hasta que alcancen el tamaño deseado (Huaraca et al., 2009; Torres et al., 2011).

h) Cosecha

La cosecha debe ser oportuna una vez que los tubérculos hayan alcanzado su madurez fisiológica. Los índices de madurez son: planta seca completamente, no se desprende la piel del tubérculo al pasar el pulgar por sus yemas y se ha completado el ciclo vegetativo. La humedad del suelo al momento de la cosecha debe estar en punto de labranza o ligeramente seco; el suelo húmedo perjudica la piel de la semilla (Torres et al., 2011).

i) Transporte

Se debe transportar a los tubérculos semillas con mucho cuidado para evitar daños mecánicos, es decir evitar semillas lastimadas, cortadas o interiormente estropeadas, lo que se traduce en pérdida en la selección, disminución en la germinación, pérdida de peso, reducción de vigor, daños al momento de la desinfección química y susceptibilidad a pudriciones (Torres et al., 2011).

j) Selección

En este proceso se deben descartar los tubérculos con las siguientes características: deformes, muy pequeños, con daños mecánicos, inmaduros, con daños de plagas y enfermedades, diferente variedad, en proceso de descomposición (Huaraca et al., 2009; Torres et al., 2011).

k) Clasificación de tubérculos semilla

El material se debe clasificar de acuerdo al peso y tamaño del tubérculo de la siguiente manera (Tabla 4) (Montesdeoca, 2005):

Tabla 4. Clasificación de tubérculos semillas de papa

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

Fuente: Montesdeoca (2005)

Huaraca et al. (2009), clasifican los tubérculos semilla de papa de la siguiente manera (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de tubérculos-semilla de papa.

Denominación	Peso (g)	Diámetro (cm)
Primera	Mayor a 100	Mayor a 8
Segunda	40 a 100	4 a 8
Tercera	Menor a 40	Menor a 4

Fuente: Huaraca et al. (2009)

l) Desinfección

Se refiere a la aplicación de plaguicidas a los tubérculos semilla previo al almacenamiento o siembra, con el objeto de destruir patógenos como la polilla de la papa (*Tecia solanivora*) que pueden perjudicar a la semilla en almacenamiento o en el suelo.

Torres et al. (2011) mencionan que la aplicación de plaguicida se puede hacer de tres formas:

- Espolvoreo: Consiste en mezclar cuatro partes de harina en relación a una de plaguicida en un balde a fin de obtener una mezcla homogénea y aplicar a los tubérculos.
- Inmersión: Consiste en sumergir a la semilla previamente puesta en sacos ralos o canastas en un tanque preparado con plaguicida en un tiempo de 3 a 5 minutos; secar 20 minutos antes de almacenar.
- Aspersión: Consiste en aspergear la semilla con una bomba que contiene una mezcla de plaguicida.

m) Almacenamiento

Para dar un correcto almacenaje a los tubérculos y reducir las pérdidas al mínimo, se requiere de ciertas condiciones de temperatura y humedad, con una buena ventilación. El almacenamiento se debe realizar a temperaturas bajas, debido a que a temperaturas altas el proceso de envejecimiento fisiológico del tubérculo se acelera, provocando reducción del período. En general, las condiciones ideales para almacenamiento se consideran a una temperatura de 4 a 5 °C y una humedad relativa de 90-95% (Manzilla & Arribillaga, 2013).

2.6 Tasa de extracción de semilla

Para obtener mayor número de tubérculos semilla, se puede ajustar la densidad de siembra debido a que existe una estrecha relación entre el número de tallos por unidad de área y el número de tubérculos producidos. Existe la posibilidad de mejorar la eficiencia de multiplicación mediante el uso de semilla envejecida fisiológicamente, la cual permite acelerar el ciclo vegetativo, reducir la dominancia apical y producir mayor cantidad de tallos lo que conlleva a obtener mayor cantidad de tubérculos de tamaño ideal para semilla (Andrade & Pinango, 2016).

2.7 Peso del tubérculo semilla

El INIAP (2011) menciona que, el tubérculo semilla, debe ser de tamaño mediano (50-60 gramos) para obtener una buena germinación y emergencia de plantas en la variedad Superchola. Por otra parte Cisneros y Herrera (1990) señalan que para producir semilla se puede llegar a utilizar tubérculos hasta con 30g de peso siempre que éstos sean de buena calidad, para tener una emergencia uniforme de plantas.

Montesdeoca (2005), menciona que los tubérculos entre 40 a 120 g son ideales para semilla. Torres et al. (2011), por su parte aducen que los tubérculos-semilla pequeños tienen más yemas por unidad de peso y por ello producen más tallos. Sin embargo, los tallos provenientes de tubérculos-semilla más grandes en general crecen más rápido y poseen mayor capacidad de rebrote, lo que es ventajoso si las condiciones al momento de la siembra son adversas. Una semilla de edad fisiológica más avanzada promueve más brotes que una

semilla de menor edad, pero si está muy vieja los brotes resultan débiles y sin capacidad de emerger del suelo (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2.8 Densidad de Siembra

La densidad de siembra, se refiere a la cantidad de tubérculos semilla que van a ser sembrados por hectárea, la misma que podría variar entre 26 y 66 mil tubérculos/ha, esto va a depender del propósito del cultivar ya sea producción de papa para semilla o para consumo. El número de tubérculos que se va a producir está directamente relacionado con la densidad de siembra, es decir, a medida que ésta se incrementa, la densidad de tallos por unidad de área se sube y por ende se incrementará el número de tubérculos cosechados (Sandaña, 2016).

Cisneros y Herrera (1990), mencionan que el tamaño de los tubérculos y la distancia de siembra, son factores muy importantes que están estrechamente relacionados con la producción de la papa. Para determinar la distancia de siembra más adecuada, se deben considerar: la fertilidad del suelo, la condición climática, la cantidad de tubérculos por área, el cultivar y el propósito ya sea para consumo o para semilla.

La mayor densidad de plantas por área hace que los tubérculos cosechados sean menores, aunque la producción sea mayor. Esto se debe a dos factores principalmente:

- El follaje cubre más rápidamente la superficie interceptando la luz eficientemente.
- Los nutrimentos, en agua, el terreno y la luz son empleados más adecuadamente.

Sirt (1991) (citado por Gallegos, 2011), aduce que la mejor densidad depende del factor ambiente, las condiciones de baja producción causadas por baja intensidad de luz, baja fertilidad del suelo, poca humedad y mala estructura, no pueden sostener tantas plantas con las condiciones de alta producción. Para obtener tubérculos del mismo tamaño en condiciones de baja producción, la densidad de plantas debe ser más baja que cuando existen condiciones de alta producción. La densidad de plantas elevada en condiciones de baja producción hace reducir el tamaño del tubérculo más que aumentar el rendimiento.

Según Egúzquiza (2000), el distanciamiento de siembra de semilla de papa se refiere a la longitud entre surco y entre tubérculos, es decir; éstos espacios pueden ser diferentes, de esta manera la distancia de siembra tradicional es 100 cm entre surco por 30 cm entre semilla, la misma que puede variar a un mínimo de 50 x 15 cm hasta un máximo de 120 x 40 cm entre surco y semilla respectivamente.

Para producción de mini tubérculos semilla bajo invernadero en el sistema de producción hidropónico se utiliza una densidad poblacional de plantas alta (45 plantas/ m²), debido a que a esta densidad la acumulación de biomasa es baja y se obtienen tubérculos mayores a 10 mm de diámetro (Flores-López et al., 2009). Por otro lado en aéroponia se puede utilizar densidades mayores de plantas de 60 a 100 plantas /m² (Farran & Mingo-Castel, 2006).

2.9 Factores que afectan la densidad de plántulas y tubérculos

Wiersema (1987), describe los factores que intervienen directamente en la densidad de plantas como de tubérculos de la siguiente manera:

- El número de plántulas y tubérculos por unidad de área se determina de acuerdo al número de brotes que emergen y número de plántulas que sobreviven para formar tallos.
- Los daños producidos por el método o forma de siembra a los brotes de tubérculos, también reducen los brotes que posteriormente formaran tallos, además de causar el no crecimiento de nuevos brotes dejando como consecuencia una emergencia no uniforme.
- Otro factor importante es el suelo, mismo que debe estar en condiciones de humedad óptimas y sin terrones, un lecho con terrones reduce la densidad.
- El manejo y tratamiento del tubérculo semilla en los procesos de almacenamiento, desbrotado, corte o fraccionamiento también afectan el número de brotes.
- Edad fisiológica de la semilla, cuando se tiene tubérculos fisiológicamente más viejos, desarrollan más brotes que los jóvenes, al contrario, si está muy avanzado proporciona brotes débiles que no emergen.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del Área de Estudio

La investigación se efectuó en un lote de la Granja Experimental Yuyucocha, ubicado en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra (Figura 1).

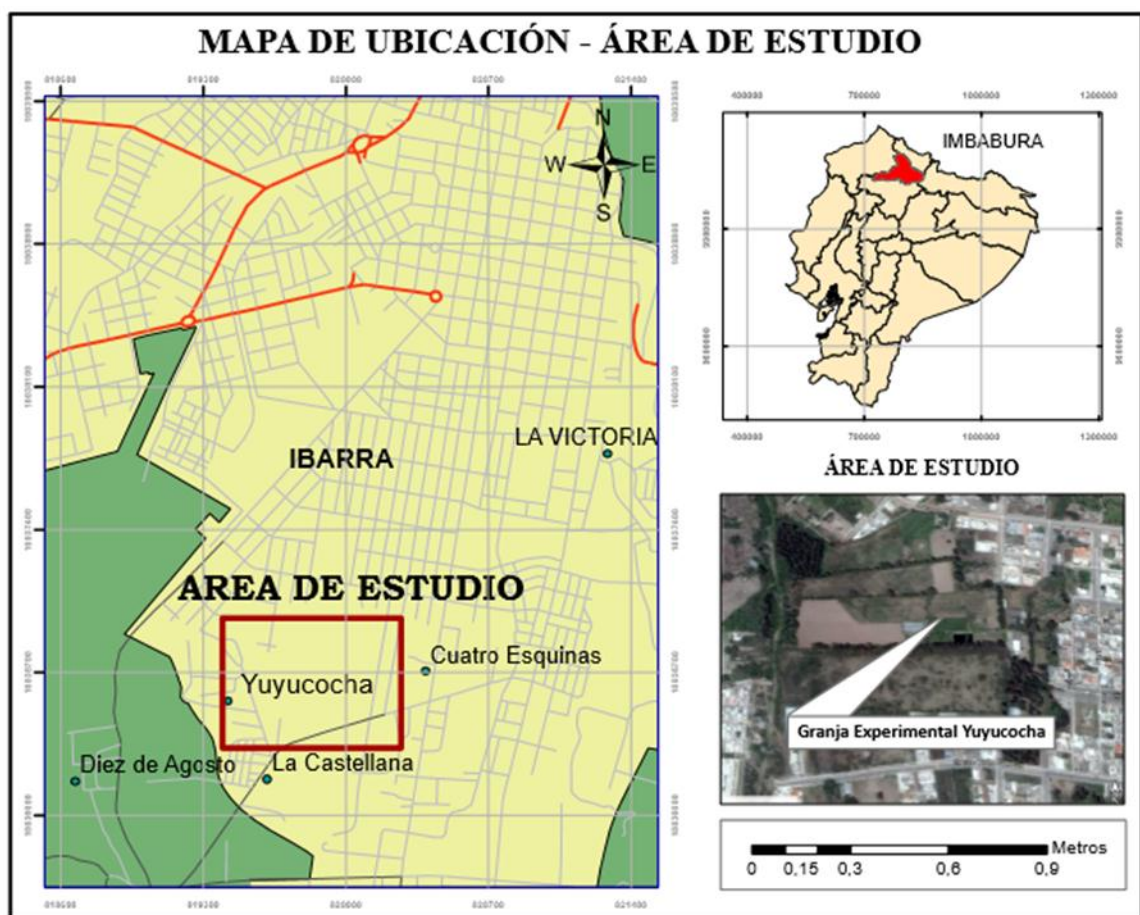


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Caranqui
Localidad:	Yuyucocha
Lugar:	Granja Experimental Yuyucocha
Coordenadas geográficas:	Norte: 00°21`53`` Oeste: 78°06`32``
Altitud:	2243 msnm
Temperatura promedio anual:	17,5 ° C
Humedad Relativa:	70%
Textura:	Suelo franco arenoso

Fuente: Estación Meteorológica Yuyucocha INHAMI-UTN (2015)

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales

En la Tabla 6 se detallan todos los materiales, equipos e insumos utilizados para esta investigación.

Tabla 6. Materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos	Insumos
- Azadón	- Impresora	- Insecticidas
- Cinta métrica	- Libro de campo	- Fertilizantes
- Estacas	- Cámara fotográfica	- Simples
- Piola	- Hojas de papel bond	- compuestos
- Balanza	- Lápiz	- Fungicidas
- Botas	- Bomba de mochila	- Sistémicos
- Azadón		- Contacto
- Cinta métrica		
- Guantes		
- Letreros		
- Tanque de plástico		
- Sacos		

Fuente: El autor

3.3 Métodos

3.3.1 Factores en estudio

a) *Densidad de siembra (cm): campo abierto*

Distancias	Codificación
1. 30 x 110	D-1
2. 40 x 110	D-2
3. 30 x 120	D-3
4. 40 x 120	D-4
5. 30 x 100	D-5 (agricultor)
6. 40 x 100	D-6 (agricultor)

b) *Peso del tubérculo (g)*

Peso	Codificación
1. 20 g	P-1
2. 30 g	P-2

3.3.2 Tratamientos

En la Tabla 7 se detallan los tratamientos evaluados con su respectiva codificación.

Tabla 7. Tratamientos evaluados en la producción de semilla registrada de papa.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Código
T1	30 x 110	20	D1P1
T2	30 x 110	30	D1P2
T3	40 x 110	20	D2P1
T4	40 x 110	30	D2P2
T5	30 x 120	20	D3P1
T6	30 x 120	30	D3P2
T7	40 x 120	20	D4P1
T8	40 x 120	30	D4P2
T9 (testigo)	30 x 100	20	D5P1
T10 (testigo)	30 x 100	30	D5P2
T11(testigo)	40 x 100	20	D6P1
T12(testigo)	40 x 100	30	D6P2

Fuente: El autor

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. En la parcela principal se ubicaron las densidades de siembra y en la subparcela el peso de los tubérculos de papa (Figura 2).

3.3.4 Características del lote experimental

- a) Repeticiones: 3
- b) Tratamientos: 12
- c) Total, de unidades experimentales: 36
- d) Características de la unidad experimental:
 - Forma: Rectangular
 - Largo de la parcela: 4 m
 - Ancho de la parcela: 3,60 m
 - Área total de la parcela: 14,40 m² (4m x 3,60m)
 - Área de la parcela neta: 7,20 m²
- e) Separación entre parcelas: 1,6 m
- f) Separación entre repeticiones (calles): 1,5 m
- g) Área total del ensayo: 400 m² (40m x 10m)
- h) Área experimental del ensayo: 332,0 m²

Cada unidad experimental. contó con diferente número de plantas debido a las densidades de siembra; sin embargo, se evaluaron los dos surcos centrales, como parcela neta. Los datos se tomaron de todas las plantas de la parcela neta.

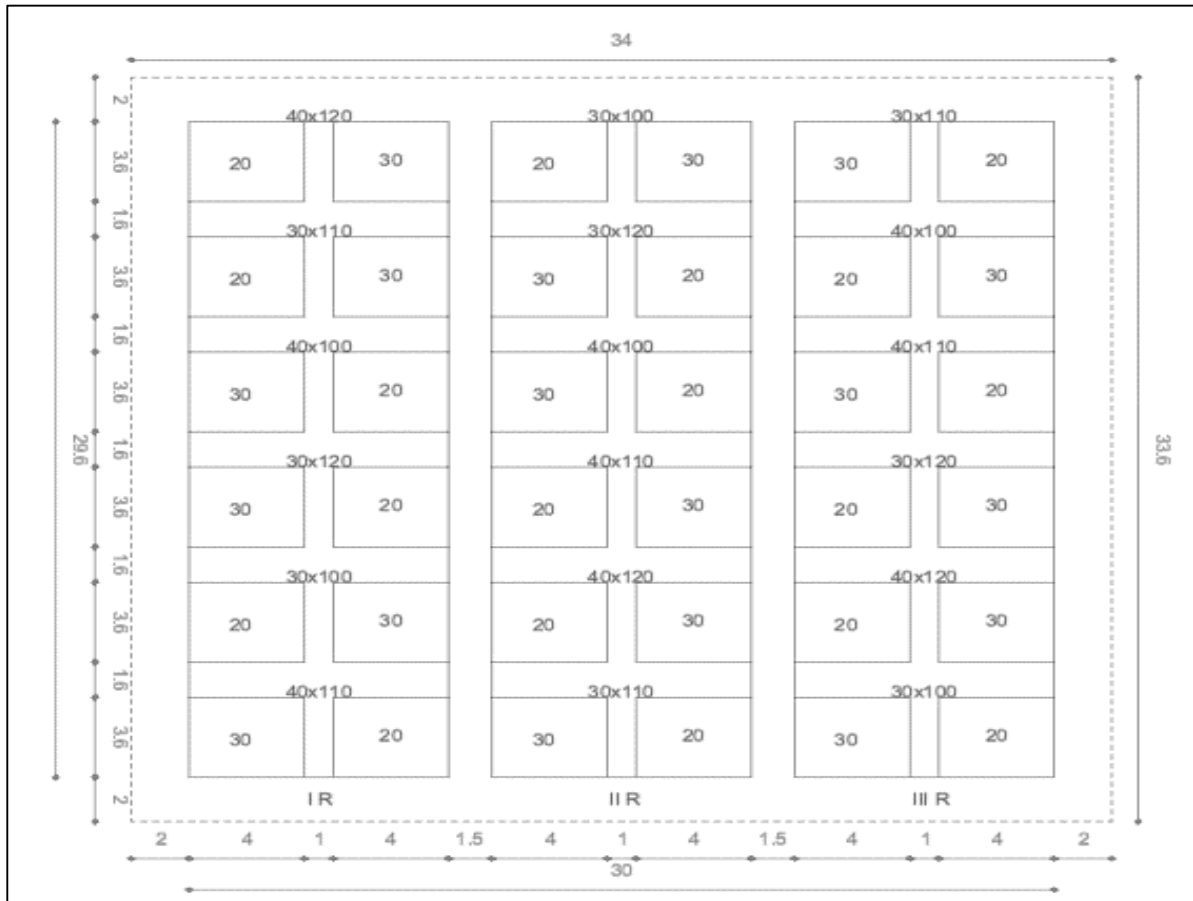


Figura 2. Esquema de distribución del ensayo.

3.3.5 Análisis estadístico

En la Tabla 8, se presenta los grados de libertad del análisis de varianza utilizado para la investigación.

Tabla 8. Esquema del análisis de varianza de la investigación.

F.V.	Gl
Total	35
Repeticiones	2
Densidad de siembra (A)	5
Error (A)	10
Peso (B)	1
Inter. (A)(B)	5
Error (B)	12

Fuente: El autor; Gl= Grados de libertad

3.3.6 Análisis funcional

Los resultados obtenidos en la investigación, se analizaron con el programa de análisis estadísticos InfoStat (versión 2016) para su interpretación, además, se aplicó la prueba de Fisher cuando los resultados presentaron significancia al 5%.

3.4 Variables Evaluadas

3.4.1 Días a la emergencia

Para la evaluación de esta variable, se registraron todas las plantas de la parcela neta y se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en el que el 80% de las plantas emergieron. Los resultados se expresaron en días después de la siembra (dds) (Figura 3).



Figura 3. Emergencia de plantas.

3.4.2 Altura de planta

Se evaluó a los 30 y 90 días después de la siembra en las plantas de la parcela neta. Para el efecto, se midió la planta desde su base hasta el ápice del tallo principal, con un flexómetro y los datos se expresaron en centímetros (Figura 4 y 5).



Figura 4. Altura de planta a los 30 días.



Figura 5. Altura de planta a los 90 días.

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, cuando éstas alcanzaron el 50% de floración. Los resultados se expresaron en número de tallos por planta (Figura 6).



Figura 6. Número de tallos.

3.4.4 Días a la floración



Figura 7. Días a la Floración.

Esta variable se evaluó, contabilizando los días transcurridos desde el momento de la siembra, hasta que el 50% de plantas de la parcela neta, presentaron flores abiertas. Los resultados se expresaron en días después de la siembra (dds) (Figura 7).

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 una de las plantas que formó la parcela neta. Los resultados se expresaron en número de tubérculos por planta (Figura 8).



Figura 8. Número de tubérculos.

3.4.6 Rendimiento total

Una vez que se contabilizó el número de tubérculos por planta se juntaron los tubérculos de todas las plantas de la parcela neta y se procedió a pesar. Los resultados se expresaron en kilogramos por parcela neta (kg/pn) (Figura 9).



Figura 9. Rendimiento total.

3.4.7 Clasificación de tubérculos



Los tubérculos cosechados en la parcela neta, se clasificaron en las siguientes categorías: primera, segunda y tercera, de acuerdo al peso y tamaño de cada uno (Tabla 5) (Huaraca et al., 2009). Los resultados se expresaron en número de tubérculos por categoría y kilogramos por categoría (Figura 10).

Figura 10. Clasificación de tubérculos.

Una vez realizada la clasificación se seleccionó como tubérculos semilla a los de segunda categoría. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula y se expresó en porcentaje (Figura 11).

$T_{ex} = \text{tuberculos de segunda categoría} * 100 / \text{total de producción.}$



Figura 11. Selección de semilla.

3.4.8 Análisis económico

Los datos de rendimiento obtenidos de los tratamientos en estudio se analizaron con la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT generado por Perrin, Winkelmann, Moscardi y Anderson (1976).

3.5 Manejo Específico de la Investigación

3.5.1 Selección del lote

El ensayo, se ubicó en un lote de buenas características edáficas, suelo de textura franco-arenoso, con buen drenaje, suficiente riego, acceso directo, adecuada rotación de cultivos y con 5 años de descanso en el cultivo de papa (Figura 12).



Figura 12. Selección del lote.

3.5.2 Análisis de suelo



Previo a la implementación del ensayo, se tomaron varias sub muestras de suelo para formar una muestra representativa de 1 kg, se envió la muestra de suelo al laboratorio y los resultados fueron tomados en cuenta para realizar las enmiendas de fertilidad correspondientes (Figura 13).

Figura 13. Toma de muestra de suelo.

3.5.3 Preparación del suelo

Esta labor se realizó a los 45 días antes de la siembra (marzo 2016), el mismo que consistió en una arada para remoción del barbecho (maíz, fréjol) y dos pases de rastra de discos para mullir el suelo y al final se realizó surcos de acuerdo a la densidad de siembra de cada tratamiento (Figura 14) (Pumisacho y Sherwood, 2002).



Figura 14. Preparación del suelo.

3.5.4 Selección y obtención de semilla

Para la instalación del ensayo, se procedió a utilizar semilla de papa categoría básica, provenientes de un sistema de producción aeropónico.

La selección consistió, en obtener suficientes tubérculos con pesos de 20 y 30g con características de la variedad como son: forma ovalada, yemas superficiales, color rosado predominante, color secundario blanco-crema distribuido alrededor de las yemas y pulpa amarillo intenso y libres de contaminantes y daños físicos como: cortaduras y galerías producidas por insectos plaga; los mismos que al momento de la siembra se desinfectaron con el fungicida (Vitavax 300 WP) e insecticida (Acefato) con el objeto de obtener un alto porcentaje de germinación de tubérculos y emergencia de plántulas (Torres et al., 2011).

3.5.5 Fertilización

De acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo se realizaron los cálculos correspondientes para corregir la fertilidad de macro y micro elementos faltantes. La fertilización base, se realizó al momento de la siembra distribuyendo el fertilizante al fondo del surco y a chorro continuo; luego fue tapado con una pequeña capa de suelo para depositar los tubérculos-semilla. La fertilización complementaria, se aplicó cuando el cultivo tenía tallos y hojas verdaderas, que coincidió con la labor cultural de medio aporque (Figura 15 y 16) (Anexo 1).



Figura 15. Fertilización base.



Figura 16. Fertilización complementaria.

3.5.6 Siembra

La siembra se realizó de forma manual, depositando los tubérculos-semilla de 20 y 30g al fondo del surco y luego cubiertos con una capa de suelo para promover la germinación y emergencia de plántulas (Figura 17) (Montesdeoca, 2005).



Figura 17. Siembra de tubérculos de papa.

3.5.7 Labores culturales

a) *Rascadillo*

Se realizó a los 35 días después de la siembra, esta labor consistió en remover superficialmente el suelo, para lograr un control oportuno de malezas y aireación del suelo (Figura 18).

b) *Medio aporque y aporque*

El medio aporque se realizó entre los 50 a 60 días y el aporque a partir de los 80 días después de la siembra; las mismas que consistieron en levantar tierra a las plantas, para proporcionar un buen sostén y crear una barrera para larvas de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), así como para eliminar una gran cantidad de malezas que compitieron con el cultivo (Figura 19) (Huaraca et al., 2009).



Figura 18. Realización de rascadillo.



Figura 19. Realización de medio aporque.

3.5.8 Riego

El riego se realizó de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo, la primera aplicación se ejecutó cuando el cultivo presentaba la fase fisiológica de macollamiento (biomasa) y los siguientes riegos se ejecutaron en las siguientes etapas: inicios de floración, floración completa, formación de tubérculos, madurez fisiológica. Todas las aplicaciones de riego se realizaron por gravedad (Figura 20).



Figura 20. Riego por gravedad.

3.5.9 Controles fitosanitarios

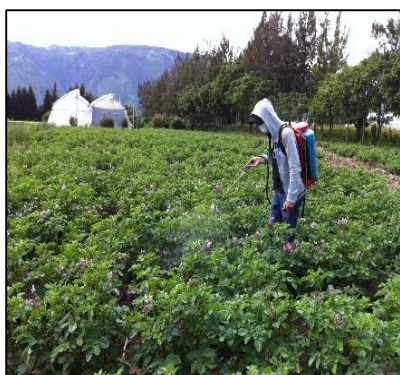


Figura 21. Control Fitosanitario.

Los controles fitosanitarios se ejecutaron de acuerdo a la presencia de plagas y enfermedades, para ésto se visitó frecuentemente las parcelas. Cuando se diagnosticó la presencia de agentes patógenos, se controló mediante la aplicación de productos preventivos o curativos. Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron un total de 4 aplicaciones (Figura 21) (Anexo 2).

3.5.10 Cosecha

Cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica se ejecutó la cosecha de forma manual. Los tubérculos fueron contabilizados por planta y luego, se registró su peso por parcela neta (Figura 21).



Figura 22. Cosecha en la parcela neta.

3.5.11 Clasificación de tubérculos

Después de la cosecha, se clasificaron los tubérculos en las categorías de semilla de primera, segunda y tercera según lo indicado por Huaraca et al. (2009) (Tabla 5), al mismo tiempo se separaron los tubérculos dañados, enfermos o con defectos fisiológicos. los resultados se expresaron en número de tubérculos por categoría y kilogramos por categoría (Figura 23).



Figura 23. Clasificación de tubérculos

3.5.12 Almacenamiento

Con la finalidad de mantener la calidad sanitaria y fisiológica de la semilla; los tubérculos se colocaron en sacos y almacenaron en una bodega con buena ventilación, luz difusa, temperatura (17° C), humedad adecuada (75 %) y limpieza.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La papa posee un sinnúmero de variedades, entre ellas Superchola, de acuerdo con la ficha técnica, se desarrolla muy bien en altitudes de 2800 a 3400 msnm y alcanza su madurez entre los 180 a 210 días, por lo que se propuso realizar un ensayo a menor altitud en la Granja Experimental Yuyucocha a 2243 msnm donde las condiciones de clima son diferentes, además evaluando varias distancias de siembra y pesos del tubérculo semilla.

A continuación se presentan los resultados de las variables obtenidos en la investigación, mismos que fueron analizados con el paquete de análisis estadísticos InfoStat (versión 2016) para su interpretación.

4.1 Días a la Emergencia

Los resultados presentados en la Tabla 9, muestran que para la variable días a la emergencia no existe significancia en la interacción entre la densidad de siembra y peso del tubérculo ($F=1,35$; $gl=5-22$; $p= 0,2794$); además de manera independiente los factores densidad y peso tampoco muestran influencia sobre la variable de interés. El coeficiente de variación fue de 1,69 %, siendo un valor bajo y aceptable para condiciones de manejo en campo.

Tabla 9. Análisis de varianza para días a la emergencia del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	22	1,35	0,2794 ns
Peso	1	22	0,00	0,9999 ns
Densidad:Peso	5	22	1,35	0,2794 ns

CV: 1,69 %

Fuente: El autor

Nota: ns: no significativo; F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

Debido a que no se encontraron diferencias significativas y en promedio cada uno de los tratamientos llegó a la emergencia a los 20 días después de la siembra (dds), estos

resultados son similares a los obtenidos por Andrade y Pinango (2016), donde con la misma variedad a una altitud de 3047 msnm, los materiales evaluados emergieron a los 18 (dds); de acuerdo con Torres, Montesdeoca y Andrade-Piedra (2011) el tiempo en que los días a la emergencia se presente podría variar, debido a que el tubérculo-semilla internamente afronta desordenes fisiológicos cuando se enfrenta a las diferentes condiciones de temperatura o presión atmosférica que se dan con la variación de la altitud.

Por otro lado, Cortbaoui (2000) menciona que una correcta emergencia está relacionada con las condiciones del tubérculo semilla y del suelo, ésta primera se determina por el estado fisiológico, tamaño y condiciones físicas del tubérculo y la segunda está determinada por la estructura, humedad y temperatura.

Según los resultados presentados en la Tabla 9, el peso de la semilla (20 y 30g) utilizados para esta investigación no interviene en los días a la emergencia; Torres et al. (2011) mencionan que el diametro ideal de los tubérculos para semilla van de 4 a 8 cm (40 a 120g de peso); Cisneros y Herrera (1990) por su parte señalan que para producir semilla se puede llegar a utilizar tubérculos hasta con 30g, es decir; se puede manejar distintos pesos de semilla siempre y cuando éstos cumplan las características de calidad para obtener una buena germinación y emergencia de plantas.

4.2 Altura de Planta

4.2.1 Altura de planta a los 30 días después de la siembra

En la Tabla 10, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable altura de planta a los 30 días después de la siembra, observándose que existe significancia en la interacción entre densidad de siembra y peso de tubérculo para lo cual el valor-p es de 0,0001 ($F=12,84$; $gl=5-670$). El coeficiente de variación fue de 18,08 %.

Tabla 10. Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl _T	Gl _E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	670	9,25	0,0001
Peso	1	670	16,55	0,0001
Densidad : Peso	5	670	12,84	0,0001*

CV: 18,08 %

Fuente: El AUTOR

Nota: *: significativo al 5%; F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

En la Figura 24, se muestran los resultados de la prueba de Fisher para la variable altura de planta a los 30 días después de la siembra, donde se evidencia que el tratamiento T6 con 32,48cm presenta la mayor altura de planta y es estadísticamente diferente al resto de tratamientos y testigos, el tratamiento T7 obtuvo una altura de 23,91cm, lo cual en comparación al primero (T6) la diferencia es de 8 cm aproximadamente, por cuanto es inferior al resto. Además, se puede apreciar que cinco de los seis tratamientos con tubérculos semilla con peso de 30g obtuvieron mayor altura de planta (Anexo 3).

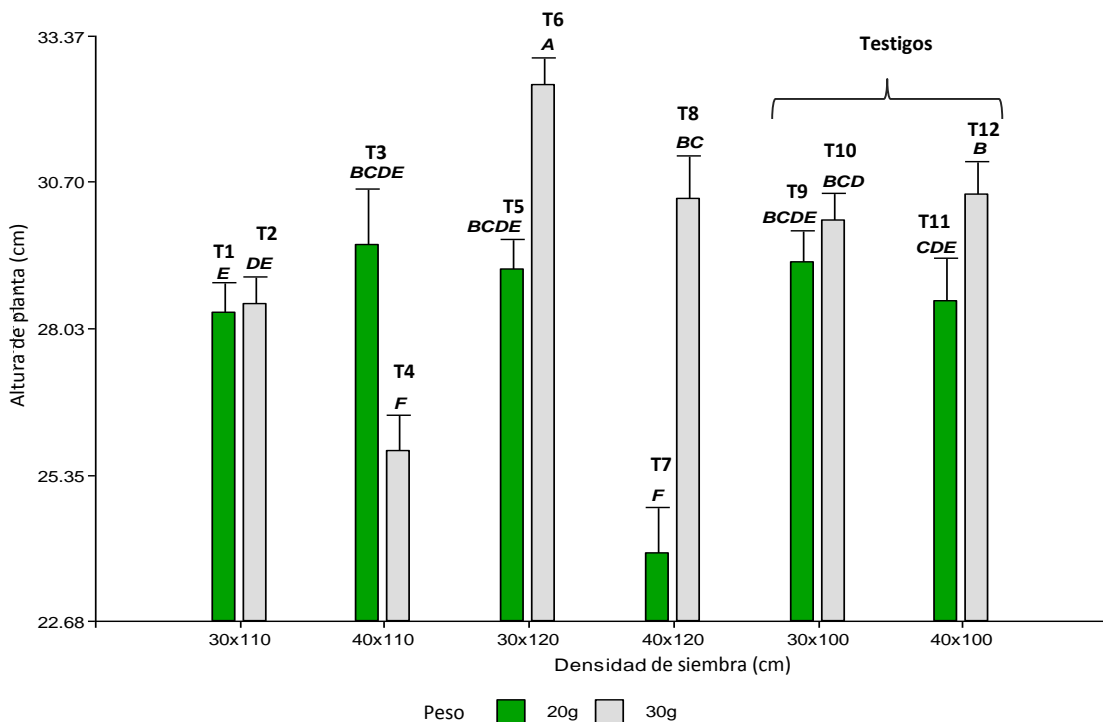


Figura 24. Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para altura de planta a los 30 días después de la siembra

Fuente: El autor

4.2.2 Altura de planta a los 90 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza, muestran que existe significancia en la interacción entre densidad de siembra y peso de tubérculo ($F=13,18$; $gl=5-670$; $p=0,0001$) es decir estos factores influyen en la variable altura de planta a los 90 días después de la siembra. El coeficiente de variación fue de 10,44% (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola

F.V.	Gl _T	Gl _E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	670	2,69	0,0202
Peso	1	670	1,01	0,3151
Densidad:Peso	5	670	13,18	0,0001*

CV: 10,44 %

Fuente: EL autor

Nota: *: significativo al 5%; F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

Los resultados de la prueba de Fisher, muestran varios rangos donde el tratamiento T6 con un promedio de altura de planta de 97,46 cm fue superior al resto de tratamientos, sin embargo; estadísticamente es similar a los tratamientos T3, T8 y T11 con valores de 95,95; 96,08 y 96,4cm respectivamente, el tratamiento que presentó menor altura de planta fue T4 con un valor de 86,65cm (Figura 25).

Estos resultados que concuerdan con la variable altura de planta tomada a los 30 días después de la siembra donde el mismo T6 fue superior al resto (Figura 24), pero a los 90 días esta diferencia ya no se encuentra mayormente marcada debido a que las plantas del resto de tratamientos se desarrollaron de mejor manera durante este período de tiempo.

En tres tratamientos que se utilizó pesos de tubérculos de 30g se obtuvo mayor altura de planta en los con respecto a los de 20g, sin embargo, en los testigos se obtuvo mayor altura de planta con peso de tubérculo de 20g. Estos resultados no coinciden con Malagamba (1999), quien aduce que al sembrar tubérculos de varios pesos, se observa que los de menor tamaño tienden a un crecimiento y desarrollo de follaje de plantas más lento en comparación al de los tubérculos más grandes, por otro lado la calidad fisiológica de los

tubérculos semilla y condiciones del suelo afectan la emergencia y el crecimiento del cultivo (Wiersema, 1987).

En trabajos similares como el Andrade y Pinango (2016) desarrollados a una altitud de 3047 msnm con la misma variedad Superchola a distancias de siembra de 110 cm entre surco por 30 y 40 cm entre planta y con pesos de tubérculos de entre 50 y 60 gramos, se obtuvieron alturas de planta de 0,64 y 0,79 m y los datos fueron tomados cuando el cultivo tenía un 60% de floración (80 -90 días). Resultados que a pesar del mayor tamaño del tubérculo semilla utilizado para la siembra, son inferiores con respecto a los resultados (86,65 – 97,46 cm) obtenidos en el presente trabajo, a pesar de estas diferencias estos valores se encuentran dentro de los rangos de altura de planta del cultivo (Anexo 4).

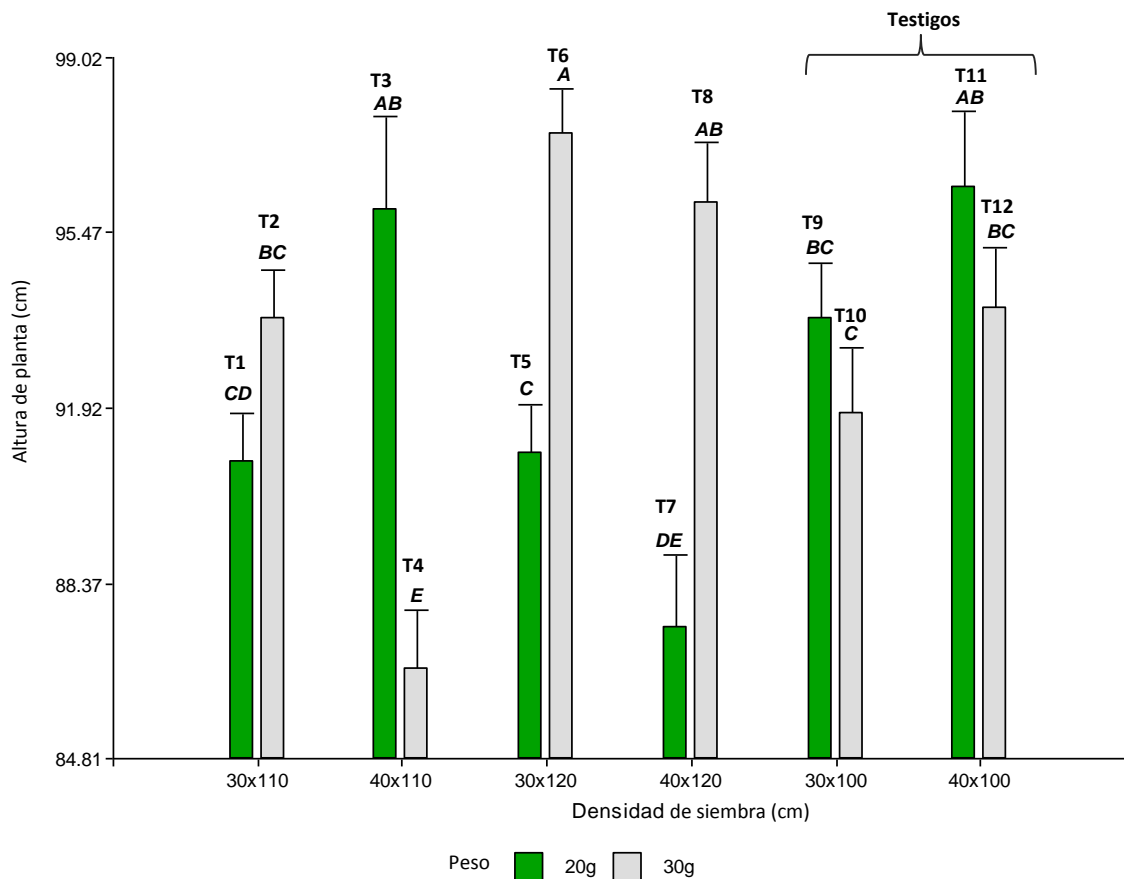


Figura 25. Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para altura de planta a los 90 días después de la siembra
Fuente: El autor

4.3 Días a la Floración

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable días a la floración, los resultados muestran que no existe significancia en la interacción entre densidad de siembra y peso de tubérculo ($F=1,22$; $gl=5,22$; $p= 0,3322$), además al analizar los dos factores por separado tampoco se encontraron diferencias significativas tanto para densidad de siembra ($F=0,8$; $gl=5,22$; $p= 0,5587$) como para peso de tubérculo ($F=1,07$; $gl=1,22$; $p= 0,3132$), por lo que cabe inferir que ninguno de los factores en estudio influyen sobre ésta variable. El coeficiente de variación fue de 14, 21% (Tabla 12).

Tabla 12. Análisis de varianza para días a la floración después de la siembra del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	22	0,8	0,5587 ns
Peso	1	22	1,07	0,3132 ns
Densidad : Peso	5	22	1,22	0,3322 ns
CV: 14,21 %				

Fuente: El autor

Nota: ns: no significativo F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

Debido a que no se mostraron diferencias significativas, en promedio todos los tratamientos alcanzaron la floración a los 73 días después de la siembra; en estudios con la misma variedad como el de Andrade y Pinango, (2016) se obtuvieron promedios de 116 días a la floración, a una latitud de 3047 msnm, a diferencia de los resultados obtenidos en el presente trabajo a una altitud de 2243 msnm donde se obtuvo un promedio de 73 días, ésta diferencia puede darse según Román y Hurtado (2002) debido a que la temperatura influye en la brotación de los tubérculos semillas, en la utilización de nutrimentos, pérdida de agua y en las etapas fenológicas del cultivo (la T° sube o baja por cada 100 msnm de diferencia).

A pesar de estas diferencias, los valores obtenidos, se encuentran dentro de los rangos de floración de la papa; de acuerdo con Pumisacho y Velásquez (2009) ésta etapa inicia entre los 90 y 120 días después de la siembra y consigue su totalidad a los 4 meses, además en algunas variedades coincide ésta etapa con la tuberización comprendida entre

137 y 151 días después de la siembra, sin embargo Román y Hurtado (2002) mencionan que en variedades precoces esta etapa ocurre a los 30 días, en intermedias entre los 35 a 45 días y en las tardías entre 50 a 60 días después de la siembra, esta etapa dura 30 días.

4.4 Número de Tallos

El análisis de varianza para la variable número de tallos por planta muestran que existe significancia en la interacción entre densidad de siembra y peso de tubérculo ($F=4,82$; $gl=5-670$; $p=0,0002$) lo que permite inferir que existe influencia de los dos factores sobre esta variable. El coeficiente de variación fue de 19,99 % (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza para número de tallos por planta del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	670	4,73	0,0003
Peso	1	670	4,75	0,0297
Densidad : Peso	5	670	4,82	0,0002 *
CV: 19,99 %				

Fuente: El autor

Nota: *: significativo al 5% F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

Una vez realizada la prueba de Fisher, se detectaron varios rangos ubicándose en primer lugar el tratamiento T6 con 5,59 tallos por planta; seguido del T8, T5, T4, T3 y T2 los cuales al comparar con los testigos son superiores; el tratamiento T7 se ubicó en el último lugar con 4,69 tallos que en comparación al T6 la diferencia es de un tallo por planta. (Figura 26, Anexo 5).

Andrade y Pinango (2016) en su investigación con distancia de siembra de 30x110 cm y 40x110 cm, mostraron promedios de número de tallos por planta que van de 4,58 a 5,63 utilizando tubérculos semilla variedad Superchola con peso de 50 y 60 gramos, es decir, a pesar del peso superior de los tubérculos con respecto a los utilizados para este estudio los resultados son similares, es decir, se obtuvo entre cuatro y cinco tallos por planta en ambos casos por lo que se puede inferir que la cantidad de tallos no depende del peso del tubérculo a la siembra ni de la distancia siembra, como lo afirma Esgúsquiza (2000), que todo depende

de la edad del tubérculo semilla al momento de la siembra, por lo que recomienda sembrar a la edad de brotación múltiple obteniendo de esta manera mayor número de tallos vigorosos y en consecuencia mejores rendimientos.

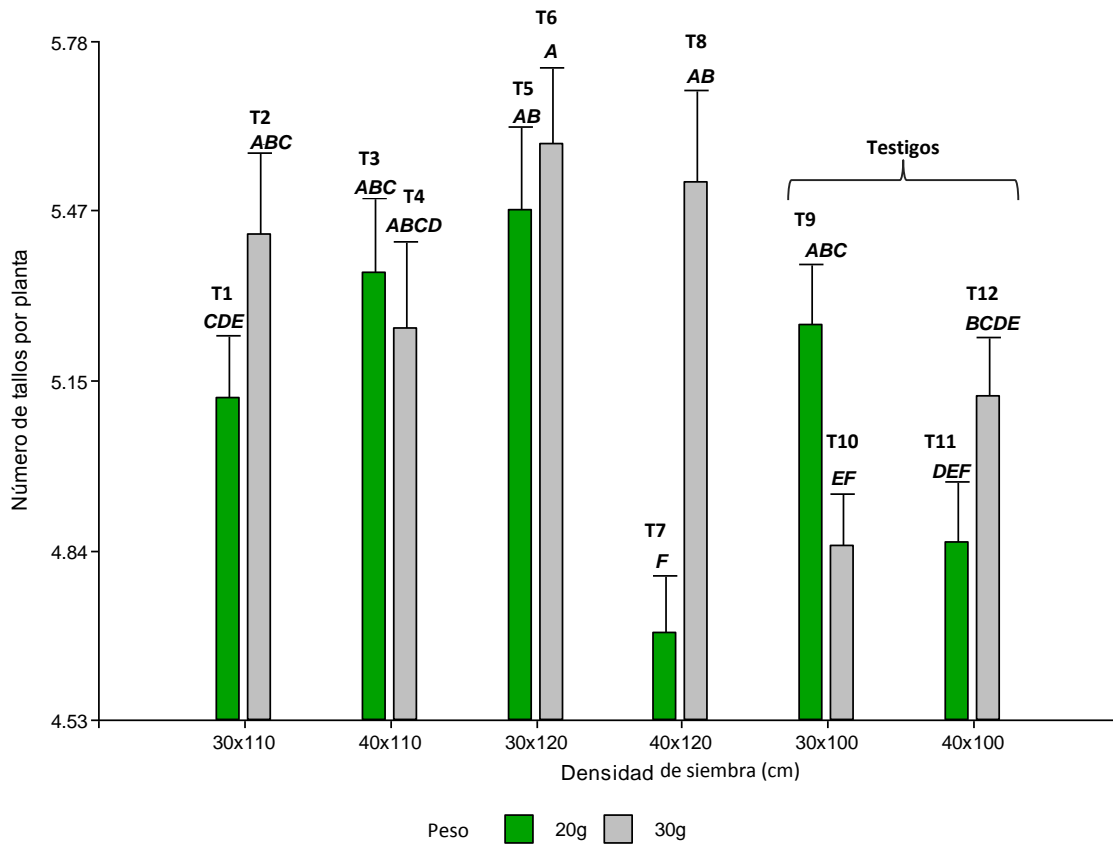


Figura 26. Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para la variable número de tallos
Fuente: El autor

Otros autores como Pozo (1997) y Wiersema (1987) afirman que el número de tallos por planta o por unidad de área depende de factores como: condiciones del suelo, método de siembra (daños a brotes), número de brotes sembrados este a su vez depende el número de brotes por tubérculo en cual está influenciado por el tamaño de la semilla, variedad, tratamiento de la semilla y edad fisiológica de la semilla; situaciones que se corrigieron al momento de realizar la siembra con la utilización de semilla uniforme y de calidad, descartando la posibilidad presencia de plagas y enfermedades. Pumisacho y Sherwood (2002) por su parte mencionan que las variedades mejoradas producen tres a cinco tallos, afirmación que coincide con la variedad Superchola, la cual en esta investigación produjo

entre cuatro y cinco tallos por planta; mientras que las variedades nativas poseen la característica de producir más tallos por tubérculo semilla.

4.5 Número de Tubérculos por Planta

En la Tabla 14, se muestran los resultados del análisis de varianza para la variable número de tubérculos por planta, los cuales indican que existe diferencias estadísticas significativas en la interacción entre densidad de siembra y peso de tubérculo ($F=2,98$; $gl=5,670$; $p= 0,0113$). El coeficiente de variación fue de 49,5%.

Tabla 14. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl _T	Gl _E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	670	14,05	0,0001
Peso	1	670	6,13	0,0135
Densidad : Peso	5	670	2,98	0,0113*
CV: 49,50 %				

Fuente: El autor

Nota: *: significativo al 5% F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

En la Figura 27 respecto al número de tubérculos por planta, se puede apreciar que el tratamiento T6 fue superior al resto de tratamientos con 26,42 tubérculos, sin embargo, estadísticamente fue similar a T3, T8 y a los testigos T10 y T11 con valores de 22, 25, 24 y 22 tubérculos por planta respectivamente. Los tratamientos T1 y T2 fueron inferiores al resto con 16 y 17 tubérculos, éstos en comparación al de mayor producción (T6) es de aproximadamente diez tubérculos por planta (Anexo 6).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en la variable número de tallos por planta que de acuerdo con Cisneros y Herrera (1990) al tener mayor cantidad de tallos concuerda con el incremento del número de tubérculos aunque el tamaño de los mismos sea menor. Pozo (1997), por su parte también asegura que la cantidad de tubérculos está influenciado por: el número de tallos por planta y el número de tubérculos por tallo, lo cual resulta. que si existe menor densidad de tallos hay menor competencia entre ellos y como resultado se obtiene un número elevado de tubérculos por tallo, pero es menor el número de

tubérculos por m². En el caso de aumentar la densidad de tallos, se reduce el número de tubérculos por tallo, pero incrementa generalmente el número de tubérculos por m², lo cual coincide con el T6 el cual produjo una cantidad de tubérculos mayor al resto de tratamientos, aunque no hubo diferencias estadísticas con T3, T8, T10 y T11.

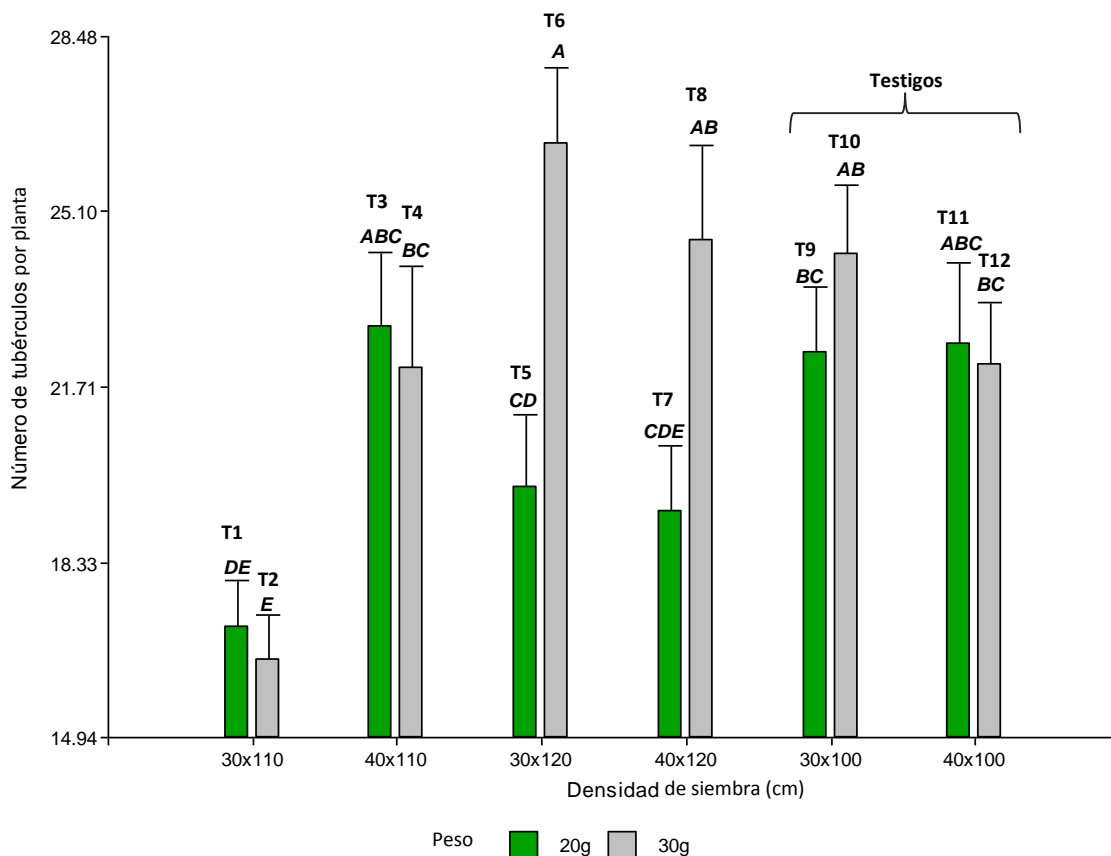


Figura 27. Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para número de tubérculos por planta
Fuente: El autor

4.6 Rendimiento Kg/Parcela Neta

Los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento total por parcela neta muestran que no significancia en la interacción entre los factores densidad por peso de tubérculo donde el valor-p es 0,1882 (F=1,65; gl=5-22); de igual manera al analizar los dos factores por separado no se obtuvieron diferencias significativas. El coeficiente de varianza fue de 16,22 % (Tabla 15).

Resultados que a pesar de haber obtenido diferencias significativas en las variables número de tallos y tubérculos por planta que de acuerdo con autores como Cisneros y

Herrera (2009) y Méndez (2009) una mayor cantidad de brotes coincide con un número de tallos elevado y por ende el número de tubérculos se incrementa, pero cuando la densidad de éstos es alta el tamaño es menor, por cuanto el rendimiento se mantiene al igual que si se tuviera menor número de tubérculos de mayor tamaño.

Tabla 15. Análisis de varianza para rendimiento en kg/parcela neta del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	22	1,94	0,1285 ns
Peso	1	22	2,73	0,1127 ns
Densidad : Peso	5	22	1,65	0,1882 ns
CV: 16,22%				

Fuente: El autor

Nota: ns: no significativo F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

A pesar de que los resultados no mostraron diferencias significativas, en la Tabla 16 se incluye los promedios en kg/parcela neta y t/ha, donde el T6 (30x120 cm; 30 g) obtuvo el mayor rendimiento con 19,21 t/ha, lo que coincide con los resultados obtenidos en las anteriores variables analizadas donde el mismo tratamiento (T6) presentó los mejores resultados. El T3 obtuvo el menor rendimiento con 14,32 t/ha, el cual en comparación con el tratamiento de mayor producción (T6) la diferencia es del 25% (cinco toneladas aproximadamente).

Los resultados obtenidos con el tratamiento seis indica que se encuentra dentro de los rangos de rendimiento para la producción de semilla con 19,2 t/ha a diferencia de los testigos (T9, T10, T11 y T12) donde los rendimientos están entre 15 y 17 t/ha los cuales son inferiores. Según Paredes et al. (2001) y Delgado (2012) el rendimiento en producción de semilla de calidad va desde 15 a 18 t/ha en condiciones normales de cultivo, cabe recalcar que el presente trabajo se realizó en condiciones de altitud menores (2243 msnm) a las recomendadas por la ficha técnica de la variedad Superchola, las cuales van de 2800 a 3400 msnm.

Manrique (2009) menciona que el rendimiento de la papa depende de la variedad y de factores de manejo controlados por el hombre como: calidad de la semilla, fertilización,

controles fitosanitarios, riego y momento de cosecha, los cuales en el presente estudio se realizaron de acuerdo a las condiciones de suelo y clima; además intervienen factores climáticos como: heladas, lluvias excesivas, calor, etc. Pumisacho y Sherwood (2002), por su parte aseguran que la papa es susceptible a factores ambientales extremos (abióticos) como: temperatura, humedad y desbalances nutricionales que dificultan el desarrollo normal del cultivo y por ende limitan su producción.

Tabla 16. Promedios de rendimiento en kg por parcela neta y hectárea.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Promedio kg/parcela neta	Promedio t/ha	Porcentaje (%)
T1	30x110	20	11,02	15,31	79,7
T2	30x110	30	11,34	15,75	82,0
T3	40x110	20	10,31	14,32	74,5
T4	40x110	30	12,09	16,79	87,4
T5	30x120	20	12,13	16,85	87,7
T6	30x120	30	13,83	19,21	100,0
T7	40x120	20	10,43	14,49	75,4
T8	40x120	30	12,1	16,81	87,5
T9	30x100	20	12,27	17,04	88,7
T10	30x100	30	10,86	15,08	78,5
T11	40x100	20	11,36	15,78	82,1
T12	40x100	30	11,34	15,75	82,0

Fuente: El autor

4.7 Clasificación

4.7.1 Categoría de tubérculos por parcela neta

El análisis de varianza para la variable clasificación por categoría de tubérculos, muestra que no existe significancia en ninguna de las interacciones, sin embargo; al analizar de manera individual, los resultados expresan, que existe diferencias significativas en el factor categoría donde el valor-p es 0,001 ($F=1,94$; $gl=2-70$), no así para el factor densidad de siembra ($p=0,576$; $F=2,26$; $gl=5-70$), tampoco para el factor peso de tubérculo ($p=0,0787$; $F=3,18$; $gl=5-70$). El coeficiente de variación fue de 56,20% (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis de varianza para categoría de tubérculos por parcela neta del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	70	2,26	0,0576 ns
Peso	1	70	3,18	0,0787 ns
Categoría	2	70	517,4	0,0001*
Densidad : Peso	5	70	1,92	0,1019 ns
Peso : Categoría	2	70	0,99	0,3771 ns
Densidad : Categoría	10	70	1,16	0,3348 ns
Densidad : Peso : Categoría	10	70	1,06	0,4012 ns
CV= 56,20%				

Fuente: Elaboración propia

Nota: *: significativo al 5%; ns: no significativo F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

La clasificación se realizó según Huaraca et al. (2009) en tres categorías: primera (>100 g), segunda (40 a 100 g) y tercera (<40 g).

Una vez realizada la prueba de Fisher para el factor categoría, los resultados muestran que existe dos rangos, donde la primera y segunda categoría comparten el mismo rango, es decir; no existen diferencias significativas entre estas dos, debido a que en la categoría primera, el número de tubérculos fue menor pero de mayor tamaño en cambio, en la categoría segunda se obtuvieron más tubérculos pero de menor tamaño, dando como consecuencia cantidades similares en cuanto a peso los cuales se encuentran entre 5,29 y 5,30 ± 0,24 kg/parcela neta. La categoría tercera es diferente de las dos anteriores con un promedio de 1 kg por parcela neta (Tabla 18).

Según Montesdeoca (2005) para obtener un tamaño adecuado de semilla (40 a 100 g) se debe eliminar el follaje cuando el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica y esperar para realizar la cosecha unos 14 a 21 días cuando el tubérculo haya madurado completamente, una señal de esto es cuando la piel de los mismos no se desprende al hacer una ligera presión con los dedos. Lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo donde se produjo mayor cantidad de tubérculos de segunda categoría (40 a 100 g) es decir, se obtuvo una producción con tamaño de tubérculo que en su mayoría sirven para ser utilizados como semilla.

Tabla 18. Prueba de Fisher para el factor categoría de tubérculos por parcela neta

Categoría	Promedio (kg)	Peso (g)	Rangos
Segunda	5,30	40 a 100	A
Primera	5,29	Mayor a 100	A
Tercera	1,00	Menor a 40	B

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.7.2 Número de tubérculos por categoría/parcela neta

Los resultados del análisis de varianza para la variable clasificación de acuerdo al número de tubérculos por categoría muestran que no existe significancia en la interacción entre Densidad, Peso y Categoría ($p=0,1372$; $F=1,56$; $gl=10-70$), de igual forma en el factor peso por categoría ($p=0,0649$; $F=2,85$; $gl=2-70$), sin embargo, existe significancia en la interacción entre Densidad y Categoría como lo indica el valor- $p = 0,0001$ ($F=4,21$; $gl=10-70$), es decir la densidad de siembra influye en esta variable, independientemente del peso del tubérculo que se haya utilizado para la siembra.

Por otro lado, no existe significancia en la interacción entre Densidad de siembra y Peso de tubérculo ($p=0,0527$; $F=2,31$; $gl=5-70$), en cambio al analizar por separado el factor Peso de tubérculos, se muestran diferencias significativas con un valor- p de $0,0066$ ($F=7,85$; $gl=1-70$) (Tabla 19).

Tabla 19. Análisis de varianza para el número de tubérculos por categoría del cultivo de papa variedad Súper Chola.

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Densidad	5	70	7,48	0,0001
Peso	1	70	7,85	0,0066*
Categoría	2	70	179,84	0,0001
Densidad : Peso	5	70	2,31	0,0527 ns
Densidad : Categoría	10	70	4,21	0,0001*
Peso : Categoría	2	70	2,85	0,0649 ns
Densidad : Peso : Categoría	10	70	1,56	0,1372 ns
CV= 62,16%				

Fuente: El autor

Nota: *: significativo al 5%; ns: no significativo F.V: fuente de variación; Gl_T: grados de libertad de tratamientos; Gl_E: grados de libertad del error experimental.

Una vez realizada la prueba de Fisher para la interacción entre densidad de siembra y categoría de tubérculos, se observa que la densidad (30x120 cm) posee mayor número de tubérculos de segunda categoría ($209,17 \pm 17$ tubérculos/parcela neta) que el resto de densidades evaluadas, excepto con uno de los testigos de densidad de siembra de 30x100 cm que es similar con 180,5 tubérculos por parcela neta. Además, los resultados muestran claramente que la segunda categoría predomina en todos los tratamientos seguida de la tercera y primera categoría (Figura 28, Anexo 7).

La densidad 40x100 obtuvo la menor cantidad de tuberculos de primera categoría con un valor de 39 tubérculos por parcela neta mientras que la densidad 40x100 obtuvo menor cantidad de tubérculo de tercera categoría.

Almeida y Villalba (2003) por su parte mencionan que los beneficios de tener altas densidades de siembra para producción de semilla, se resumen en una alta densidad de tallos que producen un mayor número de tubérculos de menor tamaño, lo que coincide con los resultados de la presente investigación donde con una densidad de 30x120 cm se obtuvo mayor cantidad tallos y por ende mayor cantidad de tubérculos de tamaño medio, en comparación al resto de tratamientos.

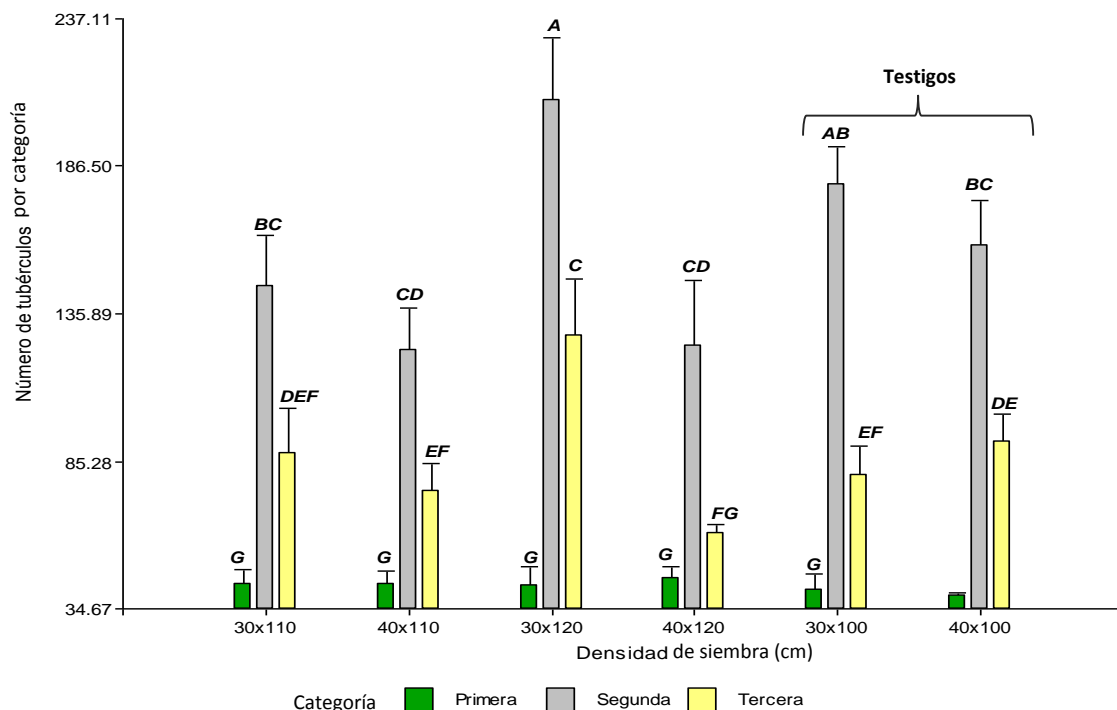


Figura 28. Interacción densidad de siembra por número de tubérculo para número de tubérculos por categoría

Fuente: El autor

Los resultados de la prueba de Fisher para el factor peso en la variable clasificación de acuerdo al número de tubérculos por categoría muestran, claramente dos rangos donde los tratamientos en los que se utilizaron tubérculos semilla de 30 g poseen mayor número de tubérculos por parcela neta ($103,07 \pm 6,18$) en comparación a los tratamientos en los que se utilizaron tubérculos semilla de 20 gramos ($88,17 \pm 6,18$) (Tabla 20).

Montesdeoca (2005) menciona que los tubérculos entre 40 a 100 g son ideales para semilla. Torres et al. (2011), por su parte aducen que los tubérculos-semilla pequeños tienen más ojos por unidad de peso y por ello producen más tallos como es el caso de los tubérculos sembrados de 20g. Sin embargo, los tallos provenientes de tubérculos-semilla más grandes que en este caso corresponden a 30 g crecen en general más rápido y poseen mayor capacidad de rebrote, lo que es ventajoso si las condiciones al momento de la siembra son adversas (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Tabla 20. Prueba de Fisher para el factor peso de tubérculo

Peso (g)	Promedio (tubérculos)	Rangos
30	103,07	A
20	88,17	B

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la Figura 29, se muestran los promedios de la selección de semilla donde el mejor promedio fue el tratamiento T10 con un valor de 50,24 % seguido de T6 y uno de los testigos T11 con 49,61 y 48,5 % respectivamente, mientras que el tratamiento T7 obtuvo menor producción de tubérculos semilla con un valor de 41,16% (Anexo 8).

Almeida y Villalva (2003) mencionan que utilizando tubérculos semilla de 60g en el estado de brotación múltiple y con una densidad de 2400 kg/ha se puede lograr una tasa de extracción de 65 a 70%, en el presente estudio, se utilizó tuberculos semilla de 20 y 30g, con los cuales se obtuvo una producción de tubérculos semilla del 50 %, además Montesdeoca (2005) menciona que para mejorar la extracción de semilla se debe verificar que los tubérculos en campo hayan alcanzado el tamaño ideal para semilla (40 y 100g), entonces se debe eliminar el follaje y esperar a que los tubérculos maduren fisiológicamente, es decir; esperar entre 14 y 21 días para realizar la cosecha.

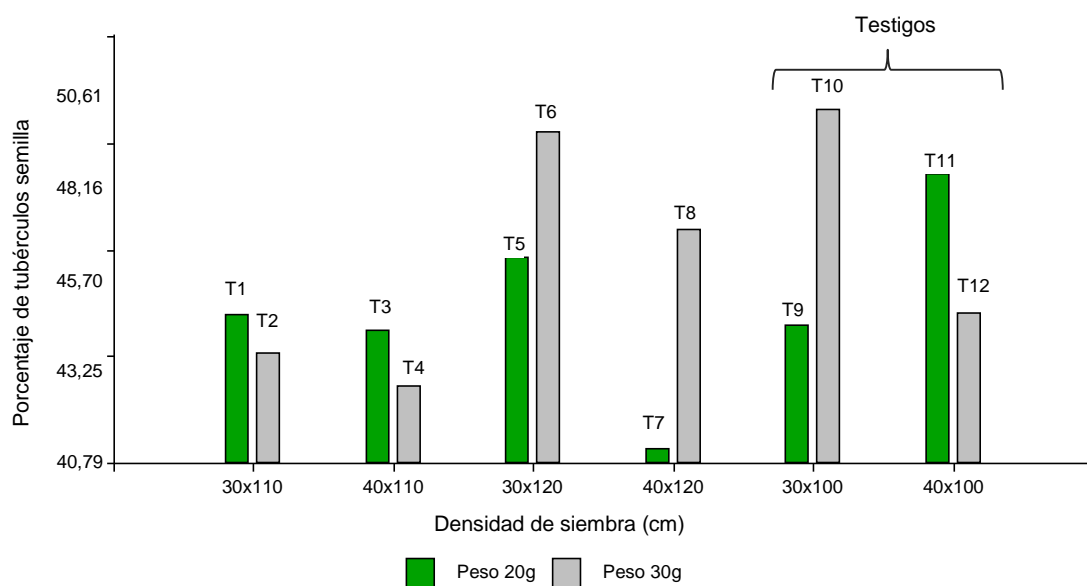


Figura 29. Interacción densidad de siembra por peso de tubérculo para selección de semilla
Fuente: El autor

4.8 Análisis Económico

En la Tabla 21, se muestran los costos variables en los tratamientos; el costo de la semilla varía de acuerdo a la densidad de siembra y el tamaño del tubérculo, del mismo modo varía la mano de obra en la cosecha y por ende la cantidad de sacos requeridos ya que el rendimiento por tratamiento es diferente.

En la valuación del peso del tubérculo y densidad de siembra para la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Superchola” el tratamiento que presentó menor costo variable de producción fue T7 con un costo de producción de \$ 480,45 mientras que el tratamiento T6 presentó mayor costo de producción (\$743,87) (Tabla 21).

De acuerdo al cálculo del beneficio neto de los diferentes tratamientos, el tratamiento T6 presentó el mayor beneficio neto con un valor de 7467,55\$, mientras que el T3 presento el menor beneficio neto con 5640,92\$ (Tabla 22).

Tabla 21. Cálculo de costos variables en los tratamientos

Tratamiento	Densidad	Peso	Costo de semilla/Ha	Costo cosecha (\$)	Costo de sacos/ha (\$)	Total costos variables
T1	30x110	20	269,36	229,58	68,02	566,96
T2	30x110	30	404,04	236,25	70,00	710,29
T3	40x110	20	202,02	214,79	63,64	480,45
T4	40x110	30	303,03	251,88	74,63	629,54
T5	30x120	20	246,91	252,71	74,88	574,5
T6	30x120	30	370,37	288,13	85,37	743,87
T7	40x120	20	185,19	217,29	64,38	466,86
T8	40x120	30	277,78	252,08	74,69	604,55
T9	30x100	20	296,30	255,63	75,74	627,67
T10	30x100	30	444,44	226,25	67,04	737,73
T11	40x100	20	222,22	236,67	70,12	529,01
T12	40x100	30	333,33	236,25	70,00	639,58

Fuente: El autor

Tabla 22. Cálculo de beneficio netos y análisis de dominancia de los tratamientos.

Trat.	Rendimiento Kg/Ha	Rendimiento ajustado/Ha (5%)	Beneficio bruto (\$)	Total costos variables	Beneficio neto	Dominancia
T7	14486	13761,70	6192,77	466,86	5725,91	
T3	14319	13603,05	6121,37	480,45	5640,92	D
T11	15778	14989,10	6745,10	529,01	6216,09	
T1	15306	14540,70	6543,32	566,96	5976,36	
T5	16847	16004,65	7202,09	574,5	6627,59	
T8	16806	15965,70	7184,57	604,55	6580,02	
T9	17042	16189,90	7285,46	627,67	6657,79	
T4	16792	15952,40	7178,58	629,54	6549,04	
T12	15750	14962,50	6733,13	639,58	6093,55	
T2	15750	14962,50	6733,13	710,29	6022,84	
T10	15083	14328,85	6447,98	737,73	5710,25	D
T6	19208	18247,60	8211,42	743,87	7467,55	

Fuente: El autor

Nota: Se dice que un tratamiento es dominado (D) cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Según el análisis de dominancia, los tratamientos T3 y T10 con valores de 5640,92 y 5710,25 \$ respectivamente son dominados debido a que los beneficios netos de los mismos

son menores al valor del tratamiento T7, mismo que presentó menor costo variable (466,86\$).

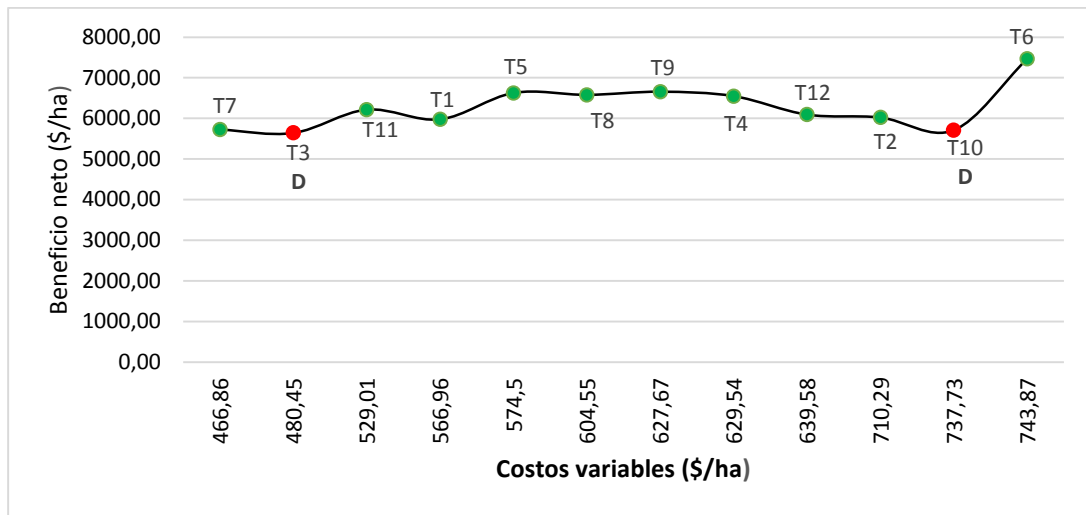


Figura 30. Curva de dominancia entre tratamientos de la producción de semilla de papa.
Fuente: El autor

En la Figura 30, se ilustra la relación entre costos variables y beneficios netos para los tratamientos no dominados, sin embargo, los tratamientos T3 y T10 los cuales son los dominados también han sido graficados y se observa claramente cómo se sitúan por debajo de la curva del beneficio neto del resto de tratamientos.

Tabla 23. Cálculo de la relación beneficio costo.

Trat.	Rendimiento Kg/Ha	Rendimiento ajustado/Ha (5%)	Total costos variables	Total costos fijos	Total costos de producción	Beneficio de campo	Relación B/C
T1	15306	13775	566,96	3248,7	3815,66	6122,22	1,60
T2	15750	14175	710,29	3248,7	3958,99	6300,00	1,59
T3	14319	12887,5	480,45	3248,7	3729,15	5727,78	1,54
T4	16792	15112,5	629,54	3248,7	3878,24	6716,67	1,73
T5	16847	15162,5	574,5	3248,7	3823,2	6738,89	1,76
T6	19208	17287,5	743,87	3248,7	3992,57	7683,33	1,92
T7	14486	13037,5	466,86	3248,7	3715,56	5794,44	1,56
T8	16806	15125	604,55	3248,7	3853,25	6722,22	1,74
T9	17042	15337,5	627,67	3248,7	3876,37	6816,67	1,76
T10	15083	13575	737,73	3248,7	3986,43	6033,33	1,51
T11	15778	14200	529,01	3248,7	3777,71	6311,11	1,67
T12	15750	14175	639,58	3248,7	3888,28	6300,00	1,62

Fuente: El autor

Según el análisis de relación beneficio costo todos los tratamientos muestran rentabilidad, ubicándose en primer lugar el T6 con ingreso neto de 7683,33 USD lo que le da un Beneficio/Costo de 1,92 dólares, es decir, por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 92 centavos; uno de los testigos (T10) se ubicó al final con un ingreso neto de 6033,33 USD y un B/C de 1,51 dólares, lo cual indica una ganancia de 51 centavos por cada dólar invertido. Por otro lado, el T7 a pesar de que fue el tratamiento con menor costo variable, en la relación beneficio costo no obtiene la mayor rentabilidad en relación al T6.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el ensayo realizado en la Granja Experimental Yuyucocha se pudo determinar que:

- a) En lo agronómico la mejor densidad de siembra y peso de tubérculo para producir semilla registrada de papa variedad Superchola, fue de 30 x 120 cm y 30 gramos (T6) ya que obtuvo los mejores promedios en cuanto a: número de tallos (5,59) y tubérculos (26,42) por planta, altura de planta a los 30 y 90 días después de la siembra con promedios de 32,48 y 97,46 cm respectivamente.
- b) El mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T6 con densidad de siembra 30x120cm y peso de tubérculo semilla de 30g, con un valor de 19,21 t/ha, que difiere del resto de tratamientos con el 25 % más de producción, es decir; cinco toneladas más aproximadamente.
- c) En esta investigación se obtuvo mayor cantidad de tubérculos de segunda categoría, es decir; tubérculos con peso 40 a 100g en todos los tratamientos, lo que atiende al propósito de producir semilla.
- d) En lo económico, el tratamiento que presentó mayor beneficio neto fue el T6 de densidad 30x120 cm y peso de 30 gramos con un valor de 7467,55 USD, lo que le da un Beneficio/Costo de 1,92 dólares, es decir, por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 92 centavos.

5.2 Recomendaciones

- a) Utilizar la densidad de siembra de 120 cm entre surco por 30 cm entre planta con un peso del tubérculo de 30 gramos para producción de semilla en la variedad Superchola, debido a que éste tratamiento obtuvo los mayores promedios en las variables evaluadas.
- b) Para la siembra, utilizar tubérculos semilla con peso de 30 gramos debido a que los tallos provenientes de tubérculos más grandes que en este caso corresponden a 30 g crecen en general más rápido y poseen mayor capacidad de rebrote, lo que es ventajoso si las condiciones al momento de la siembra son adversas con respecto a los que los de peso de 20 gramos.
- c) Se recomienda realizar investigaciones posteriores en varias localidades productoras de papa, utilizando las mismas densidades de siembra y peso de tubérculos semilla de la variedad Superchola, evaluando la respuesta en producción y adaptabilidad de la variedad a diferentes pisos climáticos.
- d) Probar estas densidades de siembra y pesos de tubérculo semilla en variedades locales, con el fin de determinar si la influencia de éstas se da por la variedad o por el manejo agronómico.
- e) Para la producción de semilla de papa, utilizar tubérculos que cumplan con las características físicas y genéticas de la variedad elegida, además durante el cultivo se recomienda eliminar plantas atípicas que puedan comprometer la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida , A., & Villalva, A. (2003). *Estudio de producción de tubérculos-semilla de papa, categoría básica, variedad Fripapa-99 bajo el efecto de cinco niveles de fertilización y cuatro densidades*. Obtenido de INIAP.
- Andrade, H. (1998). *Variedades de papa cultivadas en el Ecuador*. Obtenido de Repositorio INIAP:
<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Variedades%20de%20papa%20cultivadas%20en%20el%20Ecuador..pdf>
- Andrade, H., & 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 inédita de ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Andrade, N., Contreras, A., & Castro, I. (2008). *Evaluación comparativa del efecto en el rendimiento y sanidad en el cultivo de papa al utilizar semilla certificada y sin certificar*. (Tesis inédita de ingeniería).Universidad Astral de Chile, Chile.
- Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., & Robledo, C. (2016). *InfoStat, versión 2016, Grupo InfoStat FCA, Universidad Nacional de Córdoba*.
- Cevallos, J. (2012). *ACUERDO MINISTERIAL N° 494 - MAGAP*. Obtenido de <http://www.ecuasem.org>:
<http://www.ecuasem.org/pdf/Reglamento%20de%20semillas%20vigente.pdf>
- Chávez, P. (2008). *La papa, Tesoro de los Andes*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa: http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf
- Cisneros, B., & Herrera, J. (1990). *Distancia de siembra y peso de tubérculo en la producción de semilla de papa en Cartago*. Obtenido de MAG: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v11n01_065.pdf
- Cortazar, M. (2011). *El padre de la súper chola, un autodidacta* . Obtenido de manueljbastidas.blogspot.com: <http://manueljbastidas.blogspot.com/2011/01/el-padre-de-la-super-chola-un.html>
- Cortbaoui, R. (2000). *Siembra de papa-boletín de información técnica*. Obtenido de USAID: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABD601.pdf
- Delgado, A. (2012). *Evaluación de la densidad poblacional de tubérculos en la producción de semilla de calidad de papa cv. Fripapa*. (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

- Egúsqüiza, R. (2000). *La papa: producción, transformación y comercialización*. (2. International Potato Center, Ed.) Lima, Perú. Obtenido de https://books.google.es/books?id=6ciGbBX0uFwC&pg=PA1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false
- FAO. (2008). *El mundo de la Papa*. Obtenido de www.fao.org: <http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo>
- Farran, I., & Mingo-Castel, Á. (2006). *Potato minituber production using aeroponics: Effect of plant density and harvesting intervals*. Obtenido de American Journal of Potato Research: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02869609>
- Flores, R., Naranjo, H., Galárraga, J., Sánchez, M., & Viteri, S. (2012). *Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/005838.pdf#sthash.ynBoUTCK.dpuf>
- Flores-López, R., Sánchez-del Castillo, F., Rodríguez-Pérez, J., Colinas-León, M., Mora-Aguilar, R., & Lozoya-Saldaña, H. (2009). *Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (Solanum tuberosum L.)*. Obtenido de Revista Chapingo. Serie horticultura, 15(3), 251-258.: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000500005&lng=es&tlng=es.
- Gallegos, G. (2011). *Densidad poblacional de plántulas y tubérculos en la producción de semilla de papa, en el canton Riobamba*. (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Hidalgo, Ó. (1999). *Conceptos básicos sobre la producción de semillas de papa y de sus instituciones*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa: <http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/semilla5-1.pdf>
- Huamán, Z. (1986). *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa: <http://cipotato.org/library/pdfdocs/TIBes20915.pdf>
- Huaraca, H., Montesdeoca, F., & Pumisacho, M. (2009). *Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo del tubérculo-semilla de papa*. Obtenido de INIAP: http://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Manual_semilla_.pdf
- INIAP. (2011). *Manual del cultivo de papa para la Sierra Sur*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur.pdf>


- INIAP. (2015). *INIAP trabaja en el fortalecimiento de la producción de papa en el Ecuador*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://www.iniap.gob.ec/web/iniap-trabaja-en-el-fortalecimiento-de-la-produccion-de-papa-en-el-ecuador/>
- Junovich, A. (2003). *Uso de semilla a través de los datos del III Censo Nacional Agropecuario Papa*. Obtenido de Proyecto SICA - III Censo Nacional Agropecuario: <http://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/III%20censo%20semilla.pdf>
- MAGAP. (2013). *El cultivo de la papa en el Ecuador y planes de mejora*. Obtenido de CIPOTATO: http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/carol_chehab.pdf
- Malagamba, P. (1999). *Fisiología y manejo de tubérculos-semillas de papa. Manual de Capacitación en Producción de Tubérculos-semillas de Papa Fascículo 2.2*. Obtenido de cipotato.org: <http://cipotato.org/library/pdfdocs/55072.pdf>
- Manrique, K. (2009). *Las deficiencias en postcosecha en la cadena productor-consumidor de la papa en el Perú*. Obtenido de Proyecto de papa Andina- CIP: <https://es.scribd.com/doc/23531756/Las-deficiencias-en-postcosecha-en-la-cadena-productor-consumidor-de-la-papa-en-el-Peru>
- Manzilla, M., & Arribillaga, D. (2013). *Antecedentes técnicos para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L), en la región de Aysén*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Tamel Aike. Coyhaike, Chile: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39137.pdf>
- Martínez, F. (2009). *Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papa nativas*. Obtenido de Repositorio INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizaci%C3%B3n%20morfol%C3%B3gica%20e%20inventario%20de%20conocimientos%20colectivos%20de%20variedades%20de%20papas%20nativas..pdf>
- Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rivadeneira, J., Monteros, C., & Cuesta, X. (2016). *Catálogo de variedades de papa*. Obtenido de FAO - INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2748/1/iniapscpm427.pdf>
- Méndez, P. (2009). *Plantación de papa y efecto de tallos*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36470.pdf>
- Monteros, A. (2016). *Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre)*. Obtenido de SINAGAP: http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf

- Montesdeoca, F. (2005). *Guía de producción, comercialización y sus usos de semilla de papa de calidad*. Quito: PNTR-INIAP-Proyecto Fortipapa.
- Montesdeoca, F., Benítez, J., & Paula, N. (2001). *Producción de semilla de papa de categorías Prebásica, Básica y Registrada*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., . . . Andrade-Piedra, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Obtenido de Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP), Consorcio de Productores de Papa (CONPAPA: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/05/006084.pdf>)
- Montesdeoca, F., Reinoso, I., Montesdeoca, L., & Andrade-Piedra, J. (2012). *Sistema "mixto" de producción de semilla de papa entre el INIAP y el CONPAPA*. En: *Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Memoria del taller. Encuentro Regional de Sistemas no Convencionales de Semillas*. Santa Catalina. Obtenido de INIAP; Centro Internacional de la Papa McKnight Foundation.: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/66303>
- Paredes, M., Calvache, M., Montesdeoca, F., & Benítez, J. (2001). *Estudio de la producción de tubérculo semilla categoría prebásica de dos variedades de papa bajo diferentes sistemas de manejo*. Obtenido de INIAP: cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%2520ecuatoriano%25202/MPAREDES.doc+%amp;cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec
- Peña, L. (2000). *Fisiología y manejo de tubérculos-semilla de papa*. Obtenido de Boletín de Papa- Vol.2 No. 2 Redepapa: <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaCBasicos/redpapa.pdf>
- Perrin, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1976). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual Metodológico de evaluación económica*. Obtenido de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo: <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/22246.pdf>
- Pozo, M. (1997). *Tuberización, tamaño de semilla y corte de tubérculos*. En: *Producción de Tubérculos-Semillas de Papa*. Obtenido de CIP: <http://cipotato.org/library/pdfdocs/55072.pdf>
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en el Ecuador*. Quito: INIAP.CIP.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Obtenido de Repositorio Iniap: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/840/4/iniapscm78.pdf>

- Román, M., & Hurtado, G. (2002). *Guía técnica cultivo de papa*. Obtenido de centa.gov.sv: <http://www.centa.gov.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
- Rubio, C. (2015). *Evaluación de la producción de tubérculo semilla en cuatro variedades de papa*. (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Sandaña, P. (2016). *Densidad de plantación para producción de consumo*. Obtenido de Manual INIAP Papa, Chile: <http://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=232>
- SINAGAP. (2014). *Papa: Superficie, producción y rendimiento a nivel provincial*. Obtenido de SINAGAP: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/papa/file/126-serie-historica-2000-2013>
- Torres, L., Montesdeoca, F., & Andrade-Piedra, J. (2011). *Manejo del tubérculo-semilla*. Obtenido de CIP: <http://cipotato.org/uncategorized/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa>
- Velásques, J., Monteros, Á., & Tapia, C. (2008). *Semillas, tecnología de producción y conservación*. Obtenido de Repositorio INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/56>
- Velásquez, J. (2010). *Producción de tubérculo-semilla de papa en la estación experimental Santa Catalina de INIAP y su relación con el sector semillero nacional*. Obtenido de CIP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Producci%C3%B3n%20de%20tuberculo-semilla%20de%20papa%20en%20la%20Estaci%C3%B3n%20Experimental%20Santa%20Catalina..pdf>
- Wiersema, S. (1987). *Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa*. Obtenido de usaid.gov: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABD590.pdf

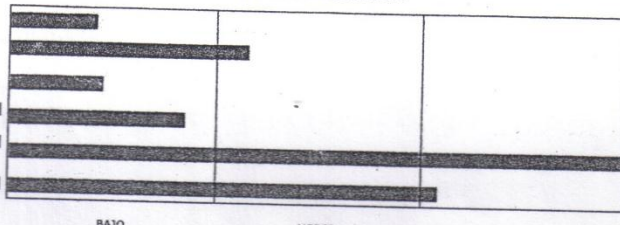
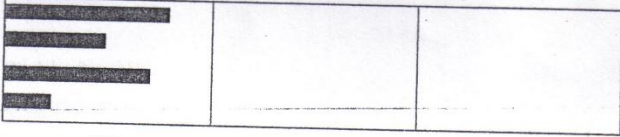
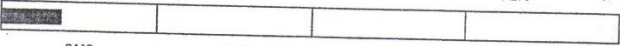
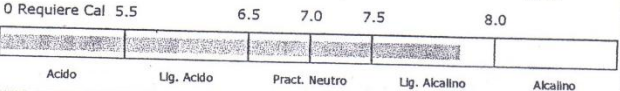

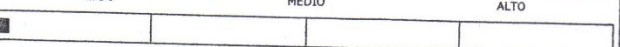
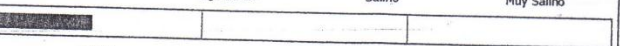

ANEXOS


Anexo 1. Análisis químico del suelo y cálculo de fertilizantes



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ING. CARLOS CASCO Ciudad: Ibarra Teléfono: 0986141384 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Caranquí Sitio: Granja Yuyucocha							
DATOS DEL LOTE Sitio: Granja Yuyucocha Superficie: Número de Campo: Granja Yuyucocha Cultivo Actual: A Cultivar: Papa		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 6774 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo Granja Yuyococ Fecha de Ingreso: 2016-02-26 Fecha de Reporte: 2016-03-02							
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	12.48	ppm							
P	11.57	ppm							
S	5.41	ppm							
K	0.17	meq/100 ml							
Ca	7.71	meq/100 ml							
Mg	1.54	meq/100 ml							
Zn	2.36	ppm							
Cu	0.48	ppm							
Fe	14.05	ppm							
Mn	1.12	ppm							
B	0.38	ppm							
pH	7.86								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
Ce	0.171	mS/cm							
MO	1.40	%							
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm					
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
5.01	9.06	54.41	9.42						
Pr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 									



CÁLCULO DE FERTILIZANTES

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

Cálculo por hectárea:

Muriato de potasio (0-0-60).

60 ----- 100
 150 ---- X= 250 kg/ha
18 – 46 – 0
 46 ---- 100
 200 ----X= 435 kg/ha
 18 ----- 100
 X ----- 435 X= 78,3 kg/ha (N)
 200 - 78,3 = 122 kg/ha (N) (Falta)

Urea (46-0-0)

46 ----- 100
 122 ----- X= 266 kg/ha

Cálculo por surco:

Longitud de surco (m)	Ancho entre surcos (m)	Área (m ²)	# surcos por repetición	Total por tres repeticiones
4	1	4	16	48
4	1,10	4,4	16	48
4	1,20	4,8	16	48

Muriato de potasio (0-0-60).

10000 m² ---- 250 kg
 4m² ----- X= 0,1 kg = 10 gr 0, 1 x 48= 4,8 kg
 10000 m² ---- 250 kg
 4,4 m² ----- X= 0,11 kg = 11 gr 0, 11 x 48= 5,3 kg
 10000 m² ---- 250 kg
 4,8m² ----- X= 0,12 kg = 12 gr 0, 12 x 48= 5,8 kg
 Total: 15,9 kg

18 – 46 – 0

10000 m² ---- 435 kg

4m² ----- X= 0,174 kg = 174 gr

0, 174 x 48= 8,4 kg

10000 m² ---- 435 kg

4,4 m² ----- X= 0,192 kg = 192 gr

0, 192 x 48= 9,3 kg

10000 m² ---- 435 kg

4,8m² ----- X= 0,209 kg = 209 gr

0, 209 x 48= 10 kg

Total: 27,7 kg

Urea (46-0-0)

10000 m² ---- 266 kg

4m² ----- X= 0,106 kg = 106 gr

0, 106 x 48= 5,1 kg

10000 m² ---- 266 kg

4,4 m² ----- X= 0,117 kg = 117 gr

0, 117 x 48= 5,6 kg

10000 m² ---- 266 kg

4,8m² ----- X= 0,128 kg = 128 gr

0, 128 x 48= 6,2 kg

Total: 16,9 kg

Anexo 2. Manejo fitosanitario del ensayo

FECHA	PLAGA O ENFERMEDAD	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
07/12/16	Malezas de ancha y angosta	Afalón 50 SC	Linuron	200gr/2500m ²
29/04/16	Trips (<i>Trips spp.</i>); Pulguilla saltona (<i>Epitrix spp.</i>) y Pulgones (<i>Aphididae</i>)	Trofeo 75%	Acefato	50gr/20 L
06/05/16	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Curalancha	Mancozeb, Cymoxanil	200g/20L
	Gusano blanco (<i>Premnotripex bórax</i>)	Fipronil	Fipronil	50cc/20L
03/06/16	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Curzate	Cymoxanil, Mancozeb	200g/20L
	Gusano blanco (<i>Premnotripex bórax</i>)	Fipronil	Fipronil	50cc/20L
16/06/16	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Curalancha	Mancozeb, Cymoxanil	500g/200L
	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Curzate	Cymoxanil, Mancozeb	500g/200L
	Hongos ascomicetos imperfectos y ascomicetos	Corso 50 PM	Carbendazim	200g/200L
	Gusano blanco (<i>Premnotripex bórax</i>)	Engeo	Tiametoxam-Lamdaciolatrina	100cc/200L
05/07/16	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Curalancha	Mancozeb, Cymoxanil	500g/200L
	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Fitoraz	Propineb + Cymoxanil	500g/200L
	Áphidos	Trofeo 75%	Acefato	200gr/200 L
		Ciper	Cipermetrin	100cc/200L

Anexo 3. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable altura de planta a los 30 días.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Promedio (cm)	E.E.	Rangos
1	30x110	20	28,31	0,9	E
2	30x110	30	28,47	0,9	DE
3	40x110	20	29,55	0,97	BCDE
4	40x110	30	25,79	0,97	F
5	30x120	20	29,11	0,9	BCDE
6	30x120	30	32,48	0,9	A
7	40x120	20	23,91	0,97	F
8	40x120	30	30,39	0,97	BC
9	30x100	20	29,23	0,9	BCDE
10	30x100	30	30,02	0,9	BCD
11	40x100	20	28,52	0,97	CDE
12	40x100	30	30,49	0,97	B

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable altura de planta a los 90 días.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Promedio (cm)	E.E.	Rangos
1	30x110	20	90,83	1,2	CD
2	30x110	30	93,75	1,2	BC
3	40x110	20	95,95	1,39	AB
4	40x110	30	86,65	1,39	E
5	30x120	20	90,99	1,2	C
6	30x120	30	97,46	1,2	A
7	40x120	20	87,49	1,39	DE
8	40x120	30	96,08	1,39	AB
9	30x100	20	93,73	1,2	BC
10	30x100	30	91,8	1,2	C
11	40x100	20	96,4	1,39	AB
12	40x100	30	93,96	1,39	BC

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tallos por planta.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Promedio (tallos)	E.E.	Rangos
1	30x110	20	5,12	0,17	CDE
2	30x110	30	5,42	0,17	ABC
3	40x110	20	5,35	0,18	ABC
4	40x110	30	5,25	0,18	ABCD
5	30x120	20	5,47	0,17	AB
6	30x120	30	5,59	0,17	A
7	40x120	20	4,69	0,18	F
8	40x120	30	5,52	0,18	AB
9	30x100	20	5,26	0,17	ABC
10	30x100	30	4,85	0,17	EF
11	40x100	20	4,85	0,18	DEF
12	40x100	30	5,13	0,18	BCDE

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tubérculos por planta.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Promedio (tubérculos)	E.E.	Rangos
1	30x110	20	17,08	1,8	DE
2	30x110	30	16,44	1,8	E
3	40x110	20	22,88	2,34	ABC
4	40x110	30	22,06	2,34	BC
5	30x120	20	19,79	2,18	CD
6	30x120	30	26,42	2,18	A
7	40x120	20	19,31	2,21	CDE
8	40x120	30	24,54	2,21	AB
9	30x100	20	22,38	2,07	BC
10	30x100	30	24,29	2,07	AB
11	40x100	20	22,54	2,2	ABC
12	40x100	30	22,15	2,2	BC

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad* Categoría en la variable clasificación.

Densidad (cm)	Categoría	Promedio (tubérculos)	E.E.	Rango
30x120	Segunda	209,17	17	A
30x100	Segunda	180,5	17	AB
40x100	Segunda	159,17	17	BC
30x110	Segunda	145,17	17	BC
30x120	Tercera	128,5	11,24	C
40x120	Segunda	125,17	17	CD
40x110	Segunda	123,33	17	CD
40x100	Tercera	92	11,24	DE
30x110	Tercera	88,17	11,24	DEF
30x100	Tercera	80,33	11,24	EF
40x110	Tercera	74,83	11,24	EF
40x120	Tercera	60,5	11,24	FG
40x120	Primera	45,17	6,26	G
40x110	Primera	43,17	6,26	G
30x110	Primera	43	6,26	G
30x120	Primera	42,67	6,26	G
30x100	Primera	41	6,26	G
40x100	Primera	39,33	6,26	G

Fuente: El autor

Nota: Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Promedios ajustados y errores estándares para Densidad*Peso en la variable número de tubérculos por planta.

Tratamiento	Densidad (cm)	Peso (g)	Tasa de extracción de semilla (%)
1	30x110	20	44,76
2	30x110	30	43,70
3	40x110	20	44,32
4	40x110	30	42,84
5	30x120	20	46,29
6	30x120	30	49,61
7	40x120	20	41,16
8	40x120	30	47,01
9	30x100	20	44,46
10	30x100	30	50,24
11	40x100	20	48,53
12	40x100	30	44,77