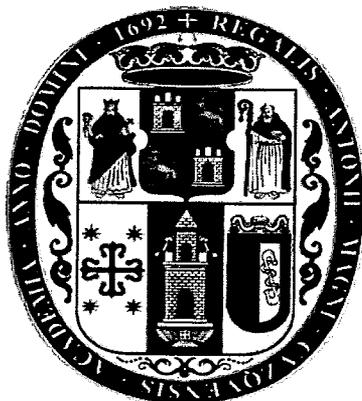


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL DESARROLLO  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 10 VARIEDADES DE  
PAPAS NATIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE MINI-TUBÉRCULOS  
BAJO EL SISTEMA AEROPÓNICO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROPECUARIO.**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

**SERGIO MEDINA QUISPE**

**ASESOR: MSc. SALVADOR QUISPE CHIPANA**

**FINANCIADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**ANDAHUAYLAS – PERÚ**

**2014**

## DEDICATORIA

A Dios quien es mi principio, mi guía y fortaleza constante.

A mis queridos padres, Modesto y Leandra, quienes incansablemente trabajaron para educarme, incentivándome para lograr mis objetivos.

A mis hermanos, Leonardo, Paulino, Emilia, Manuel, Martha, Leónidas, Modesto, Fabio, Gloria, David, Rubén y Nélica, por sus recomendaciones y apoyo incondicional.

A mis sobrinos, en especial a Yosman.

A ti, por acompañarme desde que te conocí durante todos estos años de mi vida y por ser parte de este nuevo triunfo personal.

*Sergio Medina Quispe*

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Facultad Ciencias Del Desarrollo, Carrera Profesional De Ingeniería Agropecuaria, a mi asesor MSc. Salvador Quispe Chipana, quien me apoyo en todo momento, al coordinador, plana docente y administrativo, por las Orientaciones Brindadas durante mi formación Profesional.

Al Centro Internacional de la Papa - Lima, a Carlos Chuquillanqui, mi querido amigo, quien me apoyo con sus recomendaciones en todo momento; a Magali García que siempre estuvo pendiente para la culminación de esta tesis.

Al INIA-Cusco, a Ladislao Palomino por sus recomendaciones brindadas.

A la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas por medio del Proyecto "Instalación de Variedades Promisorias de Papas Nativas para Uso Industrial en la Región Apurímac" y sus profesionales que me apoyaron en todo momento, a mi amigo Ing. Sixto Franco Meléndez, quién amablemente me colaboro en el desarrollo de esta investigación, de igual manera el Ing. Alberto Vidal Silva.

A Manuel Medina Quispe mi hermano, Benjamín Supanta Soras, Jhosimar Lizarme Román y Marco Antonio cárdenas, quienes fueron fundamentales en el desarrollo del trabajo de investigación con quienes compartimos momento arduos de trabajo en el invernadero.

A todos aquellos que de una u otra forma participaron en el desarrollo de esta investigación y me brindaron su verdadera amistad y apoyo incondicional.

A todos ellos, mi agradecimiento sincero y de corazón.

## ÍNDICE

CAPÍTULOS	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>2</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
2.2.1 Pregunta general en relación al problema existente: .....	2
2.2.2 Preguntas específicas en relación a la pregunta general y al problema existente: .....	2
2.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
2.4 OBJETIVOS .....	4
2.4.1 Objetivos generales .....	4
2.4.2 Objetivos específicos .....	4
2.5 HIPÓTESIS .....	4
2.5.1 Hipótesis general .....	4
2.5.2 Hipótesis específico .....	4
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
3.1.1 Antecedentes internacionales .....	5
3.1.2 Antecedentes Nacionales.....	6
3.1.3 Antecedentes locales .....	9
3.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO .....	9
3.2.1 Origen de la papa.....	9
3.2.2 Taxonomía .....	10
3.2.3 Morfología de la papa.....	11
3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO .....	13
3.4 ACTUALIDAD DE LA PAPA EN EL PERÚ.....	24
3.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE – BÁSICA DE PAPA. .	24
3.5.1 Sistema convencional .....	25
3.5.2 Sistema Hidropónico .....	25
3.5.3 El Sistema NFT - Nutrient Film Technique o técnica de la solución nutritiva re circulante. ....	26
3.5.4 Sistema Aeropónico .....	27

3.6 MANEJO DEL SISTEMA AEROPÓNICO.....	31
3.6.1 Contenedor .....	31
3.6.2 Siembra.....	31
3.6.3 Trasplante de plántulas en contenedor .....	32
3.6.4 Aporque.....	32
3.6.5 Tutoreo.....	33
3.6.6 Cosecha .....	33
3.6.7 Almacenamiento .....	33
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	34
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO.....	34
4.2.1 Características climáticas.....	35
4.3 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	35
4.3.1 Materiales para implementar el contenedor aeropónico.....	35
4.3.2 Equipos y materiales del sistema de bombeo .....	36
4.3.3 Materiales y equipos para el manejo del cultivo.....	36
4.3.4 Materiales y equipos para recopilación y análisis de información. ....	37
4.4 VARIEDADES EN ESTUDIO .....	38
4.5 EL SISTEMA AEROPÓNICO .....	39
4.6 COMPOSICIÓN Y MANEJO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA .....	41
4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	42
4.8 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN.....	44
4.8.1 Variables agronómicas.....	44
4.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	46
4.9.1 Construcción del contenedor aeropónico. ....	46
4.9.2 Instalación del plástico .....	46
4.9.3 Elaboración de tapas de contenedor aeropónico .....	46
4.9.4 Adquisición de plántulas in vitro y enraizamiento.....	47
4.9.5 Trasplante al contenedor.....	47
4.9.6 Aporque.....	48
4.9.7 Tutoreo.....	48
4.9.8 Controles fitosanitarios .....	48
4.9.9 Fertilización .....	48
4.9.10 Cosecha y almacenamiento .....	48

4.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	49
4.11 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	50
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	51
5.1.1 Altura de planta .....	51
5.1.2 Días a la tuberización .....	56
5.1.3 Porcentaje de Supervivencia .....	58
5.1.4 Días a la senescencia de planta .....	59
5.1.5 Diámetro de tallo en la senescencia .....	61
5.1.6 Días a la primera cosecha .....	63
5.1.7 Rendimiento por planta .....	65
5.1.8 Número de Mini-tubérculos por planta .....	71
5.1.9 Peso promedio de mini-tubérculos por planta .....	76
5.1.10 Categorías de mini-tubérculos .....	82
5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	87
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>91</b>
6.1 EVALUACIONES DURANTE LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO.....	91
6.1.1 Altura de planta .....	91
6.1.2 Días a la tuberización .....	91
6.1.3 Porcentaje de Supervivencia .....	92
6.1.4 Días a la senescencia de planta .....	92
6.1.5 Diámetro de tallo en la senescencia .....	93
6.2 EVALUACIONES DURANTE LA COSECHA .....	93
6.2.1 Días a la primera cosecha .....	93
6.2.2 Rendimiento por planta .....	94
6.2.3 Número de Mini-tubérculos por planta .....	94
6.2.4 Peso promedio de mini-tubérculos por planta .....	95
6.2.5 Categorías de tubérculos .....	95
6.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	96
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>105</b>
<b>X. ANEXOS.....</b>	<b>110</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la papa nativa .....	10
Cuadro 2. Especies nativas.....	10
Cuadro 3. Características de la variedad Puka aju suyto .....	13
Cuadro 4. Características de la variedad Huayro .....	14
Cuadro 5. Características de la variedad Peruanita .....	15
Cuadro 6. Características de la variedad Q'eq'orani .....	16
Cuadro 7. Características de la variedad Duraznillo .....	17
Cuadro 8. Características de la variedad Yana Shuito.....	18
Cuadro 9. Características de la variedad Camotillo .....	19
Cuadro 10. Características de la variedad Wenccos.....	20
Cuadro 11. Características de la variedad Q'ompis .....	21
Cuadro 12. Características de la variedad Amarilla Tumbay .....	23
Cuadro 13. Principales características de las variedades utilizadas en la investigación .....	38
Cuadro 14. Concentración de nutrientes para papa nativa .....	41
Cuadro 15. Tratamientos Evaluados .....	42
Cuadro 16. Análisis de variancia .....	50
Cuadro 17. Análisis de Variancia para Altura de Planta .....	51
Cuadro 18. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variable altura de planta (cm). .....	52
Cuadro 19. Análisis de Variancia para Días a la Tuberización.....	56
Cuadro 20. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para días a la tuberización .....	57

Cuadro 21. Análisis de variancia para porcentaje de sobrevivencia .....	58
Cuadro 22. Análisis de variancia para días a la senescencia de planta .....	59
Cuadro 23. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para días a la senescencia (Cm) .....	60
Cuadro 24. Análisis de variancia para el diámetro de tallo en la senescencia de planta.....	61
Cuadro 25. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para diámetro de tallo en la senescencia (mm).....	62
Cuadro 26. Análisis de variancia para días a la primera cosecha .....	63
Cuadro 27. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para días a la primera cosecha.....	64
Cuadro 28. Análisis de variancia para el rendimiento por planta (gramos/planta).....	65
Cuadro 29. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% rendimiento por planta (Gramos/Planta).....	66
Cuadro 30. Análisis de variancia para el número de mini-tubérculos por planta .....	71
Cuadro 31. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% número de mini - tubérculos por planta .....	72
Cuadro 32. Análisis de variancia para el peso promedio de mini-tubérculo por planta .....	76
Cuadro 33. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% peso promedio de mini-tubérculo por planta (gramos/planta).....	77
Cuadro 34. Análisis de variancia para el número de mini tubérculos mayores a 5 gramos por planta.....	83

Cuadro 35. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para el número de mini tubérculos mayores a 5 gramos por planta.....	84
Cuadro 36. Análisis de variancia para el número de mini tubérculos menores a 5 gramos por planta .....	85
Cuadro 37. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para el número de mini tubérculos menores a 5 gramos por planta .....	86
Cuadro 38. Costos de producción de mini tuberculillos bajo el sistema aeropónico para la investigación en un área de 42.66 m <sup>2</sup> (nuevo soles).....	87
Cuadro 39. Análisis económico de la producción de mini tubérculos por m <sup>2</sup> para cada tratamiento .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de la planta .....	12
Figura 2. Invernadero aeropónico de Kishuará .....	34
Figura 3. Construcción de contenedor aeropónico.....	35
Figura 4. Equipos del sistema de bombeo .....	36
Figura 5. Materiales y equipos para manejo.....	37
Figura 6. Materiales de recopilación de información .....	37
Figura 7. Esquema del diseño experimental .....	43
Figura 8. Altura de planta vs días de evaluación.....	53
Figura 9. Rendimiento por planta (g/planta) vs número de cosechas .....	67
Figura 10. Número de mini tubérculos por planta vs número de cosechas .....	73
Figura 11. Peso promedio de mini tubérculos vs número de cosechas .....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Promedios cada 10 días de las variables climáticas en el invernadero.....	110
Anexo 2. Análisis de agua.....	111
Anexo 3. Preparación de la Formula Hidropónica La Molina ®.....	112
Anexo 4. Matriz de consistencia.....	113
Anexo 5. Fecha de cosechos realizados por tratamientos.....	114
Anexo 6. Altura de planta (cm).....	115
Anexo 7. Promedios de altura de planta (cm) días después del trasplante....	115
Anexo 8. Días a la tuberización.....	116
Anexo 9. Número de plantas al final de la cosecha.....	116
Anexo 10. Porcentaje de sobrevivencia.....	117
Anexo 11. Días a la senescencia de la planta.....	117
Anexo 12. Diámetro de tallo en la senescencia (mm).....	118
Anexo 13. Días a la primera cosecha.....	118
Anexo 14. Rendimiento por planta (g/planta).....	119
Anexo 15. Número de mini tubérculos por planta.....	119
Anexo 16. Peso promedio de mini tubérculos por planta.....	120
Anexo 17. Número de mini-tubérculos mayores a 5 gramos por planta.....	120
Anexo 18. Número de mini-tubérculos menores a 5 gramos por planta.....	121
Anexo 19. Detalle de costo de producción de mini-tuberculillos de papa para 42.66 m <sup>2</sup> y m <sup>2</sup> por el sistema aeropónico en s/. Noviembre 2013.....	121
Anexo 20. Fotográfico.....	123

## RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el invernadero aeropónico de Kishuará cuyas coordenadas geográficas son 13° 41' 24" de latitud Sur y 73° 07' 12" de longitud Oeste, altitud de 3,665 m.s.n.m., con el objetivo "Evaluar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el Sistema Aeropónico. La unidad experimental estuvo conformada por 12 plantas distanciadas a 20 cm. x 18 cm. Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, el análisis de variancia para las variables: altura de planta, días a la tuberización, porcentaje de sobrevivencia, días a la senescencia de la planta, diámetro de tallo en la senescencia, días a la primera cosecha, rendimiento y número de mini tubérculos por planta, peso promedio de mini tubérculos en g/plt, categoría de tubérculos por planta (mini tubérculos mayores a 5 g. y mini tubérculos menores a 5 g.).

En la investigación, la variedad Huayro alcanzó el mayor crecimiento en altura de planta (133.22 cm.), el mayor rendimiento promedio/plt. (981.11 g/plt), el mayor peso promedio de mini tubérculos/plt. (12.46 g/plt); la variedad Q'ompis es la más precoz (39 días a la tuberización); los días a la primera cosecha es de 96 días para las variedades: Duraznillo, Yana shuito, Q'ompis y Camotillo. Se registraron incrementos en el periodo vegetativo para todas las variedades. El mayor número de mini tubérculos > 5 g/plt, lo obtuvo la variedad Q'eq'orani (88.33 mini tub/plt); del mismo modo, el menor número de mini tubérculos < a 5 g/plt, con 14.89 mini tub/plt. De acuerdo al análisis económico, la variedad Q'eq'orani alcanzó una rentabilidad de 709.48%.

**Palabras clave:** Sistema aeropónico, producción de mini tubérculos, Variedades de papas nativas, rentabilidad.

## ABSTRACT

The research was conducted in the greenhouse aeroponic Kishuara whose geographical coordinates are 13 ° 41 '24 " South latitude and 73 ° 07' 12" west longitude , altitude of 3,665 meters, in order to "evaluate the performance 10 varieties of native potatoes in the production of mini - tubers under Aeroponic System . The experimental unit consisted of 12 plants spaced at 20 cm. x 18 cm. The Block Design was used completely randomized , analysis of variance for variables : plant height , days to tuberization , survival percentage , days to plant senescence , stem diameter in senescence , days to first harvest, yield and number of tubers per plant mini , mini tubers average weight in g/plt category of tubers per plant (mini tubers greater than 5 g . smaller mini tubers and 5 g.).

In research, Huayro variety reached the highest growth in plant height (133.22 cm.), the highest average/plt performance. (98.11g/plt.), the highest average weight of mini tubers/plt. (12.46 g/plt), the Q'ompis variety is the earliest (39 days tuber ) days to first harvest is 96 days for varieties Duraznillo , Yana shuito , Q'ompis and Camotillo. Increases were recorded in the growing season for all varieties. The largest number of mini tubers > 5 g/plt , he got the Q'eq'orani ( 88.33 mini tub/plt ) variety , the same way , the fewest mini tubers < 5 g/plt , with 14.89 mini tub/plt . According to economic analysis, the variety Q'eq'orani reached 709.48 % return.

**Keywords:** aeroponic system, production of mini tubers varieties of native potatoes, profitability.

## I. INTRODUCCIÓN

La papa es el cuarto alimento más importante en el mundo, por lo que su papel para garantizar la seguridad alimentaria mundial presente y futura es, sin lugar a dudas, clave. Tiene como centro de origen el Perú, donde existen más de tres mil variedades y donde hoy en día más de 600 mil familias de pequeños productores se dedican a cultivarlas. **Triveño, G., (2011).**

Las papas nativas fueron durante muchos años las grandes desconocidas de los mercados urbanos. Son producidas en las zonas altas de la sierra peruana, algunas de ellas se pueden considerar en peligro de extinción. A esta altitud, las papas nativas son el principal cultivo de los pequeños productores, para quienes es una especie importante de trueque y alimento, e incluso forman parte de su acervo cultural. **Triveño, G., (2011).**

La aeroponía es una de las técnicas empleadas para aumentar la tasa de multiplicación y mantener la sanidad de semilla de papa. Estos mini tubérculos constituyen un tipo de semilla pre básica, y son empleados como material de partida para los sistemas formales (o de certificación) y sistemas mixtos (que combinan los sistemas formales e informales) de producción de semilla.

Sin embargo, se requieren de tecnologías adicionales de producción de semilla que puedan ser usadas, por agricultores tecnificados con acertado manejo de campos semilleros, empresas privadas, centros de experimentación agrícola, que aseguren vigor y sanidad óptimos, así como el tamaño y peso del tubérculo-semilla, a un precio apropiado. Buena semilla con manejo adecuado, son cuestiones fundamentales para disminuir costos y que permitan incrementar la rentabilidad del cultivo **(Meza, 2002).**

## **II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La producción de semilla pre-básica de papa en la región Apurímac es muy deficiente. Ya que los invernaderos construidos entre los años 1994 y 1998 se encuentran inoperativos, por lo que es importante buscar nuevas alternativas de producción de semilla de papa pre-básica de alta calidad, con bajo costo de producción y alto rendimiento.

El sistema aeropónico es una nueva opción en la producción de mini-tubérculos de semillas pre-básica, siendo este sistema una alternativa frente al uso desmedido de plaguicidas y desinfectantes de sustrato en especial del Bromuro de metilo.

### **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **2.2.1 Pregunta general en relación al problema existente:**

- ¿Cuál será el rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el Sistema Aeropónico?

#### **2.2.2 Preguntas específicas en relación a la pregunta general y al problema existente:**

- ¿Cómo será el crecimiento y desarrollo de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico?
- ¿Cuál será el rendimiento de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico?
- ¿Cuál será el costo – beneficio de la producción de mini-tubérculos por tratamiento en el sistema aeropónico.

### 2.3 JUSTIFICACIÓN

Las papas nativas en el Perú, se destacan por su popularidad en la gastronomía peruana y su variabilidad genética. La papa constituye parte de la dieta alimentaria del ser humano y en especial del poblador de los andes, porque tiene grandes propiedades alimenticias al contener vitaminas, carbohidratos y otros componentes.

Siendo el tubérculo-semilla de papa factor fundamental para garantizar la calidad y la productividad de un cultivo, la siembra de tubérculos de mala calidad puede perjudicar una siembra, aun cuando las demás condiciones sean favorables al cultivo. Por ello es importante realizar investigaciones para determinar el rendimiento de las variedades de papas nativas en el sistema Aeropónico, porque este sistema garantiza la producción de semilla pre-básica de alta calidad genética libre de virus y enfermedades que los otros sistemas de producción.

En el Perú existen escasas investigaciones de producción de semilla pre-básica de papa nativa por el sistema aeropónico, por lo que es importante la presente investigación para aportar mayor conocimiento e información sobre los factores que determinan el rendimiento de producción en el sistema aeropónico. En la región de Apurímac no existe ninguna investigación, por tal motivo, la presente investigación, se orienta hacia la búsqueda de evaluar el rendimiento de 10 variedades papas nativas en la producción de semilla pre-básica bajo el sistema de producción aeropónico en condiciones de la zona andina.

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 Objetivos generales**

- Evaluar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el Sistema Aeropónico.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el crecimiento y desarrollo de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico.
- Determinar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico.
- Evaluar el costo – beneficio de la producción de mini-tubérculos por tratamiento en el sistema aeropónico.

## **2.5 HIPÓTESIS**

### **2.5.1 Hipótesis general**

- Bajo el sistema aeropónico la producción de mini-tubérculos es posible obtener mejores rendimientos en las 10 variedades de papas nativas.

### **2.5.2 Hipótesis específico**

- Es posible determinar el crecimiento y desarrollo de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico.
- Es posible determinar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico.
- Es posible evaluar el costo – beneficio de la producción de mini-tubérculos por tratamiento en el sistema aeropónico.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 Antecedentes internacionales

**Según Otazu (2010)**, indica que en Corea y China, inicia producción comercial en masa de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Esta tecnología viene usándose exitosamente en la zona centro-andina de Sudamérica desde 2006. En la actualidad se desarrolla el cultivo aeropónico de papa en Kenya, Malawi, Mongolia, Ecuador, Colombia y Bolivia.

**Según Cayambe (2010)**, en Ecuador realizó la “Evaluación de soluciones nutritivas para la producción de semilla pre-básica de papa bajo el sistema aeropónico” con el objetivo de evaluar tres soluciones nutritivas en la producción de tubérculo – semilla categoría pre-básica de dos variedades de papa bajo un sistema de manejo aeropónico. Donde obtuvo un promedio de 94 tubérculos/planta y un promedio de 2001 tubérculos/m<sup>2</sup>. El análisis financiero para las interacciones con la variedad I-Fripapa, determina como única alternativa económica a la solución nutritiva uno (Univ. La Molina), cuyo beneficio neto fue de 537.21 USD/m<sup>2</sup>, mientras que, la variedad Superchola, demuestra que la solución nutritiva tres (Requerimientos nutricionales) presenta el mayor beneficio neto, equivalente a 457.78 USD/m<sup>2</sup>.

**Según Saquinga (2012)**, en Ecuador evaluó la producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría pre-básica, utilizando Biol en un sistema aeropónico, en donde obtuvo con la aplicación de biol 60% de K (P2), produjo los mejores resultados con mayor crecimiento en altura de planta

(143,60 cm), mayor número de tubérculos por planta (7,91), consecuentemente se obtuvo el mejor rendimiento (7,82 kg/tratamiento), acortando los días a la primera cosecha (179,81). Sin embargo, con la aplicación de biol en la dosis de 4 l/20 l de agua (20%) (D2), produjo la mayor altura de planta (142,66 cm), como mayor número de tubérculos por planta (8,07) y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (49,38%). Por otro lado, La aplicación de los bioles a los 60 días del trasplante (F1), produjo mayor crecimiento en altura de planta (142,63 cm) y el mayor número de tubérculos por planta (8,03). Finalmente, análisis económico es, el tratamiento P2D2F2 (Biol 60% de K, 4 l/20 l, a los 90 días del trasplante), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,87 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,87 veces lo invertido.

### **3.1.2 Antecedentes Nacionales**

**Otazu y Chuquillanqui (2007)**, evaluaron un sistema aeropónico adaptado para la producción de semilla pre-básica de bajo costo. Probaron el sistema adaptado en 3 cultivares peruanos usando materiales y equipos simples con el fin de solucionar los problemas de esterilización de sustratos y poder bajar costos de producción. Los resultados fueron muy prometedores en condiciones de Sierra Central en el Perú; pues se produjo mayor número promedio de tuberculillos por planta de las variedades: Canchan (71 tubérculos/planta), Perricholi (70 tubérculos/planta) y Yungay (68 tubérculos/planta), en comparación con el sistema convencional de macetas.

**Según Mateus, (2010)**, en un estudio realizado entre los años 2008 a 2010, con el objetivo de evaluar el efecto del ambiente sobre el crecimiento, desarrollo y producción de mini-tubérculos de 10 cultivares de papa

establecidos bajo un sistema aeropónico, en ambientes de costa y sierra central del Perú, determinó que bajo condiciones de costa, se registraron incrementos importantes en los ciclos vegetativos, altura y peso seco de la planta, en comparación con los ambientes de la sierra, donde se determinó que la variación en esta respuesta estuvo relacionada con el efecto genotípico, seguido del efecto genotipo por ambiente.

En cuanto al rendimiento en peso por planta, en la costa, venturana fue el mejor cultivar con 644 g y Chucmarina fue el mejor cultivar en el número de mini-tubérculos por planta, con 60.17. Estas dos variedades mostraron la mayor estabilidad a lo largo de todos los ambientes de prueba. Adicionalmente, bajo esta investigación se realizó el correspondiente análisis de costos y factibilidad económica para el sistema aeropónico, determinando que con una inversión aproximada de US\$ 9.000, y de operación de US\$ 1.526 por campaña, el sistema puede ser factible cuando se alcanzan rendimientos superiores a 30 mini-tubérculos por planta.

**Según Barona (2013)**, realizó la comparación de materiales de siembra en la producción de semilla pre-básica de papa bajo un sistema aeropónico con el objetivo Determinar si el tipo de material de partida influye en la respuesta en el rendimiento e índice de cosecha. Donde, la variedad Chucmarina obtuvo con material (esquejes 469 tub/m<sup>2</sup> y plt. In vitro 663 tub/m<sup>2</sup>), así mismo, la variedad serranita obtuvo con material (Esquejes 246 tub/m<sup>2</sup> y plt. In vitro 509 tub/m<sup>2</sup>). Concluye que, los esquejes enraizados produjeron mayor número de tubérculos >5 g en la variedad Serranita, pero no en la variedad Chucmarina. Las plántulas in vitro, produjeron mayor número de tubérculos <5 g, en la variedad Chucmarina en comparación con la variedad Serranita. Mientras que,

la mejor rentabilidad se encontró con el uso de plántulas in vitro en ambas variedades. (Chucmarina 73.38% y Serranita 33.09%).

**Según García (2013)**, realizó la "Evaluación Técnica, Económica y de Sustentabilidad de Dos Métodos de Producción de Semilla Pre Básica de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Bajo Invernadero", con el objetivo Evaluar la sustentabilidad para dos métodos de producción de semilla pre- básica de papa. Donde, obtuvo el número de tubérculos  $> 5$  g por  $m^2$ , en el sistema aeropónico – serranita con un promedio de 332 tubérculos / $m^2$  (13.28 tub/pl), en comparación con el sistema Convencional – Serranita con promedios de 54 tubérculos/ $m^2$  (2.16 tub/plt.).

El mayor número de tubérculos  $< 5g/m^2$  promedio, fue de 198 tubérculos/ $m^2$  en el sistema de aeroponía, en tanto que para el sistema convencional el número tubérculos  $< 5g/m^2$  promedio fue de 16 tubérculos/ $m^2$ . El menor costo total de producción por metro cuadrado, se obtuvo en el sistema convencional tanto con las variedades chucmarina como serranita con US \$ 37.98/ $m^2$ ; en tanto que, el mayor costo total se presentó en el sistema aeropónico (chucmarina y serranita) con US \$ 74.96/ $m^2$ .

El mayor ingreso total, obtuvo el sistema Aeropónico- Serranita con US \$ 125.16/ $m^2$ . Mientras que, para el sistema Convencional- Serranita presentó el menor ingreso total con US \$ 18/ $m^2$ .

La mayor rentabilidad se logró con el sistema Aeropónico- Serranita con 66.97%, y la menor rentabilidad se presentó en el sistema Convencional- Chucmarina con -29.44%

### 3.1.3 Antecedentes locales

A nivel local no existen trabajos de investigación en producción de mini-tubérculos bajo el sistema aeropónico. Sin embargo, el proyecto "Instalación de variedades promisorias de papas nativas para uso industrial en la región Apurímac", implemento invernadero con el sistema Aeropónico.

## 3.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO

### 3.2.1 Origen de la papa

**Triveño, G. (2011)**, indica que es de aceptación general que la papa es originaria de América, pero durante mucho tiempo se discutió su centro de origen. Si bien hay restos de cerámica y figuras preincaicos que confirman que hace 7,000 años los primeros pobladores peruanos horticultores iniciaron la domesticación de la papa, es recién en 2005 que el botánico **David Spooner** del Servicio de Investigación Agrícola, colaboradores del Instituto Escocés de Investigación en cultivos y científicos del Centro Internacional de la Papa concluyeron que el punto de origen único de las papas cultivadas era el norte del lago Titicaca, en el sur peruano.

Esta verificación se hizo usando análisis genéticos de especies silvestres y variedades nativas recolectadas a lo largo y ancho de los Andes y explica por qué el Perú cuenta con la mayor diversidad genética de papa tanto silvestres como cultivadas, encontrándose 91 de las 191 especies de papas silvestres reconocidas y cerca de 3,000 variedades nativas de todas las especies existentes.

### 3.2.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la papa nativa se detalla en el (cuadro 1.)

**CUADRO 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA NATIVA**

Taxonomía de la papa nativa	
Reino	Plantae
División	Fanérogamas
Sub División	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Serie	Tuberosa
Especie	Solanum ssp.

Fuente: Terranova (1995) citado por Cruz (2006)

El CIP considera la clasificación de 8 especies cultivadas (Cuadro 2).

**CUADRO 2. ESPECIES NATIVAS**

Nº	Especie	Sub especie	Nº Cromosomas	Nivel de Ploidía	Nº de entradas
1	<i>Solanum Tuberosum</i>	<i>tuberosum</i>	$2n = 4x = 48$	Tetraploide	147
		<i>andigena</i>	$2n = 4x = 48$	Tetraploide	2864
2	<i>Solanum gonicalyx</i>		$2n = 2x = 24$	Diploide	87
3	<i>Solanum stenotomun</i>		$2n = 2x = 24$	Diploide	267
4	<i>Solanum chaucha</i>		$2n = 3x = 36$	Triploide	163
5	<i>Solanum phureja</i>		$2n = 2x = 24$	Diploide	196
6	<i>Solanum juzepczukii</i>		$2n = 3x = 36$	Triploide	36
7	<i>Solanum curtilobum</i>		$2n = 5x = 60$	Pentaploide	6
8	<i>Solanum ajanhuiri</i>		$2n = 2x = 24$	Diploide	14
<b>Total</b>					<b>3780</b>

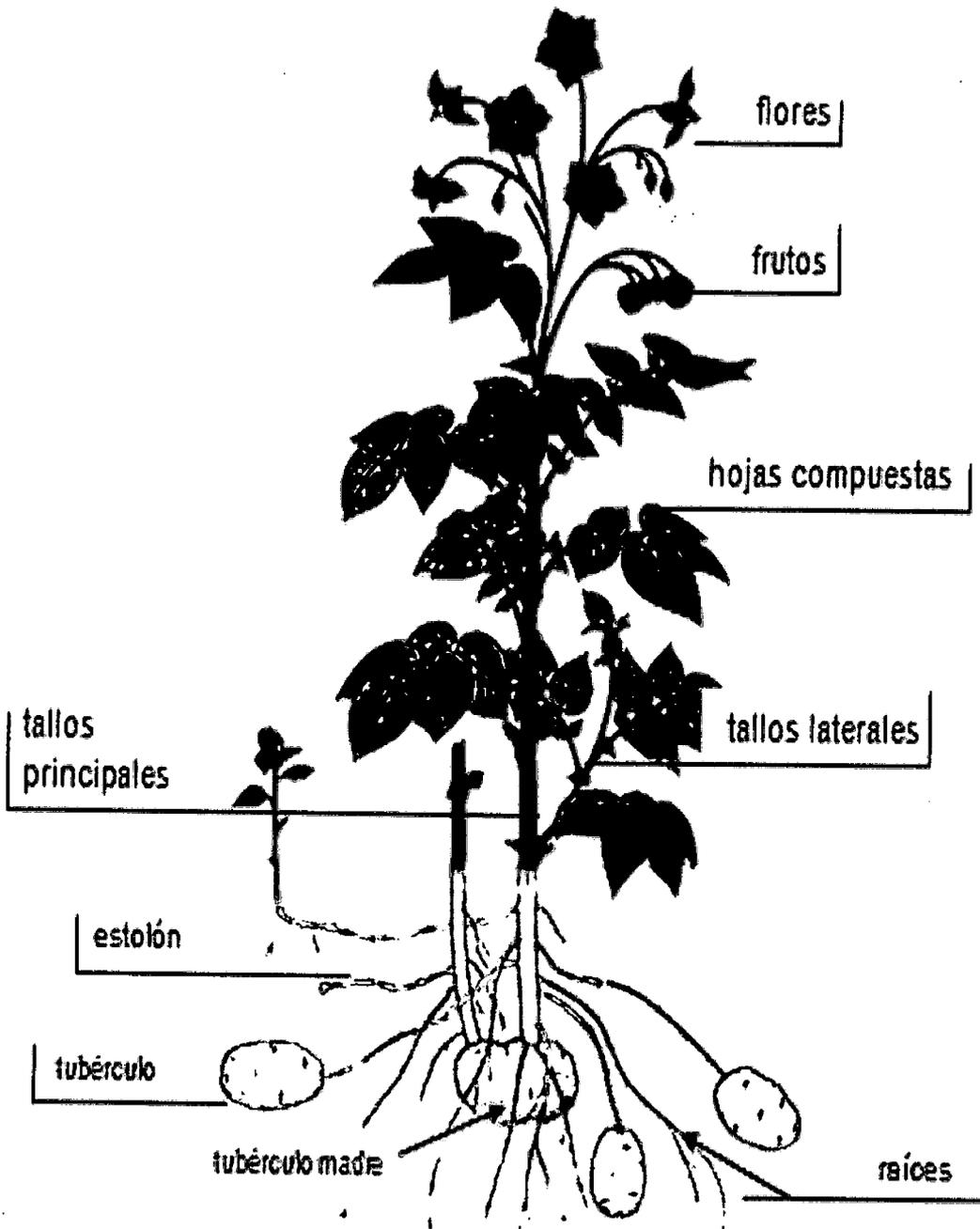
Fuente: Elaborado en base al CIP, 2008

### 3.2.3 Morfología de la papa

**Huamán (1990)**, la papa es una dicotiledónea herbácea, con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y con entrenudos cortos. Los tubérculos son tallos carnosos que, se originan en el extremo del estolón y tiene yemas y ojos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura de entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las flores son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser, de varios colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. El fruto es una baya redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo; pequeño y carnoso que contiene semillas sexuales.

**Para la FAO (2008)**, la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce tubérculos, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón que ocupa el cuarto mundial en importancia como alimento, después del trigo, arroz y maíz. La papa pertenece a la familia de las solanáceas, y al género *Solanum*, que incluye por lo menos mil especies como el tomate y la berengena. *S. tuberosum* se divide en dos subespecies apenas diferentes: *andígena*, adaptada a condiciones de días cortos, cultivada principalmente en los andes sudamericanos que requiere frío para tuberizar, y *tuberosum*, la variedad que hoy se cultiva en todo el mundo y se piensa que desciende de una pequeña introducción en Europa de papas *andígenas*, se adaptan a climas más largos y son tolerantes al calor.

FIGURA 1. PARTES DE LA PLANTA



Fuente: CIP, 2008

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO

**CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD PUKA AJU SUYTO**

<b>Código del CIP</b>	703387
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Puka Ajo Suytu (VH, AL)
Sinónimos	Puka Suyt'u, Puka Huamantanga, Aq'o Suyt'u, Yuraq Pepino
Significado	Ajo largo de dos colores
<b>Información General</b>	
Especie	<i>Solanum chaucha</i>
Abundancia	Común
Ploidía	2n = 3x = 36
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Morado (Intermedio)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración	Morado
Color del tallo	Verde
Forma del tubérculo	Oblongo alargado
Color primario de la piel del tubérculo	Rosado (pálido)
Color secundario de la piel del tubérculo	Blanco crema (como anteojos)
Color primario de la carne del tubérculo	Crema
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Color predominante del brote	Violeta
<b>Características agronómicas</b>	
Rendimiento experimental (Ton/Ha)	12
Época de cosecha	Marzo a junio
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3700 a 4100 msnm.
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suni o Jalca
Departamentos/ regiones	Huancavelica, Ayacucho, Junín Apurímac, Cerro de Pasco, Huánuco, Ancash, Cusco, Lima.
Provincias	Castrovirreyna, Acobamba, Huancavelica, Tayacaja/ Páucar del Sara Sara, Huamanga, La Mar/ Jauja, Junín, Concepción, Tarma, Huancayo/ Aymaraes, Chincheros, Andahuaylas/ Daniel Alcides Carrión, Pasco/ Humalíes/ Bolognesi, Pallasca/ Quispicanchis, Canas; Cusco, Acomayo/ canta.

Fuente: Elaborado A Base De Gómez, Roca (CIP) 2008, (FEDECH), 2006

**CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD HUAYRO**

<b>Código del CIP</b>	704125
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Puka Wayro
Sinónimos	Huayro rojo, Huayro, Wayrush.
Significado	Huayro
<b>Información General</b>	
Especie	<i>Solanum x chaucha</i> Juz. et Buk.
Abundancia	Común
Ploidía	2n=3x=36
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Semi erecto
Color de tallos	Verde con pigmentación morada
Color de hojas	Verde oscuro con raquis pigmentado
Color de flores	Moradas
Grado de floración	Abundante floración y fructificación
Forma del tubérculo	Oblongo alargado
Color primario del tubérculo	Rojo y morado
Color primario de la carne del tubérculo	Crema
Color secundario de la carne del tubérculo	Mancha rojas dispersas en el anillo vascular y la médula
Forma de ojos	Profundos y superficiales
Forma de piel	Lisa
<b>Características agronómicas</b>	
Rendimiento experimental (Tn/Ha)	22
Época de cosecha	Marzo a Junio
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3500 a 4100 m.s.n.m.
Características organolépticas	28 % de materia seca.
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ regiones:	Junín, Huánuco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Cerro de Pasco, Cusco, Lima, Puno.
Provincias:	Concepción, Huancayo, Jauja, Tarma, Junín/ Huánuco, Dos de mayo, Huamalies, Pachitea / Acobamba, Tayacaja/ Huaraz, Bolognesi, Raimondi, Sihuas, Pallasca/ Huamanga, Páucar de Sara Sara, Víctor Fajardo/ Daniel Alcides Carrión, Pasco/Paucartambo, Quispicanchis, Anta, Calca/ Antabamba, Andahuaylas, Chincheros/ Cajatambo, Yauyos, Huarochirí, Oyón, Canta/Sandia.

*Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008 Y COSIO 2006*

**CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD PERUANITA**

<b>Código del CIP</b>	703356
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Peruanita
Sinónimos	Jilguero, Kaswash Munilla, Milagro
Significado	Peruanita
<b>Información General</b>	
Especie	<i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> (Juz. et Buk.) Hawkes
Abundancia	Común
Ploidía	2n = 4x = 48
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Rojo morado (intenso)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración	Profuso
Color del tallo	Verde con pocas manchas
Forma del tubérculo	Comprimido, con ojos medianamente profundos
Color primario de la piel del tubérculo	Rojo morado
Color secundario de la piel del tubérculo	Amarillo en manchas dispersas y como anteojos
Color primario de la carne del tubérculo	Amarillo
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Color predominante del brote	Rojo
<b>Características agronómicas</b>	
Rendimiento relativo (Tn/Ha)	20
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3,500 a 4,000 msnm.
Características organolépticas	30% de materia seca
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ regiones	Huánuco, Cerro de Pasco, Junín, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Lima, Apurímac, Cusco.
Provincias	Huánuco, Dos de Mayo, Huamalíes, Pachitea / Daniel Alcides Carrión, Pasco/Concepción, Huancayo, Jauja, Tarma, Junín / Huamanga, Páucar del Saran Sara, Víctor Fajardo / Cajatambo, Yauyos, Huarochirí, Oyón, Canta / Antabamba, Andahuaylas, Chincheros / Paucartambo, Quispicanchis, Anta, Calca.

*Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008, (FEDECH), 2006 Y COSIO 2006*

**CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD Q'EQ'ORANI**

<b>Código del CIP</b>	703287
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Q'eq'orani
Sinónimos	Azul Sonq'o, Cceccorani, Q'eq'erana.
Significado	Corazón azul
<b>Información General</b>	
Especie	<i>Solanum stenotomun Juz. et Buk.</i>
Abundancia	Poco común
Ploidía	2n=2x=24
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Semi erecto
Color del tallo	Verde sin pigmento
Forma de las ala del tallo	Ondulado
Color primario de la flor	Blanco Intenso
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración	Floración Moderada
Forma del tubérculo	Oblongo
Profundidad de ojos	Medio
Color primario de la piel del tubérculo	Marrón claro
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Tipo de piel	Liso
Color primario de la pulpa del tubérculo	Crema
Color secundario de la pulpa del tubérculo	Morado en haz vascular y medula
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Abril a junio
Rendimiento Experimental (Tn/Ha)	17
Nº tubérculos por planta	Abundante mayor a 25 tubérculos
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3500 a 3900 m.s.n.m.
Características organolépticas	30 % de materia seca
<b>Forma de uso</b>	
Consumo habitual	Sancochado
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ Regiones	Cusco, Ayacucho, Huancavelica
Provincias	Paucartambo, Quispicanchis, Cusco / La Mar / Huancavelica

Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008 Y Cosío 2006

**CUADRO 7. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD DURAZNILLO**

<b>Código del CIP</b>	707135
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Puka Duraznillo
Sinónimos	Duraznillo, Puka Q'ello Song'o, Pukrus
Significado	Como durazno
<b>Información general</b>	
Especie	<i>Solanum stenotomun Juz. et Buk.</i>
Abundancia	Poco común
Ploidía	2n=2x=24
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Semi - erecta
Color del tallo	Amarillento
Forma de las alas del tallo	Recto
Forma de hoja	Disecionado
Numero de foliolos laterales	cinco pares
Color primario de la flor	Violeta intensidad oscuro
Color de la baya	Verde
Forma de la baya	periforme
Grado de floración	Intensa
Forma del tubérculo	Ovalado
Forma de ojos	Profundos
Color primario de la piel del tubérculo	Rojo oscuro
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Color primario de la carne del tubérculo	crema
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Tipo de Piel	Liso
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Marzo a Junio.
Rendimiento Experimental (Tn/Ha)	28
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3.400 a 3.900 msnm.
Características organolépticas	27% de materia seca.
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Quechua, Suni o Jalca.
Departamentos/ regiones	Apurímac, Cusco, Puno, Ayacucho, Junín.
Provincias	Andahuaylas/ Cusco/ Huanta, Huamanga/ Concepción, Jauja.

*Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008 Y COSIO 2006*

**CUADRO 8. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD YANA SHUITO**

<b>Código del CIP</b>	703197
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Yana Shukre, Yana Corneta (AL)
Sinónimos	Khuchipa Chupan, Yana Shuito, Yana Wanqo, Yana Weqlo, Michi Aka. Yana Suytu (PO), Yana Winqu (VH), Yana Waqra (*)
Significado	Corneta negra
<b>Información general</b>	
Especie	Solanum tuberosum sub esp. andigena
Abundancia	Intermedia
Ploidía	2n=4x=48
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Semi-erecto
Color primario de la flor	Morado (intenso)
Color secundario de la flor	Ausente
Distribución color secundario de la flor	Ausente
Grado de floración	Moderado
Color del tallo	Pigmentado con abundante verde
Forma del tubérculo	Oblongo alargado
Color primario de la piel del tubérculo	Negrusco (intenso)
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Color primario de la carne del tubérculo	Blanco
Color secundario de la carne del tubérculo	Violeta (anillo vascular y médula)
Color predominante del brote	Violeta
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Abril a Junio
Rendimiento Experimental (Tn/Ha)	18
Periodo de maduración (días)	150
Rango de altitud	3.700 a 4.000 msnm.
Características organolépticas	26% de materia seca
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ regiones	Junín, Huancavelica, Apurímac.
Provincias	<b>Concepción</b> , Huancayo / <b>Tayacaja</b> , Huancavelica, Acobamba, Angaraes / <b>Antabamba</b> , Chincheros.

*Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008, (FEDECH), 2006*

**CUADRO 9. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD CAMOTILLO**

<b>Código del CIP</b>	707154
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Camotillo.
Sinónimos	Rosado Camotillo, Camote, Apichucha, Apichu
Significado	Camote Pequeño
<b>Información general</b>	
Especie	<i>Solanum goniocalyx</i>
Abundancia	Común
Ploidía	2n=2x=24
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Decumbente
Color primario de la flor	Morado (intermedio)
Color secundario de la flor	Blanco
Distribución color secundario de la flor	Acumen (envés)
Grado de floración	Profuso
Color del tallo	Verde con pocas manchas
Forma del tubérculo	Oblongo alargado
Color primario de la piel del tubérculo	Rosado (intenso)
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Color primario de la carne del tubérculo	Amarillo
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Color predominante del brote	Morado
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Marzo a junio
Rendimiento Experimental (Ton/Ha)	14
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3.500 a 4.100 msnm.
Características organolépticas	27% de materia seca
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ regiones	Junín, Cerro de Pasco, Huánuco, Huancavelica, Ancash, Lima, La libertad, Cusco, Cajamarca.
Provincias	Concepción, Huancayo, Jauja, Tarma, Junín / Daniel Alcides Carrión, Pasco / Huancayo, Dos de Mayo, Huamalíes, Pachitea / Acobamba, Tayacaja / Huaraz, Bolognesi, Raimondi, Sihuas, Pallasca/ Cajatambo, Yauyos, Huarochirí, Oyón, Canta / Otuzco / Paucartambo, Quispicanchis, Anta, La Convención / San Miguel, Celendín, Cajamarca.

Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008, (FEDECH), 2006

**CUADRO 10. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD WENCCOS**

<b>Colección</b>	Inia Huancayo
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Cacho de toro
Sinónimos	Wenccos
Significado	
<b>Información general</b>	
Especie	Solanum tuberosum ssp. andigena
Abundancia	Abundante
Ploidía	2n = 4x = 48
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Semi-erecto
Color del tallo	Pigmentado morado oscuro casi negro
Forma de las alas del tallo	Recto
Forma de hoja	Lanceolada
Numero de foliolos laterales	4 pares
Color primario de la flor	Rojo morado intenso
Color de la baya	Verde pigmentada con pocos puntos blancos
Forma de la baya	Globosa
Grado de floración	Profusa
Forma del tubérculo	Reniforme
Color primario de la piel del tubérculo	Morado
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Color primario de la carne del tubérculo	Morado
Color secundario de la carne del tubérculo	Blanco, después de la cascara
Tipo de Piel	Lisa
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Abril Mayo - Junio
Rendimiento Experimental (Ton/Ha)	18
Período de maduración (días)	180
Rango de altitud	3100 a 4100 msnm
Características organolépticas	Harinosa, cremosa
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Sierra alta
Departamentos/ regiones	Norte, Centro y sur
Provincias	

Fuente: Dra. Noemi (INIA – HUANCAYO) 2013

**CUADRO 11. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD Q'OMPIS**

<b>Código del CIP</b>	700921
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Q'ompis
Sinónimos	Puka Q'ompis, Paqo Imilla, Papa Rosada, Yuraq Sisa, Papa Risko, Risko Papa, Bayo Risko, Pati Imilla, Imilla Rosada, Rosada.
Significado	
<b>Información general</b>	
Especie	<i>Solanum tuberosum ssp. andigena</i> (Juz. et Buk.) Hawkes
Abundancia	Común
Ploidía	2n=4x=48
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Erecta
Color del tallo	Verdes.
Forma de las alas del tallo	Onduladas.
Forma de hoja	Disecionado
Numero de foliolos laterales	cinco pares
Tipo de floración	Floración profusa, con pedicelo verde a lo largo y en la articulación.
Color de Cáliz	verde con simetría regular
Forma de Corola	Rotada de color blanco.
En anteras	Sin antocianina
Estambres	Normales
Pistilo	Sin pigmentación
Forma de estigma	Capitata
Formación de bayas	Abundante de color verde
Forma de baya	Cónica
Forma del tubérculo	Comprimido
Forma de ojos	Profundos
Color primario de la piel del tubérculo	Rosado de intensidad oscuro
Color secundario de la piel del tubérculo	Ausente
Color primario de la carne del tubérculo	Crema
Color secundario de la carne del tubérculo	Ausente
Tipo de Piel	Lisa

<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Marzo a Junio
Rendimiento Experimental (Ton/Ha)	22
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	3.500 a 4.000 msnm.
Características organolépticas	27% de materia seca.
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Suní o Jalca
Departamentos/ regiones	Cusco, Puno, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Cerro de Pasco, Huánuco, Ancash, (Bolivia) Potosí, La Paz, Chuquisaca, Cochabamba, (Argentina) Jujuy, Salta.
Provincias	Paucartambo, Quispicanchis, Calca, Acomayo, Paruro, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, Anta, Urubamba, Cusco / Sandia, Carabaya, Azángaro, Huancané, Yunguyo, Chucuito/ Andahuaylas, Aymaraes, Abancay, Antabamba, Chincheros / Huanta, Huamanga, La Mar, Cangallo, Víctor Fajardo, Vilcas Huamán, Parinacochas, Páucar del Sara Sara, / Antabamba, Angaraes, Tayacaja, Huancavelica, Castrovirreyna / Concepción, Junín, Tarma, Huancayo / Pasco / Humalíes, Ambo / Bolognesi, Sihuas, Corongo, Pallasca, Raimondi /(Bolivia) Tomás Frías, Saavedra, Chayanta, Nor Chichas / Los Andes, Ingavi, Aroma, Murillo / Oropeza / Cercado de Cochabamba / (Argentina) Yavi / Santa Victoria.

Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008 Y COSIO 2006

**CUADRO 12. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD AMARILLA TUMBAY**

<b>Código del CIP</b>	706746
<b>Nomenclatura</b>	
Nombre común	Amarilla Tumbay
Sinónimos	Chiaquil, Tumbay, Papa Amarilla, Amarilla, Tumbuy.
Significado	
<b>Información General</b>	
Especie	<i>Solanum goniocalyz</i>
Abundancia	Poco común
Ploidía	2n=2x=24
<b>Descripción morfológica</b>	
Hábito de crecimiento	Erectas.
Color del tallo	Verde con pigmentación morada.
Color de Hojas	Verde oscuras con inter-hojuelas
Color de flor	Rojizo.
Forma del tubérculo	Redondo en forma de piña,
Forma de ojos	Profundos
Color de piel del tubérculo	Amarillo claro
Color de carne del tubérculo	Amarilla
Color de brote	Morado
<b>Características agronómicas</b>	
Época de cosecha	Diciembre a junio o abril a setiembre
Rendimiento Experimental (Ton/Ha)	15
Período de maduración (días)	150
Rango de altitud	2.800 a 3.800 msnm.
Características organolépticas	24 % de materia seca
<b>Procedencia</b>	
Región natural de producción	Quechua, Suni o Jalca.
Departamentos/ regiones	Cerro de Pasco, Huánuco, Junín, Lima.
Provincias	Pasco, Daniel Alcides Carrión / Dos de Mayo, Huamalíes, Pachitea / Concepción, Tarma / Huarochirí.

Fuente: Elaborado a base de Gómez, Roca (CIP) 2008 Y COSIO 2006

### **3.4 ACTUALIDAD DE LA PAPA EN EL PERÚ**

**Stef de Haan et al. (2012)**, indican que la papa es sin duda uno de los cultivos más importantes del país en términos de área sembrada (260,000 ha /año), el número de productores que dependen del cultivo de papa es (600,000), aporta a la economía nacional (11% del PBI agrícola) y la dieta humana (consumo promedio de 68.4 Kg / hab/año). La papa es producida en 19 de los 24 departamentos del Perú, lo cual demuestra su plasticidad en términos de adaptación. Como centro de origen de la papa, el Perú mantiene una cultura de diversidad; por ello, en la sierra, hoy en día es común encontrar una agricultura mixta con variedades nativas y mejoradas.

### **3.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE – BÁSICA DE PAPA.**

**Velásquez (2002)**, en un programa de semillas debidamente organizado desde la investigación, hasta que el producto final sea consumido, la producción de semilla tiene que pasar por diferentes categorías de multiplicación, es decir, semilla pre - básica, semilla básica, semilla registrada, semilla certificada para finalmente llegar al agricultor quien producirá y entregará el producto al consumidor final. Siguiendo esta cadena, es misión del ente creador de las variedades producir las categorías altas, es decir pre - básica, básica y registrada, y las empresas productoras de semillas son las encargadas de multiplicar la categoría certificada.

**Velásquez (2002)**, los componentes de un programa de semillas están íntimamente ligados, de tal forma que si uno de ellos no funciona el programa se tornará ineficiente. La ligación armoniosa entre los diversos componentes requiere principalmente que exista un esfuerzo a todo nivel con la participación

del sector público y privado; que exista una efectiva coordinación, colaboración y confianza entre los participantes y, es claro que no habrá una industria fuerte de semillas sin un eficiente mejoramiento vegetal ya que la semilla es el medio por el cual se lleva al agricultor todo el potencial genético de una variedad con características superiores.

### **3.5.1 Sistema convencional**

**García (2013)**, la forma convencional de producción de semilla pre-básica de papa es multiplicando material limpio de cultivo in-vitro en invernadero, usando sustrato esterilizado.

**Benítez (1997)**, un manejo del sistema convencional de semilla pre básica de papa, se inicia con la siembra de plantas in-vitro, seguidamente se colocan las plántulas en camas que contengan un sustrato compuesto de suelo negro (70%), promina (15%) y humus (15%), con riego manual y una fertilización sólida (60 g de fertilizante/m<sup>2</sup>. de suelo).

La producción convencional de semilla pre básica de papa se realiza multiplicando material limpio de cultivos in vitro en el invernadero. Con este método se produce entre 5 a 10 tuberculillos por planta. El método convencional usa sustrato esterilizado con mezclas.

### **3.5.2 Sistema Hidropónico**

**Jensen (2001)**, la hidroponía como técnica de producción presentan ventajas el uso de sustratos, ya que permite cultivos en zonas donde los suelos no lo permiten, ya sea por estar infectados con enfermedades o por estar agotados, permitiendo eliminar la rotación de cultivos o la interrupción de

la producción. También se considera una ventaja la utilización de una menor área de cultivo, ya que permite tener una mayor densidad por unidad de superficie de plantas.

**Arias (2009)**, el sistema hidropónico consiste en sustituir el suelo por un sustrato natural, artificial y/o sólido líquido. Este sistema no se centra en los cultivos en agua, sino que se extiende en aquellos, que se realizan en medios inertes tales como perlita, vermiculita, material volcánico, arcillas expandidas, etc. De esta forma es posible controlar electrónicamente el riego, determinar la humedad con el fin de evitar el estrés hídrico. Por otra parte, el agua se maneja a voluntad del cultivo

### **3.5.3 El Sistema NFT - Nutrient Film Technique o técnica de la solución nutritiva re circulante.**

**Chuquillanqui et al. (2007)**, menciona que el sistema NFT es un sistema de cultivo en agua, donde la solución nutritiva circula continuamente por una serie de canales de cultivo donde se desarrollan las raíces y tubérculos de las plantas. En este caso, los canales están conformados por las canaletas de un techo de calamina de asbesto y para la siembra se cubre con polietileno color negro de 8 micras de grosor o se puede usar fibra de PVC.

**Rolot y Seutin, (1999)**, experimentando con un sistema NFT (Nutrient Film Technique) mencionan como ventajas en la producción hidropónica de semilla de papa en relación con las técnicas que usan sustratos: Economía del 60% de material originado en cultivo de tejidos; Un significativo aumento en el número de mini-tubérculos por unidad de área; Mini-tubérculos de calidad

sanitaria excelente; Obtención de cantidades satisfactorias de mini-tubérculos de tamaño adecuado.

**Wheeler et al. (1990)**, también reportaron daños en tuberculillos de papa por la alta concentración de sales en su superficie.

#### **3.5.4 Sistema Aeropónico**

Una alternativa presentada por diversos investigadores es el uso de la tecnología del cultivo sin suelo para la producción de semillas de papa. Muchas de estas técnicas se han empleado en varios países para la sustitución de los sistemas convencionales que han sido poco eficientes (**Chang et al. 2000, Muro et al. 1997, Ranalli 1997, Ritter et al. 2001, Wan et al. 1994, Wheeler et al. 1990**).

**Nichols (2005)**, menciona que la aeroponía es un sistema hidropónico donde el sistema radicular de las plantas se encuentra creciendo y desarrollando en un ambiente oscuro sin substrato, y que continuamente es saturado con micro gotas de solución nutritiva.

**Chiipanthenga, M. et al. (2012)**, mencionan que, Aeroponía es el proceso de cultivo de plantas en un medio ambiente de aire o niebla sin el uso de un suelo o agregados. La palabra aeroponía deriva del latín significados de 'aero' (aire) y 'Ponic' (trabajo) (Farran y Mingo-Castel, 2006). Aeroponía se refiere al método de cultivo donde las raíces crecen suspendidas en un medio nutriente nebulizado. Al no existir problema para el desarrollo de raíces de las plantas, se promueve un mejor crecimiento radicular y de estolones, facilitando

la absorción de nutrientes y contribuyendo a un aumento en el número de tubérculos por planta.

**Durán et al, (2000)**, los sistemas basados en aeroponía presentan ventajas adicionales al aspecto productivo, pues al ser un sistema cerrado, no hay pérdida de agua ni de nutrientes y permite también un buen monitoreo de la sanidad del cultivo a nivel radicular. La desventaja de la aeroponía está en el costo de implementación que presenta, ya que es una técnica de elaboración totalmente mecánica; existe una alta susceptibilidad a un mal funcionamiento, ya que se requiere de una regulación precisa y de un constante control de los niveles de agua y nutrientes. Además, se puede producir la obturación de las boquillas o alguna avería y las plantas pueden ser dañadas rápidamente en forma irreparable. Para evitar este tipo de problemas es necesario contar con sistema de filtraje de la solución y un monitoreo constante del sistema.

**Farran y Mingo-Castel (2006)**, evaluaron bajo condiciones experimentales de invernadero, el efecto de la densidad de plantación (60 y 100 plantas/m<sup>2</sup>) y los intervalos de cosecha en plantas (7, 10 y 14 días). Encontraron que las plantas de papa variedad (Zorba) mostraron un extenso periodo vegetativo, obteniéndose un gran número de estolones a baja densidad de plantas. El rendimiento promedio fue de 13.4 tubérculos por planta con un peso medio de 8.1 g por planta. La mayor productividad fue de 800 mini tubérculos/m<sup>2</sup> con cosechas semanales y a una densidad de 60 plantas/m<sup>2</sup>. También encontraron que la formación de tubérculos se aceleró cuando se redujo la aplicación de Nitrógeno, y que los mejores rendimientos se obtuvieron cuando ésta se hizo con intervalos semanales.

**Factor et al. (2007)**, evaluaron la producción de mini tubérculos de papa de dos variedades de papa (Agata y Monalisa), en tres sistemas hidropónicos: Aeroponía, DFT (deep flow technique) y NFT (nutrient film technique). Los mayores rendimientos de mini tubérculos por planta y m<sup>2</sup>, se obtuvieron en el sistema aeropónico (49.3 y 874.4) en comparación con los sistemas NFT (39.5 y 246.6) y DFT (41.6 y 458.0), respectivamente.

**Relloso et al. (2000)**, compararon los sistemas convencional, hidropónico y aeropónico para la producción de mini tubérculos de papa variedad Nagore. El rendimiento medio fue más alto para el sistema aeropónico, con 11.6 mini tubérculos por planta, un rendimiento de 101.1 g/plt y un peso medio de mini tubérculos de 8.9 g. La mayor productividad estuvo asociada al mayor número de colectas realizadas en el tiempo, para evitar tubérculos demasiados grandes. La producción de mini tubérculos por planta fue el doble respecto a los sistemas de cultivo tradicional e hidropónico.

**El Centro Internacional de la Papa (CIP)**, ha venido evaluando esta técnica para la producción de semilla pre-básica de papa, pues puede ser una tecnología alternativa a los sistemas convencionales de producción que utilizan sustratos costosos y productos altamente tóxicos para la desinfección (Otazú, 2010).

**Otazú (2010)**, la aeroponía ofrece el potencial de mejorar la producción y reducir los costos en comparación con los métodos convencionales o con el otro método de cultivo sin suelo llamado hidroponía (cultivo en agua). La aeroponía explota eficientemente el espacio vertical del invernadero y el balance humedad-aire para optimizar el desarrollo de raíces, tubérculos y follaje.

**Otazu y Chuquillanqui (2007)**, evaluaron un sistema aeropónico adaptado para la producción de semilla pre-básica de bajo costo. Probaron el sistema adaptado en 3 cultivares peruanos usando materiales y equipos simples con el fin de solucionar los problemas de esterilización de sustratos y poder bajar costos de producción. Los resultados fueron muy prometedores en condiciones de Sierra Central en el Perú; pues se produjo mayor número promedio de tuberculillos por planta de las variedades: Canchan (71 tubérculos/planta), Perricholi (70 tubérculos/planta) y Yungay (68 tubérculos/planta), en comparación con el sistema convencional de macetas.

En Corea y China, ya se realiza producción comercial en masa de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Esta tecnología viene usándose exitosamente en la zona centro-andina de Sudamérica desde 2006. En la Estación Experimental del CIP-Huancayo (Perú), se obtuvo una producción de más de 100 tuberculillos/planta usando materiales relativamente sencillos y baratos. Actualmente se está tratando de introducir esta tecnología en los sistemas de producción de semilla de papa de calidad en algunos países africanos ubicados al sur del Sahara. **(Otazú, 2010)**. Para Mateus. J (2010), los primeros trabajos de aeroponía realizados en el Perú, están referidos a ensayos en la Estación Santa Ana (Huancayo) del CIP por Otazú y Chuquillanqui (2007), quienes reportaron en pocos cultivares de prueba, entre 5 y 10 veces más mini - tubérculos por planta, en comparación al sistema convencional que son utilizados para la producción de semilla.

**Nichols (2005)**, considera que, parte de la competitividad de un cultivo de papa en campo; depende del uso de semilla de alta calidad sanitaria y que ésta provenga de un sistema que haya usado pocas multiplicaciones previas en

campo. En este sentido, el autor resalta que, la multiplicación en método aeropónico puede ayudar a disminuir las necesidades de multiplicación en campo, disminuir los costos de producción asociados al cultivo y aumentar la calidad fitosanitaria final. En su trabajo, se menciona que se alcanzaron hasta 37.34 mini-tubérculos por planta, con peso promedio de 2.45 g en el método aeropónico instalado en Universidad de Massey en Nueva Zelanda.

### **3.6 MANEJO DEL SISTEMA AEROPÓNICO**

#### **3.6.1 Contenedor**

**Mateus J. (2010)**, indica que el contenedor o cama es cualquier recipiente que puede servir para cultivar plantas mediante un sistema hidropónico. Interiormente, el contenedor debe ser impermeable al agua, para lo cual se forra con PE de color negro, de 6 micras de espesor. El contenedor debe ser de bajo costo y debe tener un tamaño apropiado para cultivar plantas. Para el cultivo de papa en sistema aeropónico, la profundidad del contenedor puede fluctuar entre 0.8 a 1.0 m. Esta profundidad es adecuada porque las plantas van a desarrollar una cabellera de raíces bastante larga, pudiendo sobrepasar el metro de longitud. El ancho del contenedor es de 1.2 a 1.3 m. El largo puede ser de cualquier dimensión; por ejemplo 10, 15 ó 20 m. Lo que se obtiene al final es un gran cajón impermeabilizado por dentro.

#### **3.6.2 Siembra**

**Mateus J. (2010)**, indica que para la siembra también se pueden usar brotes, a los cuales se les aplica una hormona para enraizar (auxinas). Si la hormona viene en talco, se colocan los brotes sobre el talco y luego se

siembran en sustrato húmedo; si la hormona es líquida, se usa la cantidad recomendada por el fabricante (generalmente es 5 ml/litro de agua). Otra opción es obtener plántulas mediante esquejes; del mismo modo, se tiene que usar hormona para enraizarlos. Inicialmente se riega solo con agua y luego, cuando los brotes han emitido raicillas, se riegan diariamente con solución nutritiva para estimular el crecimiento de raíces y del brote, del cual nacerá el tallo y hojas. El enraizamiento dura aproximadamente 20 - 25 días. De este proceso se obtienen brotes enraizados de 8 a 10 cm de longitud.

### **3.6.3 Trasplante de plántulas en contenedor**

**Chuquillanqui C, (2011)**, indica que después de los 21 días en arena se encuentra listos para el trasplante al contenedor con (15 – 20 cm. altura) por lo que se procede a la extracción, para luego realizar la desinfección de las raíces de las plántulas en una solución de hipoclorito de calcio al 0.1 %, seguidamente se procede a realizar la poda de los tallos laterales de las plantas, finalmente, se debe de introducir parte de las raíces de las plántulas sobre tubo pequeño de plástico (sorbete) que facilite la introducción al contenedor, manteniendo las plántulas en agua limpia mientras se realiza el trasplante.

### **3.6.4 Aporque**

**Chuquillanqui C, (2011)**, indica que después de los 30 a 35 días de trasplante se debe de realizar el corte de 3 a 4 nudos, dejando cicatrizar las heridas por 2 a 3 días antes de introducir 10 a 12 cm de tallo al interior del contenedor (inducir mayor número de estolones).

### **3.6.5 Tutorio**

**Chuquillanqui C, (2011)**, indica que se debe de realizar a los 40 días después del trasplante, utilizando soporte o estacas de bambú

### **3.6.6 Cosecha**

**Otazu V, (2010)**, indica que dos meses después podemos empezar a cosechar tuberculillos con 8 g o más. Debemos abrir primero la cortina externa y luego muy cuidadosamente la cortina interna para así evitar daños al sistema radicular de las plantas. Las cosechas se deben programar para horas de la mañana cuando el ambiente es aún fresco. Los programadores de tiempo se pueden paralizar por media hora a la vez. Las cosechas se pueden planificar cada 10 a 14 días después de la primera cosecha. Dependiendo del cultivar, en aeroponía se realizan varias cosechas, que pueden ser 10 o más. Cada vez que se coseche, se deben tratar los tuberculillos con una solución de 0.1 % de hipoclorito de sodio, seguido de 1 o 2 enjuagues con agua. Esto se hace como medida de precaución para evitar contaminaciones bacteriales.

### **3.6.7 Almacenamiento**

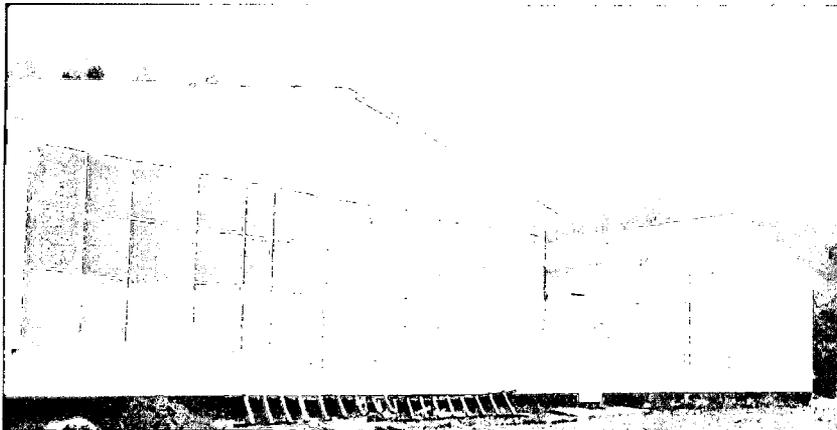
**Chuquillanqui C, (2011)**, indica que el almacenamiento se debe dejar para la suberización de 3 a 4 días, del mismo modo realizar la desinfección al 0.1% con lejía, y se debe de almacenar en bolsas de papel o en malla a 4°C.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas, ubicado en el Distrito de Kishuará de la provincia de Andahuaylas, Región Apurímac, (Altitud 3665 msnm, Latitud 13° 41' 24" S; Longitud 73° 07' 12" O), y fue conducida bajo un ambiente protegido (invernadero aeropónico).

**FIGURA 2. INVERNADERO AEROPÓNICO DE KISHUARÁ**



### 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

La investigación fue realizada en un invernadero con dos ambientes de producción donde se encuentran el módulo aeropónico. Este invernadero es no climatizado y tiene orientación Este – Oeste; está construido con materiales básicos de madera, cemento, malla antiafida y techo de policarbonato. El invernadero utilizado, fue el ambiente de producción A y es tipo capilla, con dimensiones de 12 m de ancho, 16.30 m de largo y 4 m de alto. El invernadero contó con un sistema de mallas de polipropileno color verde al 40% de dos niveles, para mitigar el efecto de las altas temperaturas y la alta luminosidad.

#### 4.2.1 Características climáticas

En el Anexo 1, se presentan los promedios de las características climáticas en el invernadero aeropónico. Con temperatura máxima promedio: 18.71 °C, temperatura mínima promedio: 6.52 °C, humedad relativa: 56.34 %, temperatura de la solución nutritiva promedio: 13.39 °C, temperatura del contenedor 12.67 °C, y temperatura ambiental de 16.63 °C.

#### 4.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

##### 4.3.1 Materiales para implementar el contenedor aeropónico

- Listones de madera de montaña (2"x2")
- Planchas de poliestireno (2" espesor, densidad 20 y 2.4 m Largo)
- Planchas de poliestireno (de 1 1/2" espesor densidad 20)
- Polietileno negro de 6 micras de espesor
- Mulch acolchado blanco – negro
- Tubería PVC y Accesorios PVC
- Manguera de riego 16 mm
- Nebulizadoras de caudal 30 l/h.
- Cinta adhesiva y silicona

**FIGURA 3. CONSTRUCCIÓN DE CONTENEDOR AEROPÓNICO**



#### 4.3.2 Equipos y materiales del sistema de bombeo

- Electrobomba de 2 HP (con hidroneumático)
- Tanque rotoplast (1100 litros)
- Programador de tiempo (Taimer)
- Cable eléctrico, N° 12
- Llave electromagnética
- Filtro de anillo
- Generador eléctrico (para cortes de energía)
- Interruptor eléctrico

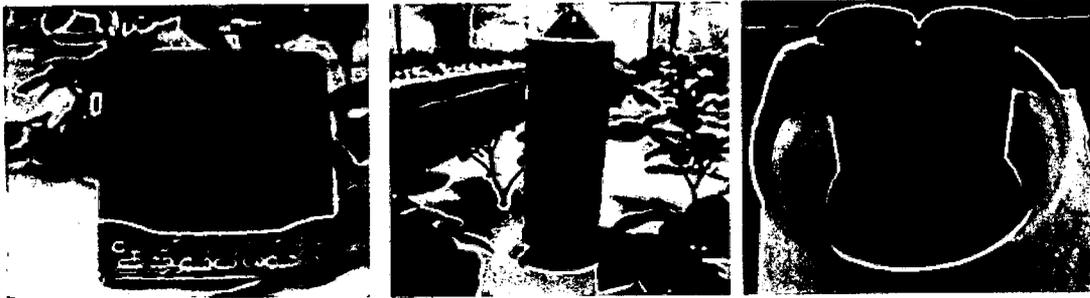
**FIGURA 4. EQUIPOS DEL SISTEMA DE BOMBEO**



#### 4.3.3 Materiales y equipos para el manejo del cultivo

- Solución nutritiva
- Fungicidas
- Bisturí
- Guantes
- Termómetro ( Digital, máxima y mínima)
- Mochila pulverizadora
- Medidor de pH
- Medidor de conductividad eléctrica (CE)

**FIGURA 5. MATERIALES Y EQUIPOS PARA MANEJO**



**Termómetro Digital  
(Ambiental, % Humedad)**

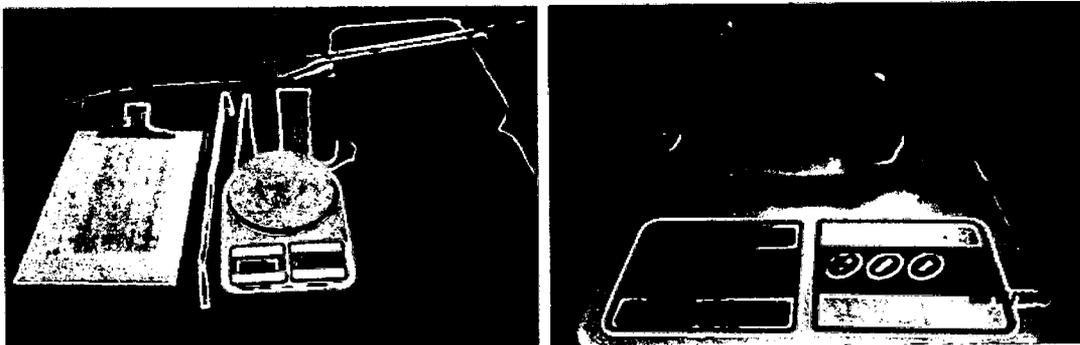
**Termómetro (Máximo  
y Mínimo)**

**Medidor de CE y  
Medidor de pH**

#### **4.3.4 Materiales y equipos para recopilación y análisis de información.**

- Cinta métrica
- Calibrador
- Calculadora
- Balanza de precisión
- Computadora
- Libreta de campo
- Gavetas de madera
- Jabas cosechadoras
- Bandejas de plástico

**FIGURA 6. MATERIALES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**



**Cinta métrica, canastas cosechadoras,  
tablero de apuntes**

**Balanza digital**

#### 4.4 VARIEDADES EN ESTUDIO

**CUADRO 13. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN**

N°	Variedad	N° Cromosomas	Especie	Tubérculo	Periodo Vegetativo
1	CIP 703387 Puka aju suyto	$2n = 3x = 36$	<i>Solanum chaucha</i>	Forma oblongo o alargado, piel rosado (pálido), blanco crema (como anteojos), Carne crema	Tardío 150 días
2	CIP 704125 Huayro	$2n=3x=36$	<i>Solanum chaucha</i>	Forma oblongo alargado, color rojo, carne amarillo con manchas rojas dispersas en el anillo vascular y la medula, ojos profundos y piel lisa	Tardío 150 días
3	CIP 703356 Peruanita	$2n = 4x = 48$	<i>Solanum tuberosum ssp. andigena</i>	Forma comprimido, con ojos medianamente profundos, color rojo morado y amarillo en manchas dispersas como anteojos	Tardío 150 días
4	CIP 703287 Q'eq'orani	$2n = 2x = 24$	<i>Solanum stenotomun</i>	Forma oblongo, profundidad de ojos medio, color de piel negruzco, piel liso, color de pulpa crema y morado en el haz vascular y medula	Tardío 150 días
5	CIP 707135 Puka Duraznillo	$2n = 2x = 24$	<i>Solanun stenotomun</i>	Forma ovalado, color rojo oscuro, carne crema, ojos profundos y piel liso	Tardío 150 días
6	CIP 703197 Yana shuito	$2n = 2x = 24$	<i>Solanum tuberosum ssp. andigena</i>	Forma oblongo alargado, color negruzco (intenso), color de carne blanco y violeta (anillo vascular y medula)	Tardío 150 días
7	CIP 707154 Camotillo	$2n = 2x = 24$	<i>Solanum goniocalyx</i>	Forma oblongo alargado, color rosado (intenso), carne amarillo	Tardío 150 días
8	Inia-Huancayo Wenccos	$2n = 4x = 48$	<i>Solanum tuberosum ssp. andigena</i>	Forma oblongo alargado, color rosado (intenso), carne amarillo	Tardío 180 días
9	CIP 700921 Q'ompis	$2n = 4x = 48$	<i>Solanum tuberosum ssp. andigena</i>	Forma comprimido, ojos profundos, color de piel rosado de intensidad oscuro, carne de tubérculo crema y piel lisa	Tardío 150 días
10	CIP 706746 Amarilla tumbay	$2n = 2x = 24$	<i>Solanum goniocalyx</i>	Forma redondo en forma de piña, ojos profundos, color amarillo claro, carne amarilla	Tardío 150 días

#### 4.5 EL SISTEMA AEROPÓNICO

Las raíces de las plantas crecen y se desarrollan dentro de contenedores de 4.80 m. de largo, 1.2 m. de ancho y 0.95 m. de altura, contruidos con madera de montaña 2x2 pulgadas y planchas de poliestireno expandido de 2 pulgadas de espesor y densidad 20 (base, laterales y caras). Cada contenedor fue forrado en su interior con polietileno negro de 6 micras de espesor.

En el interior de cada contenedor, en la parte media superior, se ubicó una manguera de riego de 16 mm de diámetro donde se insertaron los nebulizadores con caudal de 30 l/h. Se colocaron 7 nebulizadores por contenedor a una distancia de 0.6 m entre cada uno. En un extremo de la parte interior del contenedor, se instaló un pequeño sifón para coleccionar la solución nutritiva drenada y no utilizada por las raíces de las plantas.

Los contenedores tuvieron una pendiente de 2 % y se conectaban en la parte exterior, a una tubería de drenaje de 2 pulgadas de diámetro, de manera que el flujo regresaba por gravedad al tanque y recirculaba nuevamente. En la parte superior, cada contenedor se cubrió con planchas de poliestireno expandido de 1½ pulgada de espesor de densidad 20.

Estas planchas fueron forradas con plástico negro de 6 micras, sobre éstas, se forro con plástico blanco 6 micras de espesor y sobre esta se colocó Mulch acolchado blanco/negro 3 micras de espesor a manera de mantel, con la parte blanca hacia arriba (efecto reflejo), para evitar la acumulación de calor en el interior del contenedor, principalmente durante los días soleados. Sobre la cubierta se hicieron agujeros de 2 cm de diámetro, con un distanciamiento de siembra de 20 cm entre hileras y 18 cm entre plantas.

La solución nutritiva, almacenada en un tanque, fue asperjada al interior de los contenedores, mediante nebulizadores (Hadar 7110, 61 L/hora), que generaban un microambiente con alta humedad relativa, lo que favoreció un rápido crecimiento y desarrollo de las raíces que estaban suspendidas en el aire. Se usó un tanque de 1100 litros, enterrado a nivel del piso.

El tanque cumplió la función adicional de recibir el lixiviado de la solución nutritiva de los contenedores, permitiendo la recirculación de manera intermitente. Se usó una bomba de superficie de presión constante de 2 HP para impulsar la solución nutritiva hacia el interior de los contenedores a través de una tubería de PVC de  $\frac{3}{4}$  pulgada.

En la salida de la bomba, se instaló un pequeño hidroneumático para mantener la presión constante en el sistema (25 PSI), un filtro de anillos para evitar la obturación de los nebulizadores, así como los respectivos manómetros para el control de la presión del sistema. Para la labor de conducción de las plantas (tutores), se instalaron marcos de madera en cada extremo de cada contenedor como soporte principal y se usó rafia, sujetadores (qwik-ties) para soportar las plantas a medida que éstas iban creciendo. Los mini-tubérculos fueron cosechados a través de pequeñas ventanas ubicadas a ambos lados de cada contenedor con dimensiones 0.5 m. de ancho y 0.4 m. de largo. Las ventanas fueron cubiertas con el plástico utilizado para forrar internamente el contenedor.

El tiempo de nebulización del sistema aeropónico fue ajustado a través de observaciones visuales buscando mantener húmedas las raíces y turgencia en la parte aérea de las plantas. Se estableció un tiempo de 2 minutos de riego

cada 5 minutos durante 24 horas. Se empleó un programador de riego módulo lógico universal marca Siemens Logo (Siemens AG, Postfach 4848, 90327 Numberg, Alemania), el cual permitió una automatización de la bomba para el encendido y el apagado en los tiempos determinados.

#### 4.6 COMPOSICIÓN Y MANEJO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Se empleó la solución nutritiva, Formulado por el Centro de Investigación de hidroponía y nutrición mineral de La Universidad Nacional Agraria la Molina para cultivar raíces y tubérculos de papa, de acuerdo al análisis de agua utilizada en el invernadero de Kishuará, se formula tres soluciones concentradas A, B y C. (5 ml de solución A/Lt de agua, 2 ml de solución B/Lt de agua y 2 ml de solución C/Lt. de agua (Ver Anexo 3). Es una solución preparada a partir de fertilizantes comerciales de fácil adquisición. La solución concentrada A incluye el aporte de los nutrientes: Nitrógeno, Potasio y Fósforo, mientras que, la solución concentrada B aporta Azufre, Magnesio, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro y Molibdeno, finalmente, la solución concentrada C aporta calcio. La formulación cuenta con dos versiones de nutrición: la primera se emplea desde el transplante hasta los 35 días y, la segunda es aplicada desde los 35 días de establecidas las plántulas hacia delante. El cuadro 14, presenta la concentración de nutrientes, usada en la investigación.

**CUADRO 14. CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES PARA PAPA NATIVA**

Nutrientes (mg/L)												
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
Primeros 35 días	190	40	200	150	40	50	1.5	0.9	0.7	0.18	0.13	0.05
Después de 35 días	160	40	250	150	40	90	1.5	0.9	0.7	0.2	0.15	0.08

*Formulado por el centro de investigación de hidroponía UNALM*

De manera diaria se verificó el nivel del agua del tanque para hacer las reposiciones correspondientes por consumo por las plantas y pérdidas por evaporación, así como las correcciones propias del pH y de conductividad eléctrica (CE). El pH se mantuvo en un rango de 5.5 a 6.5, haciendo correcciones con ácido fosfórico al 85% y, la CE entre 1.5 a 2.0 ds/m, con la adición de agua o solución nutritiva, de acuerdo al caso necesario. De manera adicional, para evitar problemas de contaminación biológica en el tanque, así como un buen balance de macro y micro nutrientes, la solución nutritiva era totalmente cambiada cada 15 días para incrementar las sales minerales del mismo modo, para prevenir la contaminación de hongos y bacterias.

#### 4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se empleó en el presente experimento es el diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones. Cada contenedor representara bloque/repeticion en un invernadero. Las variedades representan los respectivos tratamientos como se muestra en el (cuadro 15).

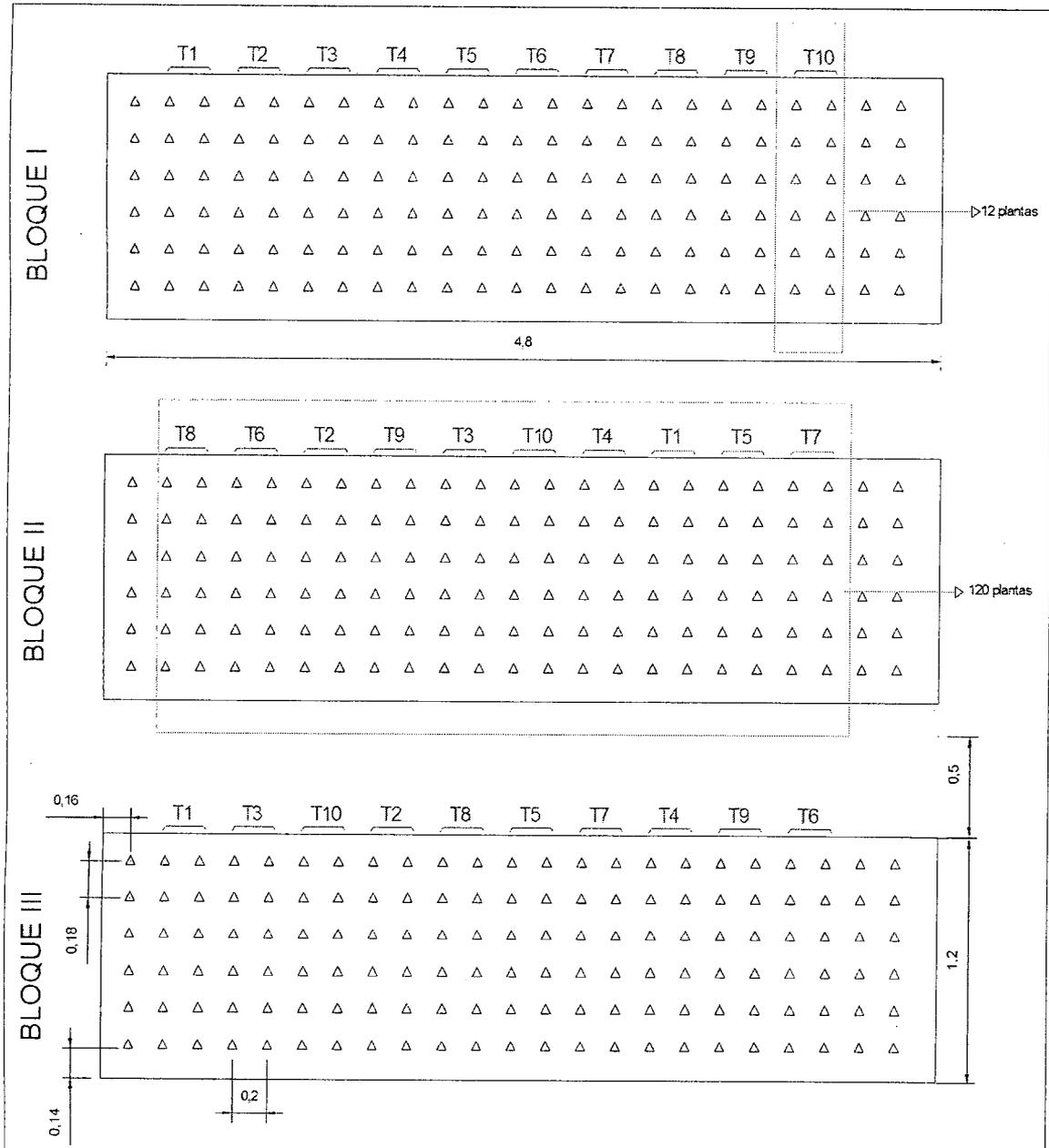
**CUADRO 15. TRATAMIENTOS EVALUADOS**

Tratamientos	Variedad	Código CIP
T1	Puka aju suyto	703387
T2	Huayro	704125
T3	Peruanita	703356
T4	Q'eq'orani	703287
T5	Duraznilla	707135
T6	Yana Suyto	703197
T7	Camotillo	707154
T8	Wenccos	Colección INIA Huancayo
T9	Q'ompis	700921
T10	Amarilla Tumbay	706746

*Fuente: elaboración propia*

La unidad experimental fue conformada por 12 plantas por variedad a un distanciamiento de 20 x 18 cm y cada tratamiento de ubicado de manera aleatoria dentro de cada bloque.

**FIGURA 7. ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**



## **4.8 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN**

### **4.8.1 Variables agronómicas**

#### **4.8.1.1 Evaluaciones durante la fase vegetativa del cultivo**

##### **Altura de planta**

Se evaluaron 6 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental, luego de determinar visualmente su madurez fisiológica. Se midió la altura de la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja dejando un 1 cm de longitud, ubicada en el ápice del tallo principal de la planta.

##### **Días a la tuberización**

Se contaron los días a partir del trasplante hasta la aparición de los primeros tubérculos, considerando tubérculos aquellos que tenían el doble del diámetro del estolón donde se desarrollaron. Se consideró este evento cuando al menos el 50% de las plantas de cada unidad experimental exhibieron el inicio de la tuberización.

##### **Porcentaje de Supervivencia**

Se evaluó al final, en la última cosecha de cada variedad, mediante el conteo de las plantas que sobrevivieron en cada tratamiento, sobre el total de plantas trasplantadas, llevando los valores a porcentaje.

##### **Días a la senescencia de la planta**

Se contaron los días a partir del trasplante hasta el final de la senescencia. Se consideró el final de esta etapa cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, detallándose de manera visual la presencia de hojas amarillas en la planta completa.

### **Diámetro de tallo en la senescencia**

Se evaluó cuando el 50% de plantas del experimento de cada tratamiento se encontraban en fase de senescencia. Para tal efecto, se utilizó un calibrador y el dato se tomó a 5 cm del nivel del cajón del sistema aeropónico. La variable fue expresada en milímetros.

### **4.8.1.2 Evaluaciones durante la cosecha**

#### **Días a la primera cosecha**

Se registró el número de días desde el trasplante hasta cuando el 50% de plantas de cada una del tratamiento presentaron tubérculos con un peso mínimo de 12 gramos.

#### **Rendimiento por planta**

Evaluado al final y como resultado de las distintas cosechas escalonadas en el tiempo. Expresado en g/planta.

#### **Número de Mini-tubérculos por planta**

Al momento de la cosecha, dentro de la parcela neta, se registró el número de tubérculos por planta, en 6 plantas tomadas al azar de cada tratamiento.

#### **Peso promedio de mini-tubérculos**

Es el resultado del rendimiento promedio por planta, dividido por el número total de tubérculos por planta.

#### **Categorías de mini-tubérculos**

Se consideraron dos categorías de tubérculos, mayores y menores a 5 gramos de peso por planta.

## **4.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **4.9.1 Construcción del contenedor aeropónico.**

Los contenedores del invernadero aeropónico ya estaban contruidos dos campañas anteriores a la investigación, por lo que se utilizó la misma estructura. El contenedor aeropónico es una estructura de madera de montaña de 2" x 2", que presenta las siguientes dimensiones (4.80 m de largo x 1.2 m. de ancho x 1.05 m. alto), estos listones de madera fueron unidos con ángulos de fierro y pernos, finalmente, cubierta con planchas tecnoport de densidad 20 de 2" (base, laterales y caras).

### **4.9.2 Instalación del plástico**

Una vez que se instalaron las planchas de tecnoport y se delimitaron las ventanas para la cosecha de los tubérculos, se procedió a cubrir el interior del contenedor con plástico negro.

### **4.9.3 Elaboración de tapas de contenedor aeropónico**

Las tapas de los contenedores están elaboradas a bases de tecnoport con dimensiones (4.80 m de largo x 1.20 m de ancho, densidad 20" espesor de 1 ½"), en su totalidad, forradas interiormente con plástico doble negro y con plástico doble blanco, exteriormente.

A su vez se encuentran agujereadas según densidad de siembra (18 cm entre planta y 20 cm entre surco) y recubiertas con tubos de pvc de 2"; cada tapa se encuentra forrada de plástico negro, por encima se puso Mulch acolchado blanco/negro.

#### **4.9.4 Adquisición de plántulas in vitro y enraizamiento**

Para el experimento se empleó plántulas in vitro, procedentes del laboratorio de cultivo de tejidos de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas, de donde se adquirieron plántulas papa in Vitro, de las variedades (Puka Ajo suyto, Huayro, Peruanita, Q'ep'orani, Duraznillo, Yana suyto, Camotillo, Wenccos, Q'ompis Y Amarilla Tumbay), en un numero de 30 plántulas in vitro por variedad. Se aclimató las plántulas in vitro 4 días en condiciones de invernadero aeropónico de Kishuará, seguidamente se procedió a la extracción de plántula del medio de cultivo, luego se trasplantó a bandejas con sustrato de arena de cerro esterilizado.

#### **4.9.5 Trasplante al contenedor**

El trasplante de plántulas al contenedor se realizó después de los 30 días de enraizado con una altura de (10 – 15 cm); éstas plántulas se extrajeron de las bandejas de enraizamiento con la ayuda de lápiz. Luego se procede a lavar las raíces en dos recipientes que contengan: una dilución de agua para 5 Lt con lejía al 0.1%, y un recipiente de agua no clorada; posteriormente con atomizador y agua limpia, se retiran las partículas de arena adheridas a la raíz; para luego podar los folíolos laterales. Finalmente introducir las plántulas sobre tubo pequeño de plástico poliestireno (sorbete), colocando las plántulas en los agujeros hechos sobre la cubierta de cada contenedor, cuidando de que las raíces quedaran suspendidas en el interior.

Se verificó después del transplante que los contenedores no tuvieran entrada de luz, asegurando total oscuridad.

#### **4.9.6 Aporque**

El aporque se realizó a 35 días después del trasplante, con la respectiva poda de las hojas laterales utilizando bisturí desinfectada, de 3 - 4 nudos en cada planta; luego 3 días de haber dejado cicatrizar, se introdujo 10 -12 cm de tallo en el contenedor hasta el nivel de la siguiente hoja.

#### **4.9.7 Tutoreo**

El tutorado se realizó a los 45 días del trasplante. Se instaló un sistema de tutorado que consistente en marcos de madera, rafia, qwik-ties y alambre galvanizado N° 16.

#### **4.9.8 Controles fitosanitarios**

Se efectuarán controles preventivos para Oidio (Oidio spp), Mancha (Phytophthora infestans), Polilla (*Phthorimaea operculella*), alternaria (*Alternaria solani*) y para la pudrición de la raíz.

#### **4.9.9 Fertilización**

En el sistema aeropónico la fertilización y el riego se manejaron en conjunto (fertirrigación) y se utilizó la solución nutritiva hidropónica para papa recomendada por la Universidad Nacional Agraria la Molina Perú (Anexo 3).

#### **4.9.10 Cosecha y almacenamiento**

Se realizaron cosechas secuenciales en el tiempo. Se inició la cosecha a los 95, 109 y 129 días después del trasplante. El criterio de la primera cosecha, fue el de iniciarla con tubérculos que lograban al menos de 12 gramos y desde ese momento, hacerlo de manera escalonada de forma manual empezando

por cada tratamiento. Luego, los mini tubérculos fueron contados y clasificados por categorías.

Para la suberización de los mini-tubérculos se dejó en bandejas con luz difusa de 3 a 4 días; luego de suberizado se procedió a la desinfección con una disolución solución de hipoclorito de sodio al 0.1% sumergiéndolo por un periodo de 5 minutos.

El almacenamiento de los tubérculos se realizó en lugares frescos, secos con luz difusa a 4°C.

#### 4.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de variancia (ANVA), pruebas de Diferencia Mínima Significación al 5 % para las diferencias entre los tratamientos, el modelo de regresión lineal y cuadrática.

El modelo aditivo lineal para el análisis simple del DBCA fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t \quad : \quad j = 1, \dots, b$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Observación en el j-ésimo bloque del i-ésimo tratamiento,

$\mu$  : efecto de la media general

$\beta_j$  : efecto del j-ésimo bloque.

$\tau_i$  : efecto de i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  : efecto aleatorio del error.

En el Cuadro 16 se presenta el cuadro del ANOVA, sus componentes y los cuadrados medios esperados para un diseño de bloques completos al azar.

**CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANCIA**

<b>F de V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>
Tratamientos	t - 1	$(\sum y_i^2/b) - FC$	SCT/glt	CMt/CMe
Bloques	b - 1	$(\sum y_j^2/t) - FC$	SCb/glb	CMb/Cme
Error	(t - 1)(b - 1)	SCT - SCt	SCE/gle	
Total	(t*b) - 1	$\sum \sum y_{ij}^2 - FC$		

#### 4.11 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la evaluación económica del sistema aeropónico, se usó la base de costos generada por esta investigación en un ambiente determinado (Invernadero aeropónico de la DSRAA – Kishurá), partiendo de simular la actividad de producción de semillas de papa nativa en una escala comercial bajo las condiciones de invernadero.

## V. RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se efectuaron los análisis de variancia para las variables altura de planta, Días a la tuberización, Porcentaje de Supervivencia, Días a la senescencia de la planta, Diámetro de tallo en la senescencia, Días a la primera cosecha, Rendimiento de planta, Número de Mini-tubérculos por planta, Peso promedio de tubérculos y categoría de tubérculos: número de tubérculos mayores a 5 g por planta, peso de tubérculos mayores a 5 g por planta. Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa estadístico R- Statistics.

#### 5.1.1 Altura de planta

Se realiza el análisis de variancia para la variable altura de planta (220 días después del trasplante), en el (anexo 6), se muestra los valores de crecimiento en altura de planta, con alturas que van desde 81.11 cm hasta 133.22 cm, con promedio general de 101.22 cm de altura de planta.

**CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	5785.00	642.778	14.75	2.46	3.60	**
Bloques	2	12.2321	6.11605	0.14	3.55	6.01	NS
Error	18	784.335	43.5742				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>6581.57</b>					

Según el cuadro de análisis de variancia, para la altura de planta es altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (14,75) mayor que la F tabulada al 5% (2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en que algunos de los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta algunos de los tratamientos son

diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 6.52%, indica que en condiciones de invernadero hubo un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{43.7542}}{101.22} \times 100 \quad CV = 6.52\%$$

**CUADRO 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (CM).**

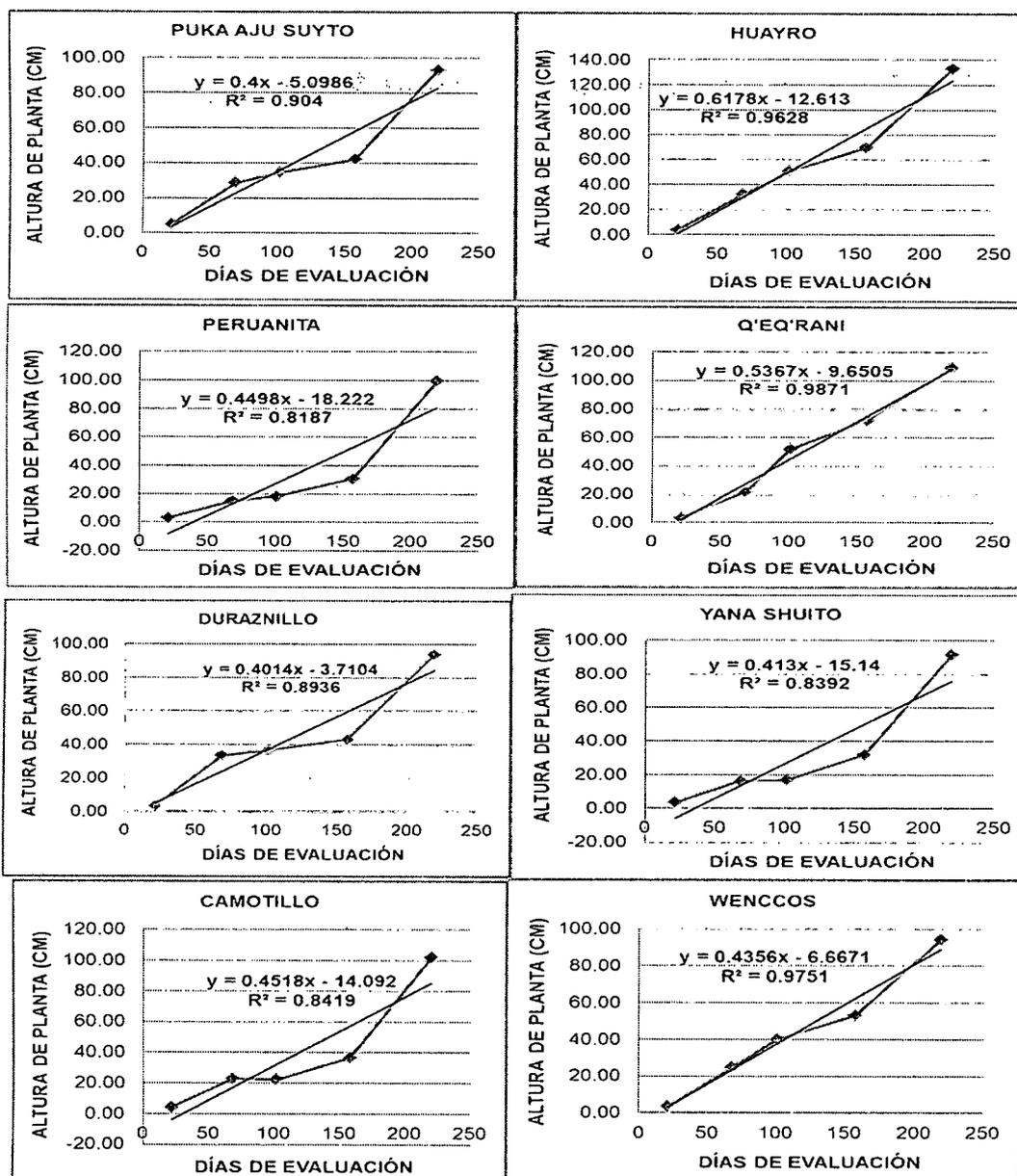
Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	N°	Variedad		
I	2	Huayro	133.22	a
II	10	Amarilla Tumbay	114.28	b
III	4	Q'eq'orani	109.05	b
IV	7	Camotillo	102.22	c
V	3	Peruanita	99.44	c
VI	8	Wenccos	94.22	c
VII	5	Duraznillo	94.05	c
VIII	1	Puka aju suyto	93.11	c
IX	6	Yana shuito	91.56	cd
X	9	Q'ompis	81.00	d

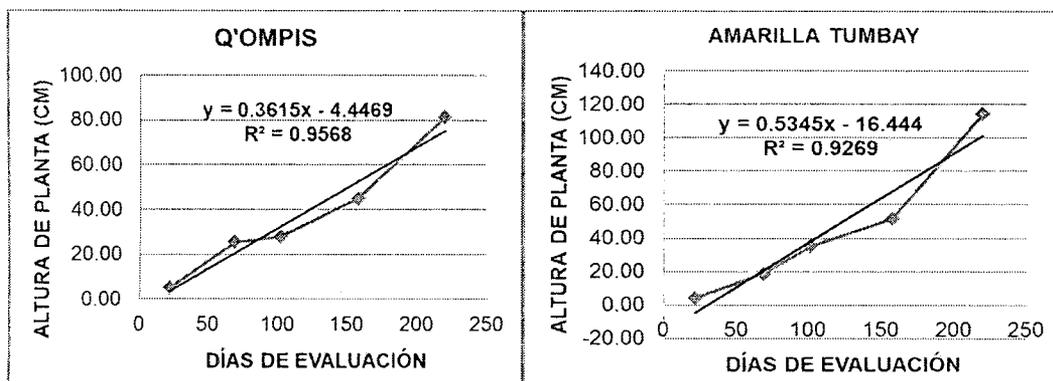
Según el cuadro que se muestra se tiene cuatro grupos homogéneos (A, B, C y D) en la evaluación del crecimiento en cuanto a la altura de planta, estos grupos son estadísticamente iguales: los tratamientos T10 (Amarilla Tumbay) y T4 (Q'eq'orani), pertenecen al grupo homogéneo B; los tratamientos T7 (Camotillo), T3 (Peruanita), T8 (Wenccos), T5 (Duraznillo) y T1 (Puka Aju Suyto), al grupo homogéneo C; los tratamientos T6 (Yana Shuito) y T9 (Q'ompis), al grupo homogéneo D.

Así mismo se observa que el tratamiento T2 (Huayro) perteneciente al grupo homogéneo A, alcanzando la mayor altura de crecimiento, mientras que, el T6 (Q'ompis) perteneciente al grupo homogéneo D, muestra la altura más baja de crecimiento.

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA LA ALTURA DE PLANTA (cm) VS DÍAS DE EVALUACIÓN

FIGURA 8. ALTURA DE PLANTA VS DÍAS DE EVALUACIÓN





Según la figura 8. Muestra la regresión lineal simple y cuadrática para el crecimiento en altura de planta entre días de evaluación, para lo cual se utilizó el registro durante el proceso de crecimiento de la planta (22, 69, 102, 158 y 220 días del trasplante), como se muestra en el (anexo 7).

En la variedad Puka Aju Suyto, la pendiente de la recta nos indica que, en cada periodo de crecimiento, la altura de planta crece 0.4 cm, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 90.4%, donde, registra un promedio de 4.99 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días un promedio de 93.11 cm de altura de planta.

En la variedad Huayro, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.6178, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 96.28%, de igual manera registra un promedio de 3.83 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días un promedio de 133.11 cm de altura de planta.

En la variedad Peruanita, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.4498, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 81.87%, también, donde se, registra un promedio

de 2.85 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días un promedio de 99.44 cm de altura de planta.

En la variedad Q'eq'orani, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.5367, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 98.71%, registra un promedio de 3.33 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días un promedio de 109.06 cm de altura de planta.

En la variedad Duraznilla, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.4014, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 89.36%, se registra un promedio de 3.56 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días alcanzo un promedio de 94.06 cm de altura de planta.

En la variedad Yana Shuito, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.413, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 83.92%, se registra un promedio de 3.43 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días alcanzo un máximo promedio de 91.56 cm de altura de planta.

En la variedad Camotillo, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.4518, así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 84.19%, se registra un promedio de 3.96 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días alcanzo un máximo promedio de 84.19 cm de altura de planta.

En la variedad Wencos, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.4356, así mismo según el

R<sup>2</sup> posee una variabilidad del 97.51%, se registra un promedio de 3.48 cm de altura de planta a los 22 días después del trasplante, así mismo a los 220 días alcanzo un máximo promedio de 94.22 cm de altura de planta.

En la variedad Q'ompis, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.3615, así mismo según el R<sup>2</sup> posee una variabilidad del 95.68%, se registra un promedio de 4.84 cm de altura de planta a los 22 días después del transplante, así mismo a los 220 días alcanzo un máximo promedio de 81.00 cm de altura de planta.

En la variedad Amarilla Tumbay, la pendiente de la recta nos indica, que en cada periodo de crecimiento la altura de planta crece 0.5345, así mismo según el R<sup>2</sup> posee una variabilidad del 92.69%, se registra un promedio de 3.79 cm de altura de planta a los 22 días después del transplante, así mismo a los 220 días alcanzo un máximo promedio de 114.28 cm de altura de planta.

### 5.1.2 Días a la tuberización

Se registró los días transcurridos desde el trasplante de plántulas hasta el inicio de la tuberización de cada tratamiento, sometido a la producción de mini tubérculos de papa nativa por el sistema aeropónico, con valores que van desde los 39 días hasta los 90.33 días después del transplante (anexo 8).

### CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA TUBERIZACIÓN

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	6705.2	745.022	59.92	2.46	3.60	**
Bloques	2	0.866667	0.433333	0.03	3.55	6.01	ns
Error	18	223.8	12.4333				
<b>Total</b>	29	6929.87					

Según el cuadro de análisis de variancia, para días a la tuberización, es altamente significativa para los tratamientos, en donde la F calculada es (59.92) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en que algunos de los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 6.52%, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de experimento, demuestra confiabilidad a los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{12.4333}}{54.07} \times 100 \quad CV = 6.52\%$$

### CUADRO 20. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DÍAS A LA TUBERIZACIÓN

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	Nº	Variedad		
I	9	Q'ompis	39.00	a
II	6	Yana suyto	40.00	b
III	7	Camotillo	41.33	b
IV	5	Duraznillo	44.67	b
V	10	Amarilla tumbay	46.00	b
VI	8	Wenccos	56.00	c
VII	2	Huayro	57.00	c
VIII	1	Puka aju suyto	62.33	d
IX	3	Peruanita	64.00	d
X	4	Q'eq'orani	90.33	e

Según el cuadro de grupos homogéneos para días a la tuberización, se tiene cinco grupos homogéneos A, B, C, D Y E. Por lo tanto, el tratamiento T9 pertenece al grupo homogéneo A, los tratamientos T6 (Yana Shuito), T7 (Camotillo), T5 (Duraznillo), T10 (Amarilla tumbay) son estadísticamente iguales, perteneciente al grupo homogéneo B; del mismo modo, el tratamiento T8 (Wenccos) y T2 (Huayro) son estadísticamente iguales, perteneciente al grupo homogéneo C; T1 (Puka Aju Suyto) y T3 (Peruanita) son estadísticamente iguales perteneciente al grupo homogéneo D, y T4 (Q'eq'orani) perteneciente al grupo homogéneo E. De modo que, la variedad más precoz en días a la tuberización es el T9 (Q'ompis), quien inicia la tuberización a los 39 días después del trasplante, perteneciente al primer grupo homogéneo A. Así mismo, la variedad tardía T4 (Q'eq'orani), que inicia la tuberización a partir de los 90.33 días después del trasplante, pertenece al grupo homogéneo E.

### 5.1.3 Porcentaje de Supervivencia

Mediante la relación del número de plantas instaladas por tratamiento y el número de plantas al final de cosecha (anexo 9) se obtuvo el porcentaje de supervivencia, cuyos valores para cada tratamiento se indican en el (anexo 10), con porcentajes que varían desde 88.89% hasta 97.22%, con un promedio de 93.06%.

**CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	150.482	16.720	0.47	2.46	3.60	ns
Bloques	2	477.026	238.513	6.77	3.55	6.01	**
Error	18	634.196	35.2331				
<b>Total</b>	29	1261.7					

Según el cuadro el análisis de variancia, el porcentaje de sobrevivencia no reportó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos, en donde la F calculada es (0.47) menor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo que los porcentajes obtenidos son estadísticamente iguales entre todos los tratamientos, en condiciones de invernadero aeropónico.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 6.38%, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{35.2331}}{93.06} \times 100 \quad CV = 6.38\%$$

#### 5.1.4 Días a la senescencia de planta

Se registró los días después del trasplante hasta la última cosecha de cada tratamiento como se muestra en el (anexo 11).

**CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA SENESCENCIA DE PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	2724.3	302.7	5.43	2.46	3.60	**
Bloques	2	9.800	4.900	0.09	3.55	6.01	ns
Error	18	1004.2	55.7889				
<b>Total</b>	29	3738.30					

Según el cuadro aplicando el análisis de variancia, a la variables días a la primera cosecha, es altamente significativa para los tratamientos, en donde la F calculada es (5.43) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en que algunos de los tratamientos son

iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 3.06%, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{55.7889}}{244.30} \times 100 \quad CV = 3.06\%$$

**CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DÍAS A LA SENESCENCIA (Cm)**

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	N°	Variedad		
I	1	Puka aju suyto	221.00	a
II	6	Yana suyto	236.00	b
III	9	Q'ompis	236.00	b
IV	3	Peruanita	250.00	c
V	5	Duraznillo	250.00	c
VI	7	Camotillo	250.00	c
VII	8	Wenccos	250.00	c
VIII	4	Q'eq'orani	250.00	c
IX	10	Amarilla Tumbay	250.00	c
X	2	Huayro	250.00	c

Según el cuadro de grupos homogéneos para los días a la senescencia de la planta, se tiene tres grupos homogéneos A, B y C; por lo tanto, los tratamientos T6 (Yana Shuito), T9 (Q'ompis) son estadísticamente iguales,

perteneciente al grupo homogéneo B; del mismo modo, los tratamientos T3 (Peruanita), T5 (Duraznillo), T7 (Camotillo), T8 (Wenccos), T4 (Q'eq'orani), T10 (Amarilla tumbay), T2 (Huayro) son estadísticamente iguales, perteneciente al grupo homogéneo C.

De modo que, las variedades más precoces a la senescencia es el tratamiento T1 (Puka Aju Suyto), (Duraznillo), perteneciente al grupo homogéneo A.

#### 5.1.5 Diámetro de tallo en la senescencia

**CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL DIÁMETRO DE TALLO EN LA SENESCENCIA DE PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	25.0368	2.782	11.82	2.46	3.60	**
Bloques	2	0.835287	0.418	1.77	3.55	6.01	ns
Error	18	4.23591	0.2353				
<b>Total</b>	29	30.108					

Según el cuadro de análisis de variancia, para el diámetro de tallo en la senescencia de la planta es altamente significativa entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (11,82) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en que algunos de los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

#### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 7.76%, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{0.2353}}{6.23} \times 100 \quad CV = 7.76\%$$

**CUADRO 25. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DIÁMETRO DE TALLO EN LA SENESCENCIA (MM)**

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	Nº	Variedad		
I	10	Amarilla Tumbay	7.91	a
II	3	Peruanita	7.44	ab
III	1	Puka aju suyto	6.95	b
IV	2	Huayro	6.70	b
V	6	Yana suyto	5.92	c
VI	7	Camotillo	5.80	c
VII	9	Q'ompis	5.75	c
VIII	5	Duraznillo	5.72	c
IX	4	Q'eq'orani	5.54	cd
X	8	Wenccos	4.79	d

Según el cuadro de grupos homogéneos para el diámetro de tallo en la senescencia, se tiene cuatro grupos homogéneos A, B, C y D; por lo que, los tratamientos T3 (Peruanita), T1 (Puka Aju Suyto), T2 (Huayro) son estadísticamente iguales, perteneciente al grupo homogéneo B; así mismo, el T6 (Yana Shuito), T7 (Camotillo), T9 (Q'ompis) y T5 (Duraznillo) son estadísticamente iguales, perteneciente al grupo homogéneo C; por otro lado, los tratamientos T4 (Q'eq'orani) y T8 (Wenccos), son estadísticamente iguales perteneciente al grupo homogéneo D.

Así mismo el mayor diámetro de tallo obtuvo T10 (Amarilla Tumbay) perteneciente al grupo homogéneo A; mientras que, el T8 (Wenccos) obtuvo el menor diámetro, perteneciente al grupo homogéneo D.

#### 5.1.6 Días a la primera cosecha

En el anexo 13, se registran los valores de los días transcurridos desde el trasplante hasta cuando se inició la primera cosecha de los tubérculos, con valores que fluctuaron entre 96 días a 130 días, con promedio general de 106.40 días.

**CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA PRIMERA COSECHA**

FV	GL	SC	CM	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	3163.2	351.467	4.39	2.46	3.60	**
Bloques	2	111.8	55.9	0.70	3.55	6.01	ns
Error	18	1440.2	80.0111				
<b>Total</b>	29	4715.2					

Según el cuadro aplicando el análisis de variancia, a la variables días a la primera cosecha, es altamente significativa para los tratamientos, en donde la F calculada es (4.39) mayor que la F tabulada al 5% (2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en que algunos de los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

#### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 8.41%, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de experimento, demuestra confiabilidad a los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{80.0111}}{106.40} \times 100 \quad CV = 8.41\%$$

**CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DÍAS A LA PRIMERA COSECHA**

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	N°	Variedad		
I	5	Duraznillo	96.00	a
II	6	Yana suyto	96.00	a
III	9	Q'ompis	96.00	a
IV	7	Camotillo	96.00	a
V	3	Peruanita	110.00	a
VI	10	Amarilla tumbay	110.00	a
VII	1	Puka aju suyto	110.00	a
VIII	8	Wenccos	110.00	a
IX	2	Huayro	110.00	a
X	4	Q'eq'orani	130.00	b

Según el cuadro de grupos homogéneos para los días a la primera cosecha, se tiene dos grupos homogéneos A y B; los tratamientos T5 (Duraznillo), T6 (Yana Shuito), T9 (Q'ompis) y T7 (Camotillo), T3 (Peruanita), T10 (Amarilla tumbay), T1 (Puka Aju Suyto), T8 (Wenccos) y T2 (Huayro) son estadísticamente iguales perteneciente al grupo homogéneo A. Del mismo modo, el tratamiento T4 (Q'eq'orani) perteneciente al grupo homogéneo B.

De modo que, las variedades más precoces a la primera cosecha son: T5 (Duraznillo), T6 (Yana Shuito), T9 (Q'ompis) y T7 (Camotillo), que fueron cosechados a los 96 días después del trasplante; en tanto que, las variedades

medianamente tardías a la primera cosecha son: T3 (Peruanita), T10 (Amarilla tumbay), T1 (Puka Aju Suyto), T8 (Wenccos) y T2 (Huayro), que fueron cosechados a los 110 días después del trasplante, perteneciente al primer grupo homogéneo A; así mismo, la variedad tardía a la primera cosecha es T4 (Q'eq'orani) que fue cosechado a los 130 días después del trasplante, perteneciente al segundo grupo homogéneo B.

### 5.1.7 Rendimiento por planta

Se realizó el análisis de variancia al rendimiento que correspondió al peso total de mini-tubérculos cosechados en cada tratamiento expresado en g/planta.

**CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL RENDIMIENTO POR PLANTA (GRAMOS/PLANTA)**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	1,281,516	142,391	24.12	2.46	3.60	**
Bloques	2	38,243	19,121.5	3.24	3.55	6.01	ns
Error	18	106,271	5,904				
<b>Total</b>	29	1,426,030					

Según el cuadro de análisis de variancia, para el rendimiento por planta es altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (24,12) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en que los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias para lo cual se utiliza de prueba de Tukey

## COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 13.06%, cuyo valor se encuentra dentro de los rangos permisibles para este tipo de experimentos.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{5904}}{588.17} \times 100 \quad CV = 13.06\%$$

**CUADRO 29. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5%  
RENDIMIENTO POR PLANTA (Gramos/Planta).**

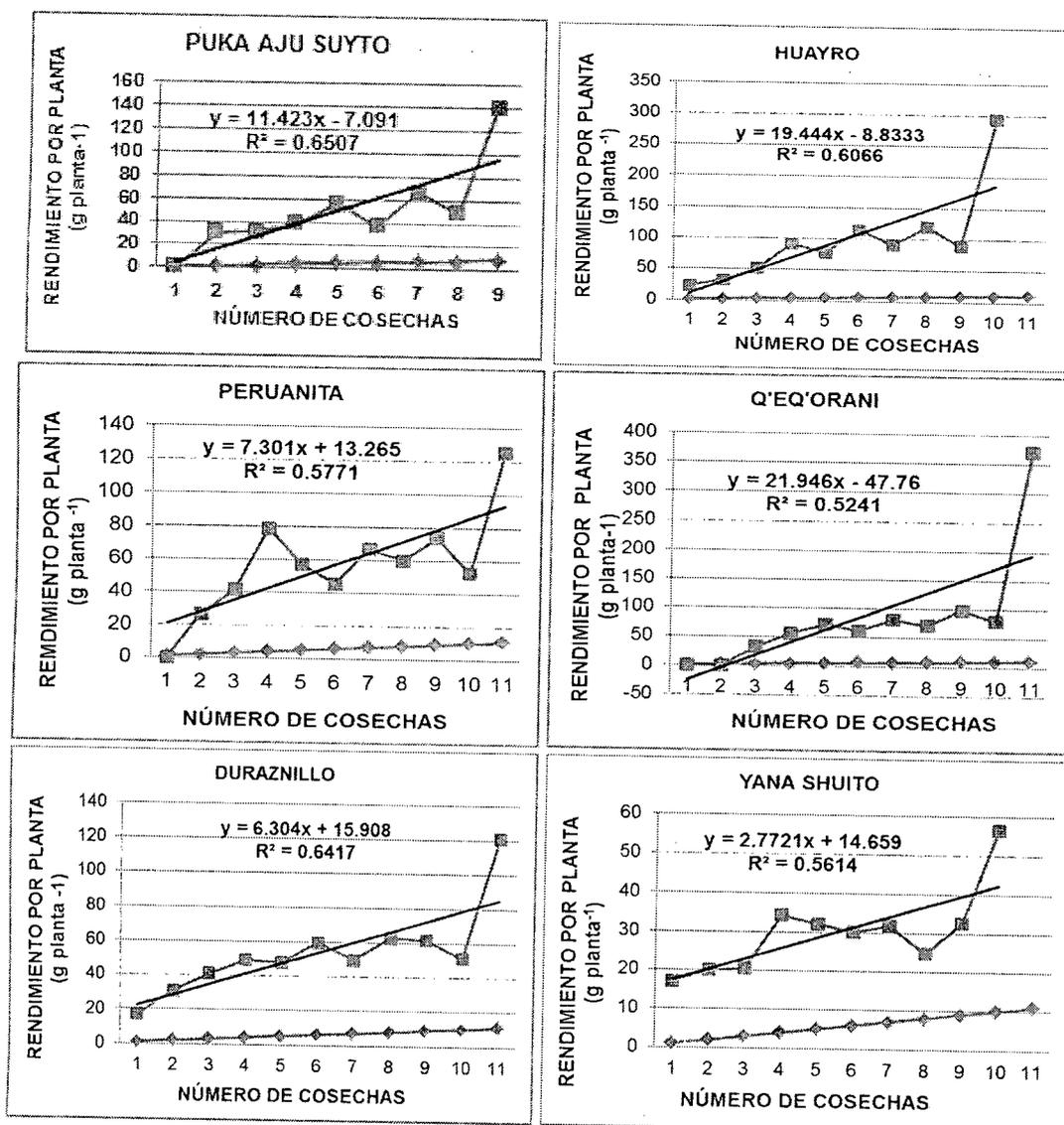
Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	Nº	Variedad		
I	2	Huayro	981.11	a
II	4	Q'eq'orani	923.11	a
III	3	Peruanita	627.78	b
IV	10	Amarilla Tumbay	633.28	b
V	5	Duraznilla	591.05	b
VI	8	Wenccos	526.00	b
VII	9	Q'ompis	501.56	bc
VIII	1	Puka Aju Suyto	450.22	c
IX	7	Camotillo	376.67	cd
X	6	Yana suyto	299.06	d

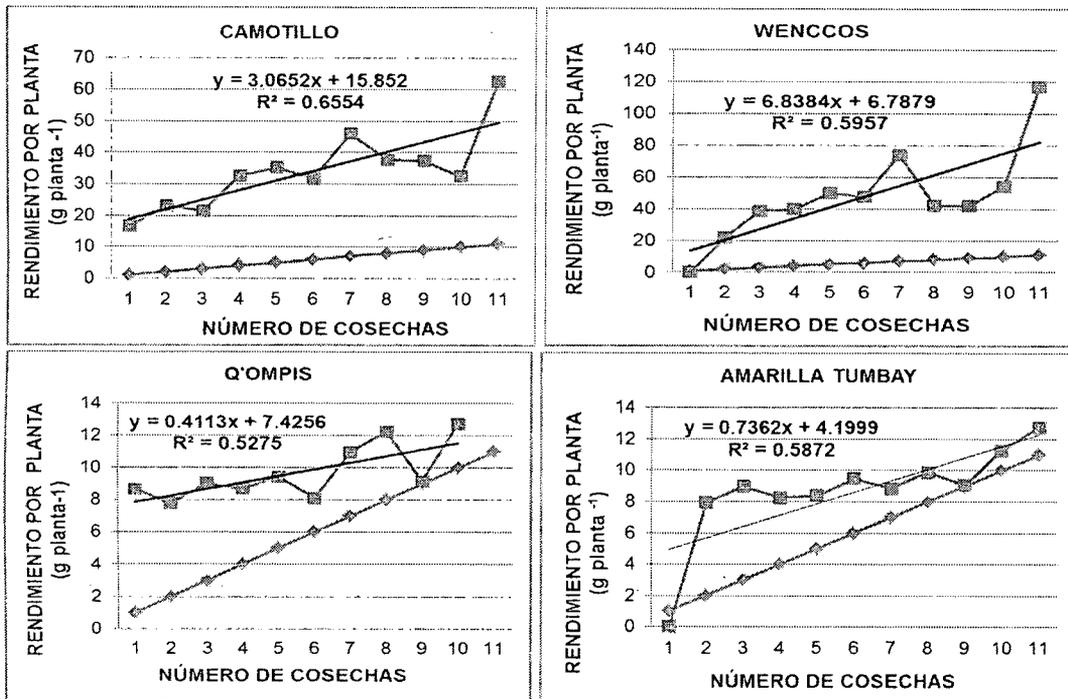
Según el cuadro de grupos homogéneos para el rendimiento por planta se tiene cuatro grupos homogéneos A, B, C y D; por lo que, los tratamientos T2 (Huayro) y T4 (Q'eq'orani) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo A. Por otro lado, los tratamientos T3 (Peruanita), T10 (Amarilla Tumbay), T5 (Duraznillo), T8 (Wenccos) y T9 (Q'ompis) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo B. De la misma manera los tratamientos T9 (Q'ompis), T1 (Puka Aju Suyto), T7 (Camotillo) son estadísticamente homogéneos, que pertenece al grupo

homogéneo C. Finalmente T7 (Camotillo) y T6 (Yana Shuito) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo C. Así mismo el mejor tratamiento es el T2 (Huayro) perteneciente al grupo homogéneo A, seguido por el T6 (Yana Shuito) perteneciente al grupo homogéneo D.

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO POR PLANTA VS NÚMERO DE COSECHAS

FIGURA 9. RENDIMIENTO POR PLANTA (G/PLANTA) VS NÚMERO DE COSECHAS





Según la figura 9, muestra la regresión lineal simple y cuadrática entre el rendimiento por planta versus número de cosechas de los tratamientos.

En la variedad Puka Aju Suyto, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 11,423 g/planta; así mismo según el  $R^2$  posee una variabilidad del 65.07%. Se realizó 8 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 30.50 g/planta en la primera cosecha; así mismo, en la novena cosecha alcanza un máximo rendimiento promedio de 140.56 g/planta.

En la variedad Huayro, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 19.444 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 60.66%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 22.94 g/planta en la primera cosecha para esta variedad, de modo que, en la décima cosecha alcanza un máximo rendimiento promedio de 292.72 g/planta.

En la variedad Peruanita, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 7.301 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 57.71%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 26.22 g/planta para la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza un máximo rendimiento promedio de 126.56 g/planta.

En la variedad Q'eq'orani, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 21.946 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 52.41%. Se realizó 9 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 32.06 g/planta para la primera cosecha, de modo que, en la novena cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 371.78 g/planta.

En la variedad Duraznilla, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 6.304 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 64.17%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 16.94 g/planta para la primera cosecha en esta variedad, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 120.78 g/planta.

En la variedad Yana Shuito, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 2.7721 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad de 56.14%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días, donde, se registró un promedio de 16.89 g/planta para la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 56.61 g/planta.

En la variedad Camotillo, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 3.0652 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 65.54%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 16.56 g/planta para la primera cosecha en esta variedad, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 62.50 g/planta.

En la variedad Wencos, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 6.8384 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 59.57%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 21.72 g/planta para la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 116.50 g/planta.

En la variedad Q'ompis, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 0.4113 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 52.75%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 28.78 g/planta para la primera cosecha en esta variedad; de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 134.17 g/planta.

En la variedad Amarilla Tumbay, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el rendimiento por planta aumenta en 0.7362 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 58.72%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 16.44 g/planta para la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo rendimiento promedio de 158.17 g/planta.

### 5.1.8 Número de Mini-tubérculos por planta

El análisis de variancia realizado para la variable de número de mini-tubérculos por planta se presenta en el cuadro 30.

**CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL NÚMERO DE MINI-TUBÉRCULOS POR PLANTA**

FV	GL	SC	SCM	FC	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	10908.60	1212.07	20.42	2.46	3.60	**
Bloques	2	79.0238	39.5119	0.67	3.55	6.01	ns
Error	18	1068.55	59.3641				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>12056.2</b>					

Según el cuadro de análisis de variancia, para el número de mini-tubérculos por planta es altamente significativa entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (20,42) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en que los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias para lo cual se utiliza de prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 12,91%, cuyo valor se encuentra dentro de los rangos permisibles para este tipo de experimentos.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{59.3641}}{59.70} \times 100 \quad CV = 12.91\%$$

**CUADRO 31. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5%  
NÚMERO DE MINI - TUBÉRCULOS POR PLANTA**

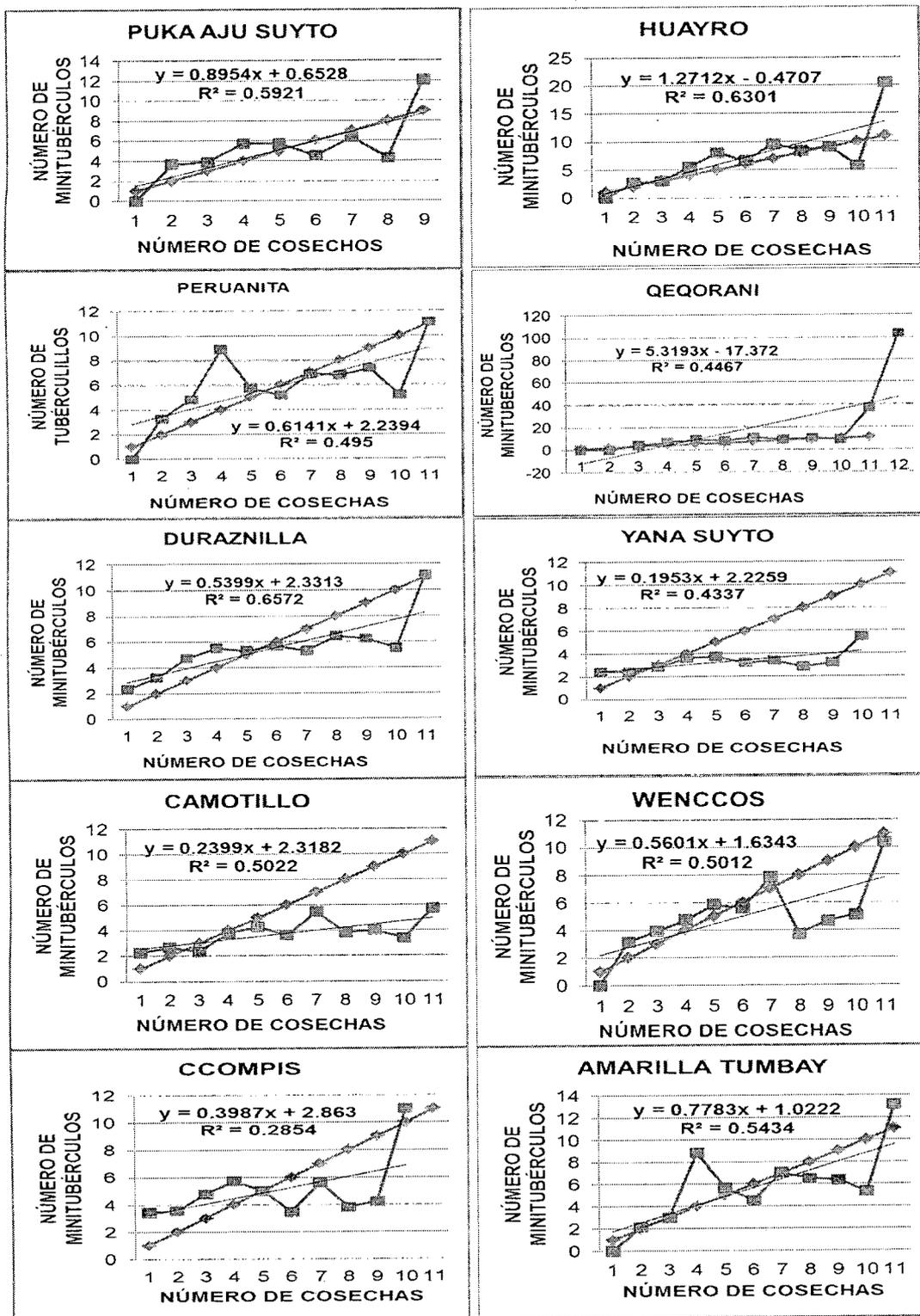
Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	Nº	Variedad		
I	4	Q'eq'orani	103.22	a
II	2	Huayro	78.72	b
III	3	Peruanita	65.17	c
IV	10	Amarilla Tumbay	62.61	c
V	5	Duraznillo	61.28	c
VI	8	Wenccos	54.94	cd
VII	9	Q'ompis	50.56	d
VIII	1	Puka Aju Suyto	46.17	de
IX	7	Camotillo	41.33	e
X	6	Yana shuito	33.00	e

Según el cuadro de grupos homogéneos para promedio de número de mini-tubérculos se tiene cinco grupos homogéneos A, B, C, D Y E; por lo que, los tratamientos T3 (peruanita), T10 (Amarilla tumbay), T5 (Duraznillo) Y T8 (Wenccos) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo C; por otro lado, los tratamientos T8 (Wenccos), T9 (Q'ompis), T1 (Puka Aju Suyto) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo D; de la misma manera, los tratamientos T1 (Puka Aju Suyto), T7 (Camotillo), T6 (Yana Shuito) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo E.

Así mismo el mejor tratamiento es el T4 (Q'eq'orani) perteneciente al grupo homogéneo A, seguido por el T2 (Huayro) perteneciente al grupo homogéneo B y el peor tratamiento es el T6 (Yana Shuito) perteneciente al grupo homogéneo E.

ANÁLISIS DEL REGRESIÓN DE NÚMERO MINI-TUBÉRCULOS POR PLANTA VS NÚMERO DE COSECHAS

FIGURA 10. NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS POR PLANTA VS NÚMERO DE COSECHAS



En la figura 10, muestra la regresión lineal simple y cuadrática entre el número de mini tubérculos por planta versus número de cosechas de los tratamientos.

En la variedad Puka Aju Suyto, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.8954; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 59.21%. Se realizó 8 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 3.67 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la octava cosecha alcanza el máximo promedio de 12.06 mini tubérculos por planta.

En la variedad Huayro, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 1.2712; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 63.01%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 2.61 mini tubérculos por planta en la primera cosecha de esta variedad, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 20.44 mini tubérculos por planta.

En la variedad Peruanita, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.6141; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 49.5%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 3.28 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 11.11 mini tubérculos por planta.

En la variedad Q'eq'orani, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 5.3193; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 44.67%. Se realizó 9 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 4.17 mini

tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la novena cosecha alcanza el máximo promedio de 37.11 mini tubérculos por planta.

En la variedad Duraznilla, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.5399; así mismo, según el  $R^2$  esta variedad posee una variabilidad del 65.72%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 2.33 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo promedio de 11.11 mini tubérculos por planta.

En la variedad Yana shuito, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.1953; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad de 43.37%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 2.39 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 5.50 mini-tubérculos/planta.

En la variedad Camotillo, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.2399; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 50.22%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 2.28 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo promedio de 5.72 mini tubérculos por planta.

En la variedad Wencos, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0,560; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 0.5012%. Se realizó

10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 3.17 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 10.33 mini tubérculos por planta.

En la variedad Q'ompis, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.3987; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 28.54%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 3.44 mini tubérculos por planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 11 mini tubérculos por planta.

En la variedad Amarilla tumbay, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el número de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.7783; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 0.5434%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un promedio de 2.11 mini tubérculos por planta en la primera cosecha de esta variedad, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo promedio de 13.17 mini tubérculos por planta.

#### 5.1.9 Peso promedio de mini-tubérculos por planta

El análisis de variancia para la variable peso promedio de mini tubérculos se presenta en el cuadro 32.

**CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL PESO PROMEDIO DE MINI-TUBÉRCULO POR PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	29.6822	3.29802	6.23	2.46	3.60	**
Bloques	2	1.5589	0.779445	1.47	3.55	6.01	NS
Error	18	9.53065	0.529481				
<b>Total</b>	29	40.7717					

Según el cuadro de análisis de variancia, para peso promedio mini tubérculos por planta es altamente significativa entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (6.23) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en que los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias para lo cual se utiliza de prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 7.56%, cuyo valor se encuentra dentro de los rangos permisibles para este tipo de experimentos.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{0.529481}}{9.63} \times 100 \quad CV = 7.56\%$$

**CUADRO 33. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PESO PROMEDIO DE MINI-TUBÉRCULO POR PLANTA (GRAMOS/PLANTA)**

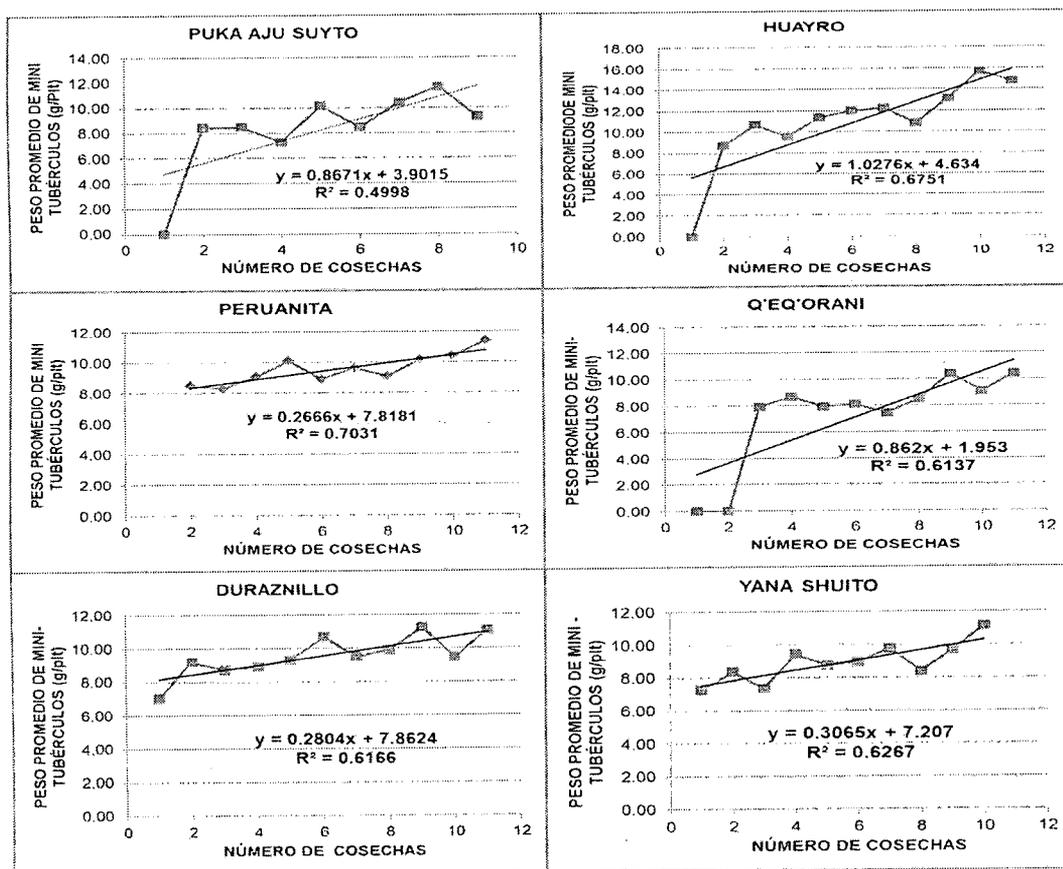
Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	Nº	Variedad		
I	2	Huayro	12.46	a
II	5	Duraznillo	9.79	b
III	10	Amarilla Tumbay	9.72	b
IV	3	Peruanita	9.68	b
V	8	Wenccos	9.53	b
VI	1	Puka aju suyto	9.14	b
VII	4	Q'eq'orani	9.08	b
VIII	7	Camotillo	9.07	b
IX	6	Yana suyto	8.95	b
X	9	Q'ompis	8.90	b

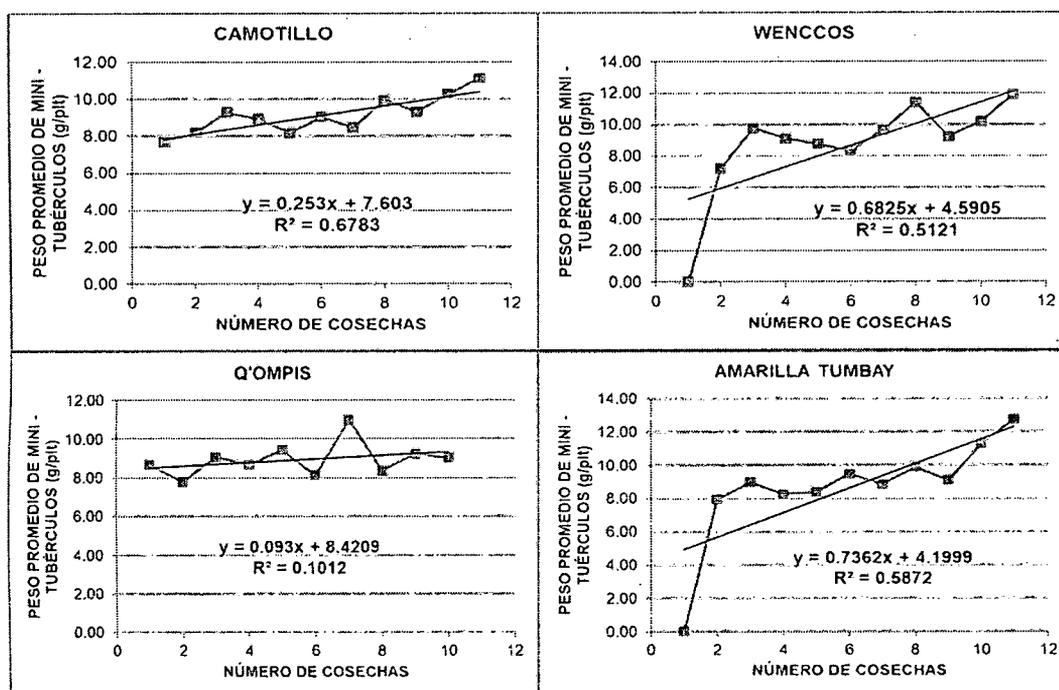
Según el cuadro de grupos homogéneos para el peso promedio mini-tubérculos en g/planta se tiene dos grupos homogéneos A y B; por lo que, los tratamientos: T5 (Duraznillo), T10 (Amarilla Tumbay), T3 (Peruanita), T8 (Wenccos), T1 (Puka Aju Suyto), T4 (Q'eq'orani) T7 (Camotillo), T6 (Yana Shuito) son estadísticamente homogéneos, que pertenece al grupo homogéneo B.

Así mismo, el mejor tratamiento es el T2 (Huayro) perteneciente al grupo homogéneo A y el peor tratamiento es el T9 (Q'ompis) que pertenece al grupo homogéneo B.

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN PESO PROMEDIO DE MINI TUBÉRCULOS VS NÚMERO DE COSECHAS

FIGURA 11. PESO PROMEDIO DE MINI TUBÉRCULOS VS NÚMERO DE COSECHAS





En la figura 11, se muestra la regresión lineal simple y cuadrática entre el peso promedio mini tubérculos por planta versus número de cosechas de los tratamientos.

En la variedad Puka Aju Suyto, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio mini-tubérculos por planta aumenta en 0.8671 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 49.98%. Se realizó 8 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 8.41 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la octava cosecha alcanza el máximo un peso promedio por mini tubérculo de 9.29 g/planta.

En la variedad Huayro, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.6502 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 79.68%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini

tubérculo de 8.68 g/planta en la primera cosecha de esta variedad, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo un peso promedio por mini tubérculo de 14.79 g/planta.

En la variedad Peruanita, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.2666 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 70.31%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 8.48 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo un peso promedio por mini tubérculo de 11.37 g/planta.

En la variedad Q'eq'orani, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.862 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 61.37%. Se realizó 9 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.92 g/planta en la primera cosecha de, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 10.40 g/planta.

En la variedad Duraznilla, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.2804 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 61.66%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.06 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo un peso promedio por mini tubérculo de 11.07 g/planta.

En la variedad Yana Shuito, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.3065 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad de 62.97%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.23 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 11.12 g/planta.

En la variedad Camotillo, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.253 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 67.83%. Se realizó 11 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.67 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la undécima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 11.12 g/planta.

En la variedad Wenccos, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0,6825 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 51.21%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.23 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 11.89 g/planta.

En la variedad Q'ompis, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada, el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.093 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 10.12%. Se

realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 8.66 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 9.01 g/planta.

En la variedad Amarilla tumbay, la pendiente de la recta nos indica que, por cada cosecha realizada el peso promedio de mini-tubérculos por planta aumenta en 0.7362 g/planta; así mismo, según el  $R^2$  posee una variabilidad del 58.72%. Se realizó 10 cosechas cada 15 días donde se registró un peso promedio por mini tubérculo de 7.94 g/planta en la primera cosecha, de modo que, en la décima cosecha alcanza el máximo peso promedio por mini tubérculo de 12.73 g/planta.

#### **5.1.10 Categorías de mini-tubérculos**

Se realizó una categorización de los tubérculos cosechados en tubérculos mayores de 5 g/m<sup>2</sup> y tubérculos menores de 5 g/m<sup>2</sup>.

Esta diferenciación se hizo debido a que se considera que los tubérculos mayores de 5 g, pueden ser sembrado directamente en campo y producir plantas fuertes y sanas que podrán resistir los diferentes estreses que existen en campo abierto, mientras que los tubérculos menores de 5 g, se recomienda sembrarlos en ambientes controlados (invernaderos), en cualquier tipo de sistema de multiplicación de semilla pre-básica de papa. (Barona, 2012.) Citado (García, 2013).

Particularmente en esta investigación utilizaremos el número de mini tubérculos mayores a 5 g/planta y menores a 5 g/planta.

### Número de mini-tubérculos mayores a 5 g por planta

**CUADRO 34. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS MAYORES A 5 GRAMOS POR PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	8766.91	974.101	21.68	2.46	3.60	**
Bloques	2	48.7596	24.3798	0.54	3.55	6.01	NS
Error	18	808.625	44.9236				
<b>Total</b>	29	9624.29					

Según el cuadro de análisis de variancia, para el número de mini tubérculos mayores a cinco gramos por planta es altamente significativa entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (21.68) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en que los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias para lo cual se utiliza de prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 13.12% cuyo valores en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{44.9236}}{51.09} \times 100 \quad CV = 13.12\%$$

**CUADRO 35. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5%  
PARA EL NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS MAYORES A 5  
GRAMOS POR PLANTA**

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	N°	Variedad		
I	4	Q'eq'orani	88.33	a
II	2	Huayro	70.83	b
III	3	Peruanita	55.56	c
IV	10	Amarilla Tumbay	54.50	c
V	5	Duraznillo	54.11	c
VI	8	Wenccos	45.28	d
VII	9	Q'ompis	42.28	d
VIII	1	Puka Aju Suyto	36.89	e
IX	7	Camotillo	35.33	e
X	6	Yana shuito	27.78	e

Según el cuadro de grupos homogéneos, para el número de mini-tubérculos mayores a 5 gramos por planta, se tiene cinco grupos homogéneos A, B, C, D y E; por lo que, los tratamientos T3 (Peruanita), T10 (Amarilla Tumbay) y T5 (Duraznillo) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo C; mientras que T8 (Wenccos), T9 (Q'ompis), son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo D, del mismo modo, T1 (Puka Aju Suyto) y T7 (Camotillo) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo E.

Así mismo, el mejor tratamiento es el T4 (Q'eq'orani) perteneciente al grupo homogéneo A y el tratamiento T2 (Huayro) perteneciente al grupo homogéneo B. El peor tratamiento es el T6 (Yana Shuito) perteneciente al grupo homogéneo E.

### Número de mini-tubérculos menores a 5 g por planta

**CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA EL NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS MENORES A 5 GRAMOS POR PLANTA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Nivel de Sig
					5%	1%	
Tratamientos	9	189.62	21.0689	6.34	2.46	3.60	**
Bloques	2	5.24049	2.62025	0.79	3.55	6.01	Ns
Error	18	59.8368	3.32427				
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>254.697</b>					

Según el cuadro de análisis de variancia, para el número de mini tubérculos menores a cinco gramos por planta es altamente significativa entre los promedios de los tratamientos, en donde la F calculada es (6.34) mayor que la F tabulada al 5%(2.46) y al 1% (3.6). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en que los tratamientos son iguales y aceptamos la hipótesis absoluta de que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias para lo cual se utiliza de prueba de Tukey.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

El coeficiente de variabilidad es 21.17% cuyos valores, en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{3.32427}}{51.778.61} \times 100 \quad CV = 21.17\%$$

**CUADRO 37. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5%  
PARA EL NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS MENORES A 5  
GRAMOS POR PLANTA**

Orden de mérito	Tratamientos		Media	Grupos Homogéneos
	N°	Variedad		
I	4	Q'eq'orani	14.89	a
II	2	Huayro	9.67	b
III	3	Peruanita	9.61	b
IV	10	Amarilla Tumbay	9.28	b
V	5	Duraznillo	8.28	bc
VI	8	Wenccos	8.11	bc
VII	9	Q'ompis	7.89	bc
VIII	1	Puka Aju Suyto	7.17	bc
IX	7	Camotillo	6.00	c
X	6	Yana shuito	5.22	c

Según el cuadro de grupos homogéneos, para el número de mini-tubérculos menores a 5 gramos por planta, se tiene tres grupos homogéneos A, B y C; por lo que, los tratamientos T2 (Huayro), T3 (Peruanita), T10 (Amarilla Tumbay), T5 (Duraznillo), (Wenccos), T9 (Q'ompis) y T1 (Puka Aju Suyto) son estadísticamente homogéneos perteneciente al grupo homogéneo B. T7 (Camotillo) y T6 (Yana Shuito) son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo C.

Así mismo, el mejor tratamiento es el T4 (Q'eq'orani) perteneciente al grupo homogéneo A; mientras que el peor tratamiento es el T6 (Yana Shuito), que pertenece al grupo homogéneo C.

## 5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico de la producción de mini tubérculos de semilla de papa, se utilizó la base de costos generada por esta investigación en una área de 42.66 m<sup>2</sup> (Invernadero Aeropónico de la Dirección Sub Regional Agraria Andahuaylas – Kishuará), teniendo en cuenta los costos fijos depreciados a una campaña: al alquiler de Infraestructura (Invernadero, módulo aeropónico y equipos y materiales), servicios de energía y agua, sueldos del personal. Los costos variables estuvieron relacionados con materiales e insumos, diagnostico, mantenimiento y mano de obra (Anexo 19).

**CUADRO 38. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBERCULILLOS BAJO EL SISTEMA AEROPÓNICO PARA LA INVESTIGACIÓN EN UN ÁREA DE 42.66 M<sup>2</sup> (NUEVO SOLES)**

Ítem	Costo Total S/. 42.66 m <sup>2</sup>	%	Costo total S/. m <sup>2</sup>	%
<b>Costos Fijos</b>				
Alquiler de Infraestructura	2,669.68	33.25	62.58	32.26
Servicios de agua y energía	465.98	5.80	10.92	5.63
Sueldos de Personal	2,784.62	34.68	65.27	33.65
<b>Sub total Fijos</b>	<b>5,920.28</b>	<b>73.73</b>	<b>138.78</b>	<b>71.54</b>
<b>Costos variables</b>				
<b>Materiales e insumos</b>				
Desinfección de Ambientes	24.09	0.30	0.56	0.29
Plántulas In Vitro	133.20	1.66	8.88	4.58
Solución Nutritiva	19.06	0.24	0.45	0.23
Solución Hidropónica Estándar (A, B y C)	286.90	3.57	6.73	3.47
Tratamiento fitosanitario	82.04	1.02	1.92	0.99
Abonos foliares	63.29	0.79	1.48	0.76
Elementos de manejo	106.98	1.33	2.51	1.29
<b>Diagnostico</b>	<b>324.00</b>	<b>4.03</b>	<b>7.59</b>	<b>3.92</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>680.00</b>	<b>8.47</b>	<b>15.94</b>	<b>8.22</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>390.00</b>	<b>4.86</b>	<b>9.14</b>	<b>4.71</b>
<b>Sub total Variables</b>	<b>2,109.55</b>	<b>26.27</b>	<b>55.21</b>	<b>28.46</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL (CPT)</b>	<b>8,029.82</b>	<b>100.00</b>	<b>193.99</b>	<b>100.00</b>

El análisis de costo de producción por metro cuadrado se muestra en el cuadro (38), donde los costos fijos depreciados son: alquiler de infraestructura, servicios de agua y energía sueldos del personal, que representa el 71.54 % de los costos totales de producción. Los costos variables son: materiales e insumos, análisis de agua y descarte de virus, mantenimiento de equipos e infraestructura y mano de obra, representando 28.46 % del costo total de producción.

En el Cuadro (39), se muestra el costo total de producción por metro cuadrado para los 10 tratamientos es de S/. 193.99 (US \$ 69.26).

El precio de venta es de S/. 0.70 por unidad de mini tubérculos mayores de 5 g y de S/. 0.50 por unidad de mini tubérculos menores a 5 gramos. El mayor ingreso bruto total, obtuvo en el tratamiento T4 (Q'eq'orani) con S/. 1,570.27 (US \$ 560.61), siendo también el tratamiento con mayor beneficio neto S/. 1,376.28 (US \$. 491.35), con el mayor indicador de rentabilidad 709.48% y con una relación beneficio costo es de 7.09; el menor ingreso bruto total obtuvo el tratamiento T6 (Yana shuito) con S/. 499.97 (US \$ 178.50), con menor beneficio neto de S/. 305.99 (US \$ 109.24), menor indicador de rentabilidad 157.74% y con una relación beneficio costo de 1.58.

Para determinar el Costo de Producción Total (CPT), se usó la estructura usada por Mateus 2010. Para calcular el Beneficio Neto (BN), este se estimó de acuerdo a Maldonado et al. (2007), restando el valor del Ingreso Bruto con el Costo de Producción Total (CPT). La rentabilidad ® se obtuvo como la razón entre el Beneficio Neto (BN) y el Costo de Producción Total (CPT) de la actividad de acuerdo con la expresión:  $R = (BN/CPT) \times 100$

CUADRO 39. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS POR M<sup>2</sup> PARA CADA TRATAMIENTO

DETALLE	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
	Puka Aju suyto	Huayro	Peruanita	Q'eq'orani	Duraznillo	Yana Shuito	Camotillo	Wenccos	Q'ompis	Amarilla Tumbay
N° Mini tubérculos > a 5 g/m <sup>2</sup>	811.58	1,652.78	1,222.25	2,002.22	1,226.49	629.68	800.89	965.90	930.09	1,199.00
N° Mini tubérculos < a 5 g/m <sup>2</sup>	157.67	225.56	211.42	337.43	187.60	118.40	136.00	173.01	173.51	204.09
PVP Mini tubérculos > a 5 g/m <sup>2</sup>	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
PVP Mini tubérculos < a 5 g/m <sup>2</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ingreso bruto > a 5g/m <sup>2</sup>	568.11	1,156.94	855.57	1,401.56	858.55	440.78	560.62	676.13	651.06	839.30
Ingreso bruto < a 5g/m <sup>2</sup>	78.83	112.78	105.71	168.72	93.80	59.20	68.00	86.51	86.75	102.04
Ingreso bruto total (S/.)	646.94	1,269.72	961.28	1,570.27	952.35	499.97	628.62	762.64	737.81	941.34
Ingreso bruto total (USD)	230.97	453.31	343.19	560.61	340.00	178.50	224.43	272.27	263.41	336.07
Costo total (S/.)	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99	193.99
Costo total (USD)	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26	69.26
Beneficio neto (S/.)	452.95	1,075.74	767.30	1,376.28	758.36	305.99	434.64	568.65	543.83	747.36
Beneficio neto (USD)	161.71	384.05	273.94	491.35	270.75	109.24	155.17	203.02	194.16	266.82
Rentabilidad (%)	233.50	554.54	395.54	709.48	390.94	157.74	224.06	293.14	280.34	385.26
RBC	2.33	5.55	3.96	7.09	3.91	1.58	2.24	2.93	2.80	3.85

Nota: Tipo de cambio Banco de la Nación (19/Noviembre 2013): S/. 2.801 por cada Dólar

Para el Tratamiento T1 (Puka aju suyto) el ingreso bruto total es de S/. 646.94, con un beneficio neto de S/. 452.95; una rentabilidad de 233.50% y una relación beneficio costo de 2.33.

Para el Tratamiento T2 (Huayro) el ingreso bruto total es de S/. 1,269.00, con un beneficio neto de S/. 1,075.74, una rentabilidad de 554.54% y una relación beneficio costo de 5.55.

Para el tratamiento T3 (Peruanita) el ingreso bruto total es de S/. 961.28; con un beneficio neto de S/. 767.30; con un indicador de rentabilidad de 395.54% y una relación beneficio costo de 3.96.

Para el tratamiento T5 (Duraznillo) el ingreso bruto total es de S/.952.35; con beneficio neto de S/. 758.36; una rentabilidad de 390.94%; y una relación beneficio costo de 3.91.

Para el tratamiento T7 (Camotillo), el ingreso bruto total es de S/. 628.62 con un beneficio neto de S/. 434.64, una rentabilidad de 224.06%; una relación beneficio costo de 2.24.

Para el tratamiento T8 (Wenccos); el ingreso bruto total es de S/. 762.64, con un beneficio neto de S/. 568.65; una rentabilidad de 293.14% y con una relación beneficio costo de 2.93.

Para el tratamiento T9 (Q'ompis); el ingreso bruto total es de S/. 737.81 con un beneficio neto de S/. 543.83; una rentabilidad de 280.34% y con una relación beneficio costo de 2.80.

Para el tratamiento 10 (Amarilla tumbay); el ingreso bruto total es de S/. 941.34; con un beneficio neto de S/. 747.36, una rentabilidad de 385.26% y una relación beneficio costo de 3.85.

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1 EVALUACIONES DURANTE LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO**

#### **6.1.1 Altura de planta**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación que se muestra en el cuadro 18, de las 10 variedades de papas nativas estudiadas, la variedad Huayro alcanzó la mayor altura de planta con un promedio de 133.22 cm, en tanto que, la menor altura de planta alcanzó la variedad Q'ompis con un promedio 81.00 cm.

La altura promedio de planta fue de 101.78 cm., la que es inferior a los resultados obtenidos en las investigaciones de Mateus (2010), y García (2013), quienes obtuvieron una altura de planta promedio de 123.37 cm. y 119.12 cm., respectivamente.

#### **6.1.2 Días a la tuberización**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para días a la tuberización (Cuadro 20), la primera variedad en iniciar la tuberización fue Q'ompis con 39 días en promedio; mientras que, la variedad Q'eq'orani fue la más tardía en iniciar la tuberización (90.33 días en promedio).

El promedio para días a la tuberización fue de 54.07 días. Mientras que, Mateus (2010), reportó el inicio de tuberización promedio a los 47.30 días y Saquina (2012), alcanzó el inicio de la tuberización promedio de 138.93 días. Estas diferencias, se debe posiblemente a las variedades usadas y una serie de factores externos como las condiciones climáticas, temperatura del agua de nebulización y formulación de soluciones nutritivas.

Cabe señalar que en la investigación realizada por Saquina (2012), los bioles aplicados al cultivo, no influyen relevantemente en los días a la tuberización de las plantas; en su resultado alcanzó un promedio de 138.93 días a la tuberización.

### **6.1.3 Porcentaje de Supervivencia**

Según los resultados obtenidos en la presente esta investigación (anexo 10), el mayor porcentaje de supervivencia, obtuvo la variedad Huayro con 97.22%.; mientras que, el menor porcentaje de supervivencia, obtuvo la variedad Yana shuito con 88.89%. Sin embargo, el promedio general fue de 93.06%, superando el resultado obtenido por Saquina (2012), quien alcanzó 84.78% de supervivencia y ubicándose por debajo del resultado obtenido por Cayambre (2010), quien alcanzó el 100% de supervivencia.

### **6.1.4 Días a la senescencia de planta**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación (cuadro 23 y anexo 11), el promedio general fue de 244.30 días a la senescencia de la planta de las 10 variedades en estudio; mientras que, la variedad Puka aju Suyto fue la que arrojó el menor valor con 221 días a la senescencia, el mayor valor se presentó en las variedades: Huayro, Peruanita, Q'eq'orani, Duraznillo, Camotillo, Wencos, y Amarilla Tumbay con 250 días a la senescencia cada una.

Estos datos se asemejan con lo obtenido en la investigación realizada por Mateus (2010), quien obtuvo un periodo vegetativo promedio de 230.20 días, del mismo modo, con los resultados obtenidos por Otazu - Chuquillanqui

(2007), quienes experimentaron un incremento en el periodo vegetativo hasta de un mes en las variedades Canchan, Perricholi y Yungay cultivadas bajo un sistema aeropónico, en comparación a las cultivadas en macetas en condiciones de sierra central del Perú. De igual manera, Kang et al. (1996), reportaron también un incremento en el periodo vegetativo de la variedad de papa estudiada, cuando se usa el sistema aeropónico, concluyendo que era debido a la alta disponibilidad de nutrientes, especialmente de Nitrógeno.

#### **6.1.5 Diámetro de tallo en la senescencia**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación (cuadro 25), el menor diámetro de tallo fue para la variedad Wencos con un promedio de 4.79 mm.; mientras que la variedad Amarilla Tumbay presentó el mayor diámetro del tallo con 7.91 mm. El promedio general del experimento para diámetro del tallo en la senescencia es de 6.25 mm.

### **6.2 EVALUACIONES DURANTE LA COSECHA**

#### **6.2.1 Días a la primera cosecha**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para días a la primera cosecha (Cuadro 27 y anexo 13), las variedades más precoces son: Duraznilla, Yana Shuito, Q'ompis y Camotillo con un promedio de 96 días a la primera cosecha por cada una de las variedades; mientras que, las variedades: Peruanita, Amarilla Tumbay, Puka Aju suyto, Wencos y Huayro obtuvieron un promedio de 110 días a la primera cosecha. Sin embargo, el promedio general fue de 106.40 días a la primera cosecha, el mismo, que es inferior al promedio que obtuvo Saquina (2012) con 182.11 días a la primera cosecha; y al de

Cayambe (2010) quien obtuvo un promedio de 184.17 días a la primera cosecha.

### **6.2.2 Rendimiento por planta**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para el rendimiento por planta (cuadro 29), la variedad Huayro presentó el mayor rendimiento promedio de 981.11 g/planta. El menor rendimiento presentó la variedad Yana shuito con un promedio de 299.06 g/planta.

El rendimiento general promedio fue de 588.17 g/planta, el mismo que, supera al resultado obtenido por Mateus (2010) con 444.2 g/planta; así como el de Cayambe (2010) que alcanzó un rendimiento promedio de 428.88 g/planta; y el de Relloso et al. (2000) que consiguió un rendimiento de 101.1 g/planta).

### **6.2.3 Número de Mini-tubérculos por planta**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el número de mini tubérculos/planta (cuadro 31), la variedad Q'eq'orani experimentó el mayor promedio de 103.22 mini tubérculos/planta; mientras que, la variedad Yana shuito obtuvo el menor promedio de 33 mini tubérculos/planta.

El promedio general fue de 59.70 mini tubérculos/planta (1,432.80 tubérculos/m<sup>2</sup>); siendo superior al resultado obtenido por Mateus (2010) quien obtuvo un promedio de 48,99 mini-tubérculos/planta, y a los resultados alcanzados por Factor et al. (2007), quien obtuvo un promedio de 49.3, mini tubérculos/planta (874.4 mini tubérculos/m<sup>2</sup>), también, investigaciones realizadas por Nichols (2005) muestran promedios inferiores a la presente investigación con 37.34 mini-tubérculos/planta

#### **6.2.4 Peso promedio de mini-tubérculos por planta**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación (cuadro 33), el mayor peso promedio por mini tubérculo por planta lo obtuvo la variedad Huayro con un peso promedio de 12.46 g/planta, y la variedad Q'ompis con el menor peso promedio por mini tubérculo donde alcanzó 8.90 g/planta.

El peso promedio de 10 variedades en estudio fue de 9.63 g/planta, superando al resultado obtenido por Mateus (2010) el cual fue de 8.25 g/planta de promedio; así como el resultado obtenido por Otazú y Chuquillanqui (2007), quienes obtuvieron un peso promedio de 9.1 g/planta; y superando también los resultados obtenidos por Relloso et al. (2000) quien obtuvo un peso promedio de mini tubérculos de 8.9 g/planta; finalmente resultados obtenidos por Nichols (2005), donde, obtuvo un peso promedio de 2.45 g/planta.

#### **6.2.5 Categorías de tubérculos**

##### **Número de mini-tubérculos mayores a 5 gramos**

Según los resultados obtenidos en esta investigación (cuadro 35), la variedad Q'eq'orani posee el mayor número de mini tubérculos > 5 g/planta, con un promedio de 88.33, y la variedad Yana Shuito obtuvo el menor número mini-tubérculos/planta con un promedio de 27.78 g/planta.

El promedio general fue de 51.09 mini-tubérculos/planta (1,226.14 tubérculos/m<sup>2</sup>), superior al resultado obtenido por García (2013), que fue de 13.28 tubérculos/planta (332 tubérculos/m<sup>2</sup>).

Los resultados de la presente investigación, respecto a número de mini tubérculos > 5 g/planta, ratifican lo expuesto por Chae et al. (2008) citado por

Barona (2012), en donde se reportó que, cuando los tubérculos se cosechaban a los 70 y 80 días después del trasplante, el número de tubérculos con pesos entre 5 a 30 g. era mayor en el sistema aeropónico.

Al igual que en el presente experimento, Chae et al. (2008), recomienda un porcentaje mayor del número de tubérculos sobre los 5 g., ya que son considerados apropiados para siembra directa en campo.

### **Mini tuberculillos Menores a 5 gramos**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación (cuadro 37), el número de mini tubérculos < 5 g/planta, la variedad Q'eq'orani obtuvo el mayor promedio de 14.89 mini - tubérculos/planta, así mismo, la variedad Yana Shuito experimentó el menor promedio de 5.22 mini - tubérculos/planta.

El promedio general para número de mini tubérculos < 5 g/planta fue de 8.61 mini - tubérculos/planta (206.65 tubérculos/m<sup>2</sup>), que es inferior al resultados alcanzados por García (2013), quien obtuvo un promedio de 1,898 tubérculos/m<sup>2</sup>.

Los resultados de la presente investigación aseveran lo expuesto por Chae et al. (2008), quien concluye que, la cosecha temprana, con intervalos de tiempo muy cortos, incrementa el número de tubérculos pequeños (menores de 5 g).

### **6.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Según los resultados obtenidos en la presente investigación (cuadro 39), el análisis económico para la producción de mini tubérculos por m<sup>2</sup> en 10 variedades de papas nativas, se obtuvo un costo de producción por m<sup>2</sup> de S/.

193.99 (US \$ 69.26); asumiendo un precio de venta de S/. 0.70 por unidad de mini tubérculos mayores de 5 g y de S/. 0.50 por unidad de mini tubérculos menores a 5 gramos, y comercializados el volumen final de la semilla por metro cuadrado.

El mayor ingreso bruto total, se presentó en la variedad Q'eq'orani con S/. 1,570.27 (US \$ 560.61); así como, el mayor beneficio neto S/. 1,376.28 (US \$ 491.35); y el mayor indicador de rentabilidad 709.48%, con una relación beneficio costo de 7.09; estos datos, concuerdan con lo afirmado por Mateus, J. et. al. 2013, quien en su evaluación superó al 100% de rentabilidad. Así como, las variedades Q'eq'orani y Huayro presentaron una rentabilidad de 709.48% y 554.54% respectivamente, también superó al resultado obtenido por Maldonado et al. (2007), donde obtuvo una Rentabilidad de hasta 545%.

Así también, el menor ingreso bruto total presentó la variedad Yana shuito con S/. 499.97 (US \$ 178.50); con el menor beneficio neto de S/. 305.99 (US \$ 109.24), y el menor indicador de rentabilidad 157.74%, con una relación beneficio costo de 1.58.

La presente investigación, concuerda con Mateus, J. et. al. 2013, quien indicó que, la Tecnología de Aeroponía proporciona una oportunidad interesante para un inversor con una rentabilidad de más de 100% y una TIR superior al 40%. Estas cifras se basan en varios años de evaluación.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó el crecimiento y desarrollo de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico y para ellos se analizaron las siguientes variables:

- La altura de la planta, a los 220 días después del trasplante presentaron una altura de planta promedio de las 10 variedades de 101.22 cm.; la mayor altura de planta alcanzó la variedad Huayro con un promedio de 133.22 cm.; la menor altura de planta presentó la variedad Q'ompis con un promedio de 81.00 cm. y las variedades Amarilla Tumbay, Q'eq'orani, Camotillo, Peruanita, Wenccos, Duraznillo, Puka aju Suyto, Yana shuito presentaron promedios de 114.28 cm., 109.05 cm., 102.22 cm., 99.44 cm., 94.22 cm., 94.05 cm., 93.11 cm., 91.56 cm., 92.56 cm., respectivamente.
- La variedad más precoz en días a la tuberización alcanzó la variedad Q'ompis con un promedio de 39 días después del transplante; la variedad Q'eq'orani es la más tardía con un promedio de 90.33 días después del transplante; mientras que las variedades Yana Shuito, Camotillo, duraznillo, Amarilla tumbay, Wenccos, Puka aju Suyto y peruanita con promedios de 40, 41.33, 44.67, 46, 57, 62.33 y 64.33 días después del transplante respectivamente van desde precoz hasta tardío.
- El mayor porcentaje de sobrevivencia, obtuvo la variedad Huayro con 97.22%, en la variedad Yana shuito se observó 88.89% de sobrevivencia, el promedio general es de 93.06% de sobrevivencia, las variedades: Peruanita, Q'eq'orani, Camotillo y Wenccos obtuvo 91.67%

de sobrevivencia, finalmente, las variedades: Puka aju suyto, Duraznillo, Q'ompis Y amarilla Tumbay con 94.44% de sobrevivencia.

- Se presentó un incremento en el periodo vegetativo en todas las variedades estudiadas, donde, el promedio fue de 244.30 días a la senescencia de la planta; mientras que la variedad Puka aju Suyto es la más precoz con 221 días a la senescencia de la planta; también las variedades Yana Shuito y Q'ompis, alcanzaron 236 días a la senescencia de la planta; finalmente las variedades: Peruanita, Duraznillo, Camotillo, Wenccos, Q'eq'orani, Amarilla Tumbay y Huayro son las más tardías con 250 días a la senescencia para cada una.
- El diámetro de tallo en la senescencia, alcanzó un promedio de 6.25 mm. El mayor diámetro de tallo obtuvo la variedad Amarilla Tumbay con un promedio de 7.91 mm.; el menor diámetro de tallo fue para la variedad Wenccos con un promedio de 4.79 mm.; las variedades Peruanita, Puka aju suyto, Huayro, Yana suyto, Camotillo, Q'ompis, Duraznillo, Q'eq'orani alcanzaron promedios de 7.44 mm., 6.95 mm., 6.70 mm., 5.92 mm., 5.80 mm., 5.75 mm., 5.72 mm., 5.54 mm. respectivamente.
- Los días a la primera cosecha, obtuvo un promedio de 106.40 días; las variedades más precoces fueron: Duraznilla, Yana Shuito, Camotillo y Q'ompis, con 96 días después del transplante para la primera cosecha; mientras que, las variedades Peruanita, Amarilla Tumbay, Puka Aju suyto, Wenccos y Huayro con 110 días después del transplante para la

primera cosecha; la variedad tardía es Q'eq'orani con de 130 días después del transplante para la primera cosecha.

2. Se determinó el rendimiento de 10 variedades de papas nativas bajo el sistema aeropónico con las siguientes variables:

- El rendimiento promedio por planta fue de 588.17 g/planta. La variedad Huayro con un promedio de 981.11 g/planta y el menor rendimiento fue para la variedad Yana shuito con un promedio de 299.06 g/planta; las variedades Q'eq'orani, Peruanita, Amarilla Tumbay, Duraznilla, Wenccos, Q'ompis, Puka Aju Suyto y Camotillo obtuvieron un rendimiento promedio de 923.11, 627.78, 633.28, 591.05, 526.00, 501.56, 450.22, 376.67 g/planta respectivamente.
- En número de mini tubérculos por planta promedio fue 59.70 mini tubérculos/planta y el mayor número es la variedad Q'eq'orani con 103.22 mini tubérculos por planta; el menor número de mini tubérculos por planta obtuvo la variedad Yana shuito con 33 mini tubérculos por planta; mientras que las variedades Huayro, Peruanita, Amarilla Tumbay, Duraznillo, Wenccos, Q'ompis Puka aju suyto y camotillo con un promedio de 78.72, 65.17, 62.61, 61.28, 54.94, 50.56, 46.17, 41.33 mini tubérculos por planta respectivamente.
- El peso promedio de mini tubérculo fue de 9.63 g/planta; el mayor peso promedio consiguió la variedad Huayro con 12.46 g/planta; y el menor peso promedio es para la variedad Q'ompis con 8.90 g/planta. Mientras las variedades: Duraznillo, Amarilla Tumbay, Peruanita, Wenccos, Puka aju suyto, Q'eq'orani, Camotillo, Yana suyto poseen un peso promedio

de mini tubérculos de 9.79, 9.72, 9.68, 9.53, 9.14, 9.08, 9.07, 8.95 g/planta respectivamente.

- El mayor número de mini tubérculos > 5 g/planta, presentó la variedad Q'eq'orani ya que arrojó un total de 88.33 mini tubérculos/planta; la variedad Yana Shuito presentó el promedio más bajo con 27.78 mini tubérculos/planta. Mientras que las variedades Huayro, Peruanita, Amarilla Tumbay, Duraznillo, Wenccos, Q'ompis, Puka Aju Suyto, Camotillo poseen 70.83, 55.56, 54.50, 54.11, 45.28, 42.28, 36.89, 35.33 tubérculos/planta respectivamente, con un promedio general de 51.09 mini tubérculos /planta.
  - El mayor número de tubérculos < 5 g/planta promedio, presentó la variedad Q'eq'orani ya que arrojó un total de 14.89 mini tubérculos /planta; la variedad Yana Shuito presentó el promedio más bajo con 5.22 mini tubérculos /planta. Mientras que las variedades: Huayro, Peruanita, Amarilla Tumbay, Duraznillo, Wenccos, Q'ompis, Puka Aju Suyto, Camotillo poseen 9.67, 9.61, 9.28, 8.28, 8.11, 7.89, 7.17, 6.00 mini tubérculos/planta respectivamente, con un promedio general de 8.61 mini tubérculos/planta.
3. Se evaluó el costo – beneficio de la producción de mini-tubérculos por tratamiento en el sistema aeropónico con las siguientes variables:
- El costo total de producción por metro cuadrado para las variedades en estudio es de S/. 193.99/m<sup>2</sup>.

- La variedad Q'eq'orani posee el mayor ingreso total de S/. 1 570.27 /m<sup>2</sup>; con mayor beneficio neto de S/. 1 376.28 /m<sup>2</sup>, con el mayor indicador de rentabilidad 709.48% y con una relación beneficio costo de 7.09.
- La variedad Yana shuito posee el menor ingreso total de S/. 499.97/m<sup>2</sup>, con menor beneficio neto de S/. 305.99/m<sup>2</sup>, con el menor indicador de rentabilidad 157.74% y una relación beneficio costo de 1.58.
- La variedad Puka aju suyto, posee un ingreso bruto total de S/. 646.94/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 452.95 /m<sup>2</sup>, con una rentabilidad de 233.50% y una relación beneficio costo de 2.33.
- La variedad Huayro posee un ingreso bruto total de S/. 1 269.72/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 1 075.74/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 554.54% y una relación beneficio costo de 5.55.
- La variedad Peruanita posee un ingreso bruto total de S/. 961.28/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 767.30/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 395.54% y una relación beneficio costo de 3.96.
- La variedad Duraznillo tiene un ingreso bruto total de S/. 952.35/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 758.36/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 390.94%, y una relación beneficio costo de 3.91.
- La variedad Camotillo tiene un ingreso bruto total de S/. 628.62/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 434.64/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 224.06%, una relación beneficio costo de 2.24.

- La variedad Wencos tiene un ingreso bruto total de S/ 762.64/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/ 568.65/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 293.14% y con una relación beneficio costo de 2.93.
- La variedad Q'ompis tiene un ingreso bruto total de S/. 737.81/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 543.83/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 280.34% y con una relación beneficio costo de 2.80.
- La variedad Amarilla tumbay tiene un ingreso bruto total de S/. 941.34/m<sup>2</sup>, con un beneficio neto de S/. 747.36/m<sup>2</sup>, una rentabilidad de 385.26% y una relación beneficio costo de 3.85.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar diferentes concentraciones de soluciones nutritivas en la producción de semilla pre básicas de papa nativa en el sistema aeropónico.
- Se recomienda realizar experimentos con el uso de diferentes tipos de mallas sombreadoras para identificar el comportamiento de las variedades de papa nativa.
- Se recomienda evaluar diferentes frecuencias de riego en el sistema aeropónico para las variedades de papas nativas.
- Se recomienda evaluar presencia de hongos y bacterias en la fuente de agua.
- Se recomienda evaluar plántulas in vitro versus brotes de tubérculos pre-básicos de variedades de papa nativa en el sistema aeropónico.
- Antes de recomendar a los productores el uso de mini-tubérculos de semilla de papa en la certificación de semilla se debe realizar pruebas preliminares para identificar el comportamiento de estos tubérculos-semilla en campo semillero.
- Para la producción comercial de semilla pre-básica de papa nativa en aeroponía en condiciones de Andahuaylas por la altura de planta, como mayor peso promedio de tubérculos por planta es recomendable producir la variedad Huayro, con mayor número de mini-tubérculos la variedad Q'eq'orani. Las variedades restantes son también recomendables por lo que poseen una rentabilidad por encima del 100%

## IX. BIBLIOGRAFÍAS

**Arias, D.** 2009. Producción de semilla pre-básica en el sistema aeropónico en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador. 125 p.

**Benítez, J.** 1997. Producción de semilla pre-básica de papa, en sustrato con fertirrigación. Estación exp. Sta. Catalina del INIAP. 50 p.

**Barona, D.** 2012. Manejo de la poda apical de tallos en la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) Bajo un Sistema Aeropónico. Tesis Mg.Sc. Escuela de Posgrado. Universidad Agraria la Molina. Lima, 140 p.

Centro Internacional de la Papa (**CIP**), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (**FEDECH**). 2006. Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica –Perú. Describe 144 variedades.

**Cayambe J. M.** 2010. Evaluación de soluciones nutritivas dinámicas para la producción de tubérculo – semilla categoría pre-básica en dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico, Tesis de Ing. Agr. Quito – Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 100 p.

**Chang, D.; Sung, Y.; Young, H. Y Kwan, Y.** 2000. Hydroponic culture system for the production of seed tubers without soil. *Am. Potato J* 77(6): 391-394.

**Chuquillanqui, C., Tenorio, J., Y Salazar, L.** 2007. Producción de semilla de papa por hidroponía. En: "Alternativas al uso de bromuro de Metilo

en la producción de semilla de papa de calidad”. Lima, Perú. Centro Internacional de la papa (CIP). Documento de trabajo 2007-II. 26-34 p.

**Chiipanthenga, M.; Maliro, M.; Demo, P. Y Njoloma, J.** 2012. Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries. *African Journal of Biotechnology* 11(17): 3993-3999 p.

**Cosio Cuentas P.** 2006. Variabilidad de papas nativas en seis comunidades de calca y Urubamba – cusco. Proyecto Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres – Perú. 228 p.

**Chuquillanqui, C.** 2011: “Sistema Aeropónico para la producción de semilla pre-básica de papa: construcción, manejo de cultivo y problemática”. Curso práctico de aeroponía del 22 al 25 de agosto. Andahuaylas- Perú.

**Durán, J.; Martínez, E.; Navas, L.** 2000. Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía. En: *Vida rural*. N° 101 (en línea). Disponible en: [www.eumedia.es/articulos/ur/hortofrut/101.cultivos.html](http://www.eumedia.es/articulos/ur/hortofrut/101.cultivos.html).

**FAO.** 2008. Año Internacional de la papa (en línea). Consultado 14 jun. 2013. <http://www.potato2008.org/es/lapapa/index.html>

**Farran, I. Y Mingo-Castel, A.** 2006. Potato mini tuber production using aeroponics: Effects of plant density and harvesting intervals. *Am. Potato J* 83: 47-53 p.

**Factor, T.; Araújo, J.; Kawakami, F. Y Iunck, V.** 2007. Produção de minitubérculos básicos de batata em três sistemas hidropônicos. *Horticultura Brasileira* 25: 82-87 p.

**Gómez, R y Roca, W. Ordinola, M, Manrique, K. y Julca P. (CIP) Y Timoteo, M (MINAG).** 2008. Papas nativas del Perú: Catalogo de variedades y usos gastronómicos, 1ª ed. Lima, Ministerio de agricultura. 115 p.

**García, L.** 2013. Evaluación técnica, económica y de sustentabilidad de dos métodos de producción de semilla pre básica de papa (*solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. Tesis Mg.Sc. Escuela de Posgrado. Universidad Agraria la Molina. Lima. 112 p.

**Huamán, Z.** 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. Lima CIP. Boletín de información técnica. N° 06. 23 p.

**Huamán, Z.** 1990. Botánica sistemática y morfología de la papa. 2° ed. Lima - Perú. Centro Internacional de la Papa. Boletín de información técnica. N° 6. 20 p.

**Jensen, M.** 2001. Controlled environment agriculture in deserts, tropics and temperate region- A World Review. College of agriculture and life Sciences (en línea). Consultado 10 abr. 2011. Disponible en: [http://ag.arizona.edu/ceac/research/archive/ceawr\\_pe.htm](http://ag.arizona.edu/ceac/research/archive/ceawr_pe.htm).

**Mateus, J.; Haan, S.; Andrade, J.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R.; Bastos, C.; Pereira, A.; Medeiros, C.; Montesdeoca, F. Y Benítez, J.** 2013. Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. American Journal of Potato Research: 1-12 p.

**Mateus, J.** 2010. Efecto del ambiente sobre la producción de mini-tubérculos de 10 genotipos de papa cultivados bajo un sistema aeropónico. Tesis Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú. 140 p.

**Nichols, M.** 2005. Aeroponics and potatoes. En: Acta Horticulturae, Wageningen. vol. 670: 201-206 p.

**Otazu, V. Y Chuquillanqui, C.** 2007. Producción de papa de calidad por aeroponía. En: Alternativas al uso del bromuro de metilo para la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa (CIP). Documento de Trabajo. Lima, Perú. 35 p.

**Otazú, V.** 2010. Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. International Potato Center (CIP), Lima, Perú. 41 p.

**Pozo, C. M.** 1997. Tuberización, tamaño de la semilla y corte de tubérculos. Fasc 2,3. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 19 p.

**Rolot, J.L.; Seutin, H.** 1999. Soilless production of potato minitubers using a hydroponic technique. En: Potato Research. 42: 457-469 p.

**Relloso, J.; Pascualena, J. Y Ritter, E.** 2000. Sistema aeropónico en la producción de patata de siembra de categoría prebase. In Pascualena, J. y Ritter, E. Ed. Libro de actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Vitoria, España. 285-297 p.

**Stef de Haan, Janampa A, Bastos C, Gastelo M, Hualla V, Zuñiga N, Cabrera H, Torres R, Morote M, Pacheco M, Arcos J, Cahuana R, Palomino Ladislao.** 2012. Catálogo de variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Red Latín Papa, 2012. 93 p.

**Saquina, S.** 2012. Producción de tubérculo semilla de papa (*solanum tuberosum*), categoría pre-básica utilizando biol en un sistema aeropónico.

Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería Agronómica. 90 p.

**Triveño, G., Ordinola, M., Samanamud, k., Fonseca, C., Manrique, K., Quevedo, M.** 2011. Buenas Prácticas para el desarrollo de la cadena productiva de la papa: Experiencias con el proyecto INCOPA en el Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 126 p.

**Velásquez, J.** 2002. Producción de Tubérculos-Semillas de papa en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y su relación con el sector semillero nacional. Consultado en dic. 2012. Disponible en: <http://cipotato.org/regionquito/informacion/inventariodetecnologias/PAPAOSJAVASQUEZ1>.

**Wheeler, R.M.; Mackowiak, J.C.S.; Knott, W.M.; Hinkle, R.** 1990. Potato Growth and yield using nutrient filme technique (NFT). En: American Potato Journal. 67: 177-187 p.

## X. ANEXOS

### ANEXO 1. PROMEDIOS CADA 10 DÍAS DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN EL INVERNADERO.

Meses	Día	PARÁMETROS										
		CE (ms/cm <sup>2</sup> )	Ph	Temperatura de invernadero				Temp Solución	% Humedad	Temperatura interna de cajón		
				Max °C	Min	Prom	Ambiental			Max	Min	Prom
Octubre Mes 1	30	1.69	6.29	17.33	6.31	11.82	19.65	15.96	42.31	15.03	10.67	12.85
Mes 2	10	1.91	6.17	21.27	5.40	13.33	19.02	15.71	62.50	17.57	11.60	14.58
	20	1.70	6.34	19.78	7.23	13.51	19.01	14.41	46.77	16.53	10.87	13.70
	30	1.31	6.67	19.60	7.70	13.65	17.24	15.02	43.27	16.53	10.27	13.40
Mes 3	10	1.13	6.48	18.63	7.20	12.92	16.03	13.91	64.83	16.23	10.83	13.53
	20	1.34	6.58	18.20	7.57	12.88	15.69	13.15	65.40	15.30	10.43	12.87
	30	1.54	6.25	19.08	7.88	13.48	16.10	13.41	61.33	16.12	9.55	12.83
Mes 4	10	1.56	6.31	18.27	6.90	12.58	15.52	13.21	64.00	16.72	9.13	12.93
	20	1.50	6.68	16.80	8.49	12.64	14.08	12.61	69.50	14.81	9.90	12.35
	30	1.83	6.58	18.67	8.30	13.48	15.75	13.27	64.12	16.13	9.92	13.03
Mes 5	10	1.85	6.46	18.15	8.02	13.09	15.53	13.04	71.77	16.53	9.32	12.93
	20	1.86	6.28	19.06	8.12	13.59	15.50	13.07	70.43	15.93	9.33	12.63
	28	1.66	6.23	18.98	7.23	13.10	15.61	13.23	69.42	15.46	9.50	12.25
Mes 6	10	1.74	8.53	20.03	6.92	13.48	18.23	13.36	46.73	16.28	8.97	12.63
	20	1.91	6.69	18.63	7.06	12.85	16.26	13.36	58.20	16.57	8.61	12.59
	30	2.16	6.62	18.91	6.13	12.52	18.01	14.97	41.00	16.70	7.39	12.05
Mes 7	10	1.81	6.39	17.73	6.57	12.15	15.80	13.28	57.77	16.80	8.17	12.48
	20	1.73	6.46	19.28	6.89	13.09	17.36	13.61	51.80	16.80	8.62	12.71
	30	1.83	6.52	19.07	6.45	12.76	16.68	13.22	53.67	16.52	8.28	12.40
Mes 8	10	1.78	6.43	20.20	6.77	13.48	18.78	13.59	46.47	17.17	9.19	13.18
	20	1.85	6.68	18.84	5.58	12.21	16.25	13.02	59.17	16.27	9.67	12.97
	30	2.16	6.76	19.28	3.71	11.50	18.79	12.07	37.85	16.12	9.06	12.59
Junio Mes 9	10	2.08	6.56	18.27	3.63	10.95	15.89	11.61	51.60	15.10	8.53	11.82
	20	2.01	6.50	16.54	3.23	9.89	14.33	11.44	57.90	14.07	8.03	11.05
	30	1.96	6.62	17.13	3.77	10.45	14.59	11.35	50.80	13.37	7.53	10.45

*Nota: el registro de temperaturas inicia el 19 de octubre del 2012 y concluye el 26 de Junio del 2013*

## ANEXO 2. ANÁLISIS DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS Y AGROPECUARIOS



### ANÁLISIS DE AGUA

CLIENTE: COMISIÓN SUB REGIONAL AGRARIA ANDAMAYAS  
PRECEDENCIA: AGRICULTURA PISCICULTA  
REFERENCIA: H R 3000  
MUESTRA: P01

No Laboratorio		418
No Campo		Agua de Manares
		Mico Mico Huaycco
PH		6.25
CE	dS/m	0.05
Calcio	meq/L	0.40
Magnesio	meq/L	0.04
Potasio	meq/L	0.01
Sodio	meq/L	0.18
SUMA DE CATIONES		0.61
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	0.60
Sulfatos	meq/L	0.01
Cloruros	meq/L	0.05
SUMA DE ANIONES		0.67
Sodio	%	26.23
RAS		0.34
Boro	ppm	0.03
Clasificación		C1-S1
Cobre	ppm	0.003
Zinc	ppm	0.040
Manganeso	ppm	0.002
Hierro	ppm	0.005

La Molina, 28 de Junio del 2012



*[Firma]*  
Dra. Patricia Liz Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

A: La Universidad N. La Molina Campus UNALM  
Tels: 349 5669 349 5647 Anexo: 222 Telex: 349 5622  
e-mail: laboanal@unlam.lima.pe

### ANEXO 3. PREPARACIÓN DE LA FORMULA HIDROPÓNICA LA MOLINA ®

#### Preparación de la Formula Hidropónica La Molina ®

<b>Solución Concentrada A: (para 5.0 litros de agua, volumen final)</b>	<b>Pesos en g</b>
Nitrato de potasio	280 g
Nitrato de amonio	70 g
Fosfato mono potásico	180 g

<b>Solución Concentrada B: (para 2.0 litros de agua, volumen final)</b>	<b>Pesos en g</b>
Sulfato de magnesio	400 g
Sulfato de potasio	230 g
Quelato de hierro	25 g
Micronutrientes	10 g

<b>Solución Concentrada C: (para 5.0 litros de agua, volumen final)</b>	<b>Pesos en g</b>
Nitrato de calcio	750 g

<b>Solución Micronutrientes: (para 1.0 litro de AGUA DESTILADA o</b>	<b>Pesos en g</b>
Sulfato de Manganeso	5.0 g
Ácido Bórico	3.0 g
Sulfato de Zinc	1.7 g
Sulfato de Cobre	1.0 g
Molibdato de Amonio	0.2 g

ANEXO 4. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 10 VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE MINI-TUBERCULILLOS BAJO EL SISTEMA AEROPÓNICO EN EL DISTRITO DE KISHUARÁ – APURÍMAC

Formulación Del Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Indicadores
¿Cuál es el rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el sistema aeropónico?	“Evaluar el rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el Sistema Aeropónico”	Bajo el sistema aeropónico la producción de mini tubérculos es posible obtener mejores rendimientos en las 10 variedades de papas nativas.	<p><b>Dependientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rendimiento del mini tubérculos</li> </ul> <p><b>Independientes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Variedades de papas nativas:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Puka aju suyto</li> <li>Huayro</li> <li>Peruanita</li> <li>Q'eq'orani</li> <li>Durazhilla</li> <li>Yana Suyto</li> <li>Camotillo</li> <li>Wenccos</li> <li>Q'ompis</li> <li>Amarilla Tumbay</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>En la fase vegetativa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Altura de planta (cm.)</li> <li>✓ Días a la tuberización (días)</li> <li>✓ Porcentaje de sobrevivencia (%)</li> <li>✓ Días a la senescencia de planta (días)</li> <li>✓ Diámetro de tallo al inicio de la tuberización (mm)</li> </ul> </li> <li><b>Durante la cosecha</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Días a la primera cosecha (días)</li> <li>✓ Rendimiento por planta (g/planta)</li> <li>✓ Número de mini-tubérculos por planta (Unidad)</li> <li>✓ Peso promedio mini- tubérculos (g/tubérculo)</li> <li>✓ Número de mini-tubérculos por categorías.(Unidad)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mini-tubérculos &gt; 5 gramos</li> <li>○ Mini-tubérculos &lt; 5 gramos</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

ANEXO 5. FECHA DE COSECHOS REALIZADOS POR TRATAMIENTOS

N° Cosechos	Puka Aju Suyto T1	Huayro T2	Peruanita T3	Q'eq'orani T4	Duraznillo T5	Yana Shuito T6	Camotillo T7	Wenccos T8	Q'ompis T9	Amarilla Tumbay T10
1					23/01/2013	23/01/2013	23/01/2013		23/01/2013	
2	06/02/2013	06/02/2013	06/02/2013		06/02/2013	06/02/2013	06/02/2013	06/02/2013	06/02/2013	06/02/2013
3	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013	26/02/2013
4	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013
5	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013	03/04/2013
6	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013	18/04/2013
7	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013	01/05/2013
8	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013
9	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013	28/05/2013
10		12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013	12/06/2013
11		26/06/2013	26/06/2013	26/06/2013	26/06/2013		26/06/2013	26/06/2013		26/06/2013

**ANEXO 6. ALTURA DE PLANTA (CM)**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
N°	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka Aju Suyto	84.17	99.17	96.00	279.33	93.11
2	Huayro	134.67	127.17	137.83	399.67	133.22
3	Peruanita	105.50	102.83	90.00	298.33	99.44
4	Q'eq'orani	121.00	105.83	100.33	327.17	109.06
5	Duraznillo	96.33	92.50	93.33	282.17	94.06
6	Yana Shuito	94.67	92.17	87.83	274.67	91.56
7	Camotillo	98.33	96.50	111.83	306.67	102.22
8	Wenccos	89.17	94.00	99.50	282.67	94.22
9	Q'ompis	78.67	80.17	84.17	243.00	81.00
10	Amarilla Tumbay	114.83	112.83	115.17	342.83	114.28
<b>Total del bloque</b>		<b>1,017.33</b>	<b>1,003.17</b>	<b>1,016.00</b>	<b>3,036.50</b>	<b>1,012.17</b>
<b>Promedio de bloque</b>		<b>101.73</b>	<b>100.32</b>	<b>101.60</b>	<b>303.65</b>	<b>101.22</b>

**ANEXO 7. PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA (CM) DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE**

TRATAMIENTOS		DIAS DESPUÉS DEL TRANSPLANTE				
N°	VARIEDAD	22	69	102	158	220
1	Puka Aju Shuito	4.99	28.47	34.39	41.94	93.11
2	Huayro	3.83	32.36	50.72	69.56	133.22
3	Peruanita	2.85	14.78	18.11	30.56	99.44
4	Q'eq'orani	3.33	21.72	51.94	72.17	109.06
5	Duraznillo	3.56	33.42	36.52	43.11	94.06
6	Yana Suyto	3.43	16.22	16.94	32.00	91.56
7	Camotillo	3.96	22.72	22.06	36.56	102.22
8	Wenccos	3.48	24.64	40.00	53.06	94.22
9	Q'ompis	4.84	25.47	27.83	45.06	81.00
10	Amarilla Tumbay	3.79	18.50	35.11	51.28	114.28

**ANEXO 8. DÍAS A LA TUBERIZACIÓN**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	63.00	59.00	65.00	187.00	62.33
2	Huayro	52.00	60.00	59.00	171.00	57.00
3	Peruanita	65.00	65.00	62.00	192.00	64.00
4	Q'eq'orani	89.00	90.00	92.00	271.00	90.33
5	Duraznillo	45.00	39.00	50.00	134.00	44.67
6	Yana Suyto	40.00	43.00	37.00	120.00	40.00
7	Camotillo	43.00	39.00	42.00	124.00	41.33
8	Wenccos	55.00	60.00	53.00	168.00	56.00
9	Q'ompis	40.00	39.00	38.00	117.00	39.00
10	Amarilla Tumbay	51.00	45.00	42.00	138.00	46.00
<b>Total del bloque</b>		<b>543.00</b>	<b>539.00</b>	<b>540.00</b>	<b>1,622.00</b>	<b>540.67</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>54.30</b>	<b>53.90</b>	<b>54.00</b>	<b>162.20</b>	<b>54.07</b>

**ANEXO 9. NÚMERO DE PLANTAS AL FINAL DE LA COSECHA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	10.00	12.00	12.00	34.00	11.33
2	Huayro	11.00	12.00	12.00	35.00	11.67
3	Peruanita	10.00	11.00	12.00	33.00	11.00
4	Q'eq'orani	10.00	12.00	11.00	33.00	11.00
5	Duraznillo	11.00	12.00	11.00	34.00	11.33
6	Yana Suyto	9.00	12.00	11.00	32.00	10.67
7	Camotillo	11.00	11.00	11.00	33.00	11.00
8	Wenccos	10.00	11.00	12.00	33.00	11.00
9	Q'ompis	12.00	11.00	11.00	34.00	11.33
10	Amarilla Tumbay	11.00	12.00	11.00	34.00	11.33
<b>Total del bloque</b>		<b>105.00</b>	<b>116.00</b>	<b>114.00</b>	<b>335.00</b>	<b>111.67</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>10.50</b>	<b>11.60</b>	<b>11.40</b>	<b>33.50</b>	<b>11.17</b>

**ANEXO 10. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
N°	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	83.33	100.00	100.00	283.33	94.44
2	Huayro	91.67	100.00	100.00	291.67	97.22
3	Peruanita	83.33	91.67	100.00	275.00	91.67
4	Q'eq'orani	83.33	100.00	91.67	275.00	91.67
5	Duraznillo	91.67	100.00	91.67	283.33	94.44
6	Yana Suyto	75.00	100.00	91.67	266.67	88.89
7	Camotillo	91.67	91.67	91.67	275.00	91.67
8	Wenccos	83.33	91.67	100.00	275.00	91.67
9	Q'ompis	100.00	91.67	91.67	283.33	94.44
10	Amarilla Tumbay	91.67	100.00	91.67	283.33	94.44
<b>Total del bloque</b>		<b>875.00</b>	<b>966.67</b>	<b>950.00</b>	<b>2,791.67</b>	<b>930.56</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>87.50</b>	<b>96.67</b>	<b>95.00</b>	<b>279.17</b>	<b>93.06</b>

**ANEXO 11. DÍAS A LA SENESCENCIA DE LA PLANTA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
N°	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju Suyto	221.00	220.00	222.00	663.00	221.00
2	Huayro	245.00	250.00	255.00	750.00	250.00
3	Peruanita	235.00	250.00	265.00	750.00	250.00
4	Q'eq'orani	250.00	256.00	244.00	750.00	250.00
5	Duraznillo	255.00	250.00	245.00	750.00	250.00
6	Yana Suyto	239.00	236.00	233.00	708.00	236.00
7	Camotillo	260.00	250.00	240.00	750.00	250.00
8	Wenccos	250.00	255.00	245.00	750.00	250.00
9	Q'ompis	230.00	236.00	242.00	708.00	236.00
10	Amarilla Tumbay	250.00	245.00	255.00	750.00	250.00
<b>Total del bloque</b>		<b>2,435.00</b>	<b>2,448.00</b>	<b>2,446.00</b>	<b>7,329.00</b>	<b>2,443.00</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>243.50</b>	<b>244.80</b>	<b>244.60</b>	<b>732.90</b>	<b>244.30</b>

**ANEXO 12. DIÁMETRO DE TALLO EN LA SENESCENCIA (MM)**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju Suyto	6.67	6.92	7.25	20.83	6.94
2	Huayro	7.17	6.50	6.42	20.08	6.69
3	Peruanita	7.10	6.92	8.30	22.32	7.44
4	Q'eq'orani	6.08	5.67	4.87	16.62	5.54
5	Duraznillo	6.17	5.67	5.32	17.15	5.72
6	Yana Suyto	6.17	6.17	5.42	17.75	5.92
7	Camotillo	6.00	6.28	5.12	17.40	5.80
8	Wenccos	5.50	4.30	4.57	14.37	4.79
9	Q'ompis	6.00	6.00	5.25	17.25	5.75
10	Amarilla Tumbay	7.80	7.87	8.07	23.73	7.91
<b>Total del bloque</b>		<b>64.65</b>	<b>62.28</b>	<b>60.57</b>	<b>187.50</b>	<b>62.50</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>6.47</b>	<b>6.23</b>	<b>6.06</b>	<b>18.75</b>	<b>6.25</b>

**ANEXO 13. DÍAS A LA PRIMERA COSECHA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	105.00	115.00	110.00	330.00	110.00
2	Huayro	115.00	95.00	120.00	330.00	110.00
3	Peruanita	110.00	110.00	110.00	330.00	110.00
4	Q'eq'orani	120.00	125.00	145.00	390.00	130.00
5	Duraznillo	85.00	90.00	113.00	288.00	96.00
6	Yana shuito	92.00	111.00	85.00	288.00	96.00
7	Camotillo	96.00	96.00	96.00	288.00	96.00
8	Wenccos	110.00	95.00	125.00	330.00	110.00
9	Q'ompis	94.00	112.00	82.00	288.00	96.00
10	Amarilla Tumbay	110.00	110.00	110.00	330.00	110.00
<b>Total del bloque</b>		<b>1,037.00</b>	<b>1,059.00</b>	<b>1,096.00</b>	<b>3,192.00</b>	<b>1,064.00</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>103.70</b>	<b>105.90</b>	<b>109.60</b>	<b>319.20</b>	<b>106.40</b>

**ANEXO 14. RENDIMIENTO POR PLANTA (G/PLANTA)**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	336.50	362.67	557.50	1,256.67	418.89
2	Huayro	930.00	919.50	1,086.50	2,936.00	978.67
3	Peruanita	612.67	616.83	653.83	1,883.33	627.78
4	Q'eq'orani	870.50	832.33	1,066.50	2,769.33	923.11
5	Duraznillo	633.67	576.67	588.83	1,799.17	599.72
6	Yana Suyto	334.00	279.17	273.33	886.50	295.50
7	Camotillo	342.33	356.67	431.00	1,130.00	376.67
8	Wenccos	545.67	574.17	458.17	1,578.00	526.00
9	Q'ompis	511.67	389.67	440.33	1,341.67	447.22
10	Amarilla Tumbay	650.67	514.33	650.50	1,815.50	605.17
<b>Total del bloque</b>		<b>5,767.67</b>	<b>5,422.00</b>	<b>6,206.50</b>	<b>17,396.17</b>	<b>5,798.72</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>576.77</b>	<b>542.20</b>	<b>620.65</b>	<b>1,739.62</b>	<b>579.87</b>

**ANEXO 15. NÚMERO DE MINI TUBÉRCULOS POR PLANTA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	35.17	41.00	62.33	138.50	46.17
2	Huayro	78.83	75.33	82.00	236.17	78.72
3	Peruanita	67.50	58.67	69.33	195.50	65.17
4	Q'eq'orani	95.83	114.00	99.83	309.67	103.22
5	Duraznillo	64.00	59.17	60.67	183.83	61.28
6	Yana Suyto	36.50	33.17	29.33	99.00	33.00
7	Camotillo	39.17	40.33	44.50	124.00	41.33
8	Wenccos	60.00	57.00	47.83	164.83	54.94
9	Q'ompis	61.83	42.17	47.67	151.67	50.56
10	Amarilla Tumbay	67.50	53.33	67.00	187.83	62.61
<b>Total del bloque</b>		<b>606.33</b>	<b>574.17</b>	<b>610.50</b>	<b>1,791.00</b>	<b>597.00</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>60.63</b>	<b>57.42</b>	<b>61.05</b>	<b>179.10</b>	<b>59.70</b>

**ANEXO 16. PESO PROMEDIO DE MINI TUBÉRCULOS POR PLANTA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
N°	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju Suyto	9.58	8.92	8.91	27.41	9.14
2	Huayro	11.90	12.23	13.24	37.37	12.46
3	Peruanita	9.10	10.53	9.40	29.03	9.68
4	Q'eq'orani	9.17	7.25	10.82	27.23	9.08
5	Duraznillo	9.94	9.76	9.67	29.38	9.79
6	Yana Suyto	9.19	8.37	9.28	26.83	8.94
7	Camotillo	8.66	8.89	9.65	27.20	9.07
8	Wenccos	9.11	10.08	9.41	28.60	9.53
9	Q'ompis	8.23	9.23	9.25	26.71	8.90
10	Amarilla Tumbay	9.64	9.63	9.90	29.17	9.72
<b>Total del bloque</b>		<b>94.51</b>	<b>94.90</b>	<b>99.52</b>	<b>288.93</b>	<b>96.31</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>9.45</b>	<b>9.49</b>	<b>9.95</b>	<b>28.89</b>	<b>9.63</b>

**ANEXO 17. NÚMERO DE MINI-TUBÉRCULOS MAYORES A 5 GRAMOS  
POR PLANTA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
N°	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	27.33	32.17	51.17	110.67	36.89
2	Huayro	69.33	70.00	73.17	212.50	70.83
3	Peruanita	58.17	50.00	58.50	166.67	55.56
4	Q'eq'orani	81.00	98.50	85.50	265.00	88.33
5	Duraznillo	55.83	52.83	53.67	162.33	54.11
6	Yana Suyto	29.17	29.00	25.17	83.33	27.78
7	Camotillo	34.00	32.83	39.17	106.00	35.33
8	Wenccos	48.00	46.83	41.00	135.83	45.28
9	Q'ompis	51.50	34.83	40.50	126.83	42.28
10	Amarilla Tumbay	61.17	46.50	55.83	163.50	54.50
<b>Total del bloque</b>		<b>515.50</b>	<b>493.50</b>	<b>523.67</b>	<b>1532.67</b>	<b>510.89</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>51.55</b>	<b>49.35</b>	<b>52.37</b>	<b>153.27</b>	<b>51.09</b>

**ANEXO 18. NÚMERO DE MINI-TUBÉRCULOS MENORES A 5 GRAMOS  
POR PLANTA**

TRATAMIENTOS		BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
Nº	VARIEDAD	I	II	III		
1	Puka aju suyto	7.83	8.83	11.17	27.83	9.28
2	Huayro	9.50	5.33	8.83	23.67	7.89
3	Peruanita	9.33	8.67	10.83	28.83	9.61
4	Q'eq'orani	14.83	15.50	14.33	44.67	14.89
5	Duraznillo	8.17	6.33	7.00	21.50	7.17
6	Yana Suyto	7.33	4.17	4.17	15.67	5.22
7	Camotillo	5.17	7.50	5.33	18.00	6.00
8	Wenccos	12.00	10.17	6.83	29.00	9.67
9	Q'ompis	10.33	7.33	7.17	24.83	8.28
10	Amarilla Tumbay	6.33	6.83	11.17	24.33	8.11
<b>Total del bloque</b>		<b>90.83</b>	<b>80.67</b>	<b>86.83</b>	<b>258.33</b>	<b>86.11</b>
<b>Promedio de Bloque</b>		<b>9.08</b>	<b>8.07</b>	<b>8.68</b>	<b>25.83</b>	<b>8.61</b>

**ANEXO 19. DETALLE DE COSTO DE PRODUCCIÓN DE MINI-TUBERCULILLOS DE PAPA PARA 42.66 M<sup>2</sup> Y M<sup>2</sup> POR EL SISTEMA AEROPÓNICO EN S/. NOVIEMBRE 2013**

Ítem	Unidad	Cantidad	Costo Unitario S/	Costo Total S/. Para 42.66 m <sup>2</sup>	Costo total S/. Para m <sup>2</sup>
<b>COSTOS FIJOS</b>					
<b>Alquiler de Infraestructura</b>				<b>2,669.68</b>	<b>62.58</b>
Alquiler de Invernadero	Unidad	1.00	1878.32	1,878.32	44.03
Alquiler de Modulo Aeropónico	Unidad	1.00	646.48	646.48	15.15
Alquiler de Equipos y materiales	Varios	1.00	144.89	144.89	3.40
<b>Servicios</b>				<b>465.98</b>	<b>10.92</b>
<b>Energía</b>				<b>447.98</b>	<b>10.50</b>
Energía Eléctrica	mes	9.00	46.88	421.91	9.89
Gasolina de 90 octanos	Galón	1.88	12.50	23.44	0.55
Aceite para motor 10-30W-20	lt	0.09	28.00	2.63	0.06
<b>Agua</b>	mes	9.00	2.00	<b>18.00</b>	<b>0.42</b>
<b>Sueldos</b>				<b>2,784.62</b>	<b>65.27</b>
Responsable invernadero	Meses	9.00	178.14	1,603.27	37.58
Asistente Técnico	Meses	9.00	93.76	843.82	19.78
Guardiania	Meses	9.00	37.50	337.53	7.91
<b>Sub Total de costos fijos</b>				<b>5,920.28</b>	<b>138.78</b>

Ítem	Unidad	Cantidad	Costo Unitario S/	Costo Total S/ Para 42.66 m <sup>2</sup>	Costo total S/ Para m <sup>2</sup>
<b>COSTOS VARIABLES</b>					
<b>Materiales e Insumos</b>					
<b>Desinfección Ambientes</b>				<b>1,719.55</b>	<b>22.53</b>
Cal viva	Kg *	2.34	1.30	3.05	0.07
Lejía, Cloro	L	1.88	3.37	6.32	0.15
Hipoclorito de Ca	Kg	0.09	11.00	1.03	0.02
Jabón Desinfectante	Unidad	2.25	1.50	3.38	0.08
Detergente	Kg	0.47	22.00	10.31	0.24
<b>Plántulas In vitro de Papa</b>	Unidad	360.00	0.37	<b>133.20</b>	<b>8.88</b>
<b>Solución Nutritiva</b>				<b>19.06</b>	<b>0.45</b>
Ácido fosfórico	L	0.09	18.24	1.71	0.04
Solución buffers para calibración de pH	Juego	0.09	185.00	17.35	0.41
<b>Solución Hidropónica Estándar (A, B y C)</b>				<b>286.90</b>	<b>6.73</b>
solución hidropónica para antes de 35 días	Juego	0.56	110.00	61.88	1.45
solución hidropónica para Después de los 35 días	Juego	1.88	120.00	225.02	5.27
<b>Tratamiento Fitosanitario</b>				<b>82.04</b>	<b>1.92</b>
Fungicida / Dimethomorph (fórum )	Kg	0.02	416.67	7.03	0.16
Fungicida / Tebuconazole + trifloxystrobin ( nativo)	Kg	0.01	700.00	6.56	0.15
Fungicida / Propamocard, fenamidone (concento )	Lt	0.09	160.00	15.00	0.35
Fungicida /pyraclostrobin+exoxiconasza (opera)	Lt	0.02	360.00	8.44	0.20
Fungicida / Boscalid (Cantus)	Lt	0.02	600.00	11.25	0.26
Fungicida / propamocarb, fluopicolide (infinito)	Lt	0.09	130.00	12.19	0.29
Fungicida / Aliette	kilo	0.09	125.00	11.72	0.27
Insecticida/alfecipermetrina (Dominex)	Lt	0.02	68.00	1.59	0.04
Insecticida/ ciclón	Lt	0.02	72.00	1.69	0.04
Adherente/breack thru por	Lt	0.05	140.00	6.56	0.15
<b>Abonos foliares</b>				<b>63.29</b>	<b>1.48</b>
wuxal ascofol	Lt	0.09	85.00	7.97	0.19
wuxal doble	Lt	0.09	50.00	4.69	0.11
wuxal calcio	Lt	0.56	90.00	50.63	1.19
<b>Elementos de Manejo</b>				<b>106.98</b>	<b>2.51</b>
Fil Mulch acolchado (Blanco y Negro)	m <sup>2</sup>	0.09	200.00	18.75	0.44
Cinta embalaje	unid	3.38	1.00	3.38	0.08
Cinta aislante	unid	2.25	1.50	3.38	0.08
Cinta teflón	unid	0.56	1.00	0.56	0.01
Guantes quirúrgico	caja	0.47	18.00	8.44	0.20
Papel toalla de 24 rollos	paquete	0.47	28.50	13.36	0.31
Mascarillas quirúrgicos por 50 unid	caja	0.47	13.50	6.33	0.15
Toca	Cajas	0.47	15.00	7.03	0.16
Rafia cono grande	cono	1.88	12.00	22.50	0.53
Bolsas polietileno	Unidad	9.38	0.78	7.31	0.17
Alambre galvanizado n° 16	kilo	1.88	8.00	15.00	0.35
Guillet	Unidad	1.88	0.50	0.94	0.02
<b>Diagnóstico</b>				<b>324.00</b>	<b>7.59</b>
Diagnóstico de virus	Muestras	30.00	4.80	144.00	3.38
Análisis de agua	Unidad	3.00	60.00	180.00	4.22
<b>Mantenimiento</b>				<b>680.00</b>	<b>15.94</b>
Mantenimiento de equipo	unidad	4.00	85.00	340.00	7.97
Mantenimiento de infraestructura	unidad	4.00	85.00	340.00	7.97
<b>Mano de obra</b>				<b>390.00</b>	<b>9.49</b>
Limpieza de cajones aeropónicos	Jornal	0.50	30.00	15.00	0.35
Enraizamiento de plántulas in vitro	Jornal	1.00	30.00	30.00	0.70
Trasplante de plántulas a los contenedores	Jornal	1.00	30.00	30.00	0.70
Cosecha, desinfección y almacenamiento	Jornal	11.00	30.00	330.00	7.74
<b>Sub total Costos Variables</b>				<b>2,109.55</b>	<b>55.56</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>8,029.82</b>	<b>194.34</b>

## ANEXO 20. FOTOGRÁFICO

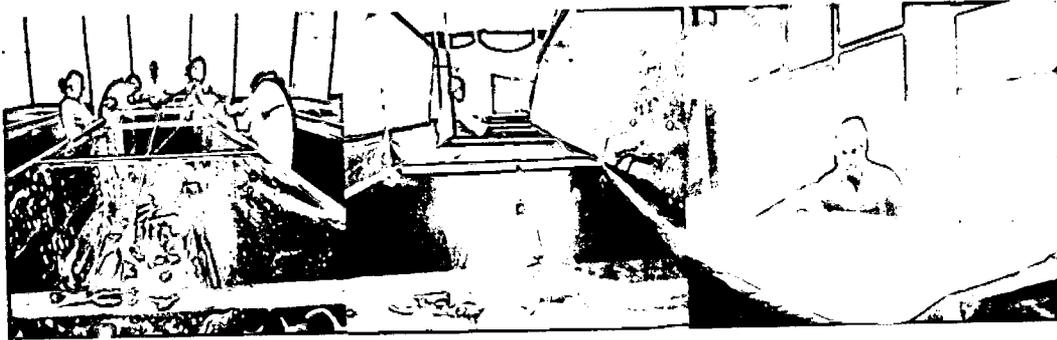


Foto 1. Lavado, calibración de micro aspersores y esterilización de contenedor aeropónico



Foto 2. Enraizamiento de plantulas in vitro. a) extracción b) plantulas lavadas c) trasplante a bandejas con arena esteril



Foto 3. Lavado de plantulas enraizadas. a) extracción b) Lavado en agua y lejia c) plantulas podadas



Foto 4. Trasplante al contenedor aeropónico. a) colocación a tubos de sorbete b) plantulas en resipiente con agua y c) colocación al contenedor

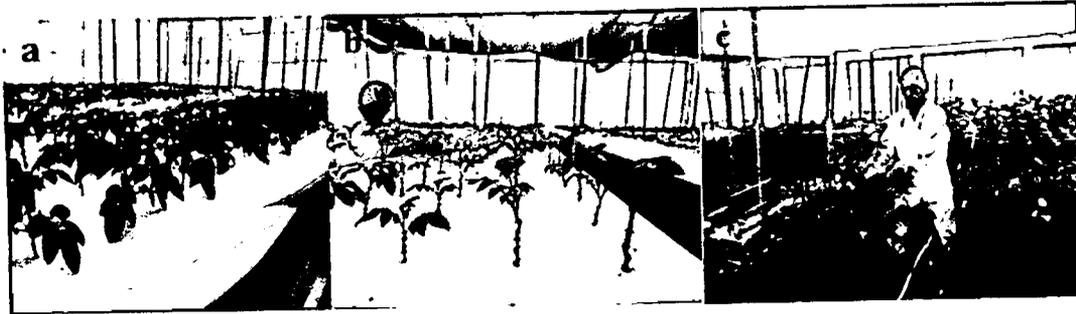


Foto 5. a) Plántulas después de los 35 días b) aporque de plántulas y c) tutoreo



Foto 6. Tuberización de las variedades de papa nativa: a) Puka aju suyto, b) Huayro, c) peruanita d) Q'eq'orani e) duraznillo



Foto 6. Tuberización de las variedades de papa nativa: f) Yana shuito, g) Camotillo, h) Wenccos i) Q'ompis j) Amarilla tumbay

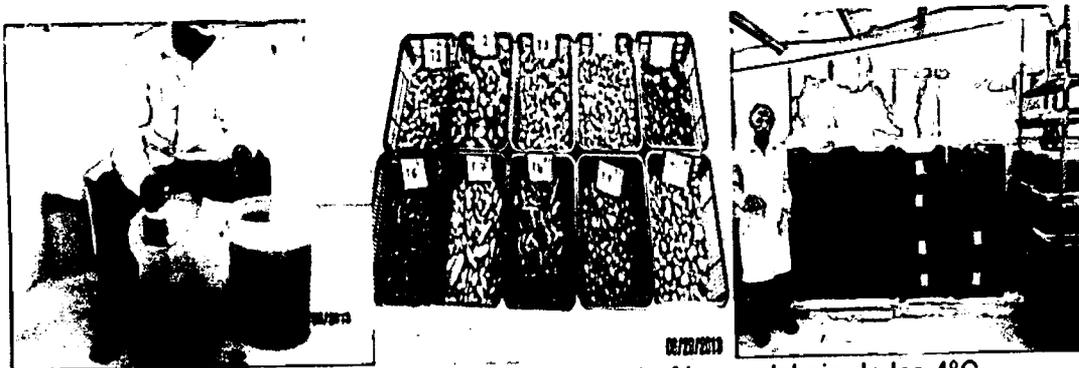


Foto 6. Desinfección y almacenamiento en un cuarto frío por debajo de los 4°C