



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DE TRES  
VARIETADES NATIVAS, BAJO UN SISTEMA SEMI-HIDROPÓNICO,  
PARROQUIA SAN ISIDRO, PROVINCIA DEL CARCHI.**

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN AGROPECUARIA**

**AUTOR:**

**CALDERÓN COBAGANGO CHRISTIAN MARCELO**

**DIRECTOR:**

**ING. DORIS SALOME CHALAMPUENTE FLORES M.Sc.**

**Ibarra, mayo 2019**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401783071	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Calderón Cobagango Christian Marcelo	
DIRECCIÓN:	San Isidro, Espejo, Carchi.	
EMAIL:	cmcalderon10@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:	2280855	TELÉFONO MÓVIL: 0989452458

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), DE TRES VARIEDADES NATIVAS, BAJO UN SISTEMA SEMI-HIDROPÓNICO, PARROQUIA SAN ISIDRO, PROVINCIA DEL CARCHI.
AUTOR (ES):	Calderón Cobagango Christian Marcelo
FECHA: DD/MM/AAAA	27/05/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salome Chalampunte Flores M.Sc

## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de mayo de 2019

**EL AUTOR:**

(Firma)

Nombre:  Christian Calderón.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN AGROPECUARIA

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DE TRES  
VARIETADES NATIVAS, BAJO UN SISTEMA SEMI-HIDROPÓNICO,  
PARROQUIA SAN ISIDRO, PROVINCIA DEL CARCHI.

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

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte M.Sc.



**DIRECTOR**

FIRMA

M.Sc. Carmen Alvear



**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

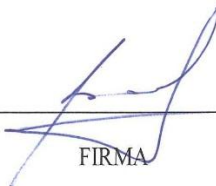
Ing. Alexandra Jácome M.Sc.



**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón M.Sc.



**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Ibarra, a 27 Mayo del 2019



Firma

Christian Calderón

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Calderón Cobagango Christian Marcelo, bajo mi supervisión.

Ibarra, a 27 Mayo del 2019.



Ing. Doris Chalampunte M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

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

Yo, Christian Marcelo Calderón Cobagango con cédula de identidad Nro. 040178307-1 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: **PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DE TRES VARIEDADES NATIVAS, BAJO UN SISTEMA SEMI-HIDROPONICO, PARROQUIA SAN ISIDRO, PROVINCIA DEL CARCHI**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** 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 .... Mayo del 2019.



Firma

Christian Calderón

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por guiar cada uno de mis pasos, protegerme y permitirme culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis queridos padres y hermanos por el apoyo incondicional en todo momento, por la confianza depositada en mí, por sus consejos y enseñanzas que me motivan a ser mejor persona cada día.*

*A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, la cual me abrió las puertas para continuar con mis estudios superiores, de la cual me llevo buenos recuerdos junto con mis compañeros y docentes.*

*Mi eterna gratitud y mi más sincero agradecimiento a la Ing. Doris Chalampunte M.Sc. directora del presente trabajo de investigación, de igual forma quiero agradecer a la Ing. Alexandra Jácome M.Sc., M.Sc. Carmen Alvear y al Ing. Juan Pablo Aragón, por brindarme su apoyo, guía y conocimiento prestado para el desarrollo de esta investigación.*

*A mis amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, con quienes he compartido una amistad sincera.*

**Christian Calderón**



## **DEDICATORIA**

*A mis queridos padres, Angelita Cobagango y Bolívar Calderón, y a mis hermanos Diego, Mario, Alex, Edison, Albio y Jairo, por su amor, consejos y apoyo incondicional que me impulsan a luchar cada día por conseguir mis metas y culminar con éxito esta etapa en mi vida.*

*A toda mi familia y amigos que siempre estuvieron pendientes de mí y que de una u otra manera me brindaron su ayuda y fueron un pilar fundamental para el cumplimiento de esta meta.*

## **DATOS GENERALES**

**FACULTAD:** INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**CARRERA:** INGENIERÍA AGROPECUARIA

**PLAN TODA UNA VIDA:** **Objetivo #6** Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y en buen vivir rural.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** AGRICOLA

**TIPO DE TRABAJO DE GRADO:** EXPERIMENTAL

**TEMA:** PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), DE TRES VARIEDADES NATIVAS, BAJO UN SISTEMA SEMI-HIDROPÓNICO, PARROQUIA SAN ISIDRO, PROVINCIA DEL CARCHI.

**INVESTIGADOR/A:** CALDERÓN COBAGANGO CHRISTIAN  
MARCELO

**DURACIÓN PROBABLE:** 15 MESES

**NOMBRE DEL LUGAR:** COMUNIDAD CARLIZAMÁ

**PARROQUIA:** SAN ISIDRO

**CANTÓN:** ESPEJO

**PROVINCIA:** CARCHI

**DIRECTOR SUGERIDO:** ING. DORIS CHALAMPUENTE M.Sc.

**ASESORES/AS SUGERIDOS/AS:** M.Sc. CARMEN ALVEAR

ING. ALXANDRA JÁCOME M.Sc.

ING. JUAN PABLO ARAGÓN M.Sc.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema .....	4
1.3 Justificación .....	5
1.4 Objetivos .....	7
1.4.1 Objetivo general .....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
1.5 Hipótesis.....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Importancia del cultivo de papa.....	8
2.2 Papas nativas del Ecuador .....	9
2.2.1 Valor nutricional y funcional de los cultivares de papas nativas .....	9
2.2.2 Comercialización de papas nativas .....	10
2.2.3 Variedad INIAP Puca Shungo .....	10
2.2.4 Variedad INIAP Yana Shungo.....	11
2.2.5 Variedad Yema de huevo .....	12
2.3 Semilla.....	12
a) Semilla Pre-básica: .....	13
b) Semilla Básica: .....	13
c) Semilla Registrada:.....	13
d) Semilla Certificada: .....	13
e) Semilla Común: .....	14
2.4 Tasa de extracción de semilla.....	14
2.5 Sistema hidropónico .....	14
2.6 Sistema aeropónico.....	14
2.7 Sistema semihidropónico.....	15
2.8 Sustrato .....	15
2.8.1 Pomina o piedra pómez.....	15
2.9 Análisis de Presupuesto Parcial Propuesto del CIMMYT .....	16

2.9.1 Metodología utilizada por el análisis de presupuesto parcial del CIMMYT ...	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Características del lugar de estudio.....	18
3.1.1 Ubicación geográfica.....	18
3.1.2 Características geográficas y climáticas .....	19
3.2 Materiales y equipos .....	19
3.2.1 Material experimental.....	19
3.2.2. Material de campo .....	19
3.2.3 Equipos .....	20
3.2.4. Equipos de oficina .....	20
3.2.5. Insumos.....	20
3.3. Métodos.....	21
3.3.1. Factores en estudio .....	21
3.3.2. Tratamientos: .....	21
3.3.3. Diseño Experimental .....	22
3.3.4 Características de la unidad experimental .....	22
3.3.5. Análisis estadístico .....	23
3.4 Variables en estudio .....	24
3.4.1. Días a la emergencia.....	24
3.5.2. Días a la floración.....	24
3.5.3. Altura de planta .....	25
3.5.4. Días a la madurez fisiológica.....	25
3.5.5. Número de tubérculos por planta.....	25
3.5.6. Rendimiento por metro cuadrado .....	26
3.5.7. Clasificación de tubérculos.....	26
3.5.8. Calidad sanitaria del tubérculo .....	27
3.5.9. Tasa de extracción (TEX).....	28
3.5.10. Días a la brotación .....	28
3.5.11 Análisis económico .....	28
3.6. Manejo específico del ensayo .....	29
3.6.1. Preparación de cajones .....	29
3.6.2 Preparación de sustratos .....	30

3.6.3 Desinfección de sustratos .....	30
3.6.4 Instalación de riego por goteo .....	30
3.6.5 Siembra.....	31
3.6.6 Aporques.....	31
3.6.7 Control fitosanitario.....	31
3.6.8 Fertirrigación .....	33
3.6.9 Corte de follaje .....	35
3.6.10 Cosecha.....	35
3.6.11 Clasificación .....	36
3.6.12 Almacenamiento .....	36
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Días a la emergencia .....	37
4.2 Días a la floración .....	39
4.3 Altura de planta.....	40
4.4 Días a la madurez fisiológica .....	43
4.5 Número de tubérculos por planta .....	44
4.6 Rendimiento por metro cuadrado.....	46
4.7 Clasificación de tubérculos .....	48
4.7.1 Número de tubérculos por categoría en sustrato semihidropónico.....	49
4.7.2 Número de tubérculos por categoría en sustrato suelo .....	51
4.8 Calidad sanitaria del tubérculo.....	53
4.9 Tasa de extracción.....	54
4.10 Días a la brotación.....	56
4.11 Análisis económico .....	57
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>61</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	61
5.2 RECOMENDACIONES .....	63
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>64</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Situación geográfica y características climáticas .....	19
Tabla 2: Tratamientos a evaluar. ....	21
Tabla 3: Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Parcelas Divididas.....	23
Tabla 4: Clasificación de los tubérculos según el peso en gramos y longitud en centímetros.. ....	26
Tabla 5: Manejo fitosanitario realizado durante el ciclo de cultivo de papa.....	32
Tabla 6: Fertilizantes utilizados en el ensayo.....	33
Tabla 7: Frecuencia de fertirriego y monitoreo de lixiviación de la solución nutritiva...34	
Tabla 8: ADEVA para la variable días a la emergencia en la producción de semilla de papa en semihidroponía .....	37
Tabla 9: Prueba de significancia Fisher al 5% para la variable días a la emergencia... 38	
Tabla 10: ADEVA para la variable días a la floración en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía .....	39
Tabla 11: Prueba de significancia Fisher al 5% para la variable días a la floración. ....	40
Tabla 12: ADEVA para la variable altura de planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	41
Tabla 13: ADEVA para la variable número de tubérculos por planta.....	44
Tabla 14: ADEVA para la variable rendimiento por metro cuadrado en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	46
Tabla 15: ADEVA para la clasificación de tubérculos en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	49
Tabla 16: Clasificación y número de tubérculos por categoría.....	52
Tabla 17: Análisis de presupuesto parcial en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	59
Tabla 18: Análisis de dominancia de los tratamientos en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	60
Tabla 19: Cálculo de la tasa de retorno marginal en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del area de estudio.....	18
Figura 2. Planta emergida.....	24
Figura 3. Días a la floración.....	24
Figura 4. Altura de planta a la floración.....	25
Figura 5. Tubérculos maduros.....	25
Figura 6. Número de tubérculos por planta.....	25
Figura 7. Rendimiento por metro cuadrado.....	26
Figura 8. Tubérculos clasificados por categoría.....	26
Figura 9. Clasificación de tubérculos semilla por el Método de Factores Indexados....	27
Figura 10. Tubérculo con brotación múltiple.....	28
Figura 11. Preparación de cajones de madera.....	29
Figura 12. Sustrato preparado.....	30
Figura 13. Sistema de riego.....	30
Figura 14. Siembra de tubérculos semilla de papa.....	31
Figura 15. Aporque del cultivo de papa.....	31
Figura 16. Control fitosanitario.....	32
Figura 17 Fertirrigación y monitoreo de la solución nutritiva.....	34
Figura 18. Corte de follaje.....	35
Figura 19. Cosecha de tubérculos de papa.....	35
Figura 20. Clasificación de tubérculos.....	36
Figura 21. Tubérculos almacenados.....	36
Figura 22. Altura de planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	41
Figura 23. Días a la madurez fisiológica en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	43
Figura 24. Número de tubérculos por planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	45
Figura 25. Rendimiento por metro cuadrado en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	47

Figura 26. Clasificación de tubérculos por categoría en sustrato semihidropónico en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	50
Figura 27. Clasificación de tubérculos por categoría en sustrato suelo en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	51
Figura 28. Índice de calidad sanitaria del tubérculo en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	53
Figura 29. Tasa de extracción de semilla en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	55
Figura 30. Días a la brotación en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.....	56



## RESUMEN

La semilla, es el insumo principal para obtener altos rendimientos en el cultivo de papa. Las variedades nativas de papa presentan contenidos altos de nutrientes que contribuyen a la nutrición de las personas. En la presente investigación se evaluó el rendimiento agronómico en la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) de tres variedades nativas (INIAP-Puca Shungo, INIAP-Yana Shungo y Yema de huevo) bajo el sistema semi-hidropónico. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con Parcelas Divididas con seis tratamientos y tres repeticiones, en la parcela principal se evaluó dos sustratos: suelo y semihidropónico, en las sub parcelas se evaluaron las tres variedades. Las variables evaluadas fueron: días a la emergencia, días a la floración, altura de planta, días a la madurez fisiológica, número de tubérculos por planta, rendimiento por metro cuadrado, calidad sanitaria del tubérculo, tasa de extracción de semilla y análisis económico. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre sustratos, pero sí entre variedades para días a la emergencia, días a la floración, días a la madurez fisiológica y número de tubérculos por planta, donde la variedad Yema de huevo, presentó los valores más bajos por ser precoz y obtuvo el promedio más alto para número de tubérculos por planta con 45.01. El T4 presentó el promedio más alto en rendimiento con 5.12 kg/m<sup>2</sup> y alcanzó el 58.09% de tasa de extracción de semilla. De acuerdo al análisis económico, el mayor beneficio neto se presentó en el T1 con un valor de 5688.84 dólares por hectárea. En sustrato semihidropónico se obtiene mayor cantidad de tubérculos semilla y de buena calidad, sin embargo, los costos son altos en relación al rendimiento obtenido para producción de semilla seleccionada.

Palabras clave: seleccionada, INIAP-Puca Shungo, INIAP-Yana Shungo, Yema de huevo, semihidroponía.

## ABSTRACT

The seed is the main input to obtain high yields in the potato crop. The native potato varieties have high content of nutrients that contribute to the nutrition of people. In the present investigation, the agronomic performance in potato tuber-seed production (*Solanum tuberosum* L.) of three native varieties (INIAP-Puca Shungo, INIAP-Yana Shungo and Yema de huevo) in the semi-hydroponic system was evaluated. The statistical technique Design of Completely Random Blocks with Divided Crops was used with six treatments and three repetitions. In the main crop, two substrates were evaluated: soil and semi-hydroponic, in the sub-crops the three varieties were evaluated. The variables evaluated were: days to emergence, days to flowering, height of plant, days to physiological maturity, number of tubers per plant, yield per square meter, sanitary quality of the tuber, rate of seed extraction and economic analysis. The results show that there are no significant differences between substrates, but between varieties for days to emergence, days to flowering, days to physiological maturity and number of tubers per plant, where the Yema de huevo variety presented the lowest values for being precocious and obtained the highest average for number of tubers per plant with 45.01. The T4 presented the highest average yield with 5.12 kg/m<sup>2</sup> and reached the 58.09% rate of seed extraction. According to the economic analysis, the highest net benefit was presented in T1 with a value of 5688.84 dollars per hectare. In the semihydroponic substrate, a greater quantity of seed tubers of good quality is obtained, however, the costs are high in relation to the yield obtained for the production of selected seed.

Keywords: selected, INIAP-Puca Shungo, INIAP-Yana Shungo, Yeme de huevo, semihydroponics.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes y es un alimento de consumo a nivel mundial. Se sitúa en el primer lugar a nivel global de los productos no cerealeros, en producción e importancia alimenticia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008).

En el Ecuador el 0.4% del territorio de uso agropecuario, se dedica al cultivo de papa; el área cosechada es de 43 605 hectáreas y un rendimiento promedio de 7.7 t/ha (FAO, 2013). Las provincias más productivas son: Carchi con 27.50 t/ha, Pichincha 14.92 t/ha, Chimborazo 14.47 t/ha, Tungurahua 14.16 t/ha y Cotopaxi 12.82 t/ha, Carchi tiene la mayor producción anual de papa con 36.14 % (Monteros, 2016; Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2016).

La mayor parte de tubérculos-semillas que usan los agricultores de los países en desarrollo, provienen del sistema tradicional; bajo este sistema, los productores usan tubérculos que no siempre tienen las características deseables de una buena semilla y no hay ninguna garantía de que el insumo que se usa, tenga buena calidad sanitaria (Montesdeoca, et al., 2012).

El tubérculo-semilla, es el principal factor que garantiza la calidad y buenos rendimientos del cultivo de papa, la producción de semilla de calidad, depende de la adecuada aplicación de procedimientos técnicos y metodológicos de cultivo y la calidad sanitaria, física, genética y fisiológica de la semilla (Montesdeoca, Narváez, Mora y Benítez, 2006). Una semilla que no presente características adecuadas, producirá germinación heterogénea, plantas débiles y bajos rendimientos. Además, se puede diseminar involuntariamente plagas y enfermedades; que se transmiten por la siembra de tubérculos semilla de mala calidad (Montesdeoca, 2005).

Según Montesdeoca, et al., (2013) las enfermedades que se transmiten por el tubérculo semilla de papa son: rizoctonia (*Rhizoctonia solani*), pudrición seca (*Fusarium* spp.), sarna polvorienta (*Spongospora soterranea*), carbón (*Thecaphora solani*, pie negro (*Pectobacterium* spp.) y virosis. La presencia de patógenos en la semilla de papa, ocasiona pérdidas en rendimiento; en el caso de virus del enrollamiento puede causar hasta el 90 % (Montesdeoca, Narváez, Mora y Benítez, 2006), rizoctonia 20 % (Fankhauser, 1997) y por nemátodos puede alcanzar el 30 % de merma (Mora, Pumisacho, Reinoso y Aucancela, 2010).

Como en todo cultivo, la utilización de semilla de calidad, es determinante para lograr producciones sanas y abundantes (Montesdeoca, Narváez, Mora y Benítez, 2006); al sembrar semilla sana se puede disminuir hasta un 20 % la incidencia de enfermedades que comúnmente están presentes en el suelo y dañan los tubérculos a la cosecha (INIAP, 2009).

Los métodos actuales de multiplicación de semilla de papa, buscan producir más en menor espacio y que garantice la calidad de tubérculos semilla, uno de ellos es el sistema hidropónico recomendado para obtener semilla de papa de categoría prebásica con mejor calidad sanitaria, ya que el manejo del cultivo se realiza bajo condiciones controladas, que permiten mantenerlo sano; a diferencia del cultivo en el suelo (Benítez, Paredes, Horna y Gavilanes, 2006).

La utilización de sustratos orgánicos (fibra de coco, corteza de pino, mezcla de fertilizantes, turba, entre otros) en combinación con sustratos inertes (arena, ripio, pomina) en producción de cultivos, se consideran como cultivos semihidropónicos (Wilsor y Schworz, 1990, citado por Tacuri, 2012). Los sistemas semihidropónicos se han utilizado con el fin de producir tubérculos semilla de papa de categorías iniciales en las variedades Friepapa, Superchola y Capiro, donde se obtuvo buena calidad sanitaria a la cosecha (Tacuri, 2012; Rojas, 2015).

La superficie cosechada de papa en Ecuador en el año 2017, logró un promedio de 29 532 hectáreas anuales; mientras que la producción alcanzó 377 243 t, el rendimiento

promedio fue 12.77 t/ha. La provincia de Pichincha obtuvo la mayor producción de papa a nivel nacional con 102 000 t, seguida de Carchi con 97 000 t y Tungurahua con 52000 t. Carchi representa el 25.82% de la producción anual del país (ESPAC, 2017).

En Ecuador, se identificaron 32 variedades de papa, demandadas para semilla por los agricultores; de las cuales las principales son Súper chola con 33%, el 11% para INIAP-Fripapa, INIAP-Cecilia con 8% y Única con el 7%. De igual forma en la provincia del Carchi la variedad Súper chola, es más demandada por los productores de papa con el 41%, Diacol-Capiro con 29% y Única con el 20% (Flores, Naranjo, Galárraga, Paz y Viteri, 2012).

Flores et al., (2012) mencionan que en Ecuador, los principales tipos de semilla demandadas por el agricultor son: la propia (convencional) en un 59 %, la seleccionada en un 30 %, un 8 % certificada y la semilla registrada en un 3 %. El pequeño productor utiliza el 69 % la semilla producida en el sistema convencional, mientras que el mediano y el grande productor usan en un 36 % y 12 %, respectivamente.

La oferta de semilla de papa se realiza bajo dos sistemas: formal donde los actores son regulados bajo un marco normativo, entre los cuales están el MAGAP, INIAP y multiplicadores certificados y evaluados por el MAGAP y el sistema informal lo conforman los productores de papa que seleccionan su propia semilla y los agricultores que se abastecen en mercados, ferias y bodegas, donde se desconoce la calidad del insumo a utilizarse (Flores et al., 2012).

## 1.2 Problema

Para la multiplicación de la papa, el 59% de los productores utilizan tubérculos-semillas obtenidas bajo el sistema de producción convencional (Flores et al., 2012). Este tipo de propagación puede transmitir enfermedades de una generación a otra como son: rizoctonia, pudrición seca, sarna polvorienta, carbón, pie negro y virosis; cuando esto ocurre la calidad, sanidad y rendimiento disminuyen en un 30% (Montesdeoca, 2005).

La deficiente producción de semilla de papa de calidad y por ende la poca oferta de la misma, hace que el agricultor utilice la semilla que se produce por generaciones sucesivas bajo el sistema tradicional; desconociéndose la sanidad y calidad que posee, situación que pone en riesgo económico al agricultor. Además, el uso de semilla de mala calidad hace que la rentabilidad del cultivo de papa sea baja, ya que el insumo semilla no garantiza buenos resultados a la cosecha (Huaraca, Montesdeoca y Pumisacho, 2009).

La siembra de tubérculos-semilla de papa de mala calidad, contribuye al incremento de los patógenos en los suelos y la diseminación de enfermedades de forma involuntaria; en consecuencia, la producción y sanidad del tubérculo, disminuyen (Mora, et al., 2010). Por otra parte, cuando las semillas se encuentran infectadas con algún patógeno y son sembradas, pueden presentar problemas de viabilidad, susceptibilidad a plagas y enfermedades, las mismas que ocasionarán bajos rendimientos del cultivo.

El desconocimiento por parte de los pequeños agricultores de la parroquia San Isidro, acerca de las ventajas que tiene la siembra de tubérculos semilla de calidad y las técnicas de producción que permiten mantener las mejores condiciones físicas, fisiológicas y sanitarias de la misma, hace que los rendimientos del cultivo no sean los esperados y los ingresos por el rubro papa disminuyan.

### 1.3 Justificación

La semilla, es el insumo principal para garantizar la calidad y la productividad de un cultivo de papa, la producción de semilla de óptimas condiciones, se relaciona con la mejor aplicación de las técnicas de cultivo y con la sanidad de la semilla (Pinza, 1997). El uso de tubérculos semilla de calidad, cuenta con la ventaja de tener mayor productividad en el cultivo de papa, en relación con el uso de semilla común, así es que; la semilla de baja calidad, contribuye la diseminación involuntaria de plagas y enfermedades que ocasiona el bajo rendimiento del cultivo (Cañarejo, 2010).

Los sistemas de producción de tubérculos-semilla de papa hidropónicos y aeropónicos, garantizan la calidad física y sanitaria del material multiplicado, debido a que el cultivo se realiza bajo condiciones controladas (Chuquillanqui, Mateus, Barker y Otazú, 2010). El sistema hidropónico, es una alternativa para la producción de semilla pre básica, en la cual se ha obtenido 550 mini tubérculos/m<sup>2</sup>; el 60% con un peso mayor a 35g, mientras que, con el sistema aeropónico, produce 997 a 1 376 mini tubérculos/m<sup>2</sup>, de los cuales más del 90% son de un peso menor a 10g (INIAP, 2012).

La producción de tubérculos-semilla de papa, es mayor en el sistema semihidropónico que la obtenida bajo el convencional; así mismo la mayoría de minitubérculos cosechados en sustrato semihidropónico presentan pesos superiores a 20 gramos, por lo que pueden sembrarse directamente en campo a diferencia la tecnología convencional donde los pesos son inferiores a 20 g (Andrade-Piedra, Kromann y Otazú, 2015).

La papa y sus variedades nativas alto-andinas, son elementos centrales de la economía familiar y nacional en Bolivia, Ecuador y Perú (Devaux, Ordinola, Albéric y Flores, 2010). En Ecuador, los agricultores siembran papas nativas para su autoconsumo, convirtiéndolas en un alimento que garantiza la seguridad alimentaria de la población (Monteros, Yumisaca, Andrade y Reinoso, 2011).

Las papas nativas poseen propiedades organolépticas (sabor, color, textura y forma) agradables, buenas características agrícolas y son parte de la identidad cultural de los pueblos andinos (Monteros, Cuesta, Jiménez y López, 2005). Además, tienen altos contenidos de hierro, zinc, potasio y vitamina C que ayudan a prevenir problemas nutricionales como la anemia, presentan mayor contenido de sólidos y son más nutritivas que las variedades mejoradas (Monteros y Reinoso, 2011).

La variedad INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo tienen pulpas de colores debido a su alto contenido de nutrientes y antocianinas (sustancias antioxidantes naturales) características que han sido llamativas para las empresas procesadoras de hojuelas fritas, de igual manera; la variedad Yema de huevo es apta para consumo en fresco y para fritura por lo que está posicionada en el mercado (Monteros y Reinoso, 2010). El cultivo de variedades nativas, es importante debido a que representan nuevas oportunidades de mercado, promueve la diversificación de papa e incrementa los ingresos de los agricultores (Monteros et al., 2005).

La calidad de la semilla de papa, es el material que presenta condiciones físicas, fisiológicas, sanitarias y genéticas que permite reproducir las características y el potencial de la variedad que se está cultivando, de ahí la importancia de producir tubérculos semilla de calidad y la aplicación de técnicas de manejo que mantengan las mejores cualidades de rendimiento y resistencia a enfermedades de la papa (Montesdeoca, 2005).

La mayoría de patógenos que dañan al cultivo de papa, son diseminados por la semilla; por esta razón es indispensable la producción de tubérculos de papa de calidad, que garanticen un alto rendimiento a la cosecha y por ende, la alta rentabilidad del cultivo (Montesdeoca, 2005). La finalidad de la investigación, es producir tubérculos-semilla bajo el sistema semi-hidropónico, para garantizar un alto grado de calidad de la semilla de papa.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento agronómico en la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) de tres variedades nativas Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de huevo, bajo el sistema semi-hidropónico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento agronómico de las tres variedades nativas, bajo el sistema de producción semi-hidropónico.
- Evaluar la tasa de extracción de semilla de papa de las tres variedades nativas.
- Realizar el análisis económico de presupuesto parcial de acuerdo al manual del CIMMYT, en la producción de semilla de papa bajo el sistema semi-hidropónico.

## **1.5 Hipótesis**

- Ho: El sistema de producción semi-hidropónico no influye en la calidad sanitaria de semilla de papa.
- Ha: El sistema de producción semi-hidropónico influye en la calidad sanitaria de semilla de papa.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Importancia del cultivo de papa

La papa, es un valioso producto en la lucha contra el hambre y la pobreza; reconocida por su importancia como alimento básico en los países en desarrollo. La ONU declaró el 2008 como Año Internacional de la Papa (AIP) (FAO, 2008). Además, es el cultivo más reconocido por su contribución a la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de la población (Devaux et al., 2010).

En Ecuador, el 0,4% del territorio de uso agropecuario, se dedica al cultivo de papa; el área cosechada es de 43.605 hectáreas, con un rendimiento de 7.7 toneladas por hectáreas (FAO, 2013). La producción de papa en Ecuador, se localiza en la Sierra; dividida en tres zonas: Norte (Carchi e Imbabura), Centro (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo) y Sur (Azuay y Cañar), Carchi produce el 40% de la cosecha anual del país (Devaux et al., 2010; Cuesta, et al., 2013).

La papa en Ecuador representa el 7.4% del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, la producción está dirigida en su gran mayoría hacia el consumo interno, aproximadamente el 90 % de la cosecha, se comercializa para consumo en fresco y el resto se utiliza para la industria procesadora del tubérculo como hojuelas y papas tipo bastón. El consumo per-cápita promedio en el país al año 2006 fue de 31.8 kilos (Devaux et al., 2010).

En Ecuador, se cultivan alrededor de 30 variedades de papa, el INIAP en el año 1994, recolectó más de 400 tipos de papas nativas que pertenecen a las especies *Solanum andigena* y *Solanum phureja* (Cuesta, et al., 2013). En el país cada zona de producción, cultiva distintas variedades de papa, entre las más sembradas están, en la zona norte (Carchi) Superchola y Diacol-Capiro, la zona central (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo) INIAP-Fripapa, Superchola e INIAP-Gabriela y en la zona sur (Cañar, Azuay y Loja) Bolona y chauchas amarillas (Devaux et al., 2010).

La papa es un alimento que contiene propiedades nutricionales importantes par el desempeño diario de ser humano, la cantidad y calidad de nutrientes cambian de acuerdo a la variedad y condiciones de campo (Devaux et al., 2010). El tubérculo recién cosechado tiene 80 % agua y 20 % de materia seca, proteína 0.7 % a 4.6 %, vitamina C, B1, B3 y B6, minerales como potasio, fósforo y magnesio, además posee antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades (FAO, 2008).

## **2.2 Papas nativas del Ecuador**

En el Ecuador, se han colectado alrededor de 350 variedades nativas en todo el país, se siembran sobre los 3200 m.s.n.m y son cultivadas por pequeños agricultores en parcelas de 0.1 a 0.5 ha, Las variedades nativas más conocidas son: Uvilla, Yema de Huevo, Leona Negra, Coneja Negra, Puña, Calvache, Chaucha Colorada, Santa Rosa, Carrizo, Coneja Blanca (Monteros y Reinoso, 2010).

Monteros et al., (2011) mencionan que la provincia con mayor número de cultivares nativos de papa es Chimborazo con 43 cultivares, seguido de Cotopaxi con 34, Bolívar con 28 y por último Carchi con 15 cultivares, de un total de 120 cultivares colectados en 19 comunidades de las cuatro provincias.

Las papas nativas ecuatorianas, presentan diversidad de formas, colores y tamaños. Existen papas de formas aplanadas, redondas, comprimidas, alargadas, con ojos profundos; de colores de piel amarilla, roja, rosada o morada, que en algunos casos se combinan en diseños vistosos y originales (Monteros, Cuesta, Jiménez y López, 2005).

### **2.2.1 Valor nutricional y funcional de los cultivares de papas nativas**

Las papas nativas, aportan cantidades importantes de nutrientes y compuestos funcionales, estos mejoran una o más funciones del organismo y producen un efecto nutricional adecuado (Monteros et al., 2011). Las variedades de papa nativa no sola presentan formas y colores diversos, además contienen cantidades significativas de

proteína, minerales, fibra, polifenoles (antioxidantes) y carotenos, en comparación a la variedad mejorada Superchola (Monteros y Reinoso, 2010).

Las papas nativas (con cáscara) tienen un contenido promedio de fibra de 3,6%, este es un componente funcional indispensable para el buen funcionamiento del organismo humano. El contenido de grasa promedio es de 0,4%, valor semejante al de frutas y verduras. El contenido de proteína es de 8%, en promedio. Además, las variedades nativas presentan concentraciones altas de potasio, hierro y zinc (34,9 a 48,4 mg; 5,9 a 36,7 mg y 3,4 a 20,7 mg por cada 100g de papa cocida respectivamente) (Villacrés, Quilca, Muñoz, Monteros y Reinoso, 2009).

### **2.2.2 Comercialización de papas nativas**

En los 10 principales mercados de Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Carchi, los cultivares de papas nativas representan el 10% del volumen total de papa comercializada, esto demuestra su escasa presencia frente a las variedades mejoradas (Monteros y Reinoso, 2010). En Cotopaxi, el 55% de papas nativas son destinadas al mercado local; en el mayorista de Riobamba el 33% tiene como finalidad el consumo interno; en Carchi, el 100% de papas nativas comercializadas en Tulcán son destinadas al mercado del sector (Monteros et al., 2011).

### **2.2.3 Variedad INIAP Puca Shungo**

La variedad I-Puca Shungo, proviene de la autofecundación de la variedad nativa Chaucha camote (BOM 532) tiene resistencia moderada a lancha (*Phytophthora infestans*), esta variedad presenta una pulpa de color rojo, que indica la presencia de antocianinas, que actúan como antioxidantes y le dan un color vistoso a la pulpa (Monteros, Gavilanes y Sierra, 2009).

La variedad está destinada para la industria, empresas privadas procesadoras de hojuelas fritas y chefs de restaurantes debido a su color llamativo y a su buen sabor. La variedad INIAP-Puca Shungo, es ideal para consumo en fresco como papa cocida con

cáscara, puré, papas al vapor y se la puede utilizar como papas fritas (Monteros et al., 2011).

La siembra de la variedad INIAP-Puca Shungo, está recomendada para la Sierra central ecuatoriana, en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, se adapta muy bien a los 2900 y 3000 m.s.n.m. de altitud, el ciclo del cultivo es de 165 días, además, su rendimiento a la cosecha es de 21,3 a 23,8 t/ha (Monteros et al., 2011; Espinoza, et al., 2011).

#### **2.2.4 Variedad INIAP Yana Shungo**

La variedad INIAP-Yana Shungo, proviene de la autofecundación de la variedad nativa Chaucha (HSO 213) presenta pulpa de color morada y alto contenido de polifenoles (antioxidantes naturales que protegen al cuerpo de enfermedades degenerativas e impiden la formación y desarrollo de tumores, además; posee un alto contenido de minerales como son: hierro, potasio y zinc (Monteros et al., 2011).

INIAP-Yana Shungo se adapta bien a alturas entre los 3000 a 3300 m.s.n.m., donde su rendimiento varía entre 18.0 a 29.4 t/ha, produce en promedio 24.8 t/ha, se debe cosechar a los 141 días, presenta resistencia moderada a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) enfermedad fúngica de importancia en el cultivo de papa (Yumisaca, Aucancela, Haro, Pérez y Andrade-Piedra, 2009).

Esta variedad puede ser utilizada para consumo en fresco, como papa cocinada, en sopas, puré y totillas. Una de sus características es consistencia arenosa después de la cocción, además; está destinada para la industria de papas fritas tipo hojuelas, debido a que presenta la pulpa de color morado, característica llamativa para los consumidores (Monteros, et al., 2011).

### **2.2.5 Variedad Yema de huevo**

Para la variedad Yema de Huevo, el origen genético es desconocido, la especie es *Solanum phureja*, presenta características agronómicas de maduración muy temprana, su rendimiento es de 10t/ha y 1,4 kilogramos por planta, presenta resistencia intermedia a tizón tardío, pudrición y sequía, es susceptible a helada y posee resistencia a granizo (Hardy y Andrade, 1998).

La producción de la variedad Yema de huevo, está destinada al mercado local y autoconsumo, ocupa el 0,1% de papa comercializada y puede tener un incremento, por ser usada como papa congelada. La variedad es usada para la preparación de locros y papas con cáscara, su consumo es en fresco por ser de pulpa harinosa. Los tubérculos presentan una forma redonda de tamaño mediano poco uniforme, el color de piel amarilla intensa y lisa, presenta ojos medianos y pulpa amarilla intensa (Hardy y Andrade, 1998). Los brotes presentan la coloración rojo morado con blanco en las yemas, el tiempo de almacenamiento es 15 días y 10 días la brotación (Monteros et al., 2011).

### **2.3 Semilla**

La semilla de papa, es el tubérculo que presenta las condiciones genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para producir plantas que desarrollaran las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado (Montesdeoca, 2005). La semilla es el insumo más determinante en el éxito o fracaso en la producción del cultivo de papa (Montesdeoca et al., 2006).

En Ecuador, la producción de semilla de papa ha estado vigilada por instituciones de gobierno como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estas instituciones no han conseguido abastecer la demanda de semilla a los agricultores (Proyecto de Semilla de Papa del Cantón Mejía, EC [SEPACAM], 2008).

Para la apreciación de semilla de papa en el país, no se ha encontrado estadísticas oficiales completas sobre la producción de semilla de papa a nivel nacional. Ciertos datos

oficiales sobre el tema, no muestran la cantidad total de semilla de papa, ya que la gran mayoría de la semilla utilizada, es propia de los agricultores (tradicional) sin existir registros de ningún tipo acerca de esta producción (Flores et al., 2012).

La semilla es el insumo más importante en la producción de papa, ya que se considera que una producción eficaz depende de la calidad de la misma, más que de cualquier otro factor de producción, asimismo debe garantizar una buena productividad y alto rendimiento (Tacurí, 2012). Además, debe reunir excelentes condiciones físicas, fisiológicas y sanitarias, que aseguren la producción y genere ingresos económicos sostenibles para el agricultor (Montesdeoca et al., 2006).

Montesdeoca et al. (2001) mencionan que las categorías de tubérculos-semillas de papa que están definidas en la Codificación de la Ley y Reglamento de Semillas del Ecuador de 1979, son:

- a) **Semilla Pre-básica:** Son tubérculos que se obtienen de plántulas producidas in vitro, que han seguido métodos de limpieza y las normas establecidas por el control de calidad, se produce dentro de un ambiente protegido.
  
- b) **Semilla Básica:** Es la semilla que se obtiene al multiplicar semilla pre-básica siguiendo técnicas que garanticen la calidad física, fisiológica, genética y sanitaria del material multiplicado.
  
- c) **Semilla Registrada:** Es la semilla que se produce de la multiplicación de los tubérculos-semilla de categoría básica y mantiene la identidad original y la pureza de la variedad elegida.
  
- d) **Semilla Certificada:** Es la semilla que proviene de la multiplicación de los tubérculos-semilla de categoría registrada, sigue un proceso de certificación y cumple con requisitos de calidad establecidos para esta categoría de semilla.

- e) **Semilla Común:** es aquella semilla correspondiente a especies o variedades mejoradas y nativas, no siguen procesos de certificación, para su comercialización, deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos en la Ley y Reglamento de Semillas de Ecuador de 1979.

#### **2.4 Tasa de extracción de semilla**

Según Montesdeoca (2005) la tasa de extracción de semilla de papa, es el porcentaje de tubérculos calificados para semilla, obtenido del total de la producción comercial de un lote de papa. Para que un tubérculo semilla sea considerado como tal, debe tener un tamaño que varía de 4 a 8cm de longitud de diámetro mayor y su peso debe ser de 40 a 120 gramos.

La eliminación del follaje del cultivo de papa, mejora la tasa de extracción de semilla; dicha actividad se realiza cuando los tubérculos han llegado al tamaño adecuado para semilla, esto ayuda a que maduren fisiológicamente de 14 a 21 días después de realizar esta labor (Montesdeoca, 2005) así la piel del tubérculo toma firmeza, resistiendo a las actividades de cosecha, transporte y almacenamiento (Monteros et al., 2011).

#### **2.5 Sistema hidropónico**

Es la técnica de cultivo sin suelo, permite sembrar cultivos en lugares donde los suelos e incluso el clima no son los más apropiados para la agricultura. La ventaja del sistema hidropónico, es ocupar una menor área de cultivo por la mayor densidad de plantas por unidad de superficie. Los tubérculos semilla de papa cosechadas en esta técnica presentan excelentes características de calidad y sanidad debido a que se desarrollan bajo condiciones controladas (Chuquillanqui et al., 2010).

#### **2.6 Sistema aeropónico**

El sistema de producción aeropónico, permite el crecimiento de las raíces en el aire sin contacto con el suelo, con aplicaciones periódicas de nutrientes nebulizados al



sistema radicular (INIAP, 2012). La aeroponía aprovecha mejor el espacio vertical del invernadero y promueve un mejor desarrollo del sistema radicular, además incrementa el número de tubérculos debido a su espacio y ambiente adecuado de desarrollo (Otazu, 2009).

## **2.7 Sistema semihidropónico**

La utilización de sustratos orgánicos (fibra de coco, corteza de pino, mezcla de fertilizantes, turba, entre otros) en combinación con sustratos inertes (arena, ripio, pomina) en producción de cultivos, se consideran como cultivos semihidropónicos (Wilsor Y Schworz, 1990, citado por Tacurí, 2012).

## **2.8 Sustrato**

Sustrato se refiere a todo material sólido diferente del suelo, que puede ser de origen, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, el cual, al ser depositado en un recipiente, en combinación o solo; permita el desarrollo del sistema radicular de la planta y sirve de anclaje para la misma (Infoagro, 2017).

### **2.8.1 Pomina o piedra pómez**

La piedra pómez o conocida también como cascajo, es un material de procedencia volcánica, de coloración gris o blanca, con una estructura esponjosa y porosa. Presenta las siguientes características (Sango, 2013):

- Buena retención de humedad.
- Buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad
- No presenta patógenos
- Es estéril, si se extrae de minas profundas y sin mezcla con tierra
- Porosidad total 75 % del volumen
- Capacidad de aireación 40 al 55 % en volumen
- Retención de agua a capacidad de campo 59 % en peso y 21 % en volumen

- Tamaño de las partículas 3 a 6 mm.

## **2.9 Análisis de Presupuesto Parcial Propuesto del CIMMYT**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional sin fines de lucro, con sede en México. El CIMMYT se dedica a la investigación y capacitación, ejecuta un programa de investigación en el cultivo de maíz, trigo y triticale; enfocado de manera especial en la producción de alimentos en países en desarrollo (CIMMYT, 1988).

El manual de presupuesto parcial del CIMMYT, es una metodología que se utiliza para realizar el análisis económico de los resultados que fueron obtenidos en campo, de tal manera que los investigadores agrícolas puedan utilizar al formular recomendaciones a partir de datos agronómicos que se ajusten a los objetivos y circunstancias del agricultor, con el propósito de mejorar la productividad de sus recursos al adoptar una tecnología alternativa (CIMMYT, 1988).

La aplicación del presupuesto parcial a ensayos de campo, permite organizar datos experimentales para obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos, es decir, se calcula los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento del experimento, de esta forma se generan las recomendaciones que buscan mejorar la productividad de los recursos que tiene el agricultor (CIMMYT, 1988).

### **2.9.1 Metodología utilizada por el análisis de presupuesto parcial del CIMMYT**

La metodología de presupuesto parcial del CIMMYT contiene los siguientes aspectos:

- Presupuesto parcial: es un método mediante el cual se organizan los datos experimentales con el propósito de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos alternativos.

Para realizar el cálculo del presupuesto parcial se analizan los costos que varían por hectárea relacionados a la mano de obra, insumos comprados y la maquinaria empleada, que varía de un tratamiento a otro, el costo de oportunidad (valor del recurso en su mejor uso alternativo), el precio de campo de un insumo (valor que se sacrifica para usar una unidad adicional del insumo en la parcela) expresado en unidades físicas de venta, costo de campo (precio de campo multiplicado por la cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesita en un área determinada) y el total de costos que varían (suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento).

Los beneficios de los tratamientos se calculan siguiendo cinco pasos:

1. Identificar todos los sitios que pertenecen al dominio de recomendación del ensayo.
  2. Calcular los rendimientos medios de todos los sitios para cada tratamiento.
  3. Si existen diferencias entre los resultados experimentales y los rendimientos que el agricultor lograría con el mismo tratamiento, el promedio de los rendimientos se debe ajustar hacia abajo.
  4. Calcular el precio de campo del cultivo y multiplicarlo por los rendimientos ajustados para obtener los beneficios brutos de campo por tratamiento.
  5. Restar el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo para obtener los beneficios netos.
- Análisis de dominancia: se ordena los tratamientos de menor a mayor en base a los costos que varían, indicando que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.
  - Tasa de retorno marginal: es el beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresada en porcentaje.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del lugar de estudio

##### 3.1.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la comunidad Carlizamá, parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi, como se muestra en la Figura 1.

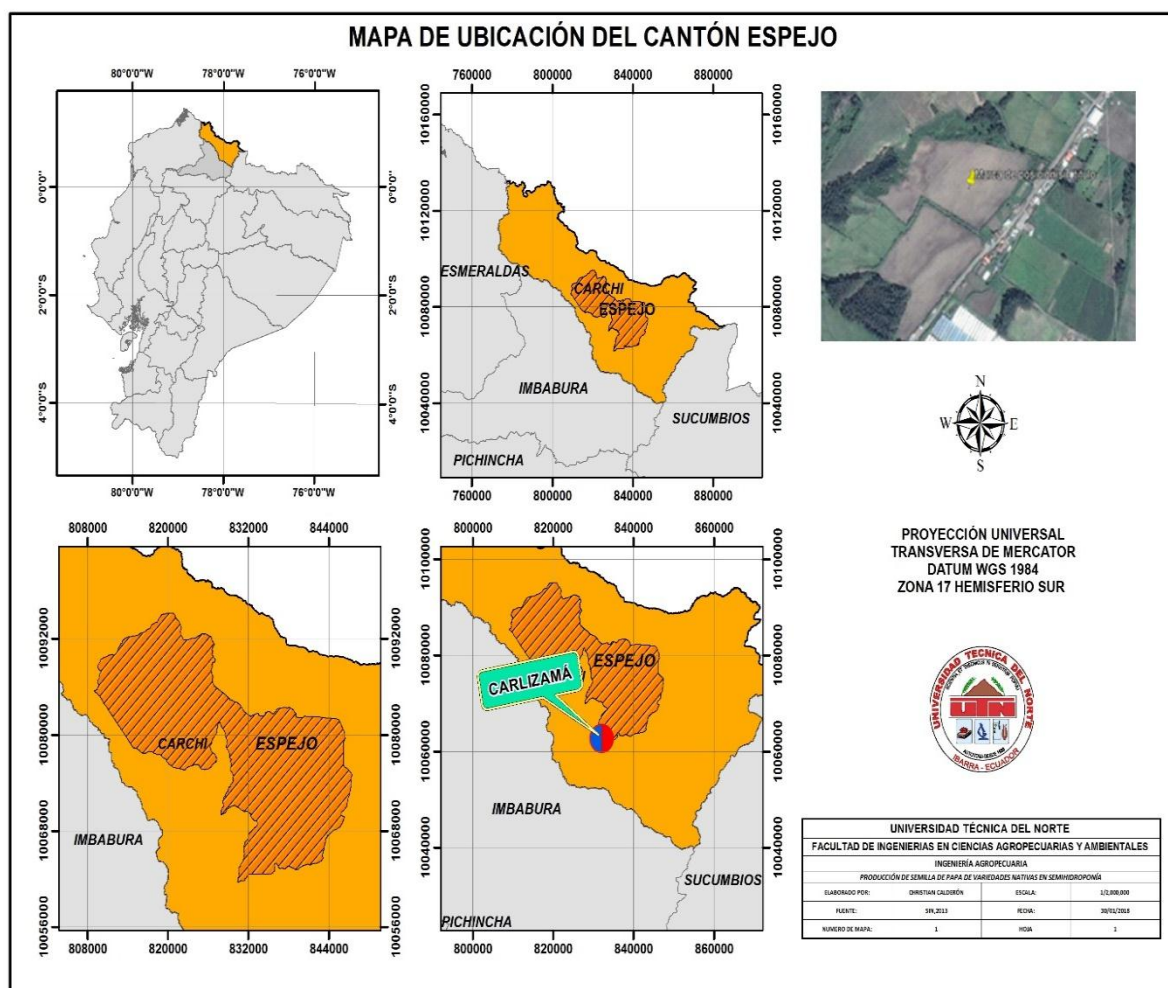


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

### 3.1.2 Características geográficas y climáticas

La ubicación geográfica y características climáticas del lugar se detallan en la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Situación geográfica y características climáticas.*

Ubicación geográfica y características climáticas	Datos
Altitud:	2712 m.s.n.m
Coordenada en X	833517
Coordenada en Y:	10063035
Temperatura promedio:	15,47°C*
Precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo:	704,2mm*

\*Datos obtenidos en el lugar de estudio.

### 3.2 Materiales y equipos

#### 3.2.1 Material experimental

- Tubérculos semilla categoría seleccionada, de las tres variedades nativas: INIAP-Puca Shungo, INIAP-Yana Shungo y Yema de huevo
- Sustratos: suelo y semihidropónico (50 % suelo + 50 % pomina)

#### 3.2.2. Material de campo

- Herramientas de labranza
- Cinta métrica
- Balanza
- Botas
- Piola
- Estacas
- Tablas

- Guantes
- Letreros
- Bomba de mochila
- Sacos

### **3.2.3 Equipos**

- Sistema de riego por goteo (auto compensado)
- Balanza de precisión

### **3.2.4. Equipos de oficina**

- Cámara fotográfica
- Hojas de papel bond tamaño A4
- Computadora
- Impresora
- Lápiz
- Libro de campo

### **3.2.5. Insumos**

- Tubérculos-semilla de variedades nativas en estudio
- Fertilizantes edáficos y foliares
- Fungicidas
- Insecticidas

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Factores en estudio

##### Variedades de papa nativas:

1. INIAP Puca Shungo
2. INIAP Yana Shungo
3. Yema de huevo

##### Sustratos:

S1: suelo

S2: semi-hidropónico (50% pomina + 50% suelo)

#### 3.3.2. Tratamientos:

En la Tabla 2, se describen los tratamientos evaluados: T1 (suelo-INIAP Puca Shungo), T2 (suelo-INIAP-Yana Shungo), T3 (suelo-Yema de huevo), T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo), T5 (semihidropónico-INIAP Yana Shungo) y T6 (semihidropónico-Yema de huevo).

**Tabla 2.**

*Tratamientos a evaluar.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T1	Suelo – variedad 1
T2	Suelo – variedad 2
T3	Suelo – variedad 3
T4	Semi-hidroponico - variedad 1
T5	Semi-hidroponico - variedad 2
T6	Semi-hidroponico - variedad 3

### **3.3.3. Diseño Experimental**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con Parcelas Divididas con seis tratamientos y tres repeticiones. La distribución de los tratamientos en campo se muestra en el Anexo 1.

### **3.3.4 Características de la unidad experimental**

- Bloques: 3
- Tratamientos: 6
- Total, de unidades experimentales: 18
- Numero de sub parcelas por bloque: 6
- Característica de la unidad experimental:
- Forma: Rectangular
- Largo de la sub parcela: 4,50m
- Ancho de la sub parcela: 3,60m
- Área total de la sub parcela: 16,20 m<sup>2</sup> (4,50m x 3,60m)
- Área de la parcela neta: 6,60 m<sup>2</sup>
- Separación entre repeticiones (calles): 2m
- Área total del ensayo: 640,20m<sup>2</sup> (48,50m x 13,20m)
- Área experimental del ensayo: 118,80m<sup>2</sup>
- Número de surcos por sub parcela: 4
- Número de plantas por sub parcela: 40
- Número de plantas por parcela neta: 16



### 3.3.5. Análisis estadístico

El análisis de varianza es un método estadístico que tiene como fin, probar hipótesis referidas a los parámetros de posición de dos o más poblaciones en estudio e identificar si los tratamientos presentan o no diferencias significativas entre sí (Di Riezo, et al., 2009). Para la evaluación de los tratamientos, se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar con Parcelas Divididas, con tres repeticiones (bloques-factor A), dos tipos de sustratos (suelo y semihidropónico – factor B) ubicados en las parcelas grandes y tres variedades (INIAP-Puca Shungo, INIAP Yana Shungo y Yema de huevo – factor C) en las sub parcelas, obteniendo la interacción sustrato-variedades para las variables evaluadas (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Parcelas Divididas.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	FA-1	2
Parcela completa (sistemas) B	FB-1	1
Error AB	(FA-1)(FB-1)	2
Sub parcela (variedades)	FC-1	2
Interacción AC	(FA-1)(FC-1)	4
Interacción BC	(FB-1)(FC-1)	2
Error ABC	FB(FC-1)(FA-1)	4
Total	(FA)(FB)(FC)-1	17

En caso de encontrar diferencias significativas, se utilizará prueba de FISHER al 5%.

### 3.4 Variables en estudio

A continuación, se describen los procedimientos realizados para el registro de datos en cada una de las variables evaluadas en el presente ensayo.

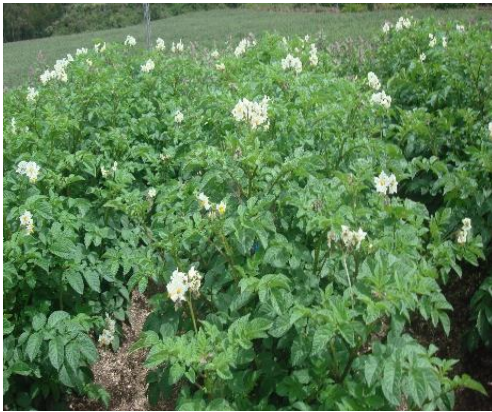
#### 3.4.1. Días a la emergencia



*Figura 2.* Planta emergida a los 22 d.d.s.

Se registró el número de días transcurridos, desde el momento de la siembra hasta cuando el 80% de plantas de la parcela neta emergieron. Los resultados se expresaron en días después de la siembra (d.d.s) (Figura 2).

#### 3.5.2. Días a la floración



*Figura 3.* Días a la floración a los 69 d.d.s.

Se contabilizaron los días, desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presentaron flores (Figura 3).

### 3.5.3. Altura de planta



*Figura 4.* Altura de planta a la floración.

El dato se registró a todas las plantas de la parcela neta, cuando el 50% de plantas presentaron flores. Se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice floral del tallo principal. El dato se expresó en centímetros (Figura 4).

### 3.5.4. Días a la madurez fisiológica



*Figura 5.* Tubérculos maduros.

Se contabilizaron los días transcurridos, desde la siembra hasta la cosecha, tomando en cuenta la madurez del tubérculo al presionarlo ligeramente con el dedo pulgar, no presentó desprendimiento de la piel (Figura 5).

### 3.5.5. Número de tubérculos por planta



*Figura 6.* Número de tubérculos por planta.

En la cosecha, se registró el número de tubérculos de cada una de las plantas que conformaron la parcela neta. Los resultados se expresaron en número de tubérculos por planta (Figura 6).

### 3.5.6. Rendimiento por metro cuadrado



Figura 7. Rendimiento por metro cuadrado.

Se tomó el peso total de los tubérculos cosechados de las plantas de la parcela neta, los resultados se expresaron en kilogramos por parcela neta y luego se transformó a kilogramos por metro cuadrado (Figura 7).

### 3.5.7. Clasificación de tubérculos



Figura 8. Tubérculos clasificados por categoría.

Los tubérculos fueron clasificados por categoría en semilla gruesa, grande, mediana y pequeña, de acuerdo a la Tabla 4. Los resultados fueron expresados en número de tubérculos por categoría (Figura 8).

**Tabla 4**

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

Denominación	Peso (g)	Longitud de diámetro mayor (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

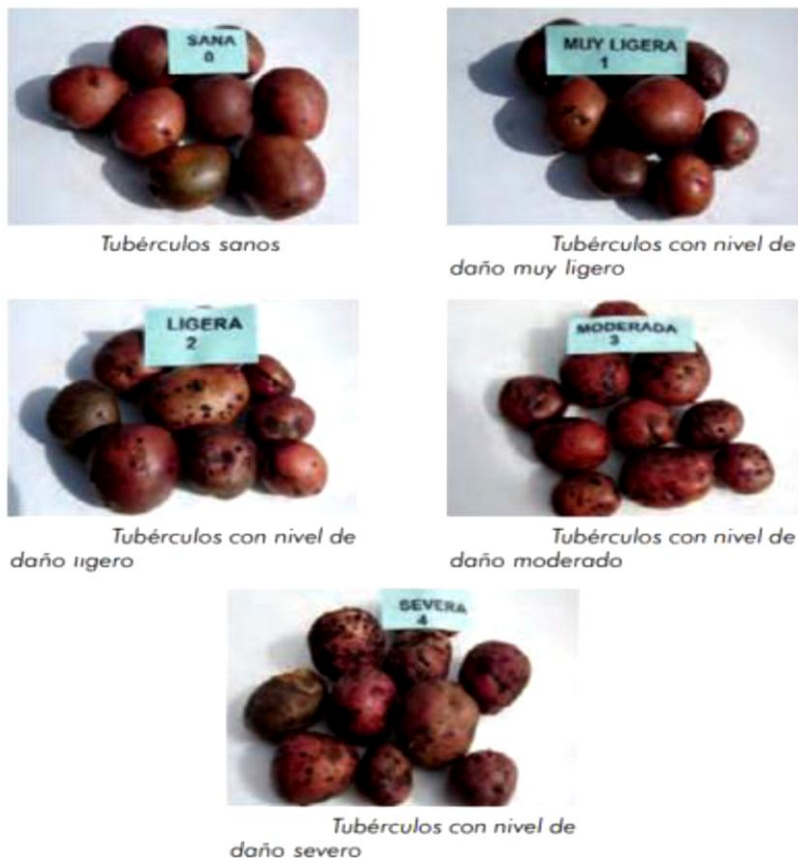
Fuente: Montesdeoca, 2005



### 3.5.8. Calidad sanitaria del tubérculo

Para calificar la calidad sanitaria de los tubérculos-semilla, se tomó una muestra de 200 tubérculos por tratamiento. La sanidad de la semilla se evaluó mediante observaciones visuales a través del Método de Factores Indexados, por medio del cual se determinó el porcentaje de incidencia y severidad de plagas y enfermedades que dañan la calidad de los tubérculos-semilla. La escala de severidad utilizada se presenta a continuación (Figura 9): (0) sana, (1) muy ligera, (2) ligera, (3) moderada, (4) severa (Montesdeoca, et al., 2006). El dato se expresó en porcentaje de índice de severidad.

$$\text{Índice} = \frac{0*\text{Sana} + 1*\text{Muy ligera} + 2*\text{Ligera} + 3*\text{Moderada} + 4*\text{Severa}}{4*\text{Número total de tubérculos muestra}} \times 100$$



**Figura 9.** Calificación de tubérculos-semilla por el Método de Factores Indexados.

**Fuente:** Montesdeoca et al., (2006).

Los niveles de tolerancia máxima admisible son del 20% y 30% para semilla de papa registrada y certificada respectivamente y para la categoría seleccionada (tubérculos provenientes de semilla certificada con varios ciclos de reproducción) es del 35% (Narváez, 2005).

### 3.5.9. Tasa de extracción (TEX)

Luego de la cosecha, se clasificó y seleccionó los tubérculos destinados para semilla, se utilizó medidas tentativas de 4 a 8 cm. de longitud y un peso entre 40 a 120 gramos. Se utilizó la ecuación propuesta por Montesdeoca (2005). El resultado se expresó en porcentaje/ ha.

$$\text{TEX} = \frac{\text{Volumen de semilla calificada}}{\text{Producción total}} \times 100$$

### 3.5.10. Días a la brotación



Después de la cosecha, se colocó una muestra de 30 tubérculos por tratamiento, en un cuarto de almacenamiento con luz difusa y ventilación. Se contabilizó el número de días desde el término de la cosecha hasta la presencia de brotación múltiple y la longitud del brote sea de dos centímetros (Figura 10).

*Figura 10.* Tubérculo con brotación múltiple.

### 3.5.11 Análisis económico

El análisis económico se realizó de acuerdo a la metodología de presupuesto parcial descrita por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988), la misma que constó de:

- Análisis de presupuesto parcial que permite obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos para compararlos, consta de: rendimiento medio (kg/ha), rendimiento ajustado (kg/ha) que se consigue al multiplicar el rendimiento medio por el 10 % (tubérculos con daños físicos y sanitarios) con los cuales se obtiene el beneficio bruto en campo (USD/ha) y los costos variables, de la diferencia del beneficio bruto en campo y los costos variables se obtiene el beneficio neto (USD/ha).
- Para el análisis de dominancia se ordena los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían, de esta forma se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene los beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.
- El análisis marginal permite observar de forma clara como los beneficios de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida por el uso de un tratamiento alternativo, calculándose con el beneficio neto marginal dividido por los costos que varían, el resultado se expresa en porcentaje.

### 3.6. Manejo específico del ensayo

#### 3.6.1. Preparación de cajones



Los cajones fueron contruidos de madera de 4.50m de ancho por 3.60m de largo con un área de 16.20m<sup>2</sup> (Figura 11).

*Figura 11.* Preparación de cajones de madera.

### 3.6.2 Preparación de sustratos



Se utilizó dos sustratos:

S1: 100% suelo (franco arcilloso)

S2: 50% suelo+ 50% pomina

El volumen de sustrato por cajón fue de 6.48m<sup>3</sup> y la profundidad de 0.40m (Figura 12).

*Figura 12.* Sustrato preparado.

### 3.6.3 Desinfección de sustratos

Para esta actividad se utilizó productos fungicidas e insecticidas; se aplicó por aspersión Novac (Tiofanato metil) + Engeo (Lamdacihalotrina) en una dosis de 1cc/litro, para el control de costra negra (*Rhizoctonia solani Kühn*) y gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) respectivamente.

### 3.6.4 Instalación de riego por goteo



Se colocaron cuatro cintas de riego por goteo en cada cajón, la longitud de cada manguera fue de 3.60 m con goteo autocompensado (la presión dentro del sistema de riego se equilibra para que todos los goteros tengan el mismo caudal de agua). La solución nutritiva estuvo contenida en dos tanques de 1000 litros (Figura 13).

*Figura 13.* Sistema de riego.



### 3.6.5 Siembra



Se utilizó tubérculos semilla categoría seleccionada, de las variedades nativas en estudio. La siembra se realizó en forma manual, colocando un tubérculo de 60g por sitio (golpe), con una densidad de 0.30m entre plantas y 1.10m entre surcos. Las semillas fueron cubiertas con una pequeña capa de sustrato para promover una germinación y emergencia uniforme (Figura 14).

*Figura 14.* Siembra de tubérculos semilla de papa.

### 3.6.6 Aporques



Se realizó el aporque con el fin de eliminar las malezas presentes en el cultivo, dar aireación y colmar de tierra a los lados y entre los tallos de las plantas para estimular la tuberización de la semilla, dicha labor se realizó manualmente y con azadón a los 45 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron los 40 a 50 cm de altura tomando en cuenta lo mencionado por Pumisacho y Sherwood (2002) (Figura 15).

*Figura 15.* Aporque del cultivo de papa.

### 3.6.7 Control fitosanitario

Durante el desarrollo del ciclo del cultivo se aplicaron agroquímicos como: bactericidas, fungicidas e insecticidas necesarios para prevenir y controlar los patógenos e insectos plaga del cultivo de papa (Tabla 5), tomando en cuenta la incidencia y severidad de las plagas presentes en el cultivo (Figura 16). Esto se determinó mediante monitoreos realizados semanalmente durante el ciclo de cultivo (Anexo 2).



**Figura 16.** Control fitosanitario.

**Tabla 5**

*Manejo fitosanitario realizado durante el ciclo de cultivo de papa.*

<b>Plaga</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis/litro</b>
Pulguilla ( <i>Epitrix spp.</i> )	Clorpirifos	1.5 cc
	Abamectina	0.5 cc
Gusano blanco ( <i>Premmotrypex vorax</i> )	Carbosulfan	1.25 cc
Polilla ( <i>Tecia solanivora</i> )	Profenofos	
Mosca minadora ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> )	Abamectina	0.5 cc
<b>Enfermedad</b>		
Lancha ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Cymoxanil+Mancozeb	2.5 g
	Clorothalonil	2 cc
	Fosetil aluminio	2 g
	Dimetomorph	0.6 g
	Propineb	2 g
Alternaria ( <i>Alternaria solani</i> )	Difeconazole	0.5 cc
	Tebuconazole	0.5 cc
	Tiofanato metil	1 cc
Erwinia ( <i>Erwinia spp.</i> )	Sulfato de cobre	1.25 cc
Rizoctonia ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	pentahidratdo	

### 3.6.8 Fertirrigación

Los nutrientes fueron suministrados por medio del sistema de riego. La solución nutritiva se ajustó de acuerdo a los resultados del análisis químico de los sustratos (Anexo 3 y 4) y en base al requerimiento del cultivo de papa, para N, P, K y S se utilizó la recomendación de fertilización para semilla de papa (N: 200 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 150 kg/ha, K<sub>2</sub>O: 50 kg/ha, S: 50 kg/ha) propuesta por Valverde y Alvarado (2009) y para Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B y Mo se aplicó lo recomendado según Benítez, Paredes, Horna y Gavilanes (2006), como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Fertilizantes utilizados en el ensayo.*

<b>Fuente</b>	<b>Dosis</b>
Fosfato monoamónico	700 g/riego*
Nitrato de potasio	260 g/riego*
Urea	300 g/riego*
Nitrato de calcio	0.577 g/l
Sulfato de magnesio	0.313 g/l
Sulfato de zinc	0.002 g/l
Sulfato de manganeso	0.003 g/l
Sulfato de amonio	0.038 g/l
Quelato de hierro	0.031 g/l
Quelato de cobre	0.003 g/l
Borax	0.006 g/l
Molibdato de amonio	0.00009 g/l

\*La cantidad de agua suministrada en cada riego se detalla en la Tabla 7.

La solución nutritiva se aplicó una vez por semana (Tabla 7). Además, se construyó dos cajones pequeños para realizar el monitoreo de la lixiviación de la solución nutritiva proporcionada al cultivo (Figura 17).



*Figura 17. Fertirrigación y monitoreo de la lixiviación de la solución nutritiva.*

**Tabla 7**

*Frecuencia de fertirriego y monitoreo de lixiviación de la solución nutritiva.*

Etapa fenológica	N°.	Volumen de agua (l)	Lixiviación (ml/gotero)	
			Semihidropónico	Suelo
V1 (Emergencia)	1	2000	230	150
V2	2	1881	134	48
V2 (Desarrollo)	3	1842	78	38
V2	4	1811	42	31
V3	5	2000	53	38
V3 (Inicio floración	6	1969	46	31
V3 - tuberización)	7	1944	62	45
V3	8	1908	54	43
R4 (Fin floración –	9	2000	10	4
R4 tuberización)	10	2000	8	3
R5 (Engrose)	11	2000	23	17
R5	12	2000	16	12
R6 (Maduración)	13	2000	10	3



### 3.6.9 Corte de follaje



Esta práctica se realizó cuando el follaje de las plantas de la parcela neta llegó al inicio de estado de senescencia (amarillamiento parcial de la hoja), se utilizó una hoz desinfectada con hipoclorito de sodio, antes de cada corte, para evitar la transmisión de enfermedades (Figura 18).

*Figura 18.* Corte de follaje.

### 3.6.10 Cosecha

Cuando los tubérculos presentaron piel firme se realizó la cosecha, en forma manual y con la ayuda de un azadón, para la variedad INIAP-Yana Shungo a los 116 días después de la siembra, Yema de huevo 117, e INIAP-Puca Shungo 141 días. Los tubérculos se contabilizaron por planta y luego de recogerlas en bolsas de yute, se pesaron para determinar su rendimiento (Figura 19).



*Figura 19.* Cosecha de tubérculos de papa.

### 3.6.11 Clasificación



*Figura 20.* Clasificación de tubérculos.

Después de la cosecha, se clasificaron los tubérculos en categorías: gruesa, grande, mediana y pequeña, de acuerdo a la Tabla 4; eliminando los tubérculos que presenten galerías u otros daños que no se detectaron anteriormente (Figura 20).

### 3.6.12 Almacenamiento



*Figura 21.* Tubérculos almacenados.

Los tubérculos clasificados por categorías fueron colocados en sacos y etiquetados. Se los almacenó en un cuarto ventilado y con luz difusa, a temperatura promedio de 16 °C (Figura 21).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación, fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat versión 2017, los cuales se presentan a continuación.

#### 4.1 Días a la emergencia

Los resultados obtenidos de acuerdo al Análisis de Varianza (Tabla 8) mostraron que no existe efecto sobre la interacción entre variedad y sustrato (Valor F= 0.75; GL= 1; Valor P= 0.4972), sin embargo, se encontró diferencias significativas entre variedades (Valor F= 95.58; GL= 2; Valor P= 0.0001). El coeficiente de variación fue de 12.95 %.

**Tabla 8**

*ADEVA para la variable días a la emergencia en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>GL e</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Sustrato	1	10	0.00	0.9999 ns
Variedad	2	10	95.58	0.0001 *
Sustrato*Variedad	2	10	0.75	0.4972 ns
CV: 12.95 %				

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

Al existir diferencia estadística significativa para variedades se aplicó la prueba de significancia de Fisher al 5%, los datos se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Prueba de significancia Fisher al 5% para la variable días a la emergencia.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Días a la emergencia</b>
<b>T1</b>	24.67 a
<b>T4</b>	24.67 a
<b>T2</b>	21.33 b
<b>T5</b>	22.00 b
<b>T3</b>	18.67 c
<b>T6</b>	18.00 c

Nota: promedios con una letra en común no difieren significativamente entre sí ( $p > 0,05$ ).

Con respecto a los promedios de la variable días a la emergencia, la prueba de Fisher al 5% permitió identificar tres rangos de significancia. Los tratamientos T1 y T4 correspondientes a la variedad INIAP Puca Shungo, presentaron mayor tiempo en emerger (24 días) debido a que esta variedad es semitemprana. A diferencia de INIAP Yana Shungo (T2 y T5) y Yema de huevo (T3 y T6) que son variedades de comportamiento temprano y precoz respectivamente, lo que concuerda con lo mencionado por INIA (2018), al señalar que el tiempo a la emergencia de la papa depende de la variedad cultivada y factores relacionados al medio en el que se desarrolla.

Las diferentes condiciones de temperatura y presión atmosférica respecto a la altitud sobre el nivel del mar, provocan desordenes fisiológicos internos en el tubérculo-semilla; es así que el incremento de temperatura acelera los procesos químicos y biológicos del tubérculo como resultado la respiración y los procesos metabólicos que se dan en la papa generan cambios en el tiempo a la emergencia (CIP, 2008; Midmore, 1988). El presente experimento fue realizado a 2712 msnm y a una temperatura de 15.46 °C, bajo estas características agroclimáticas se reportaron valores promedio de 21.67 y 24.67 días a la emergencia para INIAP Yana Shungo e INIAP-Puca Shungo, cuyos valores fueron inferiores a lo reportado por Bolaños (2015), quién indica que las variedades antes mencionadas emergen entre los 32.83 y 30.61 días a 3489 msnm y a una temperatura entre 8 y 10 °C.



El tipo de sustrato no tiene efecto sobre los días a la emergencia, pero sí el componente genético de cada variedad tiene relación sobre el tiempo a la emergencia, siendo las más precoces las que emergieron a partir de los 18 días después de la siembra y las más tardías las que tienen 24 días, que corresponden a la variedad Yema de huevo e INIAP-Puca Shungo respectivamente.

#### 4.2 Días a la floración

En la Tabla 10, se muestra el Análisis de Varianza para días a la floración, donde se observó que no existe efecto significativo sobre la interacción entre variedad y sustrato (Valor F= 1.63; GL= 2; Valor P= 0.2449), sin embargo; los resultados presentaron diferencias significativas entre variedades ya que agronómicamente tienen características distintas (Valor F= 200.00; GL= 2; Valor P= 0.0001). El coeficiente de variación fue de 10.27 %.

**Tabla 10**

*ADEVA para la variable días a la floración en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>GL e</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Sustrato	1	10	0.50	0.4956 ns
Variedad	2	10	200.00	0.0001 *
Sustrato*Variedad	2	10	1.63	0.2449 ns
CV: 10.27 %				

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

En la Tabla 11 se observa que los tratamientos T1, T2, T4 y T5 son similares, es decir que las variedades INIAP-Yana Shungo e INIAP Puca Shungo, no presentan diferencias estadísticas en cuanto a esta variable; los valores obtenidos de días a la floración se relacionan con la variable días a la emergencia; es así que la variedad Yema de huevo al ser primera en emerger, también fue la primera en florecer.

**Tabla 11**

*Prueba de significancia Fisher al 5% para la variable días a la floración.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Días a la floración</b>
<b>T1</b>	68.33 a
<b>T4</b>	69.00 a
<b>T2</b>	69.67 a
<b>T5</b>	67.67 a
<b>T3</b>	55.33 b
<b>T6</b>	55.33 b

Promedios con una letra en común no difieren significativamente entre sí ( $p > 0,05$ ).

El comportamiento fenológico de cada variedad, mantiene sus características independientemente del tipo de sustrato, es así que los materiales precoces como la variedad Yema de huevo, florece a los 55 días después de la siembra; mientras que los tempranos alcanzan la floración 12 días posteriores a la variedad en mención. El tipo de sustrato no influyó en el tiempo a la floración, en concordancia a lo obtenido por Rojas (2015) en la evaluación de cuatro sustratos y dos variedades en la producción de semilla prebásica de papa, en la cual no encontró diferencias estadísticas entre sustratos.

Monteros, et al. (2011) menciona que la variedad INIAP Yana Shungo florece entre los 55 y 77 días, mientras que la variedad INIAP Puca Shungo lo hace entre los 70 y 88 días. Los valores reportados en esta investigación (67 y 69 días respectivamente), se encuentran dentro de los rangos de la ficha técnica de las variedades.

### **4.3 Altura de planta**

En la Tabla 12, se presentan los resultados para la variable altura de planta, mismos que fueron tomados cuando el 50 % de plantas de la parcela neta presentaron flores abiertas. Se observó que existe efecto significativo sobre la interacción entre variedad y sustrato (Valor F= 10.19; GL= 2; Valor P= 0.0001). El coeficiente de variación fue de 26.40 % porque la altura difiere entre variedades, ya que es una característica propia de cada una de ellas.

**Tabla 12**

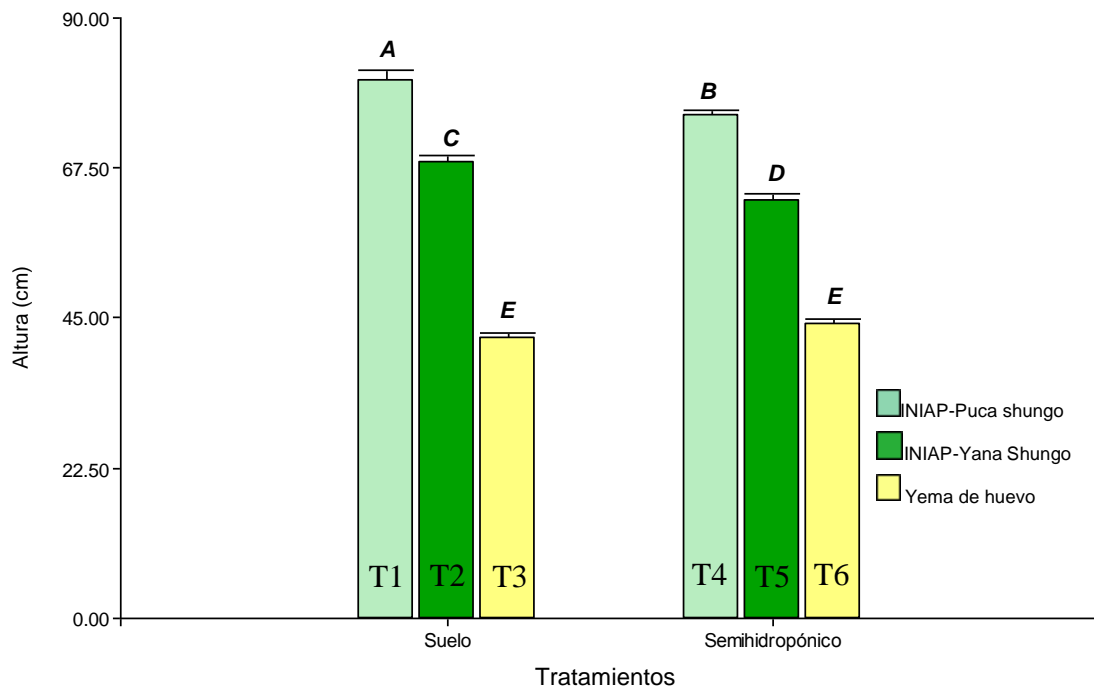
*ADEVA para la variable altura de planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.*

F.V.	GL	GL e	Valor F	Valor P
Sustrato	1	280	7.12	0.0081 ns
Variedad	2	280	625.92	0.0001 *
Sustrato*Variedad	2	280	10.19	0.0001 *

CV: 26.40 %

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

En la Figura 22, se puede observar los resultados para la variable altura de planta, el tratamiento T1 (suelo-INIAP Puca Shungo) presentó mayor altura promedio de planta con 80.68 cm, siendo superior al T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo) con 5.28 cm y a los tratamientos T2 (suelo-INIAP Yana Shungo), T5 (semihidropónico-INIAP Yana Shungo), T6 (semihidropónico-Yema de huevo) y T3 (suelo-Yema de huevo) con 12.43, 18.19, 36.70 y 38.80 cm respectivamente.



**Figura 22.** Altura de planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

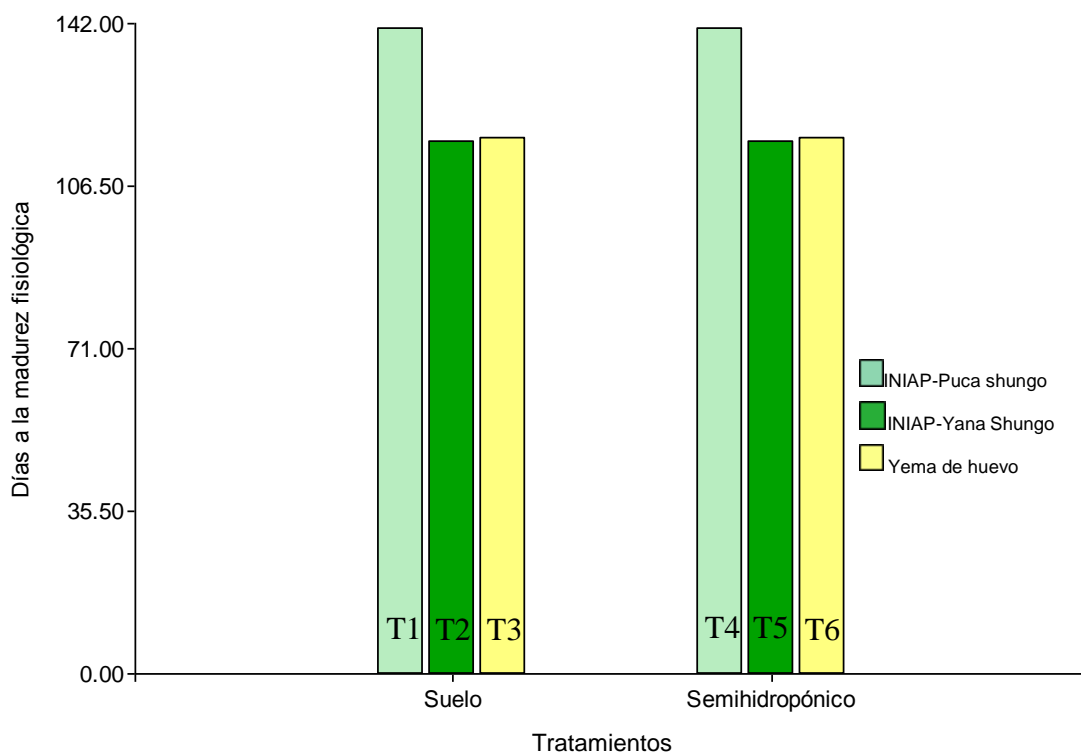
En la Figura 22, se puede apreciar que en sustrato suelo, las variedades INIAP Puca Shungo e INIAP Yana Shungo, presentaron valores altos para esta variable con 80.68 cm y 68.25 cm, a excepción de la variedad Yema de huevo que obtuvo valores similares en ambos sustratos. Thompson y Troeh (1988) mencionan que los suelos franco arcillosos, poseen la capacidad de retener agua y nutrientes disponibles para las plantas, en cambio los arenosos tienen bajo poder de retención de agua y deficiente capacidad de almacenamiento de nutrientes, que afecta el crecimiento de la planta, disminuye el tamaño y desarrollo del follaje, como se puede apreciar con los resultados obtenidos donde el T1 supera al T4 con 5.28 cm y el T2 es mayor al T5 con 5.76 cm.

Los tratamientos T3 y T6, no difieren estadísticamente entre sí; esto se puede atribuir a que el sustrato suelo, al ser de textura franco arcilloso; tuvo alto contenido de humedad, que dificultó el desarrollo de la variedad Yema de huevo que no crece adecuadamente en suelos húmedos, como lo manifiesta el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2014) al mencionar que el mejor suelo para el cultivo de la variedad Yema de huevo, es aquel que presente textura franca, suelta y profunda que evite la acumulación de humedad en la raíz y promueva un óptimo desarrollo de la planta.

Finalmente, Egúsqüiza (2000) manifiesta que el crecimiento de la planta de papa, depende de la variedad sembrada; que influye en la longitud del tallo; es decir, que la altura de la papa es una característica genética de cada variedad, lo que se puede observar con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde el T1 y T4 correspondientes a INIAP Puca Shungo obtuvieron una altura de planta de 80.68 y 75.40 cm, seguido del T2 y T5 concernientes a INIAP Yana shungo con 68.25 y 62.49 cm, mientras que la menor altura se observó en el T3 y el T6 pertenecientes a Yema de huevo con 42.93 cm en promedio.

#### 4.4 Días a la madurez fisiológica

En la Figura 23, se observa que la variedad INIAP Puca Shungo, es la más tardía y se expresa su desarrollo tanto en sustrato tipo suelo como en semihidropónico, sin embargo; el efecto del sustrato y la madurez de la papa, está dado por la característica de la variedad, los que se puede apreciar en los tratamientos T1 y T4 que fueron los más tardíos, ya que presentaron 141 días a la madurez fisiológica. Los tratamientos T2 y T4 obtuvieron 25 días menos que el T1 y T4. Así mismo, el T3 y T6 alcanzaron la madurez a los 117 días, un día más en relación al T2 y T5.



**Figura 23.** Días a la madurez fisiológica en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

El tipo de sustrato, no influyó en la madurez fisiológica de las variedades, se observó que INIAP Puca Shungo, tuvo mayor periodo de maduración con 141 días después de la siembra, ya que su característica es semitemprana, mientras que INIAP Yana Shungo y Yema de huevo, finalizaron su ciclo vegetativo 25 y 24 días antes que la variedad INIAP Puca Shungo, debido a que son de comportamiento temprano y precoz

respectivamente. Esto se atribuye a que la senescencia del cultivo de papa, depende de la variedad (Egúsquiza, 2000).

Monteros et al. (2011) manifiestan que la cosecha para la variedad INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo a una altitud de 2749 msnm es de 130 y 120 días después de la siembra y para la variedad Yema de huevo el ciclo del cultivo es de 120 a 149 días a altitudes de 2600 a 3300 msnm. La presente investigación, fue realizada a una altitud de 2712 msnm y a una temperatura promedio de 15.46 °C, donde se obtuvieron valores inferiores a los reportados en la ficha técnica de las variedades, así INIAP-Yana Shungo y Yema de huevo se cosecharon 4 y 3 días antes e INIAP-Puca Shungo, se mantuvo dentro del rango. Según Pumisacho y Sherwood (2002) los días a la madurez fisiológica, dependen de la temperatura y la altitud del cultivo. Por su parte Egúsquiza (2000), menciona que la modificación de estos factores, influye en el periodo de maduración (una variedad tardía puede comportarse como precoz y viceversa).

#### 4.5 Número de tubérculos por planta

En la Tabla 13, se muestra el Análisis de Varianza para la variable número de tubérculos por planta, donde se observó que no existe efecto significativo sobre la interacción entre variedad y sustrato (Valor F= 1.62; GL= 2; Valor P= 0.1993) sin embargo; los resultados presentaron diferencias para el factor variedades (Valor F= 115.61; GL= 2; Valor P= 0.0001), con un coeficiente de variación de 59.93 %, debido a que cada variedad produce diferente cantidad de tubérculos.

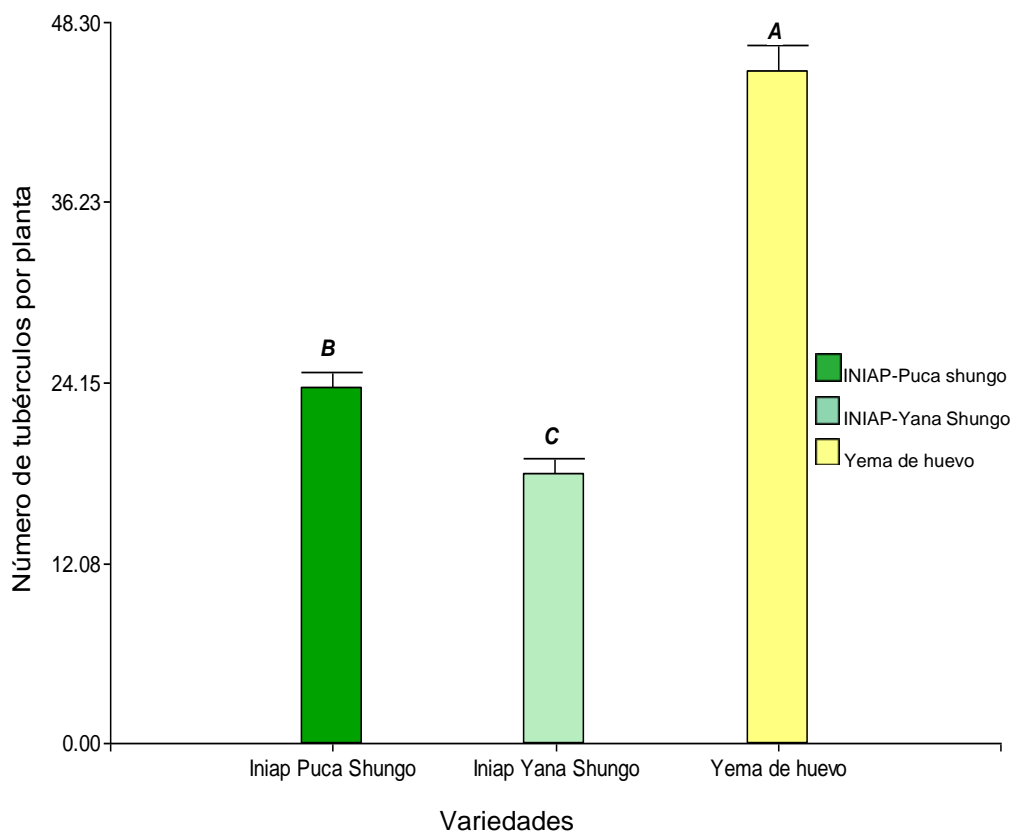
**Tabla 13**

*ADEVA para la variable número de tubérculos por planta.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>GL e</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Sustrato	1	280	0.82	0.3650 ns
Variedad	2	280	115.61	0.0001 *
Sustrato*Variedad	2	280	1.62	0.1993 ns
CV: 59.93 %				

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

Al existir diferencia estadística significativa para variedades se aplicó la prueba de significancia de Fisher al 5%, los valores se muestran en la Figura 24.



**Figura 24.** Número de tubérculos por planta en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, muestran que la variedad Yema de huevo, presentó el mayor número de tubérculos por planta con un promedio de 45.01, mientras que las otras variedades están entre 18 y 23 tubérculos/planta. De acuerdo a la ficha técnica de las variedades en estudio, para INIAP Yana Shungo, el número de tubérculos por planta oscila entre 12 a 20, mientras que INIAP Puca Shungo produce de 15 a 25 tubérculos y la variedad Yema de huevo produce 41 tubérculos (Monteros, et al., 2011) comparado con los resultados reportados en el presente estudio, las variedades produjeron tubérculos dentro de los rangos de acuerdo a la ficha técnica.

El número de tubérculos por planta, está determinado genéticamente para cada variedad, es decir; que por su genotipo desarrollan mayor cantidad de estolones y

tubérculos emitidos por los tallos (CIP, 1999). Esto se pudo observar en la variedad Yema de huevo que obtuvo más cantidad de tubérculos que el resto de variedades, ya que su característica agronómica es producir 41 tubérculos/planta en promedio (Monteros, et al., 2011).

#### 4.6 Rendimiento por metro cuadrado

Los resultados del Análisis de Varianza para la variable rendimiento por metro cuadrado, muestran que existe efecto significativo en la interacción entre variedad y sustrato (Valor F= 8.23; GL= 2; Valor P= 0.0077), con un coeficiente de variación de 17.05 % (Tabla 14).

**Tabla 14**

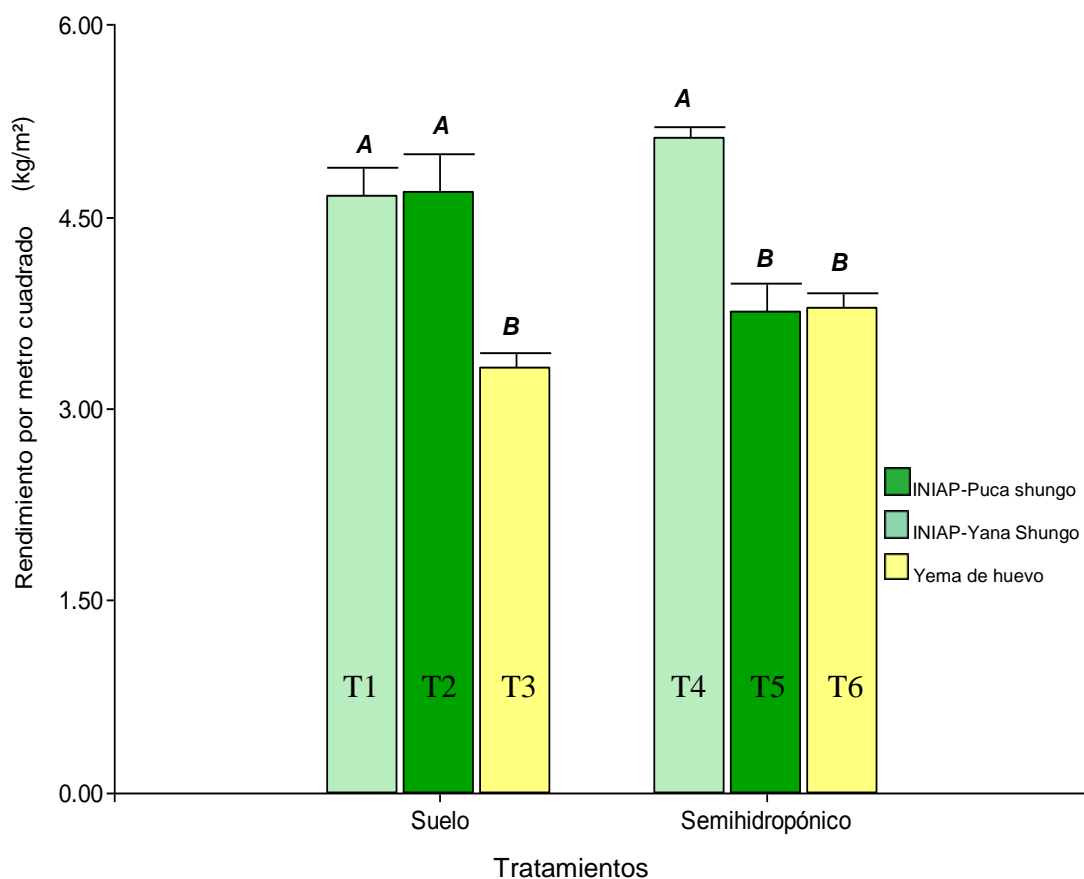
*ADEVA para la variable rendimiento por metro cuadrado en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>GL e</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Sustrato	1	10	0.00	0.9999 ns
Variedad	2	10	22.44	0.0002 *
Sustrato*Variedad	2	10	8.23	0.0077 *
CV: 17.05 %				

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

La Figura 25, muestra que los tratamientos T1 (suelo-INIAP Puca Shungo), T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo) y T2 (suelo-INIAP Yana Shungo) fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos, presentando un rendimiento promedio de 4.82 kg/m<sup>2</sup>. Los tratamientos T3 (suelo-Yema de huevo), T5 (semihidropónico-INIAP Yana Shungo) y T6 (semihidropónico-Yema de huevo) presentaron valores similares para la variable rendimiento por metro cuadrado con 3.61 kg/m<sup>2</sup>.





**Figura 25.** Rendimiento por metro cuadrado en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

Los tratamientos T1 y T4 que pertenecen a la variedad INIAP Puca Shungo, no presentaron diferencias en rendimiento entre los dos tipos de sustratos, al igual que los T3 y T6 correspondientes a la variedad Yema de huevo. Sin embargo, se encontraron diferencias matemáticas donde el T4 obtuvo 0.47 kg/m<sup>2</sup> más que el T1, de igual forma el T6 produjo 3.78 kg/m<sup>2</sup>, superando al T3 (suelo-Yema de huevo) con 0.47 kg/m<sup>2</sup>. Según Pumisacho y Sherwood (2002) los suelos de textura liviana, facilitan un buen desarrollo de raíces y la formación de tubérculos, esto se pudo observar en el sustrato semihidropónico que presenta textura arenosa, donde se produjo un leve incremento en el rendimiento.

La variedad INIAP Yana Shungo, presentó diferencias en cuanto al tipo de sustratos donde el T2 presentó mayor rendimiento con 4.68 kg/m<sup>2</sup> que difiere en 0.93 kg/m<sup>2</sup> con la producción obtenida por el T5 con 3.75 kg/m<sup>2</sup>, dicha diferencia pudo

ocasionarse debido a que la variedad fue atacada por *Alternaria solani*, mediante el monitoreo de plagas y enfermedades (Anexo 2) se observó que la variedad INIAP Yana Shungo, es susceptible a esta enfermedad y tiene un efecto directo en la cantidad de semilla, concordando con lo mencionado por CIP (1996) quien dice que, el periodo de llenado de tubérculos, se acorta y el rendimiento puede ser más bajo, si el cultivo es afectado por el ataque de una enfermedad que destruya el follaje.

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA] (2017) el tizón temprano (*Alternaria solani*) se desarrolla con mayor rapidez cuando se presentan temperaturas moderadas a altas y se alternan condiciones de humedad y sequía en el ambiente; por esta razón la presencia de la enfermedad fue mayor en sustrato semihidropónico, ya que la superficie de este sustrato tiende a secarse con mayor facilidad que en el sustrato suelo.

Monteros, et al. (2011), manifiestan que la variedad INIAP Puca Shungo e INIAP Yana Shungo producen 0.89 y 0.95 kg/m<sup>2</sup> respectivamente, la variedad Yema de huevo produce 1 kg/m<sup>2</sup> (Pumisacho y Velásquez, 2009) los resultados reportados en esta investigación son superiores debido a que el suministro de fertilizantes fue constante durante el ciclo del cultivo, INIAP Puca Shungo produjo 4.88 kg/m<sup>2</sup>, INIAP Yana Shungo 4.21 kg/m<sup>2</sup> y Yema de huevo 3.55 kg/m<sup>2</sup>.

#### **4.7 Clasificación de tubérculos**

En la Tabla 15, se muestra el Análisis de Varianza para la variable clasificación de tubérculos, se observó que existe efecto significativo sobre la interacción entre sustrato, variedad y categoría (Valor F= 3.02; GL= 6; Valor P= 0.0143). El coeficiente de variación fue de 54.05 %, ya que se realizó en base a cuatro categorías de semilla y las variedades evaluadas presentan características agronómicas diferentes.

**Tabla 15**

*ADEVA para la variable clasificación de tubérculos en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.*

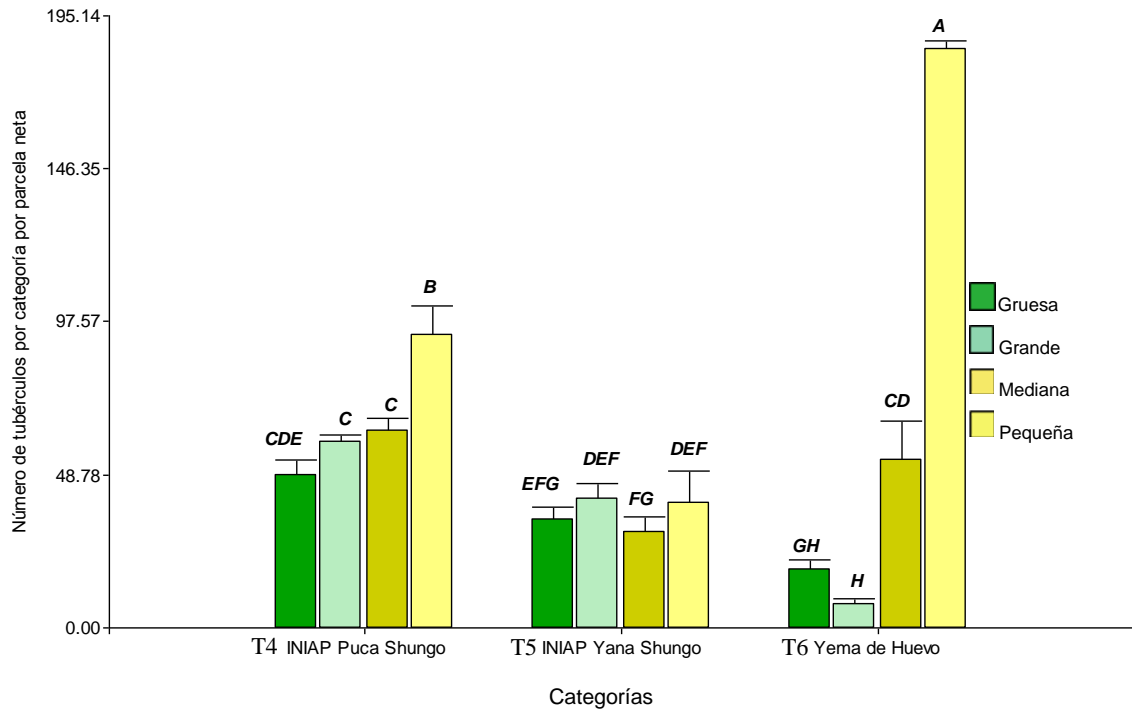
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>GL e</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Sustrato	1	46	24.18	0.0001 *
Variedad	2	46	54.26	0.0001 *
Categoría	3	46	208.71	0.0001 *
Sustrato*Variedad	2	46	3.69	0.0327 *
Sustrato*Categoría	3	46	2.01	0.1258 ns
Variedad*Categoría	6	46	97.43	0.0001 *
Sustrato*Variedad*Categoría	6	46	3.02	0.0143 *
CV: 54.05 %				

Nota: ns= no significativo, \*= significativo

Los resultados para la variable clasificación de tubérculos, se presentan por sustrato para poder visualizar y comprender mejor la información obtenida en la presente investigación.

#### **4.7.1 Número de tubérculos por categoría en sustrato semihidropónico**

En la Figura 26, se puede apreciar que la categoría de tubérculo pequeña presentó los valores más altos sobre el resto de las categorías, tanto para la variedad Yema de huevo (184.33 tubérculos/parcela neta ) e INIAP Puca Shungo (93.33 tubérculos/parcela neta) siendo esta categoría la más adecuada para para tubérculo semilla de papa; para INIAP Yana Shungo, no se encontró diferencias entre las cuatro categorías, el T6 obtuvo el mayor promedio con 184.33 tubérculos/parcela neta, seguido del T4 con 91 tubérculos/parcela neta menos que el T6, el T5 fue el menor al producir 39.67 tubérculos/parcela neta, ya que la el T5 fue afectado por *Alternaria solani*, como se mencionó en la variable rendimiento por metro cuadrado.



**Figura 26.** Clasificación de tubérculos por categoría en sustrato semihidropónico en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

El tratamiento T6, presentó marcadas diferencias entre las categorías de semilla de papa, donde la categoría gruesa registró el menor número de tubérculos con 7.67 tubérculos/parcela neta y difiere de la grande con 11 tubérculos/parcela neta, consecuentemente las categorías mediana, obtuvo 53.33 tubérculos/parcela neta y la pequeña logró 131 tubérculos/parcela neta más que la mediana, siendo estas dos últimas categorías las más propicias para semilla.

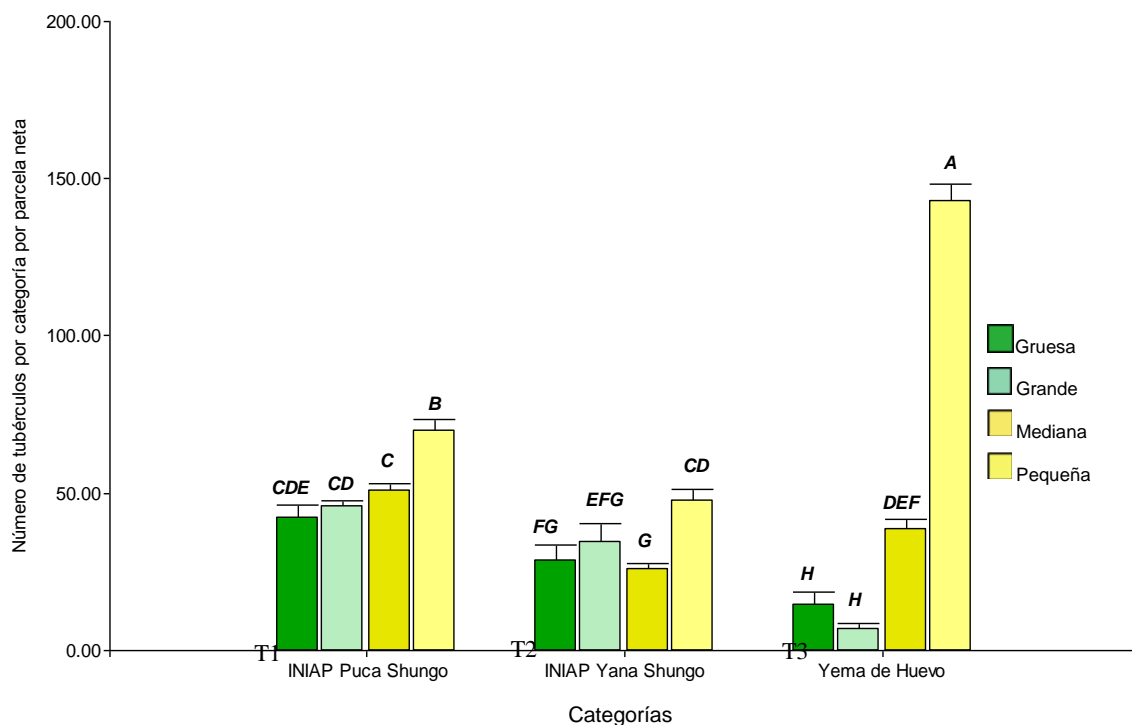
En el tratamiento T5, no se observó diferencias entre las cuatro categorías de semilla de papa y produciendo un total de 145.66 tubérculos/parcela neta. En cuanto al tratamiento T4 (semihidropónico-INIAP Puca shungo) se observó que la categoría grande, gruesa y mediana, no difieren estadísticamente entre sí, al producir 57 tubérculos/parcela neta en promedio, por su parte la categoría pequeña obtuvo 36.33 tubérculos/parcela neta más frente al resto de categorías.

El mayor número de tubérculos por parcela neta correspondiente a las cuatro categorías de semilla de papa en sustrato semihidropónico fue, obtenido por los

tratamientos T4 y T6 con un total de 264.33 y 264 tubérculos/parcela neta respectivamente, el T5 registró la menor producción con 145.66 tubérculos/parcela neta.

#### 4.7.2 Número de tubérculos por categoría en sustrato suelo

En la Figura 27, se observó que en sustrato suelo la categoría pequeña, obtuvo valores superiores frente al resto de las categorías en las tres variedades en estudio, es así que el T3 (suelo-Yema de huevo) produjo un promedio de 143 tubérculos/parcela neta, consecuentemente el T1 un promedio 70 tubérculos/parcela neta y el T2 47.67 tubérculos/parcela neta en promedio.



**Figura 27.** Clasificación de tubérculos por categoría en sustrato suelo en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

El tratamiento T1 presentó la mayor producción total correspondiente las cuatro categorías en sustrato suelo con 209 tubérculos/parcela neta, de las cuales las categorías grande, gruesa y mediana fueron estadísticamente iguales al obtener un promedio de 46.33 tubérculos/parcela neta, mientras que la categoría pequeña registró el valor más alto y supera al resto de categorías con 33.67 tubérculos/parcela neta.

Para el tratamiento T2, la categoría pequeña sobresale con 18.12 tubérculos/parcela neta, frente a las categorías grande, gruesa y mediana que no presentaron diferencias estadísticas entre sí y obtuvieron 29.55 tubérculos/parcela neta en promedio. La producción total del T2 para las cuatro categorías de semilla de papa fue 136.34 tubérculos/parcela neta.

El tratamiento T3, registró marcadas diferencias dentro de la clasificación de tubérculos semilla en la categoría pequeña, al registrar 143 tubérculos/parcela neta. La categoría mediana difiere de la pequeña con 104.67 tubérculos/parcela neta, consecuentemente las categorías grande y gruesa no presentaron diferencias y produjeron 10.83 tubérculos/parcela neta en promedio. El T3 obtuvo 2003 tubérculos/parcela neta en total.

**Tabla 16**

*Clasificación y número de tubérculos por categoría.*

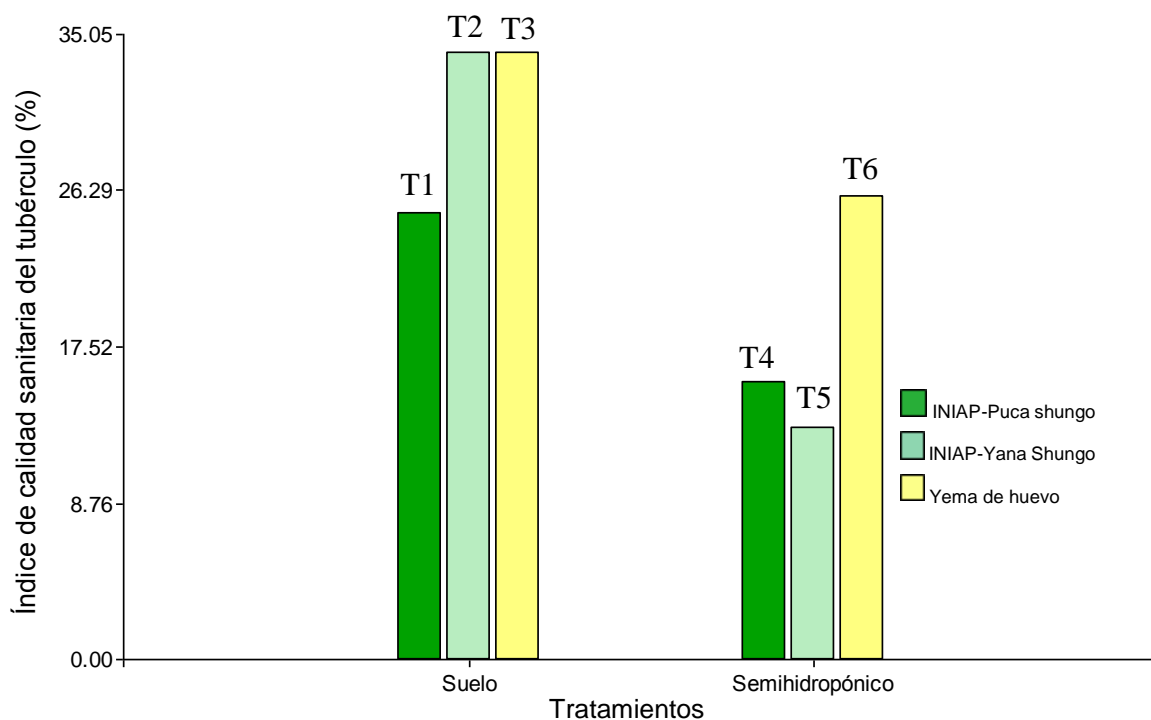
Trat.	Total	Categoría			
		Grande N° (%)	Gruesa N° (%)	Mediana N° (%)	Pequeña N° (%)
<b>Suelo</b>					
T1	209	42.33 (20.25)	46.00 (22)	50.67 (24.24)	70.00 (33.49)
T2	136.34	28.67 (21.03)	34.33 (25.18)	25.67 (18.83)	47.67 (34.96)
T3	203	14.67 (7.23)	7.00 (3.45)	38.33 (18.88)	143.00 (70.44)
<b>Semihidropónico</b>					
T4	264.33	48.67 (18.41)	59.33 (22.46)	63.00 (23.83)	93.33 (35.31)
T5	145.66	34.33 (23.57)	41.33 (28.37)	30.33 (20.82)	39.67 (27.33)
T6	264	18.67 (7.07)	7.67 (5.29)	53.33 (20.20)	184.33 (69.82)

Los resultados obtenidos para la variable, clasificación de tubérculos; permitieron observar que en sustrato semihidropónico, se obtiene mayor número de tubérculos semilla en las tres variedades, es así que INIAP Puca Shungo en sustrato semihidropónico superó con 55.33 tubérculos/parcela neta, INIAP Yana Shungo con 9.32 tubérculos/parcela neta

y Yema de huevo con 61 tubérculos/parcela neta frente al sustrato suelo. Esta diferencia en número de tubérculos puede ser atribuida a lo que afirman Robertson & Alexander (1992) en el sentido que el sustrato semihidropónico al estar compuesto por 50% pomina, permite la transferencia de nutrientes hacia las raíces, promueve el engrosamiento de los estolones y el desarrollo de la parte radicular de la planta, por ende, se incrementa la producción.

#### 4.8 Calidad sanitaria del tubérculo

La sanidad del tubérculo semilla, se verificó mediante observaciones visuales, donde se consideró el porcentaje de severidad de las enfermedades presentes en el tubérculo a través del método indexado. Los resultados obtenidos se compararon con el nivel de tolerancia máximo admisible para calificar la categoría seleccionada, establecidos por el INIAP (Montesdeoca, et al., 2006).



**Figura 28.** Índice de calidad sanitaria del tubérculo en la producción de semilla de papa de variedades nativas en semihidroponía.

En la Figura 28, se pudo apreciar que los tratamientos correspondientes al sustrato semihidropónico presentaron índices inferiores al 26% para la variable, lo que muestra que los tubérculos semilla en este sustrato fueron de mejor calidad sanitaria. Según Montesdeoca (2006) el nivel de tolerancia admisible para semilla seleccionada, es 35%, el tratamiento T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo) obtuvo el 15.5%, el T5 (semihidropónico-INIAP Yana Shungo) presentó 13% y en el T6 (semihidropónico-Yema de huevo) se evidenció un índice de 26%, los valores reportados se encuentran dentro del rango aceptable.

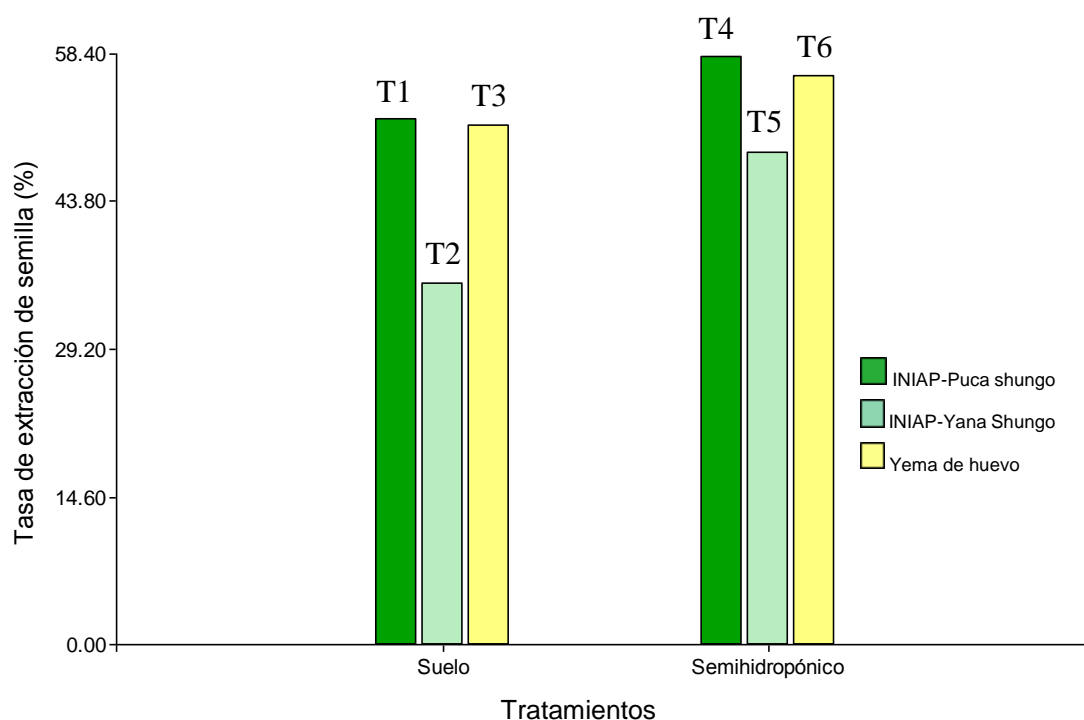
Los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron los valores más altos para esta variable, es decir mostraron mayor presencia de daños por enfermedades en los tubérculos, sin embargo; se encuentran dentro del nivel de tolerancia admisible (35%). Estos resultados confirman lo que Cortbaoui (1988) menciona en el sentido de que los suelos arcillosos impiden el drenaje del agua y la aireación dentro del suelo es baja, lo que causa daños en los tubérculos al presentarse condiciones de alta humedad que promueven el desarrollo de enfermedades.

Además, durante el ciclo del cultivo, se presentaron fuertes lluvias que promovieron la proliferación de patógenos que influyeron en la calidad sanitaria de tubérculo, siendo los tratamientos correspondientes al sustrato suelo los más afectados, en cambio la pómida, es un material con buena retención de agua que mantiene el sustrato a capacidad de campo, aumenta la aireación y el drenaje, tal como lo afirman Hartmann y Kester (1991), razón por la cual el daño a causa de enfermedades fue menor en los tubérculos semilla de los tratamientos T4, T5 y T6.

#### **4.9 Tasa de extracción**

Montesdeoca (2005) manifiesta que la tasa de extracción de semilla de papa, es el porcentaje de tubérculos útiles seleccionados para semilla, obtenido del total de la producción de un lote. Los resultados registrados en la presente investigación se muestran en la Figura 29.





**Figura 29.** Tasa de extracción de semilla en la producción de semilla de papa de variedades nativas bajo un sistema semihidropónico.

En la Figura 29, se puede apreciar que el tratamiento T4 logró la tasa de extracción de semilla más alta con 58.09 %, frente al resto de tratamientos y superó al tratamiento T1 con 6.09 %. De igual forma el T5 registró 12.93 % más que el tratamiento T2, así mismo el tratamiento T6 presentó una diferencia de 4.84 % más que el tratamiento T3.

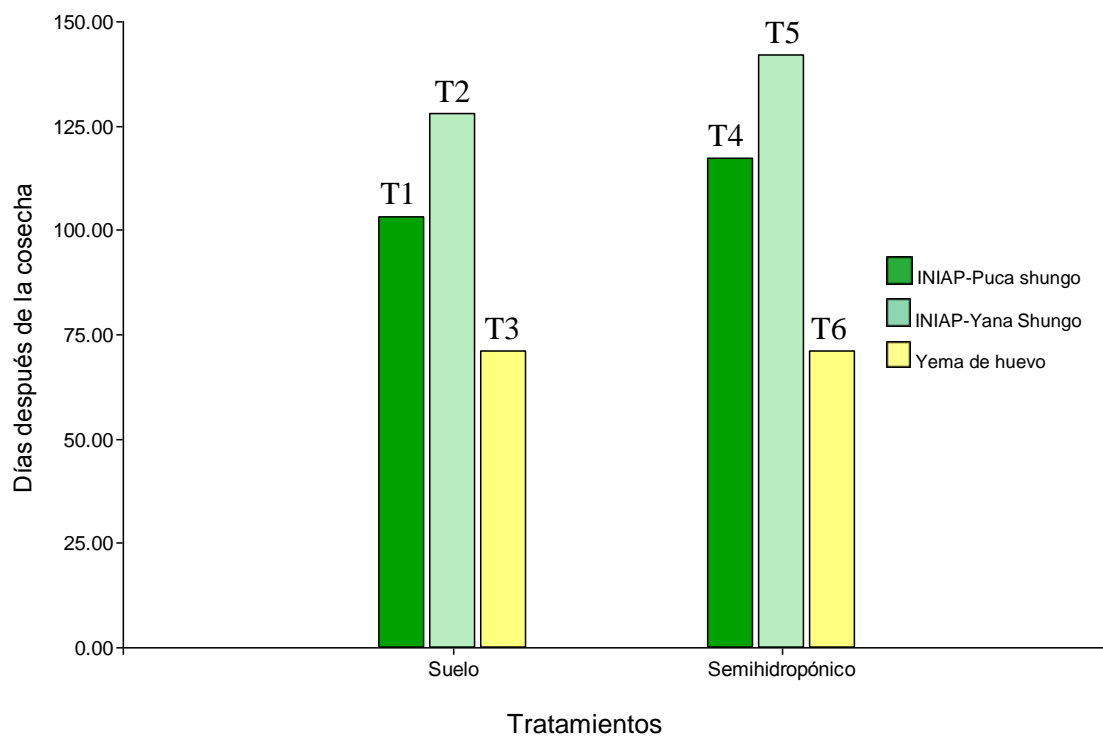
Los tratamientos correspondientes al sustrato semihidropónico, presentaron resultados superiores en cuanto a la tasa de extracción de semilla. Robertson y Alexander (1992) manifiestan que la pomina, permite la transferencia de nutrientes hacia las raíces, promueve el engrosamiento de los estolones y el desarrollo de la parte radicular de la planta, el sustrato semihidropónico al estar compuesto por 50% pomina, obtuvo una mayor producción de tubérculos semilla, por ende, la tasa de extracción de semilla fue mayor.

Según Velásquez (2009) el porcentaje de extracción de semilla promedio para el cultivo de papa es 60 %, los valores obtenidos para los tratamientos T4 y T6 fueron los más próximos (58.09% y 56.21% respectivamente). Esta diferencia puede atribuirse a lo

que afirma Montedeoca (2005) en el sentido que una alta densidad de siembra (0.25x1m) produce mayor cantidad de tubérculos y una tasa de extracción de 65 a 70 %, la densidad del presentes ensayo fue 0.30x1.10m obteniendo resultados inferiores al promedio.

#### 4.10 Días a la brotación

La fisiología de la semilla de papa, es el proceso de cambio que sufre el tubérculo desde el momento de la cosecha hasta cuando muestra brotes múltiples y vigorosos, es decir; presenta el estado fisiológico idóneo para la siembra (CIP, 2011; Montesdeoca, 2005). Los resultados obtenidos para la variable días a la brotación se presentan en la Figura 30.



**Figura 30.** Días a la brotación en la producción de semilla de papa de variedades nativas bajo un sistema semihidropónico.

Los tratamientos T3 (suelo-Yema de huevo) y T6 (semihidropónico-Yema de huevo) presentaron brotación múltiple en menor tiempo en relación al resto de tratamientos (71 días) lo que indica que la variedad Yema de huevo, fue más precoz. El

tratamiento T1 (suelo-INIAP Puca shungo) presentó el estado de brotación múltiple 14 días menos que el T4 (semihidropónico-INIAP Puca shungo) y el tratamiento T2 (suelo-INIAP Yana shungo) llegó a brotación múltiple 14 días más pronto que el T5 (semihidropónico-INIAP Yana shungo).

Monteros, et al., (2011) menciona que la variedad INIAP Yana Shungo inicia la brotación entre los 10 a 20 días, mientras que la variedad Puca Shungo lo hace entre los 30 a 40 días, la variedad Yema de huevo a los 10 días. Los valores reportados en esta investigación, son superiores debido a que la variable fue evaluada hasta que los brotes del tubérculo semilla presentaron 2 cm de longitud.

#### **4.11 Análisis económico**

El análisis económico, se realizó utilizando la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT, que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos, no se considera todos los costos de producción sino solo los que son afectados por los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988). En la Tabla 17, se muestran los costos variables en los tratamientos; el costo de semilla varía para cada variedad y el costo del sustrato varía en cada uno de los tratamientos.

Además, se observa el análisis de presupuesto parcial mediante el cual se obtuvo los beneficios netos de cada tratamiento a partir del rendimiento promedio ajustado al 10% (consideraciones de manejo y clasificación de tubérculos), este ajuste muestra que las condiciones experimentales son distintas a las del agricultor, es decir que los rendimientos experimentales a menudo son mayores a los obtenidos por el agricultor en condiciones de campo (CIMMYT, 1988).

Para el cálculo rendimiento ajustado, se consideró el rendimiento del tubérculo semilla con un costo de 0.44 dólares/kg para la variedad INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo, para el caso de papa para venta de las variedades antes mencionadas el valor fue 0.42 dólares/kg, para Yema de huevo se consideró un valor de 0.55 dólares/kg

para semilla y venta. La sumatoria de estos ingresos permite conocer el beneficio bruto en dólares.

Los costos variables, difieren en cuanto a semilla de acuerdo a la variedad empleada en cada tratamiento y el tipo de sustrato utilizado. Los beneficios netos se obtuvieron a partir de la diferencia entre el beneficio bruto y el total de los costos variables de cada tratamiento.

En la presente investigación, los tratamientos que presentaron menor costo variable fueron T1 (suelo-INIAP Puca Shungo), T2 (suelo-INIAP Yana Shungo) y T3 (suelo-Yema de huevo) con un costo de producción de 1066.56 dólares/ha para el T1 y T2, y el T3 999.9 dólares; mientras que los tratamientos T4 (semihidropónico-INIAP-Puca Shungo) y T5 (semihidropónico-INIAP-Yana Shungo) presentaron mayor costo de producción con 47726.56 dólares/ha y el T6 (semihidropónico-Yema de huevo) con 47659.9 dólares/ha (Tabla 17), debido a que se utilizó pomina para el sustrato semihidropónico.

Mediante el cálculo de beneficio neto de los tratamientos, se observó que el tratamiento T1 (suelo-INIAP-Puca shungo) presentó el mayor beneficio neto con un valor de 5688.84 dólares/ha, a diferencia del T6 (semihidropónico-Yema de huevo) que presentó el menor beneficio neto con -43303.9 dólares/ha (Tabla 17). Además, se puede apreciar que los tratamientos T4, T5 y T6 pertenecientes al sustrato semihidropónico no generan beneficios económicos, debido al alto costo del sustrato, en el T6 se observa que para producir un kilogramo de semilla de papa se invierte 6.09 dólares, valor sumamente alto para su precio de venta.

Estudios realizados por Rojas (2015), en la evaluación de sustratos en la producción de semilla prebásica de papa en la variedad Súper chola y Capiro, mostraron que en sustrato tierra negra-pomina se obtiene un costo variable de 156925 dólares/ha y un beneficio neto de 649250 dólares/ha con la variedad Súper chola; la variedad Capiro obtuvo un costo variable de 136600 dólares/ha y un beneficio neto de 93625 dólares/ha. Estos beneficios netos positivos en comparación a los beneficios negativos obtenidos en la presente investigación; se debe a que el precio de venta de los tubérculos semilla categoría prebásica es más alto que

los tubérculos de categoría seleccionada, además, las variedades Súper chola y Capiro son más productivas que las variedades nativas.

**Tabla 17**

*Análisis de presupuesto parcial en la producción de semilla de papa de variedades nativas bajo el sistema semihidropónico.*

Concepto	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento promedio (kg/ha)	17400	16100	7400	19000	13100	8800
Rendimiento ajustado 10% (kg/ha)	15660	14490	6660	17100	11790	7920
Rendimiento tubérculo semilla (kg/ha)	8910	6120	6210	10890	6660	7830
Ingresos tubérculo semilla (USD/ha)	3920.4	2692.8	3415.5	4791.6	2930.4	4306.5
Rendimiento papa venta (kg/ha)	6750	8370	450	6210	5130	90
Ingresos papa venta (USD/ha)	2835	3515.4	247.5	2608.2	2154.6	49.5
Beneficio Bruto (USD/ha)	6755.4	6208.2	3663	7399.8	5085	4356
<b>COSTOS VARIABLE (USD/ha)</b>						
Semilla	1066.56	1066.56	999.9	1066.56	1066.56	999.9
Sustratos	0	0	0	46660	46660	46660
Total, Costos Variable (USD)	1066.56	1066.56	999.9	47726.56	47726.56	47659.9
Beneficio Neto (USD/ha)	5688.84	5141.64	2663.1	-40326.76	-42641.56	-43303.9

El análisis de dominancia (Tabla 18) permitió identificar que los tratamientos T4, T5 y T6 no son rentables, por lo que son dominados debido a que los beneficios netos de los mismos, son menores a los valores del resto de tratamientos.

**Tabla 18**

*Análisis de Dominancia de los tratamientos en la producción de semilla de papa de variedades nativas bajo el sistema semihidropónico.*

Tratamiento	Costos		Dominancia
	Variables (USD/ha)	Beneficio Neto (USD/ha)	
T1	1066.56	5688.84	
T2	1066.56	5141.64	
T3	999.9	2663.1	
T4	47726.56	-40326.76	D
T5	47726.56	-42641.56	D
T6	47659.9	-43303.9	D

Nota: Se dice que un tratamiento es dominado (D) cuando tiene los beneficios netos menores en relación a los demás tratamientos.

En la Tabla 19, se muestran las Tazas de Retorno Marginal (TRM) que indica cuanto económicamente el productor de papa, puede ganar en promedio; tomando en cuenta las prácticas de manejo realizadas, cuando decide cambiar una práctica por otra.

**Tabla 19**

*Cálculo de la Tasa de Retorno Marginal en la producción de semilla de papa de variedades nativas bajo el sistema semihidropónico.*

Tratamiento	Incremento marginal Beneficio Neto (USD/ha)	Incremento marginal Variable (USD/ha)	Costo	TRM (%)
	T1	547.2	0	
T2	2478.54	66.66		3718
T3				

Al pasar del tratamiento T3 al T2 se obtiene una TRM de 3718%, lo que indica que por cada dólar invertido y recuperado se obtiene adicionalmente 37 dólares con 18 centavos. Al pasar del T2 al T1 no se obtiene una TRM, porque el incremento marginal del costo variable es igual para ambos tratamientos, debido a que no es apropiado ya que la TRM es igual a 0, no se puede calcular una TRM puesto que los costos variables son iguales. Sin embargo, de acuerdo al rendimiento y costos totales se podría obtener una relación beneficio/costo que permitiría apreciar mejor el análisis económico de los tratamientos.

## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

- a) Para la variable número de tubérculos por planta permitieron observar que no existe diferencias significativas para el tipo de sustrato; es así que los tratamientos T3 y T6 que corresponden a la variedad Yema de huevo presentaron cerca de 45 tubérculos/planta, frente a los tratamientos T1, T4, T2 y T5 que fueron superados con 22 tubérculos, sin embargo; la producción está relacionada con las características genéticas del material utilizado.
- b) El rendimiento por metro cuadrado no presentó diferencias en cuanto al tipo de sustrato para los tratamientos T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo) y T1 (suelo-INIAP Puca shungo) ya que produjeron 4.89 kg en promedio, así mismo el T3 (suelo-Yema de huevo) y T6 (semihidropónico-Yema de huevo) obtuvieron valores similares con un promedio de 3.59 kilogramos.
- c) La tasa de extracción de semilla fue mayor en sustrato semihidropónico, donde los tratamientos T4, T5 y T6 registraron los porcentajes más altos de tubérculos aptos para semilla (58.09 %, 48.58 % y 56.21 % respectivamente), debido a que el sustrato semihidropónico promovió un buen desarrollo de tubérculos y presentaron buena calidad sanitaria.
- d) De acuerdo al análisis económico, el mayor beneficio neto, se presentó en el tratamiento T1 con un valor de 5688.84 dólares por hectárea; sin embargo, el T2 presentó una tasa de retorno marginal de 3718% lo que indica que por cada dólar invertido y recuperado se gana adicionalmente 37 dólares con 18 centavos, los tratamientos T4 (semihidropónico-INIAP-Puca Shungo), T5 (semihidropónico-INIAP-Yana Shungo) y T6 (semihidropónico-Yema de huevo) no generan beneficios económicos debido a que la inversión es muy alta y rendimiento obtenido no permite conseguir beneficios económicos, por lo que no es factible la producción de semilla bajo condiciones semihidropónicas.

- e) En la clasificación de tubérculos se observó que en sustrato semihidropónico se produce mayor cantidad de tubérculos semilla frente al sustrato suelo, para las tres variedades, donde las categorías mediana y pequeña presentaron valores superiores en cuanto a número de tubérculos, siendo las más aceptadas para mercado.
  
- f) Se evidenció que en sustrato semihidropónico se obtiene tubérculos semilla de mayor calidad sanitaria, como se observó en los tratamientos T4 (semihidropónico-INIAP Puca Shungo), T5 (semihidropónico-INIAP Yana Shungo) y T3 (semihidropónico-Yema de huevo) que presentaron los valores más bajos (15.5%, 13% y 26% respectivamente).



## 5.2 RECOMENDACIONES

- a) Evaluar densidades de siembra, para las tres variedades de papa nativas en diferentes tipos de sustratos, con el fin de incrementar la tasa de extracción de semilla de papa y reducir los costos en cuanto al tipo de sustrato.
- b) No utilizar el sustrato semihidropónico (50% tierra-50% pomina) en la producción de semilla de papa de categoría seleccionada, debido a que la inversión no compensa el precio de venta del tubérculo semilla de papa, por ende, la producción de semilla bajo un sistema semihidropónico no es factible.
- c) Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad INIAP Puca Shungo e INIAP Yana Shungo en diferentes localidades de la provincia del Carchi ya que estas variedades son de interés comercial; además se promovería la conservación de materiales nativos de papa, puesto que la mayoría de agricultores siembran variedades mejoradas.
- d) Capacitar a los agricultores sobre la importancia del uso de tubérculos semilla de papa de calidad y acerca de técnicas de producción y selección de semilla, siendo una de las formas de incrementar el rendimiento y calidad del cultivo de papa, además de incrementar los ingresos económicos de los agricultores.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade-Piedra, J., Kromann, P. y Otazú, V. (2015). Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: Diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Quito, Ecuador. 267 p.
- Benítez B., J., Paredes, M., Horna Echeverría, D.G., y Gavilanes, M. (2006). *Producción de semilla pre-básica de papa, en sustrato con fertirrigación: Estación Experimental Santa Catalina del INIAP*. II Congreso Ecuatoriano de la Papa: Memorias. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4369/6/iniapscCD139JB.pdf>
- Bolaños, A. (2015). *Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la sierra ecuatoriana*. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cañarejo, M. (2010). *Evaluación agro económica de cuatro categorías del tubérculo-semilla de papa (Solanum tuberosum) con pequeños agricultores del cantón Mejía, Pichincha*. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Chuquillanqui, C., Mateus, J., Barker, I., y Otazú, V. (2010). *Métodos de producción de semilla prebasica de papa*.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. México D.F. Obtenido de <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1996. *Principales Enfermedades, Nematodos e Insectos de la Papa*. Lima, Perú. CIP. 108 p.
- CIP, (1999). *Producción de tubérculos-semilla de papa*. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú.
- Cortbaoui, R. (1988). Siembra de papa. CIP. Lima, Perú.
- Cuesta, X., Rivadeneira, J., Pumisacho, M., Montesdoca, F., Velasquez, J., Unda, J., y Monteros, C. (2013). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito, Ecuador. Recuperado de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/MANUAL%20DE%20CULTIVO%20DE%20PAPAS\\_80.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/MANUAL%20DE%20CULTIVO%20DE%20PAPAS_80.pdf)

- Devaux, A., Ordinola, M., Albéric, H., & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Centro Internacional de la Papa.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., González, L., Tablada, E., Díaz, M., Robledo, C. y Balzarini, M. (2009). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Argentina.
- Egúsqiza, R. (2000). *La papa: producción, transformación y comercialización*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Presentacion\\_Principales\\_Resultados\\_ESPAC\\_2017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf)
- Espinoza, S., Montesdeoca, L., Vásquez, P., Pallo, E., Acosta, M., Quishpe, C., López, J., Monteros, C., Haro, F., Yumisaca, F. y Andrade-Piedra, J. (2011). *Papas nativas de colores un negocio con responsabilidad social*. En Andrade-Piedra, J., Reinoso, I. y Ayala, S. (eds). (2011). *Memorias del IV Congreso Ecuatoriano de la Papa*. 28 a 30 de junio de 2011. Guaranda, Ecuador.
- Estrada, N. (1994). *Manual sobre manejo de germoplasma de la papa: Taxonomía, genética y Mejoramiento de la papa*. Lima: CIP. p. 3-39
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2008). Obtenido de <http://www.fao.org/potato-2008/es/elaip/index.html>.
- FAO. (2013). *Datos preliminares correspondientes al año 2011*. Disponible en: [faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor](http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor).
- Flores, R., Naranjo, H., Galárraga, J., Paz, M. y Viteri, S. (2012). *Estudio de demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador*. Quito. Recuperado de [http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuadoriano-de-la-papa/ruben\\_flores\\_estudiodesemilla.pdf](http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuadoriano-de-la-papa/ruben_flores_estudiodesemilla.pdf)
- Fankhauser, C. (1997). *Pérdidas en el rendimiento debidas a la presencia de Rhizoctonia solani o Strptomyces scabies o daño por gusano blanco en tubérculos semilla*. Proyecto 4.3: Control de Calidad, EESC, Quito-Ecuador.
- Hardy, B., y Andrade, H. (1998). *Variedades de papa cultivadas en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Hartmann, H., Kester, D. (1991). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. 2ª. ed. México, Editorial Continental S.A. 760p.

- Huaraca, H., Montesdeoca, F. y Pumisacho, M. (2009). Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo del tubérculo-semilla de papa. Quito. INIAP.
- Infoagro, (2017). *Producción de semilla de papa*. Recuperado de [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm)
- Instituto Interamericana de Cooperación para la Agricultura (IICA), (2014). Introducción de la variedad Yema de huevo y otras variedades de papa en el Asentamiento del Triunfo del Volcán Turrialba. Informe de avance. Obtenido de [http://www.priica.sictanet.org/sites/default/files/CR\\_Papa%20%2812.1%29%20Promisorios\\_Turrialba\\_%20Var%20%27Yema%20de%20Huevo%27\\_0.pdf](http://www.priica.sictanet.org/sites/default/files/CR_Papa%20%2812.1%29%20Promisorios_Turrialba_%20Var%20%27Yema%20de%20Huevo%27_0.pdf)
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), (2018). Manual de cultivo de papa. Recuperado de <http://manualinia.papachile.cl/?page=ciclo&etapa=17>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), (2009). *Informe Anual Técnico*. Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional de Protección Vegetal. Quito, Ecuador.
- INIAP, (2012). *Informe final de actividades del Departamento de Producción de semillas*.
- INIAP, (1997). MIP manual. Obtenido de Memorias del curso: “Manejo integrado de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa”: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manejo%20integrado%20de%20las%20principales%20plagas%20y%20enfermedades%20del%20cultivo%20de%20papa..pdf>
- INIAP. (2013). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Quito, Ecuador.
- Midmore, D. (1988). *Fisiología de la papa bajo condiciones de clima cálido*. Guía de investigación CIP. Lima, Perú.
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de papa en el Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre). SINAGAP. Recuperado de [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_papa.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf)
- Monteros, C., Gavilanes, M. y Sierra, N. (2009). *Selección de variedades nativas con pulpa de colores con potencial de mercado con la participación de la cadena*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Fontagro 353-05. Quito, Ecuador.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Tello, C., Pallo, E., Reinoso, I., Garofalo, J., . . . Cuesta, J. (2011). *INIAP-Puca Shungo: Variedad para consumo en fresco y procesado*. Quito, Ecuador. Plegable N° 375. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2897>
- Monteros, C. y Reinoso, I. (2010). *Biodiversidad y oportunidades de mercado para papas nativas ecuatorianas*. Quito.

- Monteros, C. y Reinoso, I. (2011). *Informe final del Proyecto FTG-353/05 Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas*. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria. (FONTAGRO), INIAP-Ecuador, Quito, Ecuador, 40 p.
- Monteros, C., Cuesta, X., Jiménez, J. y López, G. (2005). *Las papas nativas en el Ecuador: Estudios cualitativos sobre oferta y demanda*. Quito.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J. y Reinoso, I. (2011). *Papas nativas e la sierra centro y norte del Ecuador: catálogo etnobotánico, morfológico, agronomico y de calidad*. INIAP. Quito.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Tello, C., Reinoso, I., Garófalo, J., Carrera, E., . . . Cuesta, X. (2011). *Ficha técnica de la variedad de papa INIAP–Yana Shungo*. Quito, Ecuador. Plegable N° 376. Recuperado el 6 de Diciembre de 2017, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20la%20variedad%20de%20papa%20INIAP%20Yana%20Shungo..pdf>
- Montesdoca, F. (2005). *Guía para la producción, comercialización y uso de la semilla de papa de calidad*. Recuperado de <http://www.monitoreoyevaluacion.info/biblioteca/files/original/c4c26bafc3999f7e9f12764ef8a26edf.pdf>
- Montesdeoca, F.; Narváez, G.; Mora, E.; Benítez, J. 2006. *Manual de Control de Calidad en tubérculo-semilla de papa*. Quito, Ecuador. INIAP. 45 p.
- Montesdoca, F., Panchi, N., Israel, N., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., . . . Andrade, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. INIAP, Quito, Ecuador.
- Montesdeoca, F.; Benítez, J.; Paula, N. 2001. *Producción de semilla de papa de categorías Prebásica, Básica y Registrada*. Quito, EC. INIAP. 26 p
- Montesdeoca F., Panchi N., Pallo E., Yumisaca F., Taipe A., Mera X., Espinoza S., Andrade Piedra J. (2012). *Produzcamos nuestra semilla de papa de buena calidad-Guía para agricultores*. Centro Internacional de la papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Consorcio de Pequeños Agricultores de Papa (CONPAPA), Mcknight Foundation. Quito - Ecuador.
- Mora, E., Pumisacho, M., Reinoso, I., y Aucancela, R. (2010). *Conozca y maneje las enfermedades del suelo en el cultivo de papa*. Recuperado de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Enfermedades\\_suelo.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Enfermedades_suelo.pdf)
- Narváez, G. 2005. *Ajuste de los parámetros de protocolo de control de calidad (CIC) propuesto por Fortipapa para la Producción de Semilla de Papa Registrada y Certificada en base a situaciones reales en campo en cuatro localidades*. Tesis.

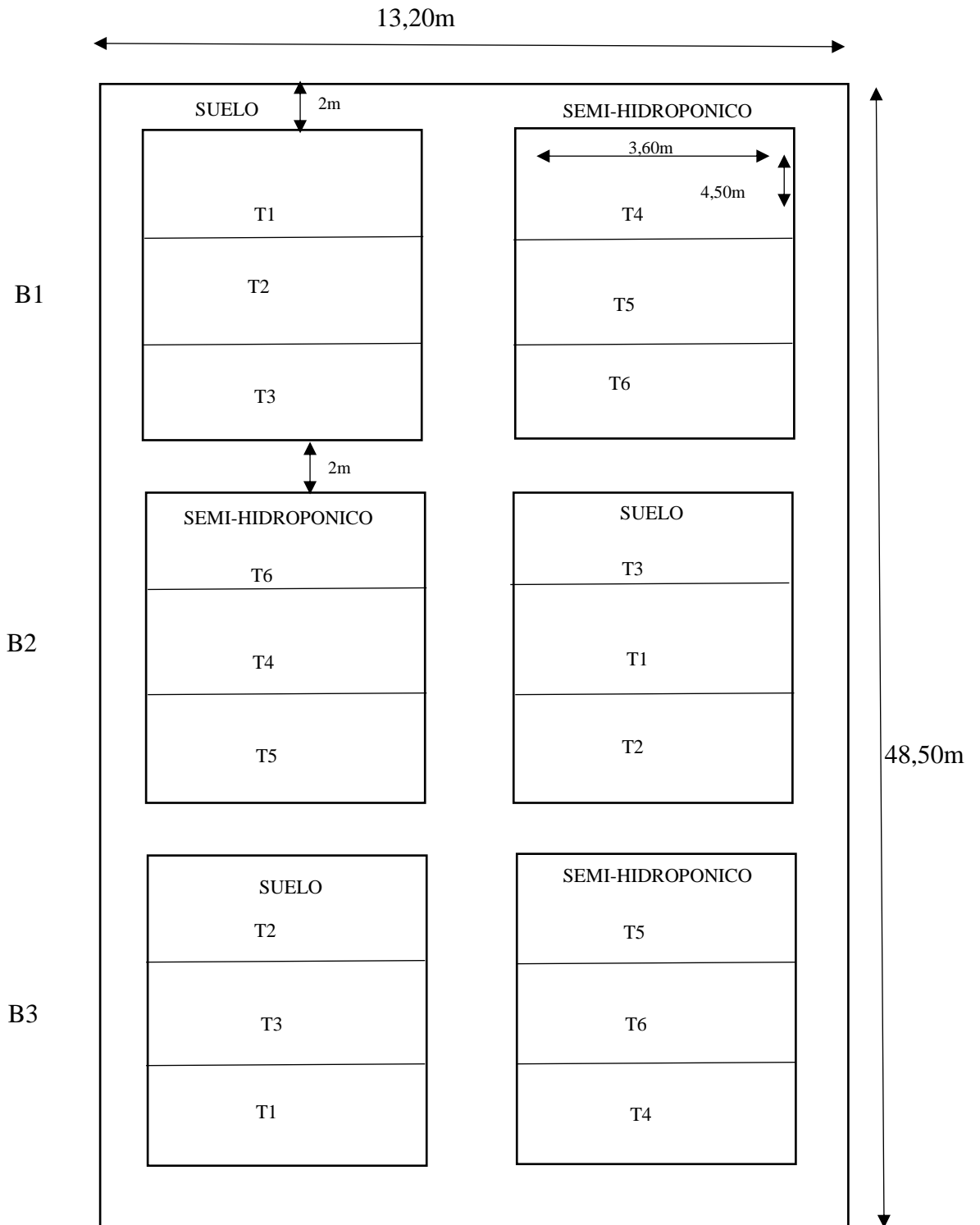
Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.  
p. 5-8

- Otazu, V. (2009). *Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía*. Obtenido de CIP: <https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/27230705/Manual+Aeropon%C3%ADa.pdf>
- Pinza, M. 1997. *Producción de semilla prebásica de papa (Solanum tuberosum) en invernadero con 3 orígenes y aporques*. Santa Catalina-INIAP. Tesis de pregrado Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Pumisacho, M., y Sherwood. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador*. INIAP. CIP. Quito.
- Pumisacho, M., y Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores-INIAP*. Quito.
- Robertson, B., y Alexander, M. (1992). *Influence of calcium, Iron, and pH Phosphate Availability for microbial mineralization of organic chemical*. Applied and Environmental Microbiology, disponible en URL: <http://aem.asm.org/content/58/1/38.short>
- Rojas, V. (2015). *Evaluación de cuatro sustratos en la producción de semilla prebásica de papa (Solanum tuberosum) en dos variedades. tumbaco, pichincha*. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Sango, M. (2013). *Evaluación de cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel (Dianthus caryophyllus)*. Latacunga, Cotopaxi. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito.
- SEPACAM, 2008. *Proyecto de producción de semilla de calidad con tecnologías limpias usando la metodología de investigación participativa para el mejoramiento sostenible de la productividad del cultivo de papa en la subcuenca del río San Pedro, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. Machachi, EC. 15 p.
- Tacuri, J. (2012). *Evaluación de la eficacia de dos formulaciones nutricionales y tres diferentes rangos de peso de minitubérculos-semilla prebásica en la productividad semi-hidropónico de la papa (Solanum tuberosum), CV. Fripapa, bajo invernadero*. Trabajo de pregrado ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
- Thompson, L., y Troeh, F. (1988). *Los suelos y su fertilidad*. New York: Reverté.
- Valadéz. (1997). *Cultivos semihidropónicos*.
- Valverde, F., y Alvarado, S. (2009). Manejo del suelo y la fertilización del cultivo de papa: experiencias del DMSA. INIAP-CIP. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2496/1/iniapsc343m.pdf>

- Villacrés, E., Quilca, N., Muñoz, R., Monteros, C., y Reinoso, I. (2009). *Caracterización física, nutricional y funcional de papas nativas (Solanum tuberosum ssp.) para orientar sus usos en Ecuador*. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 15(1), 52-54. Obtenido de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1497/1/iniapscr2009CD14CVc.pdf>
- Yumisaca, Y., Aucancela, R., Haro, F., Pérez, C. y Andrade-Piedra, J. (2009). Encontrando soluciones sostenibles con pequeños productores de la papa a través de investigación participativa en la sierra centro de Ecuador. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 15 (1), 86-89. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/428568>

## 7. ANEXOS

### 1. Diseño del ensayo en campo






## 2. Monitoreo de plagas y enfermedades

Número	Plaga o enfermedad	Síntoma	Parte de la planta	Etapa fenológica	Observaciones
1	Pulguilla	Perforaciones en la hoja	Hoja	V1 (Emergencia)	
	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja		
2	Lancha	Manchas necróticas y sin presencia de micelio	Hoja	V2 (Desarrollo)	
3	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja	V2	Presencia en la Var. INIAP Yana shungo
	Alternaria	Pequeñas manchas pardo oscura	Hoja		
4	Pulguilla	Pequeñas perforaciones	Hoja	V2	
	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja		
5	Pulguilla	Pequeñas perforaciones	Hoja	V2	Presencia en la Var. INIAP Yana Shungo
	Alternaria	Manchas pequeñas de color oscuro con halo clorótico	Hoja		
6	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja	V3 (Inicio floración)	
7	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja	V3	Presencia en la Var. INIAP Yana Shungo
	Alternaria	Manchas de color oscuro de diferente tamaño con presencia de halo clorótico	Hoja		
8	Lancha	Manchas necróticas con presencia de micelio	Hoja	V3	

<b>Número</b>	<b>Plaga o enfermedad</b>	<b>Síntoma</b>	<b>Parte de la planta</b>	<b>Etapa fenológica</b>	<b>Observaciones</b>
<b>9</b>	Aletrnaria	Manchas de color oscuro con tamaño variado	Hoja	V3	Var. INIAP Yana shungo, mayor presencia en sustrato semihidropónico
	Lancha	Presencia de manchas necróticas con micelio	Hoja		
	Pulguilla	Pequeñas perforaciones	Hoja		
<b>10</b>	Lancha	Manchas necróticas con prsencia de micelio	Hoja	V3	
	Alternaria	Manchas de color oscuro de tamaño variado presente en diferentes partes de la hoja	Hoja		Var. INIAP Yana shungo, mayor presencia en sustrato semihidropónico
<b>11</b>	Alternaria	Manchas de color oscuro de tamaño variado presente en diferentes partes de la hoja	Hoja	R4 (Fin floración y fin tuberización)	Var. INIAP Yana shungo, mayor presencia en sustrato semihidropónico
	Lancha	Manchas necróticas sin presencia de micelio	Hoja		
<b>12</b>	Alternaria	Manchas necróticas en diferentes partes de la hoja con tamaño variado	Hoja	R5 (Engrose)	Var. INIAP Yana shungo, mayor presencia en sustrato semihidropónico

### 3. Análisis químico del sustrato semihidropónico.



# LABONORT

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

---

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

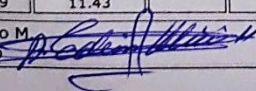
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: CRISTIAN CALDERON Ciudad: Teléfono: 0989452458 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Espejo Parroquia: San Isidro Sitio: Carlizama
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Carlizama Superficie: Número de Campo: M 1 - Sustrato Cultivo Actual: A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 7462 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo M 1 Fecha de Ingreso: 2017-02-10 Fecha de Reporte: 2017-02-15

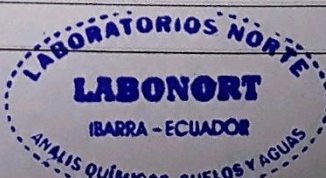
  

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	32.89	ppm	
P	27.60	ppm	
S	10.77	ppm	
K	1.23	meq/100 ml	
Ca	7.69	meq/100 ml	
Mg	2.51	meq/100 ml	
Zn	0.85	ppm	
Cu	4.10	ppm	
Fe	64.12	ppm	
Mn	21.71	ppm	
B	0.52	ppm	
pH	7.40		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.234	mS/cm	
MO	1.63	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
3.06	2.04	8.29	11.43					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio 



**LABONORT**  
IBARRA - ECUADOR  
ANÁLISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS



#### 4. Análisis químico del sustrato suelo.

# LABONORT

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

---

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: CRISTIAN CALDERON Ciudad: Teléfono: 0989452458 Fax:		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Espejo Parroquia: San Isidro Sitio: Carlizama	
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Carlizama Superficie: Número de Campo: M 1-Suelo Cultivo Actual: A Cultivar:		<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 7463 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo M 1 Fecha de Ingreso: 2017-02-10 Fecha de Reporte: 2017-02-15	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	34.26	ppm	
P	38.81	ppm	
S	10.16	ppm	
K	1.63	meq/100 ml	
Ca	10.88	meq/100 ml	
Mg	3.73	meq/100 ml	
Zn	1.02	ppm	
Cu	8.30	ppm	
Fe	134.78	ppm	
Mn	48.35	ppm	
B	0.64	ppm	
pH	7.14		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.373	mS/cm	
MO	2.36	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2.92	2.29	8.96	16.24					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio