

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TEMA DE INVESTIGACIÓN:**

**“RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO”**

**NOMBRE:**

Carlos Aníbal Romero Larrea

**TUTOR:**

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán

**CEVALLOS- ECUADOR  
2019**

“El suscrito, Carlos Aníbal Romero Larrea, portador de cédula de identidad número 1804427746, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO” es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

-----  
Carlos Aníbal Romero Larrea

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado : “RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

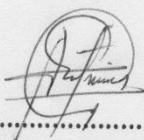
Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

-----  
**Carlos Aníbal Romero Larrea**

“RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*)  
VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
AEROPÓNICO”.

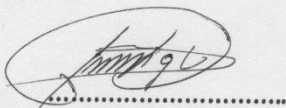
**REVISADO POR:**



Ing. Mg. Alberto Gutiérrez

TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN**

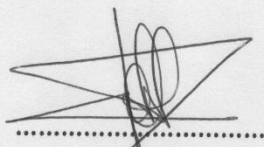


Ing. Mg. Giovanni Velástegui

**PRESIDENTE TRIBUNAL**

**FECHA**

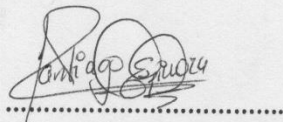
28-10-2019



Ing. Mg. Jorge Dobronski

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

28-10-2019



Ing. Mg. Santiago Espinoza

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

28-10-2019

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud a la Universidad Técnica de Ambato, de manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por la oportunidad de acogerme en sus aulas y enriquecer mis conocimientos, inculcarme valores éticos y morales a través de las experiencias vividas, y cumplir con mi anhelada meta que es mi título profesional como Ingeniero Agrónomo.

A cada una de las autoridades y docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que me han acompañado en cada etapa de mi carrera, que con sus enseñanzas y consejos me han formado como ser humano y profesional.

Un especial agradecimiento a mi tutor Ing. Mg. Alberto Gutiérrez quién me ha dado la oportunidad de realizar este trabajo de titulación, dándome todo su apoyo y conocimientos en el transcurso de la presente tesis.

Al Ing. Paul Corrales por brindarme su apoyo técnico en el transcurso de la fase campo de este proyecto de investigación.

Un grato agradecimiento a la Ingeniera Rita Santana quien ha sido una gran amiga y me ha dado su apoyo y motivación en momentos cruciales de mi carrera. A los ingenieros Eduardo Cruz, Jorge Dobronski y Santiago Espinoza por su apoyo y enseñanzas durante la carrera.

A todo el personal Administrativo que me ha ofrecido una ágil respuesta en los trámites para realizar este trabajo de titulación. A los trabajadores de la Facultad que me han apoyado con su ayuda durante el transcurso de mi carrera, en especial a Don Chelo por su colaboración en la fase de campo.

A mis amigos y compañeros de aula por su apoyo y los gratos momentos que vivimos durante los semestres de estudio

A Don Cesar Sánchez y Don Rolando Pérez por su aporte incondicional y apoyo a lo largo de mi carrera. A Doña Luz Sulqui, que me ha visto crecer y me ha brindado cariño y consejos a lo largo de mi vida.

A todos gracias.

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, que a través de la Virgen Dolorosa y de su Hijo Amado, me ha llenado de fuerzas y bendiciones para cumplir cada meta que me he propuesto en mi vida, y en especial en los momentos más duros de mi carrera.

A mi padre Carlos Humberto (+), quien me acompaña desde el cielo, me bendice en cada paso que doy, y quien sé que está orgulloso al verme convertido en un profesional como él.

A mi madre Cecilia Paola, quien toda la vida me ha amado, cuidado, y apoyado incondicionalmente, quien me ha enseñado a ser una persona de bien y a superar los problemas y calamidades de la vida, todo mi amor a madre quien ha sido la persona más crucial en la obtención de este título profesional.

A mi hermana María Fernanda, que la amo infinitamente y que me demuestra que todos los obstáculos son vencibles, de quien quiero ser su ejemplo.

A mi abuelito Aníbal Larrea “Papi Ani”, quien ha sido un gran soporte para mí al estar en todos los momentos de mi vida, por amarme como a un hijo, y que me ha inculcado valores y enseñanzas a lo largo de mi vida.

A mi tío Juan, quien siempre ha estado presente en mi vida y mi carrera, el mismo que ha sido un ejemplo de cómo debe ser un profesional, ético y responsable, y a su familia Vivi y Cristal quienes siempre me han dado alientos para seguir adelante.

A Mario Álvarez, quien nos ha acompañado a mi madre y a mí siempre, tanto en los momentos buenos y difíciles, quien me ha aconsejado tanto en mi vida como en mi profesión, y ha estado siempre a mi lado en cada paso de mi carrera apoyándome con todos sus conocimientos.

A mi abuelita Cecilia López “Mami Cecy” y a mi tío Diego, quienes han estado pendientes de mí para apoyarme, aunque estuvieran lejos de casa.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES .....	5
2.2.1. Fertilización en cultivo de papas .....	5
2.2.2. Cultivo de papa.....	10
2.2.3. Variedades de papas .....	12
2.2.4. Papa chaucha roja .....	13
2.2.5. Características botánicas de la planta de papa .....	14
2.2.6. Etapas fenológicas de la papa.....	16
2.2.7. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de la papa .....	18
2.2.8. Labores culturales en el cultivo de la papa .....	19
2.9. Clorofila en hojas de papa .....	22
CAPÍTULO III .....	25
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	25
3.1. HIPÓTESIS .....	25
3.2. OBJETIVOS.....	25
3.2.1. Objetivo general.....	25
3.2.2. Objetivos específicos.....	25
CAPÍTULO IV .....	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	26

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	26
4.2.1. Clima .....	26
4.2.2. Agua .....	26
4.2.3. Suelo.....	27
4.3. EQUIPO Y MATERIALES .....	27
4.3.1. Equipos.....	27
4.3.2. Materiales, Reactivo, Abonos y pesticidas .....	27
4.4. TRATAMIENTOS .....	28
4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	29
4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	30
4.6.1. Almacenamiento de la semilla prebásica .....	30
4.6.2. Análisis de suelo .....	30
4.6.3. Preparación del suelo y formación de surcos .....	31
4.6.4. Descontaminación del suelo de los surcos .....	31
4.6.5. Desinfección de tubérculos semilla.....	32
4.6.6. Abonadura orgánica al terreno.....	32
4.6.7. Siembra.....	32
4.6.8. Riego .....	32
4.6.9. Aplicación de abonos .....	32
4.6.10. Deshierba .....	33
4.6.11. Aporque.....	33
4.6.12. Controles fitosanitarios.....	33
4.6.13. Cosecha.....	34
4.7. VARIABLES DE RESPUESTAS.....	34
4.7.1. Porcentaje de emergencia .....	34
4.7.2. Altura de la planta .....	34
4.7.3. Diámetro de la planta .....	35



4.7.4. Contenido de clorofila .....	35
4.7.5. Días de la cosecha .....	36
4.7.6. Número de tubérculos por planta .....	37
4.7.7. Peso de los tubérculos por planta .....	37
4.7.8. Control Interno de Calidad de tubérculos.....	37
4.7.9. Clasificación de tubérculos cosechados .....	38
4.7.10. Rendimiento del cultivo .....	38
4.7.11. Análisis financiero del cultivo .....	39
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	39
CAPÍTULO V .....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN .....	40
5.1.1. Porcentaje de emergencia de papa chaucha roja.....	40
5.1.2. Altura de la planta de papa chaucha roja.....	42
5.1.3 Diámetro de la planta de papa chaucha roja .....	42
5.1.4. Clorofila en hojas de la planta de papa de chaucha roja .....	43
5.1.5. Días de cosecha de los tubérculos de chaucha roja.....	44
5.1.6. Número de tubérculos por planta cosechados .....	45
5.1.7. Peso de los tubérculos por planta cosechados .....	45
5.1.8. Rendimiento del cultivo de papa chaucha roja .....	46
5.1.9. Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculos cosechados .....	46
5.1.10. Clasificación de tubérculos cosechados .....	47
5.1.11. Análisis del suelo de cultivo antes y después de la experimentación .....	48
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	50
5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	51
CAPÍTULO VI .....	53
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	53

6.1. CONCLUSIONES.....	53
6.2. BIBLIOGRAFÍA.....	55
6.3. ANEXOS .....	66
CAPÍTULO VII.....	93
PROPUESTA .....	93
7.1. DATOS INFORMATIVOS .....	93
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	93
7.3. JUSTIFICACIÓN.....	94
7.4. OBJETIVO.....	94
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	94
7.6. FUNDAMENTACIÓN.....	95
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	95
7.7.1. Preparación del suelo y preparación de surcos.....	95
7.7.2. Descontaminación del suelo de los surcos.....	95
7.7.3. Desinfección de tubérculos semilla .....	96
7.7.4. Abonadura orgánica al terreno .....	96
7.7.5. Siembra .....	96
7.7.6. Riego.....	96
7.7.7. Aplicación de abonos.....	96
7.7.8. Deshierba .....	97
7.7.9. Aporque.....	97
7.7.10. Controles fitosanitarios .....	97
7.7.11. Cosecha .....	97
7.8. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fertilización que se debe aplicar al cultivo de papas después de un análisis del suelo. ....	8
Tabla 2. Fertilizantes edáficos empleados en la investigación, característica y % de nutrientes. ....	9
Tabla 3. Características de papa chaucha roja. ....	13
Tabla 4. Taxonomía de la papa chaucha. ....	14
Tabla 5. Dosis de los fertilizantes en los diferentes tratamientos. ....	29
Tabla 6. Matriz de tolerancia máxima en las diferentes categorías de semilla. ....	38
Tabla 7. Peso, tamaño y diámetro de la semilla prebásica de papa chaucha roja utilizada en la siembra. ....	40
Tabla 8. Resultados de las variables analizadas en los diferentes tratamientos. ....	41
Tabla 9. Análisis del suelo de cultivo antes y después de la experimentación. ....	49
Tabla 10. Análisis del suelo al inicio de la parte experimental. ....	66
Tabla 11. Cantidad de nutrientes agregado por tratamiento. ....	67
Tabla 12. Análisis de suelos después de la parte experimental. ....	68
Tabla 13. Peso, tamaño y diámetro de la semilla de papa chaucha roja utilizada en el estudio. ....	70
Tabla 14. Número de plantas emergidas por tratamiento. ....	71
Tabla 15. Porcentaje de emergencia de las plantas por tratamiento. ....	71
Tabla 16. Análisis de varianza en el porcentaje de emergencia de las plantas. ....	71
Tabla 17. Altura de la planta de papa a los 94 días de cultivo en los diferentes tratamientos. ....	72
Tabla 18. Análisis de varianza de la altura de la planta de papa. ....	72
Tabla 19. Diámetro de la planta de papa a los 94 días de cultivo. ....	73
Tabla 20. Análisis de varianza del diámetro de la planta de papa a 94 días de cultivo. ....	73
Tabla 21. Prueba de Tukey en diámetro de la planta en los diferentes tratamientos. ....	73
Tabla 22. Contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo. ....	74
Tabla 23. Análisis de varianza en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo. ....	74

Tabla 24. Prueba de Tukey en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo.....	74
Tabla 25. Contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.....	75
Tabla 26. Análisis de varianza contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.....	75
Tabla 27. Análisis de Tukey al contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.....	75
Tabla 28. Contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 94 días de cultivo.....	76
Tabla 29. Análisis de varianza en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 94 días de cultivo.....	76
Tabla 30. Contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 94 días de cultivo.....	77
Tabla 31. Análisis de varianza contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 94 días de cultivo.....	77
Tabla 32. Número de tubérculos por planta.....	78
Tabla 33. Análisis de varianza del número de tubérculos por planta.....	78
Tabla 34. Análisis de Tukey del número de los tubérculos por planta.....	78
Tabla 35. Peso de los tubérculos (kg/planta).....	79
Tabla 36. Análisis de varianza de peso de los tubérculos (kg/planta).....	79
Tabla 37. Análisis de Tukey del peso de los tubérculos (kg/planta).....	79
Tabla 38. Rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.....	80
Tabla 39. Análisis de varianza del rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.....	80
Tabla 40. Análisis de Tukey del rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.....	80
Tabla 41. Número de tubérculos deformes y en estado de descomposición por planta en cada tratamiento.....	81
Tabla 42. Control Interno de Calidad (CIC) de los tubérculos cosechados.....	81
Tabla 43. Análisis de varianza del Control Interno de Calidad (CIC) de los tubérculos.....	81
Tabla 44. Número de tubérculos (Comerciales) con diámetros mayores a 4 cm por planta.....	82
Tabla 45. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetros mayores de 4 cm por planta.....	82

Tabla 46. Número de tubérculos (semilla) con diámetro de 2 a 4 cm por planta. ....	83
Tabla 47. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetro de 2 a 4 cm por planta. ....	83
Tabla 48. Análisis de Tukey del número de tubérculos con diámetro de 2 a 4 cm por planta. ....	83
Tabla 49. Número de tubérculos con diámetros menores a 2 cm por planta. ....	84
Tabla 50. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetros menores a de 2 cm por planta. ....	84
Tabla 51. Análisis de Tukey del número de tubérculos con diámetros menores a 2 cm por planta. ....	84
Tabla 52. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros menores a 2 cm en los diferentes tratamientos. ....	85
Tabla 53. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros de 2 a 4cm en los diferentes tratamientos. ....	85
Tabla 54. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros mayores a 4cm en los diferentes tratamientos. ....	85
Tabla 55. Relación (Beneficio/costo) de producción de cultivo de papa chaucha roja por tratamiento. ....	86
Tabla 56. Análisis de varianza de la Relación (Beneficio/Costo) de producción de papa chaucha roja. ....	86
Tabla 57. Análisis de Tukey de la Relación (Beneficio/Costo) de costo de producción de papa chaucha roja. ....	86
Tabla 58. Cálculo de la Relación (Beneficio/Costo) en el tratamiento T4R3 (25 plantas). ....	87
Tabla 59. Cálculo de la Relación (Beneficio/Costo) en el Tratamiento T1R1 (25 plantas). ....	88

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Producción de semilla de papa por aeroponía .....	11
Figura 2. Planta de papa y sus partes. ....	14
Figura 3. Etapas fenológicas de la papa. ....	17
Figura 4. Espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 201-UV Vis. ....	23
Figura 5. Medidor de clorofila SPAD 502 Plus. ....	23
Figura 6. Distribución de 25 semillas de papa sembrada en la parcela de cultivo de cada réplica y de cada tratamiento. ....	30
Figura 7. Relación (Beneficio/Costo) del cultivo de papa chaucha roja en los diferentes tratamientos. ....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis Físico Químico del suelo antes y después de la parte experimental. ....	66
Anexo 2. Peso, tamaño y diámetro de la semilla de papa chaucha roja utilizada en el estudio. ....	70
Anexo 3. Porcentaje de emergencia de plantas de papa chaucha roja y análisis estadísticos.....	71
Anexo 4. Altura de la planta de papa a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos.	72
Anexo 5. Diámetro de la planta de papa a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos.....	73
Anexo 6. Contenido de clorofila en la planta de papa a los 70 días de cultivo y análisis estadísticos. ....	74
Anexo 7. Contenido de clorofila a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos. ....	76
Anexo 8. Número de tubérculos por planta y análisis estadísticos.....	78
Anexo 9. Peso de los tubérculos por planta y análisis estadísticos. ....	79
Anexo 10. Rendimiento de cultivo de papa y análisis estadísticos. ....	80
Anexo 11. Control Interno de Calidad (CIC) de tubérculos cosechados y análisis estadísticos.....	81
Anexo 12. Clasificación de tubérculos y análisis estadísticos. ....	82
Anexo 13. Costo de producción de cultivo de papa chaucha roja por tratamiento y análisis estadísticos. ....	85
Anexo 14. Fotografías de la parte experimental del cultivo de papa chaucha roja. ...	89
Anexo 15. Fotografías del análisis de clorofila en hojas de papa chaucha roja. ....	91

## RESUMEN

Considerando la importancia de los abonos en el cultivo de papas, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja proveniente del sistema de producción aeropónico, con la aplicación de tres fertilizantes edáficos, a razón de diferentes dosis. El estudio se efectuó en la granja experimental docente Querochaca propiedad de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador; a una altitud de 2865 msnm, coordenadas geográficas 01° 22' 02'' de Latitud Sur y 78° 36' 20' de Longitud Oeste. En la investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con 6 tratamientos (Diferentes proporciones de abonos edáficos) y por triplicado. El tamaño de la parcela de cada réplica y de cada tratamiento fue de 21.6 m<sup>2</sup> (5.4 m \*4 m), con 5 surcos de siembra separados por 0.9 m de cada surco. Se sembraron 25 semillas de papas en cada parcela de cada réplica, colocadas a 0.5m de cada semilla y distribuidas 5 semillas por cada surco. Durante el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI.I en el Análisis de Variancia y en las Pruebas de Comparación de Medias mediante Tukey (5%). El resultado de la investigación determinó como mejor Tratamiento el T4, que empleó los siguientes abonos: 350 kg de Siembra Plus a la siembra, 175 kg de Engrose Plus a los 45 días de la siembra y 175 kg de Ferti Especial Plus a los 70 días de la siembra; produciendo un rendimiento 9.68±0,47 tn de papa/ha a los 137 días de cultivo. El Índice de Control Interno en los tubérculos obtenidos nos dan valores semejantes a los que posee una semilla de papa Registrada, es decir, los tubérculos del Tratamiento T4 son de buena calidad para ser utilizados como semilla para cultivo. En conclusión, el rendimiento en el cultivo de papa chaucha roja es bajo en comparación con otras variedades de papa, pero este valor bajo, es compensado por la buena aceptación de la papa en los mercados y el precio más alto con relación a las papas mejoradas.

**PALABRAS CLAVE:** Semilla chaucha roja de cultivo aeropónico, fertilizantes edáficos, clorofila, rendimiento de cosecha.



## SUMMARY

Considering the importance of fertilizers in the cultivation of potatoes in the field, this research work aims to evaluate the performance of pre-basic seed potato red “chaucha” variety from the aeroponic production system, with the application of three edaphic fertilizers, to reason of different doses. The study was carried out in the Querochaca experimental teaching farm owned by the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Ambato, located in Cevallos canton, Tungurahua province, Ecuador; at an altitude of 2865 masl, geographic coordinates 01 ° 22 '02' 'of South Latitude and 78 ° 36' 20 'of West Longitude. In the research, a randomized block design with six treatments (Different proportions of edaphic fertilizers) and triplicate was used. The size of the plot of each replica and of each treatment was 21.6 m<sup>2</sup> (5.4 m x 4 m), with five rows of seeding separated by 0.9 m of each furrow. Seed 25 seeds of potatoes in each plot of each replica, placed at 0.5 m of each seed and distributed 5 seeds for each furrow. During the processing of the data the statistical program, STATGRAPHICS Centurion XVI.I was used in the Analysis of Variance and in the Tests of Comparison of Means by Tukey (5%). The result of the investigation determined the best treatment for T4, which used the following fertilizers: 350 kg of sowing Plus at sowing, 175 kg of Engrose Plus 45 days after sowing and 175 kg of Ferti special Plus at 70 days of the sowing; producing a yield of  $9.68 \pm 0.47$  tons of potato / ha at 137 days of cultivation. The Internal Control Index in the tubers obtained gives us values similar to those of a registered potato seed, that is, the T4 Treatment tubers are of good quality to be used as seed for cultivation. In conclusion, the performance in the cultivation of red “chaucha” potato is low in comparison with other potato varieties, but this low value is compensated by the good acceptance of the potato in the markets and the higher price in relation to the improved potatoes.

**KEYWORDS:** Red chaucha seed of aeroponic cultivation, soil fertilizers, chlorophyll, harvest yield.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La papa es parte de los alimentos vegetales más consumidos en el mundo, sólo superado por los cereales (Vélez et al. 2008). En el Ecuador, la papa es un producto primordial por su presencia en la dieta diaria de la población, especialmente de la región interandina, su superficie plantada llega a las 36 mil hectáreas, y se cultivan en 12 provincias (Monteros 2016); es una importante fuente de ingresos para las comunidades rurales y es considerado un componente fundamental para la economía nacional (Pumisacho y Velásquez 2009).

La papa conocida como chaucha o criolla pertenecen al grupo Phureja, son precoces de 3 a 4 meses, se cultivan entre los 2 000 a 3 400 msnm, son de buena calidad culinaria y de gran aceptación en el mercado para varios de sus cultivares (Rojas y Seminario 2014). El cultivo de la papa criolla es importante en el sistema de alimentación debido a que se utiliza en la dieta de más de dos mil millones de personas en los países en vías de desarrollo (Luna et al. 2015). En el país las papas chauchas son empleadas en sopas y cocidas con cascara, acompañado a diferentes preparados con carne (Álvarez y Tello 2019).

Las papas se propagan de dos formas, por semilla (semilla verdadera) y de tubérculos (semilla tubérculo). La semilla verdadera ha sido utilizada por siglos en los Andes, pero se encontró que fue difícil de manejar y raramente produjo igual cantidad y calidad de cultivos, que aquellos producidos por semilla tubérculo (Nichols 2009).

Los agricultores del país utilizan la cosecha de la temporada anterior como tubérculo semilla, estas semillas favorecen la acumulación de patógenos, lo que conduce a una pérdida significativa en la siguiente cosecha y da lugar a una semilla cada vez de menor calidad y sanidad. Actualmente existen varias técnicas de producción de semillas en el mundo, como el cultivo de tejidos, la hidroponía y la aeroponía. Entre estas técnicas, los estudios experimentales iniciales han demostrado que la aeroponía es una de las

más efectivas en la producción de semilla debido a sus numerosas ventajas sobre las otras técnicas (Chiipanthenga et al. 2012).

En el presente estudio se empleó semilla de tubérculo de papa proveniente del cultivo aeropónico. La aeroponía es una nueva tecnología que produce minitubérculos de papa sin suelo y en un tiempo relativamente corto; las raíces de las plantas cuelgan dentro de cajones oscuros y se alimentan a través rociándolas a las raíces soluciones nutritivas con ayuda de una bomba. Esta tecnología trabaja en condiciones controladas, puede producir una gran cantidad de minitubérculos de papa, correspondientes a la categoría de semilla prebásica, a un menor costo, con mayor sanidad y en mayores volúmenes (Nichols 2009, Andrade-Piedra et al. 2015). Se debe mencionar, que es muy importante que el tubérculo semilla para la siembra debe ser de buena calidad física y sanitaria, de tal manera que garantice la producción del cultivo (Montesdeoca, 2005).

La semilla tubérculo proveniente del sistema aeropónico produce igual cantidad de tubérculos durante el cultivo, que la semilla producida con otras tecnologías. Adicionalmente, se sabe que un programa de fertilización o abonamiento en la siembra de la semilla en campo, como durante el crecimiento de la planta, constituye un factor importante para obtener una adecuada nutrición de la planta y los máximos rendimientos de papas por unidad de superficie (Luna et al. 2016).

Considerando la importancia del uso de los abonos en el cultivo de la papa, el objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el tipo y dosis de abonos completos que permitan obtener el mejor rendimiento en el cultivo de papa variedad chaucha roja, cuando se utiliza semilla prebásica proveniente del sistema aeropónico.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Rojas y Seminario (2014), estudiaron la productividad de diez cultivares de papa chaucha de la Región Cajamarca, Perú, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar, con diez tratamientos y tres repeticiones: Peruanita 3, Montañera 2, Limeña, Amarilla, Clavelina 2, Roja 2, Mulla, Huagalina, Amarilla Mahuay y Chimbina colorada. Evaluaron la altura de planta, número de tallos, número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, peso total de tubérculos, peso de tubérculos comerciales, materia seca de tubérculos, peso seco del follaje e índice de cosecha. El rendimiento varió de 5.0 t/ha en Huagalina a 11.5 t/ha en Amarilla Mahuay. El peso total de tubérculos, el peso de tubérculos comerciales, el número total de tubérculos y el peso seco del follaje, presentaron diferencias estadísticas significativas entre cultivares. Los cultivares Limeña y Huagalina fueron estadísticamente inferiores al resto de cultivares, en peso total de tubérculos y peso de tubérculos comerciales. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para número de tallos e índice de cosecha. Los mejores índices de cosecha se registraron en Huagalina (46%), Amarilla Mahuay (45%) y Clavelina 2 (42%).

Albán (2015), evaluó en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Quito, Ecuador, dos semillas prebásicas llamadas INIAP-Victoria e INIAP-Libertad, con pesos de 2 a 5 g, provenientes de cultivo aeropónico, los factores que estudiaron en el cultivo fueron los sistemas de manejo, ambientes de emergencia y variedades. Los resultados mostraron que INIAP-Victoria sembrado directamente en el campo presentaron rendimientos de 54.03 t de papa /ha; INIAP-Libertad bajo el sistema de manejo umbráculo (cultivo de papa protegido de los rayos directos del sol, así como de la lluvia y del aire) obtuvo rendimiento de 63.27 t/ha y 54.90 t/ha de semilla INIAP-Victoria cultivado en micro túnel. Según el análisis económico presentó una mejor relación beneficio costo INIAP-Victoria sembrado directamente en el campo, con un valor de 1.25, lo que significa

que, por cada dólar invertido en el cultivo de papa, gana 25 centavos. También menciona que los mini tubérculos provenientes de aeroponía pueden ser perfectamente sembrados directamente en la tierra como lo realiza el campesino.

Bolaños (2015), realizó un estudio sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de semilla de papa (INIAP-Victoria, INIAP-Yana-Shungo, INIAP-Puca-Shungo) provenientes de diferentes formas de producción (Hidroponía, Aeroponía y Agricultor), la investigación la realizó en las localidades de Cutuglahua (Pichincha) y Pilahuín (Tungurahua), empleó un diseño experimental de Parcela Dividida con tres repeticiones, y en el análisis entre localidades se empleó un Experimento en Serie. La superficie de cada parcela fue de 4.40 m<sup>2</sup>, con 10 plantas por parcela. Obteniendo como resultado la variedad INIAP-Victoria proveniente de aeroponía como la de mejor cultivo, con valores de 1.31 kg papa/planta y rendimiento total de 39.6 tn de papa/ha.

Andrade-Piedra et al. (2015), en sus trabajos sobre diez años de experiencia de semilla de papa usando aeroponía en Colombia, Ecuador y Perú, mencionan que, al utilizar pesos diferentes de minitubérculos provenientes de aeroponía, como semilla en cultivo en campo, no influyeron sobre el número de tallos de las plantas, número o peso de tubérculos cosechados, aunque en ciertos casos afecto al vigor de las plantas; con minitubérculos de mayor peso, las plantas resultaron más vigorosas. También mencionan, que la edad fisiológica del minitubérculo, en lo que se refiere al tiempo que permanecen almacenados antes de ser sembrados, influye negativamente sobre los rendimientos del cultivo en campo, a más tiempo de almacenamiento, menor rendimiento. Por lo tanto, sugieren que se debe sembrar tan pronto se encuentren en el estado de brotación múltiple.

Coro (2015), realizó la evaluación de 6 tipos de fertilización químicos en el rendimiento del cultivo de papa en el Cantón Alausi, Provincia de Chimborazo, Ecuador, utilizando los siguientes tratamientos: (T1) Fertipapa siembra plus + Fertipapa aporque plus, (T2) Papas inicio Brenntag + Papas finalizador Brenntag, (T3) Papa Siembra Delcorp + Papa aporque Delcorp, (T4) Mix papa siembra Agripac + Mix papa aporque Agripac, (T5) 10-30-10 Nutrifeed + 8-20-20 Nutrifeed, (T6) 10-30-10 + 8-20-20 Testigo agricultor y (T7) Sin fertilización, Testigo. Determinó que los mejores

rendimientos de papa por planta (kg/ha) fueron los tratamientos siguientes: T2 (36 667.84 kg/ha), T1 (34 792.78 kg/ha), T3:(34 219.85 kg/ha), T6 (33 646.91 kg/ha) y T4 (33 073.98 kg/ha).

Rykaczewska (2016), empleó minitubérculos de papa Ametyst y Tajfun en un campo experimental del Instituto de Mejoramiento de Plantas y Aclimatación en la División de Investigación en Jadwisin. Los minitubérculos fueron plantados a mano en tierra de uso agrícola, empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 7.5 m<sup>2</sup>, el número de semillas sembradas fue 30, colocadas a 75 cm de separación por cada fila y a 33 cm de cada semilla. Luego del cultivo, encontró que Ametyst presenta un mayor rendimiento y número de tubérculos que Tajfun, con valores promedio de 42.6 t / ha, y 37.3 t / ha, respectivamente. Como conclusión indica el sistema aeropónico puede ser un sistema adecuado para producir semilla prebásica de papa y su optimización puede considerarse como una inversión estratégica con el objetivo de promover una producción más eficiente y sostenible de papa de alta calidad.

Villacreses (2019), estudió la incidencia de la densidad de plantación (25 plantas/m<sup>2</sup>, 16 plantas/m<sup>2</sup> y 9 plantas/0,81 m<sup>2</sup>) en la producción de semilla prebásica de papa variedad chaucha en el sistema aeropónico, en la Granja Experimental Querochaca, Tungurahua, Ecuador, en la investigación determinó que la altura de planta de papa a la floración en los diferentes tratamientos no presentó diferencia significativa, sin embargo el mejor rendimiento fue la densidad de 16 plantas por m<sup>2</sup>, produciéndose 7189.76 g. m<sup>-2</sup> y con un calibre promedio 8.80 mm.

## **2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. Fertilización en cultivo de papas**

La fertilidad del suelo de cultivo se mide generalmente en función de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, un suelo con alta cantidad de nutrientes no es necesariamente un buen terreno de cultivo, ya que depende de otros factores, como la compactación, el drenaje, la disponibilidad de agua, enfermedades o insectos que

puedan limitar la disponibilidad de nutrientes a la planta (Pumisacho y Sherwolds 2009). Si se controla bien los factores anteriormente indicados, es necesario tener en la tierra de cultivo, una adecuada cantidad de elementos nutricionales que permita el óptimo desarrollo de la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno, ya que cada uno de los nutrientes cumplen funciones específicas en su crecimiento. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento de la planta y disminución del rendimiento de cultivo. A continuación, se indican los nutrientes que se debe considerar en el cultivo de papa, así como el efecto negativo que se produce en la planta, cuando existen deficiencias o exceso de estos nutrientes (Kramm, 2017):

- a) **Nitrógeno:** Es el nutriente que más influye en el rendimiento y la calidad de los tubérculos; interviene en la fotosíntesis, forma parte de las proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas. Una falta de nitrógeno produce escaso desarrollo de la planta y da clorosis en el tejido foliar. Una elevada cantidad de nitrógeno alarga el ciclo vegetativo de la planta y retrasan el inicio de la tuberización (Coro 2015).
- b) **Fósforo:** Es esencial para el crecimiento de las plantas, participa en la fotosíntesis, la transferencia de energía, y en la síntesis y degradación de los carbohidratos. Contribuye a la resistencia de enfermedades y acelera la madurez del tubérculo. La deficiencia de fósforo durante el cultivo produce síntomas de senescencia temprana en la parte aérea de la planta y reduce el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Exceso de este elemento en el suelo impide la absorción de zinc en la planta (Romero 2013, International Potato Center 2017).
- c) **Potasio:** Participa en la fotosíntesis y en la síntesis de proteínas; realiza la estabilización del pH, turgencia y osmorregulación, que son condiciones importantes para el metabolismo de las plantas. Exceso de potasio en el suelo bloquea la fijación del magnesio y calcio. La deficiencia de potasio disminuye el crecimiento y el peso de los tubérculos; da clorosis o amarillamiento en bordes de las hojas maduras, posteriormente hay necrosis y defoliación (Vizcardo 2011).

- d) **Calcio:** Es necesario para la división y crecimiento celular, juega un papel importante en la absorción de nutrientes y diversos procesos metabólicos. Las plantas con deficiencia de calcio presentan folíolos enrollados hacia arriba y con clorosis. Los tubérculos muestran necrosis difusa de color castaño en el anillo vascular y manchas de media luna en la médula (Bautista et al. 2010).
- e) **Magnesio:** Es componente de la molécula de clorofila y de los pectatos en la pared celular, participa en reacciones de metabolismo energético, en síntesis de compuestos del núcleo, cloroplasto y ribosoma. Cumple un rol catalítico y con el balance eléctrico. La deficiencia de magnesio se expresa como una clorosis intervenal que empieza en hojas adultas. No se conoce síntomas de exceso de magnesio (Avilés y Piedra 2017)
- f) **Azufre:** Constituye parte de los aminoácidos azufrados, cistina, cisteína y metionina de las proteínas. Es constituyente de la tiamina, biotina y de la coenzima A y participa en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas. El efecto por deficiencia de azufre es parecido a la deficiencia de nitrógeno, da clorosis general, los síntomas aparecen primero en hojas jóvenes. No se indica efectos negativos en la planta por exceso de azufre (González 2015).
- g) **Micronutrientes:** Se requiere en cantidades pequeñas, están ampliamente distribuidos en los suelos, aunque, se hallan en forma deficitarios en algunas tierras de cultivo. Según Valverde y Alvarado (2009) señalan que los micronutrientes detectados como deficientes en los suelos ecuatorianos son los siguientes:
- Zinc, es un activador de numerosas e importantes enzimas y participa en síntesis de proteínas, su deficiencia da lugar a un atrofiamiento y reducción del tamaño de la hoja, así como clorosis intervenal.
  - Manganeso, actúa en reacciones del metabolismo del nitrógeno, la fotosíntesis y cumple un papel estructural en los cloroplastos, su deficiencia produce manchas necróticas sobre las hojas.
  - Boro, se halla asociado con el transporte y absorción de azúcares y en el desarrollo celular, su deficiencia produce engrosamiento y



oscurecimiento de las hojas y dan lugar a la muerte de los vástagos y raíces.

En el cultivo de papa se requiere altos niveles de fertilización, especialmente Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Azufre que permita a la planta expresar su mejor rendimiento, calidad y resistencias a condiciones adversas, cambios bruscos de temperatura, estrés hídrico y enfermedades. Los valores necesarios de estos nutrientes para variedades de papas que producen alto rendimiento de tubérculos se indican en la Tabla 1. Se debe considerar que, la planta posee un sistema radical escaso y de poca capacidad exploratoria que le dificulta tener una nutrición adecuada en los primeros estados de desarrollo (Campo Expert 2013).

Tabla 1. Fertilización que se debe aplicar al cultivo de papas después de un análisis del suelo.

Interpretación del análisis del suelo	Fertilizantes (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Bajo	150 a 200	300 a 400	100 a 150	40 a 60
Medio	100 a 150	200 a 300	60 a 100	20 a 40
Alto	50 a 60	60 a 200	30 a 60	1 a 20

Fuente: Montesdeoca (2005)

Torres y Suarez (2014) mencionaron que la demanda de nutrientes por hectárea para el cultivo de papa criolla del grupo *Solanum phureja* es de: 50 a 100 kg de Nitrógeno, 40 a 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 154 kg de K<sub>2</sub>O, 60 kg de Calcio, 17 kg de Magnesio y 15 kg de Azufre.

Normalmente para el cultivo se aplica un plan de fertilización en base a los resultados obtenidos del análisis del suelo y la necesidad del cultivo. La fertilización debe permitir ajustar las dosis de correctivos con fuentes de materia orgánica y fertilizantes simples o compuestos. A continuación, en la Tabla 2, se indica las características de los fertilizantes edáficos que se agregaron al suelo para el cultivo de papa en el presente estudio y que se halla disponibles en el país.

Tabla 2. Fertilizantes edáficos empleados en la investigación, característica y % de nutrientes.

Abonos	Características del abono	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Zn %	S %	B %	Cl %
Siembra Plus	Estos fertilizantes estimulan la regeneración celular de las plantas debidas a sus altos contenidos de micro y macronutrientes. Se emplean principalmente para crecimiento y desarrollo de todo tipo de cultivos de ciclo perenne o corto; actúa como activador de enzimas evitando que la planta se marchite, además sintetiza la clorofila, interviene en la síntesis de proteínas, haciendo que todos los elementos en conjunto promuevan el crecimiento de los cultivos.	10	29	11	-	0.7	7	-	-
Engrose Plus		3	15	19	3	0.4	3	0.3	-
Ferti Especial Plus		8.4	10.3	12.5	-	-	7.8	-	-
Fosfato di amónico (18-46-00)	Es una fuente de Fósforo y como complemento secundario de Nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de Nitrógeno en esta fórmula, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del Fósforo.	18	46	-	-	-	-	-	-
Sulpomag (00-00-22-18)	El Sulpomag o sulfato de potasio y magnesio, es un fertilizante de origen natural, que son inmediatamente asimilable por la planta.	-	-	22	18	-	21.5	-	2.5
Abono (15-15-15)	Abono mineral indicado para multitud de cultivos. Se utiliza principalmente cuando se busca satisfacer las necesidades nutritivas de la planta de forma equilibrada.	15	15	15	-	-	-	-	-

Fuente: Fertisa (s.f.)

En el cultivo de papa a más de la fertilización en el suelo, es necesario una fertilización foliar, que consiste en aplicar soluciones nutritivas al follaje de las plantas, con el objetivo de complementar la fertilización efectuada al suelo. La fertilización foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer sobre todo de los micronutrientes como: zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno, corrigiendo deficiencias a corto plazo de estos micronutrientes, lo cual muchas veces no es posible mediante la

fertilización al suelo y también permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas (Vizcardo 2011).

### **2.2.2. Cultivo de papa**

La papa es considerado el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después del arroz, maíz y el trigo, aporta la mayor cantidad de carbohidratos a la dieta de millones de personas en países en desarrollo, siendo fundamental para los países de Sudamérica, África, y el continente asiático. En Ecuador, la papa es uno de los cultivos más importantes en el país, el tubérculo se destina para consumo en preparaciones culinarias, en uso industrial y para la obtención de semilla. A partir de 1994 el uso de papas en comidas rápidas en el país ha aumentado a un ritmo anual del 6%. En la industria, se emplea en papas fritas en forma de “chips”, a la francesa, congelada, prefrita y enlatada; también se obtiene almidón y alcohol. Las industrias procesadoras utilizan 50.000 t/año, lo cual representa el 10% de la producción nacional (Pumisacho y Velásquez 2009).

Las papas propagadas vegetativamente (patatas de siembra), generalmente acumulan en las semillas patógenos sistémicos, que se transfieren de una generación del cultivo a otra; cuando esto ocurre se deteriora el potencial de rendimiento de las plantas. Un buen rendimiento en el cultivo empieza con la producción de semillas de papa de alta calidad, el método usualmente utilizado en la producción de papa es el uso de semillas de papa vegetativas (75-100 g de peso) para mantener las características varietales; desafortunadamente, la tasa de multiplicación por métodos normales no es muy rápida. Por ejemplo, para obtener suficientes tubérculos para hacer una plantación comercial de un nuevo cultivar es necesario que se obtengan de 5 a 7 generaciones en el campo (Uribe 2012).

Existen varias técnicas de propagación y multiplicación de papas en el mundo, entre ellas se encuentran: (1) producción de papa de semilla convencional, (2) micropropagación, (3) hidroponía y (4) aeroponía. Sin embargo, en países en desarrollo los agricultores realizan la multiplicación de semillas de papa utilizando el método convencional. Si bien, todos los métodos tienen limitaciones y desafíos, la

técnica convencional tiene las limitaciones más altas en la producción de tubérculos de semilla de alta calidad, debido a las condiciones desfavorables en la que trabajan la mayoría de los agricultores (Chiipanthenga et al. 2012).

### 2.2.2.1. Sistema aeropónico en el cultivo de papa

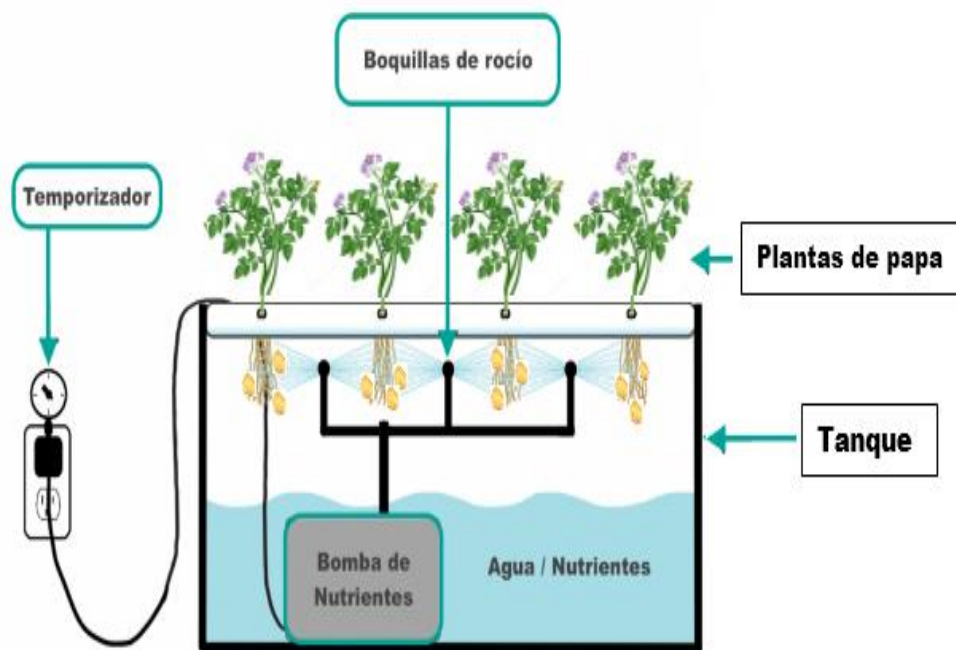


Figura 1. Producción de semilla de papa por aeroponía

Fuente: Spinal (2019).

La producción de semilla de papa por aeroponía se lleva a cabo utilizando el método de cultivo de tejidos (micropropagación in vitro). Posteriormente, se cultivan estas plantas para la obtención de minitubérculos en condiciones controladas por medio de una producción aeropónica, obteniéndose los minitubérculos de una elevada calidad sanitaria y en un período de tiempo de producción relativamente corto (Nichols 2009).

La producción aeropónica de minitubérculos de papa comenzó a principios del siglo XXI debido a la demanda de métodos de producción de semillas más eficientes y de alta calidad. La aeroponía consiste en cultivar plántulas de papa provenientes del cultivo in vitro en tanques o cajones especialmente adaptados (Figura 1). En su

interior, las raíces se encuentran suspendidas en el aire, sin tocar el suelo; de ahí el nombre del sistema. Las raíces crecen en la parte interna de los cajones, los cuales se cubren con plástico negro para que no reciban luz, y son rociados con soluciones nutritivas para promover la formación de tubérculos en forma aérea. El sistema aeropónico para producir semilla prebásica de papa fue desarrollado inicialmente en Japón, después en Europa y en los últimos años en Sudamérica (Uribe 2012, Brocic et al. 2018). En esta técnica es posible reducir el uso de fertilizantes cuando las plantas son pequeñas, y aumentarla cuando las plantas son más grandes. Así, la lixiviación potencial de nutrientes a través del perfil del suelo se reduce grandemente (Nichols 2009).


En el método convencional para la producción de semilla, las plantas de papa se cultivan en bancadas en invernadero con turba en vez de en las estructuras para producción aeropónica. Esto implica que en ocasiones los patógenos presentes en el suelo provocan enfermedades a las semillas de papa, mientras que en el sistema aeropónico se ha comprobado que la incidencia de enfermedades que afectan a los tubérculos es menor al no utilizarse turba. Esto tiene gran importancia puesto que estas plantas totalmente libres de enfermedades producen semilla de alta calidad sanitaria (Carrasco 2010).

### **2.2.3. Variedades de papas**

Las variedades de papa se clasifican en dos grupos: nativas y mejoradas. Las variedades de papas nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación de forma ancestral; en cambio las variedades de papas mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético, poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria. En el Ecuador se estima que existen alrededor de 350 variedades de papas nativas que presentan diversidad de formas colores y tamaños, las más conocidas son: Uvilla, Yema de huevo, Leona negra, Coneja negra, Coneja blanca, Puña, Calvache, Chaucha roja, Santa Rosa y Carrizo. La gran mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 m de altitud y son valoradas por sus propiedades organolépticas, agrícolas y por ser parte de la identidad cultural (Monteros et al. 2010).

## 2.2.4. Papa chaucha roja

Tabla 3. Características de papa chaucha roja.

 <p>Papas chauchas rojas</p>	<p><b>Características agronómicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango de adaptación: 3000 a 3200 msnm.</li> <li>• Maduración: 140 días.</li> <li>• Verdeamiento: 90 días.</li> <li>• Rendimiento: 14 t/ha.</li> </ul>
<p><b>Características morfológicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas de crecimiento decumbente, con tallos pigmentados de color verde con muchas manchas y alas rectas.</li> <li>• Hojas con 4 pares de folíolos laterales y tres pares de interhojuelas.</li> <li>• Flores muy rotada de color morado pálido.</li> <li>• Tubérculos con un período de reposo de 10 días.</li> <li>• La baya es ovoide.</li> </ul>	<p><b>Características de la calidad del tubérculo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura: arenosa.</li> <li>• Oxidación: 3 horas.</li> <li>• Materia seca: 20.8%.</li> <li>• Tiempo de cocción: 21 minutos.</li> </ul>
<p><b>Resistencias a factores abióticos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heladas: Moderadamente susceptible</li> <li>• Sequía: Moderadamente tolerante</li> <li>• Lancha: Susceptible.</li> <li>• Pudrición: Intermedia.</li> <li>• Almacenamiento: 1 mes.</li> </ul>	<p><b>Factores que afectan la producción del cultivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es susceptible a lancha (<i>Phytophthora infestans</i>).</li> </ul>

Fuente: Monteros et al. (2010)

Los tubérculos de la papa chaucha roja son de forma elíptica, con ojos superficiales, el color de la piel es rojo pálido, su pulpa es amarilla claro, son utilizados en la cocina para la preparación de locros o en la preparación de papas con cascara (Monteros et al. 2010). Algunas de las características más importantes de la papa chaucha roja se indican a continuación en la Tabla 3 y su taxonomía en la Tabla 4. La variedad de papa chaucha roja tiene la siguiente descripción taxonómica:

Tabla 4. Taxonomía de la papa chaucha.

REINO:	Plantae
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Magnoliopsida
ORDEN:	Sonales
FAMILIA:	Solanaceae
GÉNERO:	Solanum
ESPECIE:	<i>S. phureja</i>

Fuente: Bautista et al. (2010).

### 2.2.5. Características botánicas de la planta de papa

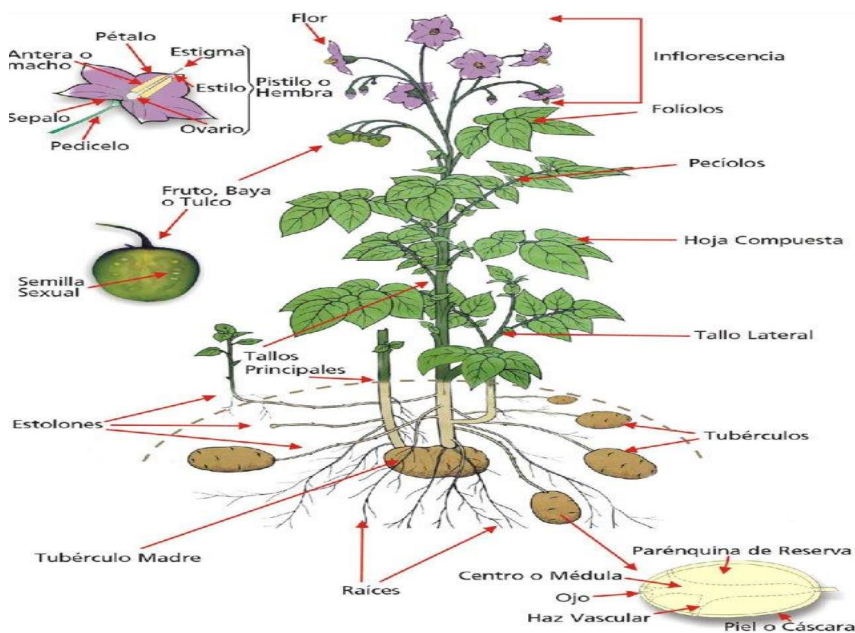


Figura 2. Planta de papa y sus partes.

Fuente: Huarte y Capezio (2019).

La planta de papa es de naturaleza herbácea con un sistema aéreo (hojas compuestas, inflorescencia, tallos y frutos) y un sistema subterráneo (raíces, estolones y tubérculos) como se presenta en la Figura 2, donde se observa la estructura de la planta de papa Huarte y Capezio (2019).

A continuación, se indica las características botánicas de la planta de papa:

- a) **Tubérculos:** Los rizomas de la planta de papa dan lugar a hinchamientos denominados tubérculos. Los tubérculos son considerados parte del tallo subterráneo modificado y engrosado, se forman en el extremo del estolón y se han adaptado para almacenar reservas y para la reproducción de la planta (Albán 2015).
- b) **Brotos:** En la siembra se debe contar con semillas que desarrollen brotes múltiples y vigorosos. Es adecuado dejar que los tubérculos reposen y emitan los brotes naturalmente, en cambio, en programas de producción de semilla es necesario romper el período de reposo y permitir que la semilla brote (Montesdeoca 2005).
- c) **Raíz:** El sistema de raíces de la planta depende si se utiliza semilla verdadera o tubérculo, cuando la planta proviene de semilla verdadera, ésta presenta raíz principal, hipocotíleo, epicotíleo y cotiledones; a diferencia de las plantas que se desarrollan de tubérculos, las raíces son adventicias, crece en la base de cada brote y luego encima de los nudos de cada tallo (Taramuel 2017).
- d) **Tallo:** La planta de papa tiene tres tipos de tallos, uno aéreo sobre el cual crecen las hojas y dos tallos subterráneo: los estolones y tubérculos. El tallo principal se produce en el brote del tubérculo de semilla, y en él se forman los tallos secundarios a partir de las yemas nodales. Las plantas que provienen de semilla verdadera tienen sólo un tallo principal (Villanueva 2018).
- e) **Hojas:** Las hojas son compuestas e irregularmente imparipinadas, con folíolos primarios, secundarios y hasta terciarios, se disponen en forma espiralada en los tallos. Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta (Coro 2015).
- f) **Inflorescencia:** El pedúnculo de la inflorescencia se halla dividido en dos ramas, cada una de las ramas se subdivide en otras dos ramas, formando de esta



manera una inflorescencia llamada cimosa. De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, las flores o los frutos. Las flores son bisexuales y poseen las cuatro partes esenciales: cáliz, corola, estambres y pistilo. Los estambres son el órgano masculino llamado androceo, y el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo (Inostroza et al. 2018).

- g) **Fruto, semilla:** El fruto es una baya de forma redonda alargada, ovalada o cónica. El número de semillas por fruto puede ser entre 300 o 400, son amarillas o castaño-amarillentas, pequeñas, ovales y uniformes. Estas semillas son conocidas como semilla verdadera, sirven para tener nuevas variedades vía selección (Mamani 2019).

#### **2.2.6. Etapas fenológicas de la papa**

Las etapas fenológicas de la papa se consideran a las siguientes:

- a) **Dormancia o reposo de la semilla:** Es el periodo que transcurre entre la cosecha del tubérculo y la brotación, dura entre 2 a 3 meses, y para la semilla sexual de 4 a 6 meses. La dormancia puede pararse por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo, también, puede inducirse por tratamiento químico utilizando el ácido giberélico en dosis de 1 a 5 ppm (Román y Hurtado 2002).
- a) **Fase de emergencia:** Inicia con el rompimiento de la dormancia de la semilla y termina con el inicio de la formación de tubérculos; varía de 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas del cultivo (Coro 2015).
- b) **Fase vegetativa:** Es el período entre la emergencia y la iniciación de la tuberización (Figura 3). En esta fase, hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea, dura entre 20 a 30 días (Grosso 2017).

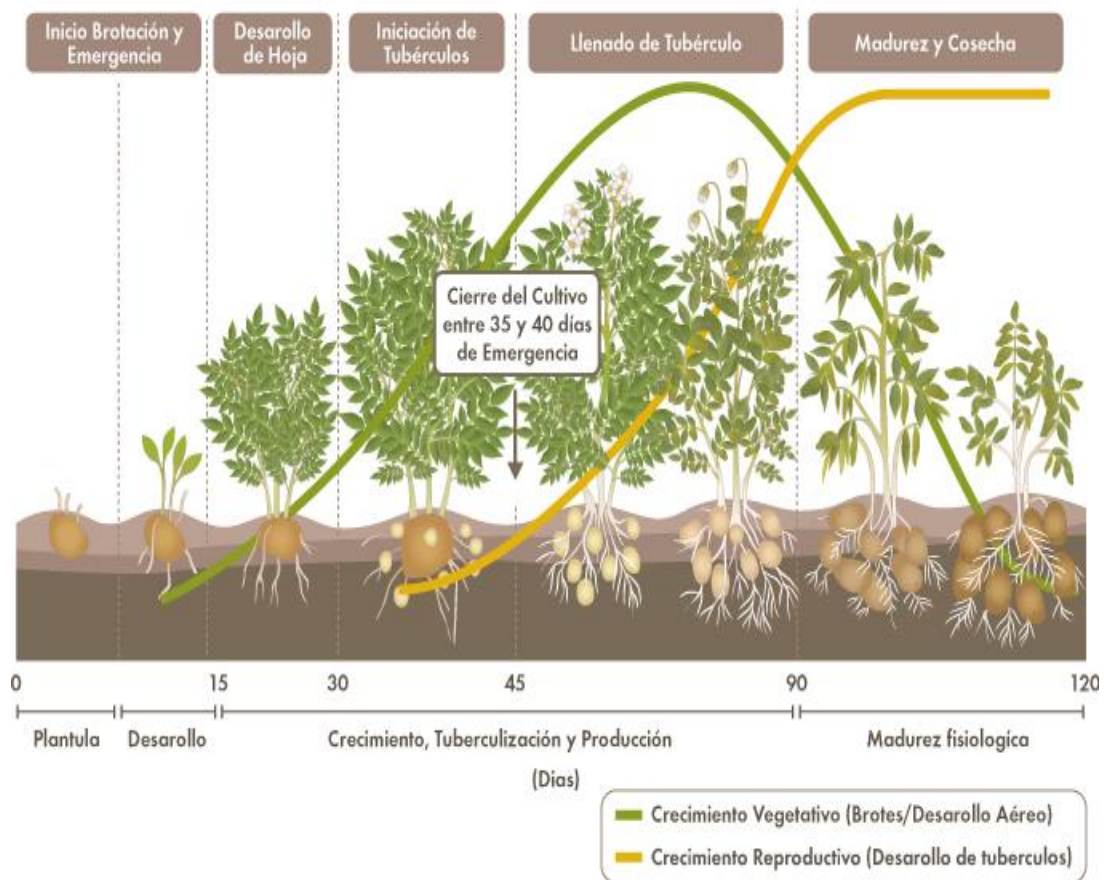


Figura 3. Etapas fenológicas de la papa.

Fuente: Grosso (2017).

- c) **Fase de tuberización:** Se caracteriza por la iniciación en la formación del tubérculo y el incremento constante en tamaño y peso, puede durar entre 60 a 90 días. Su inicio podría ser retardado por algunas prácticas agronómicas, como, por ejemplo, una alta fertilización nitrogenada. El crecimiento del tubérculo depende de la humedad, la longitud del día y la temperatura. La humedad del suelo influye en el tamaño y la calidad de las papas y puede retrasarse en su desarrollo en condiciones de estrés hídrico (González 2015).
- d) **Fase de madurez:** Período entre el máximo desarrollo del follaje y la senescencia total. Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días en variedades precoces, 90 días para variedades intermedias y 120 días para las

tardías. En esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse (Molina et al. 2004).

### 2.2.7. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de la papa

Cuando se desea cultivar papas es necesario conocer sobre los requerimientos climáticos y edáficos que necesita las plantas para su desarrollo, estos requerimientos son los siguientes:

- a) **Temperatura:** Requiere clima frío o fresco para su producción; las temperaturas óptimas para su desarrollo y tuberización se encuentran entre los 15 y los 25 °C. La planta papa es termoperiódica, necesita una variación de 10 °C entre la temperatura diurna y la nocturna, si la variación es menor, la planta no crece bien y el rendimiento se reduce (Avilés y Piedra 2016).
- b) **Altitud.** El cultivo se adapta bien a alturas comprendidas entre 1000 a 2400 m.s.n.m. En el país, una parte importante de la producción de papa se produce en el subpáramo, actual existe un desplazamiento del cultivo hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas (Romo 2016).
- c) **Vientos.** Los vientos deben ser moderados, debido a que la planta de papa no resiste vientos con velocidades mayores a 20 km/h, porque causan daño y pérdidas en la producción (Trebejo et al. 2013).
- d) **Luz.** Cuanto mayor es la intensidad de luz mayor es la fotosíntesis, esta intensidad depende del ángulo de incidencia de los rayos y de la nubosidad del cielo. La cantidad de luz que recibe la planta tiene gran influencia en la tuberización y la duración del crecimiento vegetativo. La luminosidad influye en los carbohidratos de los tubérculos, siendo mayor su contenido, cuando se tiene alta luminosidad, unos 60 000 lux, valor que alcanza al medio día y en cielo despejado (Vizcardo 2011).

- e) **Precipitación:** Los requerimientos de agua en el cultivo varían entre 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, la demanda va a depender de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad de papa. Las mayores demandas de agua son: en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que es necesario efectuar algunos riegos en los períodos más críticos del cultivo, cuando no se presenta precipitación (Zuñiga et al. 2017).
  
- f) **Pendiente del terreno.** La pendiente del terreno afecta la retención de agua de lluvia o de riego; a medida que aumenta el grado de pendiente, la velocidad y el volumen de agua de escorrentía crece, produciendo erosión al suelo. Una manera de manejar es mediante terrazas, se aplica en laderas con pendientes del 4 al 60%, se caracteriza por la construcción de plataformas continuas escalonadas en los cerros y superficies inclinadas de las quebradas (Pinedo 2000).
  
- g) **Suelo:** La planta de papa puede crecer en la mayoría de los suelos, los mejores son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, con buen drenaje y ventilación. El cultivo se desarrolla en forma adecuada en un rango de pH de 5.0 a 7.0. Es recomendable tener suelos con materia orgánica mayor a 3.5 %, una densidad aparente de 1.20 g/cm<sup>3</sup> y una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m (Román y Hurtado 2002, INTAGRI 2017).

#### **2.2.8. Labores culturales en el cultivo de la papa**

Una vez que los mini tubérculos cultivados en el sistema aeropónico, han sido cosechados y almacenados correctamente; se recomienda mantenerlos a temperaturas de entre 12 y 18°C, con 90 a 95% de humedad relativa, a luz difusa, buena ventilación y durante un tiempo que permita la brotación, que puede ser de 3 meses o más de acuerdo a la variedad, entonces se puede utilizar como semilla ya sea en campo o en invernadero (Andrade-Piedra et al. 2015).

Con el fin de lograr la mayor rentabilidad y aumentar el potencial productivo por hectárea, es necesario tomar en cuenta las siguientes labores en el cultivo de papa:

- a) **Selección de la semilla y desinfección:** El manejo del tubérculo utilizado como semilla comienza en el campo antes de la cosecha, y continúa hasta que la semilla sea sembrada. Antes de la siembra se debe seleccionar, descartar aquellos que presenten deformidad, sean muy pequeños, tengan daños, sean inmaduros, o en procesos de descomposición. Se recomienda tratar la semilla con productos químicos para que no se enferme o se pudra al entrar en contacto con el suelo; podría emplearse, por ejemplo: Vitavax (Carboxin 20% + thiram 20%) en proporción de 500 g/100 l de agua, Dithane M-45 (Mancozeb 80%) en cantidad de 227 g/100 l de agua, entre otros productos químicos (Torres et al. 2013).
- b) **Preparación del terreno y formación de los surcos:** Una vez que el suelo ha sido arado, se deben remover la tierra de 20 a 30 cm para formar los surcos. Los surcos se realiza cada 90 cm, si el terreno es plano, y cada 100 cm, si tiene pendiente. Esta labor se realiza manualmente, con azadón o arado con bueyes o tractor. Si el terreno posee inclinación, los surcos deben hacerse en curvas a nivel, seguidamente, se debe aplicar el fertilizante y el pesticida al fondo de los surcos (Toledo 2016).
- c) **Desinfección del suelo:** La presencia de patógenos en el suelo de origen edáfico es uno los graves problemas que está relacionado con el monocultivo o en el sistema de rotación; sino se controla puede dar lugar a pérdidas económicas para el agricultor. Para combatir a los patógenos se emplea productos químicos, como, por ejemplo: cloropicrina, metam sodio, así como nematicidas, fungicidas del suelo o herbicidas (Castro et al. 2011).
- d) **Programa de abonado o fertilización del suelo:** La manera adecuada de realizar un programa de abonado es a través de un análisis de suelo, que permite conocer los elementos químicos presentes en él y las cantidades de nutrientes que se tiene que reponer según los requerimientos del cultivo. La papa requiere una fertilización bien equilibrada, que depende de la variedad de

papa; por lo que es necesario conocer los requerimientos de la variedad que se va a sembrar y utilizar fórmulas de fertilización eficientes en cuanto a función, forma de acción y costo. En lo que respecta a sitios de aplicación, los fertilizantes de suelo se colocan al fondo del surco y los fertilizantes foliares en el follaje (Avilés y Piedra 2016)

- e) **Siembra:** Dependiendo de la variedad se siembra de 25 a 40 cm de distancia de semilla a semilla, si el tubérculo es para consumo puede sembrarse a mayor distancia. La siembra de la semilla se realiza de 5 a 10 cm de profundidad y se tapa con una capa de tierra (Villanueva 2018).
- f) **Aporque:** Es una labor cultural que consiste en acumular tierra en la base del tallo de la planta formando una montaña de 30 a 40 cm de alto, a lo largo de la hilera de plantas. El aporque se emplea para proteger a los tubérculos de agentes adversos que puedan afectar la producción y el rendimiento del cultivo; incluso ayuda al riego e impide el exceso de humedad (González 2015).
- g) **Riego:** El manejo adecuado del riego es uno de los factores más importantes que influye en el rendimiento del cultivo, tanto en cantidad como calidad, debido a que, el 85 al 95% del tubérculo es agua. La papa no tolera sequía y no debe faltarle humedad, especialmente desde la formación de tubérculos hasta floración. De manera general se debe aplicar un riego de presembrado, y ya establecido el cultivo, se proporciona 5 a 6 riegos con intervalos de 15 a 20 días, según sea la necesidad de la planta (Panorama 2019).
- h) **Manejo y control de plagas, enfermedades y malezas:** Es importante implementar medidas preventivas y de mitigación para mantener un buen cultivo. Se debe eliminar los organismos fitopatógenos que afecten a las plantas o compitan con el cultivo. Entre las principales plagas que atacan el cultivo de papa, son: el gusano blanco y la polilla guatemalteca, estas larvas generan perforaciones en la papa. Con relación a las enfermedades tenemos a *Phytophthora infestans* o gota o tizón tardío, que se alimenta de las sustancias producidas por las hojas, generando pérdida de las estructuras encargadas de la fotosíntesis. Otra de las enfermedades es la *Rhizoctinia solani*, que afecta la

producción y calidad de los tubérculos. Con respecto a las malezas, es importante identificar correctamente la maleza que esté presente en el cultivo, ya que, dependiendo de la especie, se implementará la forma de controlarla (Molina et al. 2004, Pumisacho y Velásquez 2009).

- i) **Cosecha:** Se realiza cuando los tubérculos alcanzan su madurez fisiológica, se reconoce porque las hojas adquieren un color amarillo y comienzan a secarse, lo mismo ocurre en los tallos. Antes de la cosecha se debe inspeccionar la piel de los tubérculos, si están endurecidas y no hay desprendimiento de la piel al pasar la yema del pulgar, están listas para cosechar (Romero 2013).

## 2.9. Clorofila en hojas de papa

La clorofila es un compuesto orgánico que contienen átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y magnesio, es una molécula compleja formada por cuatro anillos pirrólicos, un átomo de magnesio y una cadena de fitol larga. En los vegetales existen dos tipos de clorofilas: clorofila a ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) y la clorofila b ( $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ). La clorofila se encarga de las reacciones fotoquímicas durante la fotosíntesis y la clorofila b es un pigmento accesorio, que actúan como antena receptora de la energía de los fotones, que luego transfiere a la clorofila a (Hernández 2002).

La clorofila son pigmentos fotosintéticos que captan la energía lumínica y la transforma en energía química mediante la fotosíntesis, siendo la base de todas las formas de carbohidratos que existen en la naturaleza. La absorción de la energía solar va a depender en gran medida de la concentración de clorofila en las hojas de las plantas, de la cantidad de luz disponible y de la cantidad de radiación comprendida en la banda de absorción. La absorción de luz por la clorofila se halla en las fracciones roja y azul de la luz, transmitiendo los diversos tonos de verde que observamos en las hojas. Las hojas de las plantas pueden llegar a contener hasta 1 g de clorofila/ m<sup>2</sup> hoja, las variaciones de las concentraciones de la clorofila dependen de factores, como: estado nutricional y la edad de la planta, así también de la historia lumínica previa de la planta (Manrique 2003).



Figura 4. Espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 201-UV Vis.

Fuente: Fisher Scientific (s.f.)



Figura 5. Medidor de clorofila SPAD 502 Plus.

Fuente: Maruplast (s.f.)

Existe una significativa correlación (50 a 70%) entre el contenido de clorofila con el contenido de nitrógeno de las hojas de las plantas, por lo que es importante el análisis de clorofila. Entre los métodos de determinación de clorofila en hojas se tiene el colorimétrico, que utiliza un espectrofotómetro UV-Visible (Figura 4) o empleando equipos conocidos como clorofilómetro. Entre los clorofilómetro está el equipo SPAD



502 Plus (Figura 5), que mide directamente la clorofila en las hojas y da en grados SPAD. Estos equipos representan un gran potencial en los cultivos que necesitan monitorear en tiempo real el estado nutricional de la planta (Lima et al. 2014).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

Ho: El rendimiento en el cultivo de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja es mayor al utilizar el paquete tecnológico de abonos completos Plus comparado con los abonos empleados en el tratamiento control.

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **3.2.1. Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja en campo, proveniente del sistema de producción aeropónico con la aplicación de tres fertilizantes edáficos, a razón de diferentes dosis.

##### **3.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de la semilla prebásica de papa variedad chaucha roja proveniente del sistema de producción aeropónico.
- Evaluar el efecto de tres fertilizantes edáficos y sus dosis sobre el rendimiento en el cultivo de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja proveniente del sistema de producción aeropónico.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos a partir de la utilización en el cultivo de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja proveniente del sistema de producción aeropónico.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El ensayo experimental se realizó en el campus Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado a una altura de 2 865 msnm, coordenadas geográficas 01° 22' 02'' de Latitud Sur 78° 36' 20' de Longitud Oeste, en el cantón Cevallos (INAMHI 2016).

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

##### **4.2.1. Clima**

Según INAMHI (2016) los registros promedios de los parámetros meteorológicos en el año 2015 en el campus de Querochaca fueron:

- Temperatura máxima promedio: 18.7 °C.
- Temperatura mínima promedio: 7.6 °C.
- Temperatura promedio: 13.2 °C.
- Humedad relativa promedio: 75%.
- Velocidad del viento promedio: 2.1 m/s.
- Precipitación anual: 549.5 mm.

##### **4.2.2. Agua**

El agua en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato-Huachi- Pelileo y que tiene las siguientes características: pH: 7.82, C.E: 0.3 milimhos/cm, alcalinidad: 140.2 mg/L, y una dureza total de 110.2 mg/L (Cajo 2016).

### **4.2.3. Suelo**

El análisis de suelo del sitio de experimentación en el campus de Querochaca fue realizado en el Laboratorio de Análisis del INIAP (Anexo 1), presenta los siguientes datos: El estrato de 0 a 40 cm de profundidad contiene de arena 55%, limo 36% y arcilla 9%, siendo la textura franco arenoso.

## **4.3. EQUIPO Y MATERIALES**

Los equipos y materiales que se emplearon en la parte experimental de la investigación fueron los siguientes:

### **4.3.1. Equipos**

- Balanza de precisión Mettler Toledo XPE 204.
- Balanza analítica Mettler Toledo XS40025.
- Espectrofotómetro UV-Visible Thermo Scientific Evolution 201.
- Centrífuga con refrigeración Finsen.

### **4.3.2. Materiales, Reactivos, Abonos y pesticidas**

- Tubos de Eppendorf de 2 ml.
- Mortero con pistilo.
- Cubetas de cuarzo para espectrofotómetro.
- Vaso de 100 ml.
- Balón aforado de 5 ml.
- Puntas de 1 ml para pipetas automáticas.
- Pipeta automática.
- Abonos:
  - ❖ Siembra Plus.
  - ❖ Engrose Plus.
  - ❖ Ferti Especial Plus.

- ❖ Fosfato di amónico.
- ❖ Sulpomag.
- ❖ Abono 15-15-15.
- ❖ Zn Orgán.
- ❖ Biozymetf.
- ❖ Kalex.
- Fungicidas e insecticidas:
  - ❖ Vitavax 200F.
  - ❖ Tiflo 42.
  - ❖ Engeo.
  - ❖ Curacrom.
  - ❖ Curalancha.
- Azadón.
- Rastrillo.
- Sacos.
- Metro.
- Piola.
- Flexómetro.
- Estacas.

#### **4.4. TRATAMIENTOS**

Los tratamientos en el cultivo de la papa chaucha fueron: T1, T2, T3, T4 y T5 y un testigo T, que poseen diferentes dosis de fertilizantes, como se describen en la Tabla siguiente:

Tabla 5. Dosis de los fertilizantes en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Dosis de fertilizantes en kg/ha		
	Fertilización a la siembra	Fertilización a los 45 días	Fertilización a los 70 días
T1	200 kg/ha de Siembra Plus	100 kg/ha de Engrose Plus	100 kg/ha de Ferti Especial Plus
T2	250 kg/ha de Siembra Plus	125 kg/ha de Engrose Plus	125 kg/ha de Ferti Especial Plus
T3	300 kg/ha de Siembra Plus	150 kg/ha de Engrose Plus	150 kg/ha de Ferti Especial Plus
T4	350 kg/ha de Siembra Plus	175 kg/ha de Engrose Plus	175 kg/ha de Ferti Especial Plus
T5	400 kg/ha de Siembra Plus	200 kg/ha de Engrose Plus	200 kg/ha de Ferti Especial Plus
T	200 kg/ha de (18-46-00)	100 (Sulpomag)	100 kg/ha de (15-15-15)

Nota: En la Tabla 2 (p. 9) se presenta las características y los porcentajes de nutrientes de cada fertilizante edáfico empleado en la investigación.

#### 4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la parte experimental del estudio se utilizó un diseño de bloques al azar con 6 tratamientos (Tabla 5) y tres réplicas. El tamaño de la parcela de cada réplica y de cada tratamiento fue de 21.6 m<sup>2</sup> (5.4 m x 4 m), con 5 surcos de siembra separados por 0.9 m de cada surco. En la Figura 4 se observa las 25 semillas de papas prebásicas sembradas en cada parcela de cada réplica, colocadas a 0.5 m de cada semilla, distribuidas 5 semillas por cada surco; se incluye la dirección del agua de riego a través de cada surco.

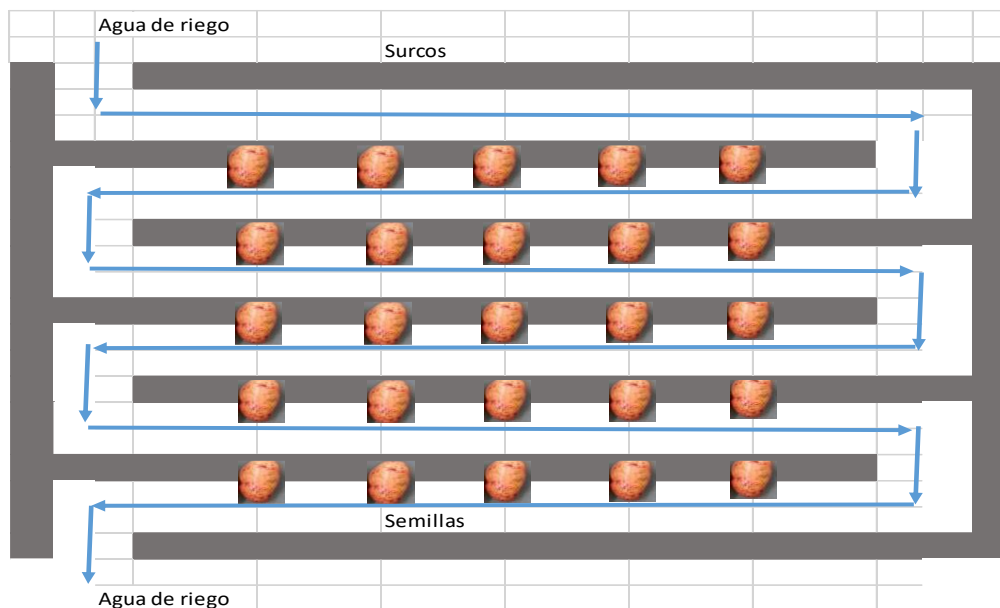


Figura 6. Distribución de 25 semillas de papa sembrada en la parcela de cultivo de cada réplica y de cada tratamiento.

#### 4.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

En la experimentación se empleó semilla de papa prebásica proveniente del cultivo aeropónico producido en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, y donde se realizaron los siguientes pasos:

##### 4.6.1. Almacenamiento de la semilla prebásica

El almacenamiento de la semilla prebásica de papa se realizó en un cuarto frío de 4 a 6 °C, con la finalidad de que no existan brotes hasta cuando se sembró.

##### 4.6.2. Análisis de suelo

Se realizó el análisis del suelo al inicio del estudio en el laboratorio de la Estación Experimental “Santa Catalina” de la unidad experimental antes de la siembra (Tabla 10, Anexo 1), el resultado nos muestra que el suelo tiene 31 ppm de N (Considerado medio), 22 ppm de P (Considerado alto), 3.4 ppm de S (Considerado bajo), 0.56 meq/100 ml de K (Considerado alto), 7.70 meq/100 ml de Ca (Considerado medio), 2.70 meq/100 ml de Mg (Considerado alto), 0.70 ppm de Zn (Considerado bajo), 8.70

ppm de Cu (Considerado alto), 15 ppm de Fe (Considerado bajo), 1.70 ppm de Mn (Considerado bajo) y 0.70 ppm de B (Considerado bajo), con pH 7.58 ligeramente alcalino.

Con la finalidad de mejorar el pH y la calidad del suelo se consideró agregar 2 t/ha de Naturvigor G antes de la siembra de la semilla prebásica de papa. El abono Naturvigor G es un mejorador del suelo en forma granulada constituido por estiércol de ganadería certificada, perfectamente compostados en atmósfera controlada, y ácidos húmicos provenientes de Leonardita, (Materia orgánica asociada al lignino que no ha terminado su transformación a carbón). Su composición es 1.2% N, 1.2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.2 %K<sub>2</sub>O, 10.7% de Ácidos húmicos (Sustancias des humus), 8.7% de ácidos fúlvicos (Provenientes de la descomposición orgánica), 1% de Fe, pH: 6 y relación C/N: 16.9 (Jovagr s. f.).

#### **4.6.3. Preparación del suelo y formación de surcos**

La preparación del suelo se realizó mecánicamente utilizando un tractor perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica y luego se limpió el terreno retirando todos los residuos de las plantas. En cada parcela neta se realizaron 5 surcos separados por 0.9 m de cada surco. En la formación de los surcos se empleó una pala, arrimando la tierra a una altura de 30 cm en cada surco para formar un camino entre surcos de tal manera que corra con facilidad el agua de riego.

#### **4.6.4. Descontaminación del suelo de los surcos**

Se empleó Tiflo 42 (399-441 g de Thiram/l de fungicida) en proporción de 50 ml/20 l de bomba de aspersión y Engeo (141 g Tiametoxam y 106 g Lambdacialotrina/ l de insecticida) en cantidad de 200 cm<sup>3</sup>/ha. Estos dos descontaminantes se emplearon en dosis recomendadas por el fabricante y diluyéndose en agua para ser utilizados con una bomba de aspersión de 20 litros en los surcos.



#### **4.6.5. Desinfección de tubérculos semilla**

Para desinfectar los tubérculos semilla se utilizó como fungicida Vitavax 200F en dosis de 200 cc/200 litros de agua, para lo cual se realizó una aspersión del fungicida preparado sobre los tubérculos semilla, antes de la siembra.

#### **4.6.6. Abonadura orgánica al terreno**

Se incorporó Naturvigor G en todos los surcos de cada tratamiento antes de la siembra, la dosis fue de 2 t/ha. El abono Naturvigor G es un mejorador del constituido por estiércol de ganadería certificada, perfectamente compostados en atmósfera controlada, y ácidos húmicos provenientes de Leonardita.

#### **4.6.7. Siembra**

Para la siembra se realizó un agujero de 5 a 10 cm de profundidad cerca del surco, en él se depositó la semilla de papa prebásica, para luego tajarla con tierra. El número de tubérculos sembrados por cada réplica de cada tratamiento fue de 25 tubérculos, colocados a 0.5m de cada semilla, distribuidas 5 semillas por cada surco y en 5 surcos (Figura 6).

#### **4.6.8. Riego**

En los riegos se empleó agua del canal Ambato- Huachi- Pelileo, para lo cual se limpió primeramente el canal que traslada el agua que llega a la Facultad de Ciencias Agropecuarias hacia el terreno de experimentación. En las parcelas de los tratamientos se lo realizó aplicando un riego por gravedad y regando semanalmente según la necesidad del cultivo.

#### **4.6.9. Aplicación de abonos**

Los abonos aplicados en las parcelas del experimento fueron:

- Al momento de la siembra se aplicó Siembra Plus, en las dosis propuestas para el ensayo.
- A los 45 días de la siembra se aplicó Engrose Plus, en las dosis propuestas para el ensayo.
- A los 70 días de la siembra se empleó Ferti Especial Plus, en las dosis propuestas para el ensayo.
- En el testigo se empleó los siguientes abonos 18-46-0 a la siembra, Sulpomag a los 45 días de la siembra y 15-15-15 a los 70 días de la siembra.
- También se agregó nutrientes foliares a todas las réplicas y tratamientos de la siguiente manera: a los 74 días de cultivo se agregó Zn Orgán ( $ZnSO_4$  65 g/l) en proporción de 250 cc/100 litros de agua y Biozymetf (0.031 g de Giberelinas + 0.031 g de ácido indolacético + 0.083g de Zeatina por litro), se empleó en una relación de 500 ml/ha. A los 105 días de cultivo se agregó Enziprom (bioactivador enzimático, antiestrés) en proporción de 1 l/ha y Kalex (Fertilizante foliar 0-42-28) en cantidad de 2 l/ha.

#### **4.6.10. Deshierba**

La primera deshierba se efectuó a los 30 días de la siembra, con el objetivo de mantener el suelo libre de malezas y que crezcan solo las plantas de papa. Durante el cultivo se realizó varios procesos de deshierbe en forma manual y con la ayuda de un azadón.

#### **4.6.11. Aporque**

El aporque se realizó a los 70 días de la siembra, que consistió en acumular tierra en la base del tallo de las plantas, formando una montaña de 30 cm de alto, a lo largo de la hilera de las plantas.

#### **4.6.12. Controles fitosanitarios**

A los dos meses del cultivo se observó en algunas plantas la presencia de tizón tardío de la papa y a los 70 días, cuando se realizó el aporque, se encontró algunos gusanos

blancos al remover la tierra. Para los controles se fumigó a todas las plantas de los tratamientos utilizando una bomba de aspersión, de la siguiente manera: Para el tizón se empleó Curalancha (80 g de Cymoxanil y 640 g de Mancozeb/kg de fungicida) en cantidades de 2 kg/ha. En la preparación se mezcló con Arpón (Coadyugante) en proporción de 60cc/200 litros. Para el gusano blanco se utilizó Engeo (141 g Tiametoxam y 106 g Lambdacialotrina/l de insecticida) en cantidad de 200 cm<sup>3</sup>/ha más Curacron (500 g Profenofos/l insecticida) en cantidad de 0.80 l/ha, estos dos insecticidas fueron mezclados con 0.5 l Lonite en un tanque de 100 litros de fumigación. Lonite es una enmienda orgánica líquida caracterizada por un elevado contenido en ácidos húmicos y fúlvicos procedentes de Leonardita.

#### **4.6.13. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente cuando las plantas presentaron al menos un 75% de signos de senescencia.

### **4.7. VARIABLES DE RESPUESTAS**

#### **4.7.1. Porcentaje de emergencia**

Se contó el número de plantas emergidas a los 26 días después de haber plantado las semillas, se efectuó en cada parcela neta de cada tratamiento y se relacionó con la cantidad de tubérculos semillas colocadas en la siembra, los valores se expresaron en porcentaje de emergencia (Bolaños 2015).

#### **4.7.2. Altura de la planta**

La altura de planta en cm se obtuvo midiendo con un flexómetro desde el cuello del tallo principal hasta el ápice terminal en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela en cada tratamiento a los 94 días de la siembra, cuando el cultivo tenía el 50% de floración (Jerez et al. 2017).

### 4.7.3. Diámetro de la planta

El diámetro de la planta en cm se determinó con un flexómetro en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela de cada tratamiento a los a los 94 días de la siembra, cuando en los cultivos tenía el 50% de floración (Gavilánez 2015).

### 4.7.4. Contenido de clorofila

En la determinación de la clorofila en hojas de papa, se recolectaron los folíolos de la tercera y cuarta hoja de la planta, en horario de las 08:00 am, de cinco plantas en la hilera central de cada parcela, esto es en cada réplica de cada tratamiento (Lima et al. 2014). Las hojas de papa se recogieron a los 70 días de la siembra, antes de colocar el tercer abonado en los tratamientos, y a los 94 días después de la siembra.

En su determinación de la clorofila se empleó las metodologías de Lichtenthaler y Wellburn (1983) y Mora et al. (2011), para lo cual, se trabaja en oscuridad, se pesan 50 mg (0.050g) de hoja de papa, se coloca en un mortero y se muele con 4 ml de acetona al 80% (4 °C), la mezcla se pone en 2 tubos Eppendorf de 2 ml y se agrega acetona al 80% hasta la señal de 2ml. Luego se lleva los tubos a una centrífuga refrigerada a 5200 rpm durante 10 minutos. Los dos extractos de clorofila centrifugados se colocan en un balón de 5ml y se afora con acetona al 80%. El extracto preparado se emplea en la medición de la absorbancia a 663 y 646 nm en un espectrofotómetro UV-Vis, utilizando como blanco acetona al 80%. A continuación, se indica las fórmulas para determinar las concentraciones de clorofila a y clorofila b:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/ml extracto de clorofila}) = 12.21 A_{663} - 2.81 A_{646} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/.ml extracto de clorofila}) = 20.13 A_{646} - 5.03 A_{663} \quad [\text{Ecuación 2}]$$

$$\text{Clorofila total } (\mu\text{g/ml extracto de clorofila}) = \text{Clorofila a} + \text{Clorofila b} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

A646: Absorbancia a 646 nm.

A663: Absorbancia a 663 nm.

$$\text{Clorofila total (mg/g hoja fresca)} = 0.1 * \text{Clorofila total (\mu g/ml extracto de clorofila)}$$

[Ecuación 4]

En la [Ecuación 4] se consideran los siguientes datos: 1 mg es igual a 1000  $\mu$ g, el peso de la hoja es de 0.050 g, que se emplea para relacionar a 1 g de hoja fresca, y se tiene 5 ml del extracto, que se utiliza para obtener la cantidad de clorofila total en los 5 ml. Considerando estos datos nos da el factor de 0.1 que permite transformar la Clorofila Total ( $\mu$ g/ml extracto de clorofila) a Clorofila total (mg/g hoja fresca)

La clorofila se puede medir en base al método colorimétrico utilizando un espectrofotómetro UV-Visible o utilizando un medidor de clorofila SPAD, que hace la medida directamente en las hojas de las plantas. Uddling et al. (2007) presentan la siguiente ecuación que permite relacionar el contenido de clorofila total (mg/g hoja fresca en hojas) con los Grados correspondientes del Medidor de Clorofila SPAD-502:

$$\text{Clorofila total (mg/g hoja fresca)} = 0.409e^{0.0342(\text{SPAD})}$$

[Ecuación 5]

Despejando se tiene:

$$\text{Grados SPAD} = (1/0.0342) * \text{Ln} (\text{Clorofila total}/0.409)$$

[Ecuación 6]

Donde SPAD se expresa en Grados y la Clorofila total en mg/g hoja fresca.

#### **4.7.5. Días de la cosecha**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando se efectuó la cosecha del tubérculo. La cosecha se realizó cuando el material genético presentó al menos un 75% de signos de senescencia como sugiere Ojeda et al. (2010). Diez días antes de la cosecha se cortó el follaje de las plantas de papa para que la piel de los tubérculos se vuelva más fuerte y se acelere su madurez.

#### **4.7.6. Número de tubérculos por planta**

Después de la cosecha se contó el número de tubérculos/planta, en base a una muestra de 10 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela en cada tratamiento (Gonzales 2015).

#### **4.7.7. Peso de los tubérculos por planta**

Con una balanza digital se pesaron los tubérculos cosechados por planta, para lo cual, se tomaron 10 plantas al azar dentro de cada parcela de cada tratamiento. Los valores se expresaron en kg/planta (Luna 2016).

#### **4.7.8. Control Interno de Calidad de tubérculos**

El Control Interno de Calidad (CIC) se llevó empleando los tubérculos cosechados en 10 plantas en cada réplica y de cada tratamiento, observando los posibles daños que puedan tener cada uno de los tubérculos. El Control Interno de Calidad se efectuó utilizando la calificación de tubérculos-semillas por el Método de Factores Indexados, en base a la determinación del Índice (Relación entre incidencia y severidad) según el procedimiento indicado por Montesdeoca et al. (2006), utilizando una escala de incidencia y severidad del daño: 0 sana, 1 muy ligera, 2 ligera, 3 moderada y 4 severa, y la fórmula siguiente, que permite determinar el índice de calidad expresada en porcentaje:

$$\text{Índice} = (0*\text{Sana} + 1*\text{Muy ligera} + 2*\text{Ligera} + 3*\text{Moderada} + 4*\text{Severa}) * 100\% / (4*\text{Número total de Tubérculos}) \text{ [Ecuación 7]}$$

En la interpretación de los resultados obtenidos se consideró los niveles de tolerancia máxima para cada una de las categorías de semilla (Tabla 6) y se compara con los índices de calidades obtenidas de los diferentes tratamientos.

Tabla 6. Matriz de tolerancia máxima en las diferentes categorías de semilla.

Categoría de semilla	Índice de tolerancia máxima
Registrada	Hasta 20 %
Certificada (semilla calidad 1)	de 20.1 a 30 %
Seleccionada (semilla calidad 2)	de 30.1 a 35 %

Fuente: Torres et al. (2013)

Según Taramuel (2017), el control de calidad en el cultivo de papas que van a ser empleadas como semillas para nuevo cultivo, deben ser inspeccionados y seleccionados, descartando aquellas que tengan las siguientes características: (a) deformes, (b) muy pequeños; (c) con daños mecánicos, (d) inmaduros, (e) con daños de plagas y enfermedades, (f) papas de diferente variedad a la requerida y (g) tubérculos en descomposición. De esta forma se obtendrán semillas de calidad.

#### 4.7.9. Clasificación de tubérculos cosechados

En la clasificación de tubérculos se empleó la metodología de Seminario-Cunya et al. (2018), que emplean la medición del diámetro de los tubérculos y los clasifican de la siguiente manera: comercial de primera > 4 cm, comercial de segunda (semilla) entre 2- 4 cm y de tercera <2 cm; esta clasificación se emplea para todas las papas, sean redondas, comprimidas y oblongas o elípticas. En la investigación se midieron los diámetros de los tubérculos cosechados con un pie de rey, en 10 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela de cada tratamiento.

#### 4.7.10. Rendimiento del cultivo

El rendimiento de papas en kg/ha se obtuvo mediante la ecuación de Hay y Walker citado en Seminario et al. (2017) y es la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Número de plantas/ha}) * (\text{Peso promedio tubérculos en kg/planta})$$

[Ecuación 8]

Número de plantas/ha=  $10000 \text{ m}^2 / (\text{distancia del surco} * \text{distancia de siembra semilla})$   
[Ecuación 9]

Número de plantas/ha (en el estudio) =  $10000 \text{ m}^2 / (0.9\text{m} * 0.5\text{m}) = 22222 \text{ plantas/ha}$

#### **4.7.11. Análisis financiero del cultivo**

El análisis financiero se efectuó en base a la determinación de la razón Beneficio/Costo, este índice se define como la relación entre los beneficios y los costos o egresos de un proyecto (Aguilera 2017). En el estudio se empleó la metodología de Albán (2015) en la determinación de la razón Beneficio/Costo en cada parcela de los diferentes tratamientos del cultivo de semilla prebásica de papa chaucha roja, para lo cual se consideró los siguientes rubros:

**Costo Directo:** Preparación del suelo, insumos y análisis del suelo

**Costo Indirecto:** Administración 5% de Costo Directo y Costos de Capital 8% de Costo Directo, y

**Beneficios:** Por la venta de papa chaucha de primera (comercial), papa chaucha de segunda (semilla) y papa chaucha de tercera.

#### **4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Durante el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI.I. Se efectuaron los análisis de variancia (ANOVA), seguidos de la prueba de Tukey, cuando existía diferencias consideradas estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos. En la elaboración de las tablas de resultados se expresaron como la media  $\pm$  desviación estándar.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN

##### 5.1.1. Porcentaje de emergencia de papa chaucha roja

La semilla de papa prebásica empleada en la siembra fue de un peso promedio de  $4.9\pm 0.7$  g, con  $2.9\pm 0.3$  cm de largo y  $17.1\pm 1.2$  mm de diámetro (Tabla 7), lo que se ve claramente que por su tamaño y peso son considerados como minitubérculos de semillas. Los minitubérculos de papa producidos por aeroponía son una alternativa de uso con un buen nivel de sanidad para ser utilizados como semillas en el cultivo de papas.

Tabla 7. Peso, tamaño y diámetro de la semilla prebásica de papa chaucha roja utilizada en la siembra.

Semilla de papa prebásica	Peso (g)	Largo (cm)	Diámetro (mm)
Promedio	$4.9\pm 0.7$	$2.9\pm 0.3$	$17.1\pm 1.2$
Mínimo	3.7	2.3	15.0
Máximo	6.0	3.4	20.0

n= 20 muestras

Con respecto a los porcentajes de emergencia de las plantas de papa chaucha roja se obtuvo como resultados valores promedios que van desde  $97.33\pm 2.04$  en Tratamiento T1 al  $100\pm 0.00$  en los tratamientos T3 y T5 (Tabla 8). En el análisis estadístico (Tabla 16, Anexo 3) se determinó que en la variable tratamientos no presentan diferencias significativas en el porcentaje de emergencia, con un nivel de confianza del 95%, lo que significa que, en el porcentaje emergencia de las plantas estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

Tabla 8. Resultados de las variables analizadas en los diferentes tratamientos.

VARIABLE ANALIZADA	TRATAMIENTOS						*P-valor
	( $\bar{x} \pm \sigma$ )						
	T1	T2	T3	T4	T5	T	
Porcentaje de emergencia de las plantas	97.33±2.04 a	98.67±2.04 a	100±0.00 a	98.67±2.04 a	100±0.00 a	98.67±2.04 a	0.5451
Altura de la planta (cm) a 94 días de cultivo	44.40±1.0 a	44.3±1.1 a	44.7±1.6 a	45.3±1.3 a	45.7±1.1 a	45.9±0.8 a	0.416
Diámetro de la planta (cm) a 94 días de cultivo	44.3±2.8 d	46.0±2.2 cd	49.5±2.9 abc	53.2±3.0 ab	53.1±2.3 ab	54.3±2.2 a	0.0052
Clorofila (mg/ g hoja fresca) a 70 días de cultivo	1.51±0.11 c	1.63±0.14 bc	1.85±0.07 ab	1.83±0.13 ab	1.87±0.11 ab	1.90±0.03 a	0.0014
Clorofila (mg/ g hoja fresca) a 94 días de cultivo	1.89±0.13 a	1.88±0.06 a	2.04±0.09 a	2.13±0.08 a	2.10±0.12 a	1.92±0.15 a	0.0583
Clorofila (Grados SPAD) a 70 días de cultivo	38.19±2.16 c	40.32±2.62 bc	44.05±1.13 ab	43.83± 2.09 ab	44.47± 1.79 ab	44.97± 0.40 a	0.0016
Clorofila (Grados SPAD) a 94 días de cultivo	44.69±2.09 a	44.66±0.96 a	46.90±1.25 a	48.19±1.06 a	47.80±1.64 a	45.09±0.237 a	0.0655
Días a la cosecha	137	137	137	137	137	137	-
Número de tubérculos/ planta	12.03±1.04 c	12.60±0.85 c	12.87±1.08 c	16.53±1.40 a	16.07±1.65 ab	13.60±0.53 bc	0.0008
Peso de los tubérculos (kg/ planta)	0.330±0.03 e	0.375±0.04 cd	0.393±0.03 bc	0.435±0.02 a	0.420±0.004 ab	0.349±0.01 de	0.0014
Rendimiento de cosecha (t/ha)	7.34±0.75 e	8.34±0.84 cd	8.72±0.62 bc	9.68±0.47 a	9.32±0.10 ab	7.75±0.16 de	0.0016
Control Interno de Calidad de tubérculos (Índice expresado en %)	4.79±1.04 a	5.95±3.31 a	6.84±1.77 a	6.08±1.41 a	4.60±0.93 a	6.75±0.66 a	0.3390
Clasificación de tubérculos por diámetro:							
Número de tubérculos de primera, comercial (>4 cm) /planta	0.70±0.44 a	0.87±0.12 a	0.63±0.31 a	0.87±0.64 a	0.87±0.21 a	0.53±0.12 a	0.7989
Número de tubérculos de segunda, semilla (2 – 4 cm) /planta	9.13±0.58 b	9.53±0.31 ab	9.23±0.72 b	11.93±0.78 a	10.33±1.76 ab	9.37±0.15 b	0.0212
Número de tubérculos de tercera (<2 cm)/planta	2.20±0.30 a	2.17±0.76 a	3.00±0.60 a	3.73±0.84 ab	4.87±0.29 b	3.70±0.70 ab	0.0024

\* P-valor provenientes del análisis de varianza.

Letras diferentes en horizontal indica diferencia estadística significativa con P<0.05.

Pavón (2014), en su investigación en papa chaucha roja determinó valores de 95.24% y 90.48% de emergencia en plantas cultivadas en Cutuglagua y Chimbacalle respectivamente, sectores ubicados en Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Los valores altos de emergencia que se obtuvieron en los diferentes tratamientos del estudio se deben a la selección de la semilla prebásica antes de la siembra, desechando los que presentaron daños y, sobre todo, se empleó un fungicida Vitavax 200F antes de la siembra, que evitó que la semilla de papa sea atacada por patógenos y se pudra cuando se hallaba en tierra.

### **5.1.2. Altura de la planta de papa chaucha roja**

La altura promedio en cm de las plantas de papa chaucha roja a los 94 días de siembra van desde  $44.3 \pm 1.1$  cm en Tratamiento T1 a  $45.9 \pm 0.8$  cm en Tratamiento T, considerado al T como Tratamiento Control (Tabla 8). Al realizar el análisis de varianza (Tabla 18, Anexo 4), se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos con un nivel de confianza del 95%, lo que significa que, estadísticamente las alturas de las plantas son iguales en todos los tratamientos.

Gavilanes (2015) obtuvo alturas de 52.40 cm en papa chaucha roja cultivada en la Estación Experimental Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. La variación de las alturas de las plantas que puede existir en los diferentes estudios se debe a que el crecimiento y desarrollo de la planta ocurre por una serie de fases y etapas fenológicas controladas por factores genéticos, ambientales y su interacción entre fotosíntesis, respiración, transporte de asimilados, relaciones hídricas y nutrición de la planta (Monteros et al. 2010, Jerez et al. 2017).

### **5.1.3 Diámetro de la planta de papa chaucha roja**

Con respecto al diámetro promedio en cm de las plantas a los 94 días de la siembra van desde  $44.3 \pm 2.8$  en Tratamiento T1 hasta  $54.3 \pm 2.0$  en Tratamiento T (Tabla 8). Al realizar el análisis de varianza (Tabla 20, Anexo 5) se obtuvo una diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos y el análisis de Tukey (Tabla 21, Anexo 5) nos da dos grupos; el de mayor diámetro en la planta, conformado por los Tratamientos

T, T4, T5 y T3 y como los de menor diámetro el grupo conformado por los Tratamientos T1 y T2. Se debe indicar que, la siembra de la semilla de papa se realizó a la distancia de 50 cm, distancia que hace que las hojas de las plantas se entrecrucen unas a otras en los Tratamientos T3, T4, T5 y T, debido a que en estos tratamientos superan los 50 cm de diámetro de planta.

#### **5.1.4. Clorofila en hojas de la planta de papa de chaucha roja**

La clorofila juega un papel importante en las hojas de las plantas debido a que está relacionado con la fotosíntesis, una cantidad baja de clorofilas puede ser considerada como una respuesta de las plantas al estrés o la deficiencia de nutrientes, que puede perjudicar el proceso de fotosíntesis y conducir a una reducción en la fijación de carbono (González 2009).

La clorofila total (mg/g hoja fresca) de las plantas de papa a los 70 días de cultivo, antes de realizar el tercer abonado, presentó valores en promedio de  $1.51 \pm 0.11$  en Tratamiento T1 hasta  $1.90 \pm 0.03$  en Tratamiento T (Tabla 8). El análisis de varianza (Tabla 23, Anexo 6) nos indica que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos y el análisis de Tukey (Tabla 24 del Anexo 6) nos da como resultado, que el grupo que tiene valores más altos de clorofila son los Tratamientos T, T5, T3 y T4, seguido por el grupo conformado por los Tratamientos T2 y T1. Este último grupo, son tratamientos que registraron menor contenido de abonos edáficos, al comparar con el grupo de tratamientos que tienen más alto el contenido de clorofila.

En el presente trabajo utilizamos la Ecuación 5 (pág. 36) presentado por Uddling et al. (2007), que permite obtener valores de clorofila en Grados SPAD a partir de los datos de clorofila expresado en mg/g hoja fresca. Al comparar la clorofila expresada en el SPAD en los mismos 70 días de cultivo, presentan también en el análisis de varianza (Tabla 26, Anexo 6) diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) en tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 27, Anexo 6), nos da los mismos grupos homogéneos que presenta la clorofila expresada en mg/g hoja fresca. Los valores en grados SPAD en las hojas van desde  $38.19 \pm 2.16$  en Tratamiento T1 a  $44.97 \pm 0.40$  en Tratamiento T (Tabla 8).

Con respecto a la clorofila total (mg/g hoja fresca) presente en la planta de papa a los 94 días de cultivo va desde  $1.88 \pm 0.06$  en el Tratamiento T2 a  $2.13 \pm 0.08$  en el Tratamiento T4 (Tabla 8). El análisis de varianza (Tabla 29 del Anexo 6) nos indica que no existe diferencia significativa en la variable tratamientos, con un 95% de confianza, lo que nos indica que estadísticamente, todos los tratamientos presentan el mismo contenido de clorofila. Al realizar el análisis de varianza de la clorofila expresada en grados SPAD a los 94 días de cultivo (Tabla 31, Anexo 6), nos da también como resultado, que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Los valores en grados SPAD van desde  $44.66 \pm 0.96$  en Tratamiento T2 a  $48.19 \pm 1.06$  en Tratamiento T4 (Tabla 8).

Amagua (2013) en sus investigaciones sobre la clorofila en 30 genotipos de papa cultivadas en el sector de Cutuglahua, Pichincha, Ecuador, encontró que varía de 45.8 a 46.8 grados SPAD y señala que estos valores dependen del genotipo de papa. Minotti et al. (1994), en sus estudios realizados en la Granja de Investigación de Vegetales Homer C. Thompson en Freeville, Nueva York, Estados Unidos, sobre la medición de clorofila en hojas de papa para evaluar el abonado de nitrógeno y las variedades de papa que dan mejores rendimientos de tubérculos comercializables, determinaron valores que van desde 49 a 56 grados SPAD e indicaron que la variación de los valores depende del año, la variedad y la ubicación del cultivo. En el presente trabajo, se tienen valores promedios de 44.66 a 48.19 grados SPAD a los 94 días de cultivo, siendo los valores cercanos a los obtenidos por Amagua (2013).

#### **5.1.5. Días de cosecha de los tubérculos de chaucha roja**

La cosecha de las papas se efectuó a los 137 días después de la siembra. El número de días de cosecha fue mayor, si se compara con el reportado por Pavón (2014) que cosechó papas chauchas rojas a los 120 días en Cutuglagua, sector que se hallan ubicado en Quito. En cambio, difiere con 10 días menos a lo reportado por Gavilánez (2015), que cosechó a los 147 días en la Estación Experimental Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo de Ecuador.

### **5.1.6. Número de tubérculos por planta cosechados**

El número promedio de tubérculos cosechados por planta de papa chaucha roja va desde  $12.03 \pm 1.04$  en Tratamiento T1 a  $16.53 \pm 1.40$  en Tratamiento T4 (Tabla 8). Al efectuar el análisis de varianza (Tabla 33, Anexo 8) se determinó que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 34, Anexo 8) estableció que los tratamientos con mayor número de tubérculos fueron: T4 y T5, seguido por el grupo conformado por T, T3, T2 y T1. El valor más alto del número de tubérculos cosechados en el estudio,  $16.53 \pm 1.40$  en el Tratamiento T4, es similar al valor indicado por Chávez (2013) que menciona un valor de 16.63 tubérculos/planta, en papa chaucha roja cultivada en la localidad de Pilahuín, Ambato, Tungurahua de Ecuador. En cambio, es un valor menor al comparar con lo reportado por Pavón (2014), que menciona 19 tubérculos de papa chaucha roja/planta, cultivada en Cutuglagua, sector ubicado en Quito, Pichincha, Ecuador y lo reportado por Gavilánez (2015) que indica 23.4 tubérculos de papa chaucha roja /planta cultivada en la Estación Experimental Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo de Ecuador. Esta diferencia del número de papas que existe en los diferentes estudios puede deberse a lo que indica Rousselle (1996), que el número de tubérculos obtenidos del cultivo de la papa está influenciado por factores del medio ambiente, principalmente fotoperiodo y temperatura.

### **5.1.7. Peso de los tubérculos por planta cosechados**

El peso promedio de tubérculos cosechados, kg/planta, de papa chaucha roja va desde  $0.33 \pm 0,034$  en Tratamiento T1 a  $0.435 \pm 0,021$  en Tratamiento T4 (Tabla 8). Al efectuar el análisis de varianza (Tabla 36, Anexo 9) se determinó que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 37, Anexo 9) nos da como resultado que, los tratamientos con el mayor peso de tubérculos son: el T4 y T5, seguido por el grupo de tratamientos conformado por T2 y T3 y el último grupo de tratamientos constituido por T y T1. El valor más alto del peso de tubérculos cosechados en el estudio, 0.435 kg/planta en Tratamiento T4, es similar a los obtenidos por Romero (2013) que reporta 0.45 y 0.42 kg de papa chaucha roja/planta en Pusniag y Santa Fe de Galán respectivamente, sectores pertenecientes

al cantón Guano, provincia de Chimborazo, Ecuador. En cambio el valor es menor al comparar con los obtenidos por los siguientes autores: Pavón (2014), que menciona 0.49 de tubérculos de papa chaucha roja/planta cultivada en el sector de Cutuglagua Quito, Ecuador; por Chávez (2013), que indica 0.525 kg de papa chaucha roja/planta cosechada en la localidad de Pilahuín, Ambato, Tungurahua de Ecuador y por Cuesta (2013), que menciona en papa chaucha roja valores de 0.52 kg/planta en Cotopaxi, 0.63 kg/planta en Tungurahua y 0.52 kg/planta en Carchi. Esta diferencia de pesos de las papas por planta puede deberse a que en el presente estudio se empleó microtubérculo proveniente de cultivo aeropónico como semilla para el cultivo experimental.

#### **5.1.8. Rendimiento del cultivo de papa chaucha roja**

En el rendimiento del cultivo de papa chaucha roja, tn/ha, se encontró valores desde  $7.34 \pm 0,75$  en Tratamiento T1 a  $9.68 \pm 0,47$  en Tratamiento T4 (Tabla 8). Al efectuar el análisis de varianza (Tabla 39, Anexo 10) se determinó que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 40, Anexo 10) nos da como resultado que, los mejores tratamientos fueron T4 y T5, seguido por el grupo de conformado por T2 y T3 y el último grupo constituido por T y T1. El valor de rendimiento de  $9.68 \pm 0,47$  tn de papa/ha en el Tratamiento T4 del estudio es cercano al obtenido por Rojas y Seminario (2014), que reportaron promedios de  $10.9 \pm 6.5$  t/ha de papa chaucha roja cultivada en la Universidad de Cajamarca Perú. Sin embargo, es menor al señalado por Monteros et al. (2010), que menciona 14 tn/ha en papa chaucha roja cultivadas en Cotopaxi y Chimborazo. Los rendimientos bajos en el cultivo de papa chaucha roja en comparación con otras variedades, que pueden llegar a más de 40 tn/ha, son compensados por la calidad de papa en sus preparados y con precio más alto con relación a las papas mejoradas (Seminario 2017).

#### **5.1.9. Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculos cosechados**

En el Control Interno de Calidad de los tubérculos cosechados se tiene valores del Índice (Relación entre incidencia y severidad) expresado en porcentaje, que van desde  $4.60 \pm 0.93$  en Tratamiento T5 a  $6.84 \pm 1.77$  en Tratamiento T3 (Tabla 8). Al efectuar el

análisis de varianza (Tabla 43, Anexo 11) se estableció que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%. Estos valores de los índices de los diferentes tratamientos están en el rango de una semilla registrada que admite un índice máximo del 20% (Torres et al., 2019). Lo que significa que los tubérculos de papa obtenidos en cada tratamiento pueden ser empleados como semilla de calidad para un nuevo cultivo. En esta parte del estudio se encontró en todos los tratamientos una pequeña proporción de tubérculos deformes, conocidos como muñecos, que para el cálculo del índice se les consideró en la escala de severidad de muy ligera, y en menor proporción tubérculos dañados o en descomposición, considerándoles en escala de severidad, de muy severa.

#### **5.1.10. Clasificación de tubérculos cosechados**

En los tubérculos cosechados con diámetros mayores a 4 cm, considerados como papa de primera o comercial, se determinó valores que van desde  $0.53 \pm 0.12$  tubérculos/planta en Tratamiento T a  $0.87 \pm 0.12$  tubérculos/planta en Tratamiento T2 (Tabla 8). El análisis de varianza (Tabla 45, Anexo, 12) determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos con un nivel de confianza del 95%. Lo que significa que estadísticamente producen el mismo número de tubérculos comerciales en todos los tratamientos.

Con respecto a los tubérculos cosechados con diámetro entre 2 a 4 cm, considerados como papa de segunda o semilla, se determinaron valores que van desde  $9.13 \pm 0.58$  tubérculos/planta en Tratamiento T1 a  $11.93 \pm 0.78$  tubérculos/planta en Tratamiento T4 (tabla 8). Al efectuar el análisis de varianza (Tabla 47, Anexo 12) se determinó que existe diferencia significativa ( $\alpha < 0.05$ ) entre tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 48, Anexo 12) nos da los tratamientos con mayor número de tubérculos cosechados al grupo conformado por T4, T5 y T2, seguido por el grupo constituido por T, T3 y T1. Con relación a tubérculos cosechados con diámetro menores a 2 cm, considerados papas de tercera, se obtuvo valores que van desde  $2.17 \pm 0.76$  tubérculos/planta en Tratamiento T2 a  $4.87 \pm 0.29$  tubérculos/planta en Tratamiento T4 (tabla 8). Al realizar el análisis de varianza (Tabla 50, Anexo 11), se determinó que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos. El análisis de Tukey (Tabla 55,



Anexo 12) nos da que los mejores tratamientos al grupo conformado por T2, T1, T3, T y T4, se consideran como mejores por tener menos número de tubérculos pequeños, seguido por T5, este tratamiento tiene mayor número de tubérculos pequeños.

En el estudio se seleccionó como uno de los mejores tratamientos al T4, que nos dió como resultado en promedio 16.53 tubérculos/planta, que poseía 0.87 tubérculos/planta (papa comercial), 11.93 tubérculos/planta (papa semilla) y 3.73 tubérculos/planta (papa de tercera), si comparamos con lo reportado por Romero (2013), que señala que en los sectores de Pusniag y Santa Fe de Galán, cantón Guano, provincia de Chimborazo, obtuvo las siguientes categorías de papa chaucha roja: 2.89 tubérculos/planta (papa comercial), 4.57 tubérculos/planta (papa semilla) y 1.88 tubérculos/planta (papa de tercera), se tiene mayor número de tubérculos semillas que los obtenidos en el citado autor.

#### **5.1.11. Análisis del suelo de cultivo antes y después de la experimentación**

En la Tabla 9 se presenta el análisis del suelo antes y después de la experimentación, se observa, que el Tratamiento T1 (menor rendimiento en el cultivo de papas), al final del estudio se tiene las siguientes característica del suelo: 7.35 de pH, 44 ppm de N, 34 ppm de P y 11 ppm de S y en el Tratamiento T (Control), se tiene 7.29 de pH, 48 ppm de N, 24 ppm de P y 6 ppm de S; estos valores son en la mayoría más altos a los demás tratamientos. Lo que significa que las condiciones del suelo no son adecuadas para el aprovechamiento del N y P por parte de la planta. Por lo que, se considera que la asimilación de N y P por la planta se halló afectado por el pH del suelo, que fueron más alcalinos que en los suelos de los otros tratamientos.

Tabla 9. Análisis del suelo de cultivo antes y después de la experimentación.

		Composición química de los suelos										
Suelos	pH	N ppm	P ppm	S ppm	K meq/ 100 ml	Ca meq/ 100 ml	Mg meq/100 ml	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Bo ppm
Al inicio del experimento	7.58 LAI	31.00 M	22.00 A	3.40 B	0.56 A	7.70 M	2.70 A	0.70 B	8.70 A	15.0 B	1.70 B	0.70 B
Al final del experimento												
T1	7.35 PN	44.00 M	34.00 A	11.00 M	0.56 A	6.92 M	2.26 A	3.8 M	11.2 A	65.0 A	3.4 B	1.4 M
T2	7.24 PN	36.00 M	26.00 A	6.50 B	0.54 A	6.12 M	2.34 A	4.1 M	8.6 A	46.0 A	3.0 B	1.5 M
T3	7.18 PN	35.00 M	22.00 A	8.00 B	0.39 M	6.25 M	2.28 A	3.8 M	9.2 A	35.0 M	2.9 B	1.4 M
T4	7.09 PN	38.00 M	25.00 A	11.00 M	0.43 A	6.66 M	2.10 A	3.9 M	9.7 A	53.0 A	4.1 B	1.3 M
T5	7.23 PN	39.00 M	21.00 A	8.90 B	0.59 A	6.62 M	2.21 A	4.2 M	9.4 A	28.0 M	2.6 B	1.4 M
T	7.29 PN	48.00 M	24.00 A	6.00 B	0.66 A	7.09 M	2.31 A	4.7 M	8.6 A	52.0 A	3.4 B	1.5 M

Interpretación en elementos: B (Bajo), M (Medio), A (Alto) y en pH: PN (Prácticamente neutro), LAI (Ligeramente alcalino).

Los tratamientos T4 y T5 son considerados los mejores tratamientos de acuerdo con el rendimiento en cultivo (tn/ha).

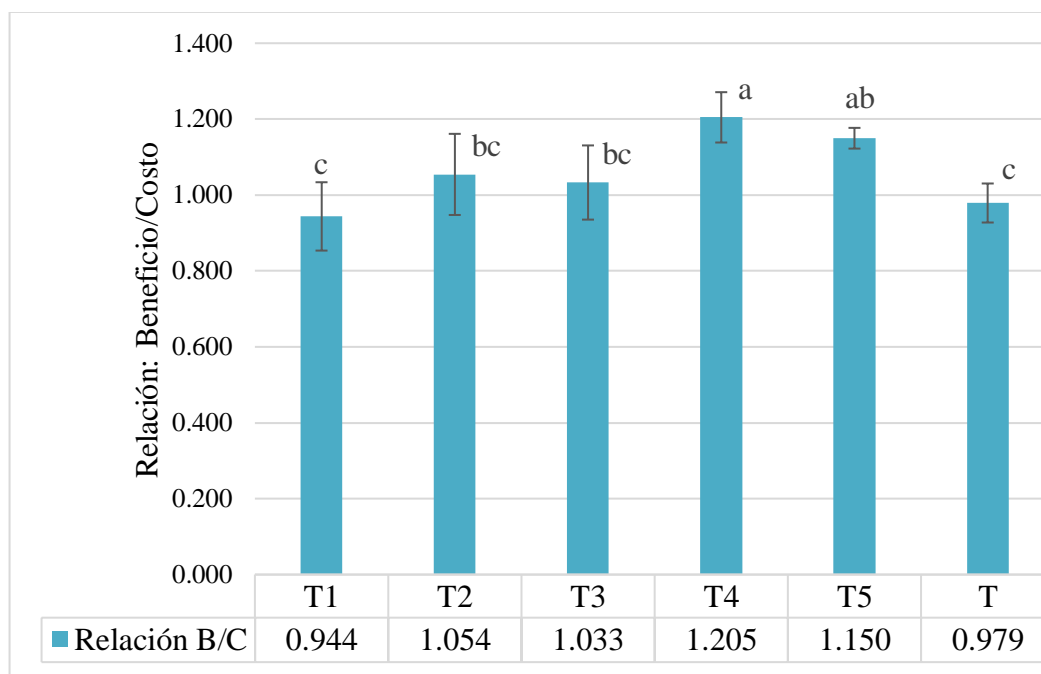
El cultivo de papa se desarrolla mejor en un rango de pH del suelo de 5.0 a 7.0; en suelos salinos o alcalinos pueden afectar el desarrollo y producción de la papa (INTAGRI 2017). La asimilación de nutrientes por parte de la planta y la actividad de microorganismos en el suelo se desarrollan mejor en el rango de pH indicado. Se debe señalar que, el pH del suelo al inicio del experimento fue de 7.58, valor más alto a los suelos de los diferentes tratamientos al final de la experimentación, lo que significa que los fertilizantes agregados en cada tratamiento mejoraron el pH del suelo en el cultivo.

En la Tabla 11 (Anexo 10), se presenta el contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se agregó en cada tratamiento durante el cultivo, estos contenidos se hallan en el rango sugerido por Ríos et al. (2010), que señala que, en la mayoría de los suelos de cultivo de papa, responden favorablemente al agregar dosis de 50 a 100 kg N/ ha, entre 100 y 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha y 60 kg K<sub>2</sub>O/ha en zonas de alturas menores a 2 900 msnm, siendo el cultivo del presente estudio llevado a una altura de 2 865 msnm. Adicionalmente, para conocer la influencia de los abonos en el rendimiento de papa, se incrementó el contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en el paquete tecnológico de abonos agregados en el cultivo, desde T1 hasta T5. Al final del estudio se estableció como los mejores tratamientos con respecto al rendimiento en cultivo, a los T4 y T5. Lo que se podría decir, que por más que se aumentó el contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O desde el T4 al T5, se obtiene el mismo rendimiento de cosecha de papa chaucha roja.

## **5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO**

En base a los costos de producción del cultivo de papa chaucha rojo efectuado por parcela neta y presentada en el Anexo 13, se elaboró la Figura 7, en la que se presenta la Relación (Beneficio/Costo) obtenidos del cultivo en los diferentes tratamientos. Los tratamientos que presentaron valores más altos en Relación (Beneficio/Costo) fueron el T4 y T5 y los de menor valor, el grupo conformado por los Tratamientos: T2, T3, T y T1. Estos datos son obtenidos considerando los valores de venta de 0.60 dólares/ kg de papa chaucha de primera (comercial), 0.90 dólares/ kg de papa chaucha de segunda (semilla) y 0.25 dólares/ kg de papa chaucha de tercera. Se seleccionó el valor de 0.90 dólares la venta de semilla de papa chaucha roja en base a lo que oferta por el Instituto

Nacional de Investigaciones Agropecuarias (s.f.), con precios que van desde 0.85 a 1.80 dólares de acuerdo con la variedad de papa Registrada.



Letras diferentes en la figura nos indica diferencia estadística significativa con  $P < 0.05$ .

Figura 7. Relación (Beneficio/Costo) del cultivo de papa chaucha roja en los diferentes tratamientos.

La Relación (Beneficio/Costo) de 1.205 del Tratamiento T4 seleccionado como la mejor, nos indica que existe un beneficio de 0.205 dólares por cada dólar invertido, lo que significa que es rentable producir tubérculos semillas de calidad.

### 5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

En la evaluación del rendimiento de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha roja en campo, proveniente del sistema de producción aeropónico, con la aplicación de tres fertilizantes edáficos a razón de diferentes dosis, dió como resultado, al final del análisis estadístico, que existe diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre tratamientos, siendo los mejores con respecto a la variable rendimiento de cultivo, los Tratamientos T4 y T5, seguido por el grupo de conformado por T2 y

T3 y el último grupo constituido por T (control) y T1. Por lo tanto, se aceptaría la hipótesis  $H_0$ , que señala que: “El rendimiento en el cultivo de semilla prebásica de papa variedad chaucha roja es mayor al utilizar el paquete tecnológico de abonos completos Plus comparado con los abonos empleados en el tratamiento control”, esta hipótesis se cumple, siempre y cuando se utilice los abonos de fertilizantes edáficos de los tratamientos T4, T5, T3 y T2.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

La semilla prebásica de papa chaucha roja empleada en el estudio presentó altos porcentajes de emergencia, que van desde 97.33 % al 100%, alcanzando alturas en plantas de 44.3 cm a 45.9 cm. Las plantas de papa chaucha roja son pequeñas si se compara con las alturas que alcanzan otras variedades de papa, esto se debe a las características genéticas de su variedad.

Los valores de clorofila registrados en el SPAD muestran valores desde 38.19 a 44.97 a los 70 días de cultivo, mediciones realizadas antes del tercer abonado, siendo los mejores Tratamientos: T, T5, T3 y T4. Los Tratamientos T1 y T2 presentaron menos clorofila, debido posiblemente a la falta de disponibilidad de nutrientes en el cultivo. Sin embargo, a los 94 días de cultivo, después de agregar el tercer abonado en las parcelas, se determinó valores de grados SPAD de 44.66 a 48.19, siendo los valores de grados SPAD estadísticamente similares entre todos los tratamientos.

Según la investigación se seleccionó como el mejor Tratamiento al T4, que empleó como fertilizantes: 350 kg de Siembra Plus a la siembra, 175 kg de Engrose Plus a los 45 días de la siembra y 175 kg de Ferti Especial Plus a los 70 días de la siembra. Obteniéndose los siguientes resultados: 9.68 tn de papa chaucha roja/ha en el rendimiento de cultivo, 16.53 tubérculos/planta, 0.87 tubérculos comerciales/planta, 11.93 tubérculos semilla/planta y 3.73 tubérculos de tercera/planta.

El Índice de Control Interno en los tubérculos obtenidos en todos los tratamientos nos dan valores semejantes a los que posee una semilla de papa Registrada, que admite un Índice Máximo del 20%. Los tubérculos producidos en estos tratamientos son considerados de buena calidad, y se la considera una semilla básica 1.

La Relación (Beneficio/Costo) en el mejor tratamiento T4 es de 1.205, lo que significa que se puede tener una ganancia de 0.205 dólares por cada dólar invertido en el cultivo

de la papa. La papa chaucha roja no es altamente productiva, como ocurre con las papas del grupo Phureja, pero su relativo bajo rendimiento por hectárea lo compensa con la calidad en sabor, su aceptación por parte del pueblo ecuatoriano y sobre todo buenos precios en el mercado, siempre superiores a las papas mejoradas.

Se recomienda realizar futuros ensayos con papas de semillas básica 1 obtenidas del mejor tratamiento, modificando los factores de estudio, como por ejemplo densidad de siembra, época de cultivo, sectores de cultivo en la provincia de Tungurahua, entre otros factores.

## 6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. 2009. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas (en línea). Cofín 11(2). Consultado 8 jun. 2019. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022)
- Albán Solorzano, WE. 2015. Evaluación de tres sistemas de manejo para minitubérculos provenientes del sistema de producción aeropónico de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) Cutuglahua, Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 90 p. Consultado 8 feb. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6736/3/T-UCE-0004-04.pdf>
- Álvarez Cadmilena, AK y Tello Gutiérrez, JM. 2013. Las nueve variedades de papas más usadas en cuenca: nuevas aplicaciones en veinte platos de sal y dulce (en línea). Tesis Lcda. Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 154 p. Consultado 27 de nov. 2019. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3352/1/Tesis.pdf>
- Amagua Bautista, JM. 2013. Respuesta a bajas temperaturas de treinta genotipos de papa (*Solanum spp.*), bajo condiciones controladas. Cutuglahua, Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 70 p. Consultado 25 feb. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2028/1/T-UCE-0004-29.pdf>
- Andrade-Piedra, JL; Kromann, P; Otazú, V. 2015. Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía. Diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. Quito, Ecuador, Imprenta Mariscal. 267 p.
- Avilés Chaves, J. y Piedra Naranjo, R. 2016. Manual del cultivo de papa en Costa Rica (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). San José, Costa. Rica, INTA. 94 p. Consultado 28 sept. 2019. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>
- Castro Lizazo, I., Díez Rojo, M., López Pérez, J., Díaz Viruliche, L. y Bello Perez, A. 2011. Desinfección del suelo en producción ecológica (en línea, sitio web). Consultado 29 sept. 2019, Disponible en <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/dossiers/dossier-biodesinfeccion.pdf>



- Cuesta Subia, J. 2013. Potato quality traits: variation and genetics in Ecuadorian potato landraces (en línea). Tesis Doctor, Wageningen, Países Bajos. Wageningen University. 206 p. Consultado 25 jun. 2019. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/283419051\\_Potato\\_quality\\_traits\\_variation\\_and\\_genetics\\_in\\_Ecuadorian\\_potato\\_landraces](https://www.researchgate.net/publication/283419051_Potato_quality_traits_variation_and_genetics_in_Ecuadorian_potato_landraces)
- Bautista Zeas, G; León Escandón, W.; Rojas Orellana, A. 2010. Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha con el manejo fisionutricional (MFN) frente al manejo tradicional en la hacienda “San patricio” ubicada en la parroquia Tomebamba del cantón Paute provincia del Azuay (en línea). Tesis de Ing. Agropecuaria Industrial, Quito, Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana. 205 p. Consultado 11 nov. 2019. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3877/1/UPS-CT001967.pdf>
- Bolaños Méndez, A. F. 2015. Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la sierra ecuatoriana (en línea). Tesis Ing. Agrónomo, Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 105 p. Consultado 5 jun. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4541/1/T-UCE-0004-7.pdf>
- Brocic, Z; Milinković, M; Momčilović, I; Poštić, D; Oljača, J; Veljković, B; Milošević, D. 2018. Production of potato mini-tubers in the aeroponic growing system (en línea). Journal on Processing and Energy in Agriculture 22 (1), 49-52. Consultado 2 jun. 2015. Disponible en DOI: <https://10.5937/JPEA1801049B>
- Cajo Curay, AM. 2016. Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), bajo el sistema NTF, con tres soluciones nutritivas (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 102 p. Consultado 4 nov. 2018. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf>
- Campo Expert. 2013. Programa de fertilización en papa (en línea, sitio web). Consultado 18 abr. 2019. Disponible en [https://www.compo-expert.com/fileadmin/user\\_upload/compo\\_expert/cl/pictures/Programa\\_COMP\\_O\\_Papas.pdf](https://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/pictures/Programa_COMP_O_Papas.pdf)
- Carrasco, A. 2010. Las patatas ya no necesitan tierra para crecer (en línea, sitio web).

- Consultado 18 abr. 2019. Disponible en <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/45585-Las-patatas-ya-no-necesitan-tierra-para-crecer.html>
- Castro Lizazo, I.; Díez Rojo, M.; López Pérez, J.; Díaz Viruliche, L. y Bello Pérez, A. 2011. Desinfección del suelo en producción ecológica (en línea, sitio web). Consultado 28 sept. 2019. Disponible en <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/dossiers/dossier-biodesinfeccion.pdf>
- Coro Apugllon, AP. 2015. Evaluación de 6 tecnologías de fertilización química, en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 85 p. Consultado 3 feb. 2019 Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4343/1/Evaluacion%20de%206%20Tecnologias.%20docx.pdf>
- Chiipanthenga, M; Maliro, M; Demo, P; Njoloma, J. 2012. Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries (en línea). African Journal of Biotechnology 11(17): 3993-3999. Consultado 11 jun. 2019. Disponible en DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB10.1138>
- Chávez, D.C. 2013. Evaluación agronómica y nutricional de ocho variedades nativas y tres mejoradas de papa (*Solanum tuberosum* L.) Pichincha, Tungurahua (en línea). Tesis Ing. Agrónomo, Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 92 p. Consultado 7 feb. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/150/1/iniapsctCh512e.pdf>
- Fertisa. s. f. Abonos (en línea, sitio web). Consultado 11 jun. 2019. Disponible en <https://www.fertisa.com/producto.php?id=10>
- Gavilánez Fernández, LI. 2015. Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior del Chimborazo. 141 p. Consultado 27 dic. 2018. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4265/1/13T0809%20.pdf>
- González, A. 2009. Aplicación del medidor portátil de clorofila en programas de mejora de trigo y cebada (en línea). Agroecología 4: 111-116. Consultado 27 jun.

2019. Disponible en <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/23846/1/117241-464971-1-PB.pdf>
- González Gamboa, JR. 2015. Evaluación agronómica de papa, variedad superchola (*Solanum tuberosum*), con el uso de semilla prebásica, bajo dos modalidades de fertilización edáfica, complementada con fertilización foliar. Tabacundo. Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 87 p. Consultado 26 sept. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4550>
- Grosso, C. 2017. Manejo del riego en cultivos de papa (en línea, sitio web). Consultado 19 mar. 2019. Disponible en <https://medium.com/@AgroKilimo/manejo-del-riego-en-cultivos-de-papa-743409c4377e>
- Hernández, R. 2002. Fotosíntesis (en línea, sitio web). Consultado 24 de abr. 2019. Disponible en <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/>
- Huarte, M; Capezio, S. 2019. Cultivo de papa (en línea, sitio web). Consultado 24 de abr. 2019. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/256195293\\_Cultivo\\_de\\_papa](https://www.researchgate.net/publication/256195293_Cultivo_de_papa)
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. Boletín Climatológico Semestral 2016 (en línea). Quito, Ecuador, INAMHI. 21 p. Consultado 4 sep. 2018. Disponible en [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_sem.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. s.f. Dirección de Producción y Servicios. Precios de semillas y plantas (en línea, sitio web). Consultado 17 jul. 2019. Disponible en <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2014/06/Listado-de-precios-plantas-y-semillas.pdf>
- International Potato Center. 2017. Funciones y deficiencias de los nutrientes en el cultivo de papa (en línea, sitio web). Consultado 11 jun. 2019. Disponible en <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/17/funciones-y-deficiencias-de-los-nutrientes-en-el-cultivo-de-papa/>
- Inostroza, J; Méndez, P; Sotomayor, L. 2018. Botánica y morfología de la papa (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2019. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36476.pdf>
- INTAGRI. 2017. Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa (en línea,

- sitio web). Consultado 13 feb. 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Jerez, E; Martín, R; Morales, D. 2017. Evaluación del crecimiento y composición por tamaño de tubérculos de plantas de papa para semilla (en línea). *Cultivos Tropicales* 38(4). Consultado 26 mar. 2019. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362017000400015](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000400015)
- Jovagr. s. f. Naturvigor-G. (en línea, sitio web). Consultado 24 abr. 2019. Disponible en <http://jovagro.cdn.reage.pt/sites/default/files/NATURVIGOR-G.pdf>.
- Kramm, V. 2017. Manual del cultivo de la papa en Chile (en línea). Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 146 p. Consultado 26 mar. 2019 Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40980.pdf>
- Lichtenthaler, HK; Wellburn, AR. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents (en línea). *Biochemical Society Transactions* 11: 591-592. Consultado 18 mar. 2019 Disponible en DOI: <https://doi.org/10.1042/bst0110591>
- Lima, R; Mello, R; Reyes-Hernández, A; Caione, G. 2014. Efecto del horario de medición, posición y porción de la hoja en los índices de clorofila en la papa (en línea). *Idesia* 32(4):23-28. Consultado 18 mar. 2019. Disponible en DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000400004>
- Luna, E; Gómez, J; Lora, R; Abueta, R. 2015. Efecto de la magnetización de semillas de papa criolla (*Solanum phureja* juz et buk) sobre el efecto de la calidad y el rendimiento bajo condiciones de campo (en línea). *Revista Ciencia: Desarrollo e Innovación* 1. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rcdi/article/download/506/430>
- Luna, R; Espinosa, K; Trávez, R; Ulloa, C; Espinoza, A; Bejarano, A. 2016. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química (en línea). *Ciencia y Tecnología* 9(1):11-16. Consultado 18 mar. 2019. Disponible en [http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_V9%20N1%20Luna%20et%20al.pdf](http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V9%20N1%20Luna%20et%20al.pdf)

- Mamani Linares, AW. 2019. Efecto de diferentes pesos de tubérculos semilla en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad única en el CEA III Los Pichones (en línea). Tesis Ing. Agr. Tacna, Perú, Universidad Nacional San Jorge Basadre Grohmann-Tacna. 95p. Consultado 28 sept. 2019. Disponible en [http://www.tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3697/1619\\_2019\\_mamani\\_linares\\_aw\\_fcag\\_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3697/1619_2019_mamani_linares_aw_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Manrique, E. 2003. Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz (en línea). Ecosistemas 1. Consultado 14 jun. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/540/54012108.pdf>
- Maruplast. s. f. SPAD 502 Plus Medidor de Clorofila (en línea, sitio web). Consultado 14 jun. 2019. Disponible en <http://maruplast.com/backupweb/spad502-plus.html>
- Minotti, PL; Halseth, DE; Siczka, JB. 1994. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties (en línea). HORTSCIENCE 29(12): 1497-1500. Consultado 14 jun. 2019. Disponible en Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.12.1497>.
- Molina, J; Mairena, B; Aguilar, L. 2004. Guía en el cultivo de papa. Manejo integral de plagas (en línea). Consultado 19 mayo 2019. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Monteros, C; Yumisaca, F; Andrade, J; Reinoso, I. 2010. Catalogo. Cultivares de papas nativas Sierra Centro Norte del Ecuador (en línea). Quito, Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. 146 p. Consultado 28 jun. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3224/1/iniapscpm1792010.pdf>
- Monteros, A. 2016. Rendimientos de papa en Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre) (en línea). Consultado nov. 2018. Disponible en [http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/papa/rendimiento\\_papa\\_2015.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/papa/rendimiento_papa_2015.pdf)
- Montesdeoca, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad (en línea). Quito, Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 21 p. Consultado 28 jun. 2019. Disponible en [https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Guia\\_produccion\\_uso\\_semilla.pdf](https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Guia_produccion_uso_semilla.pdf)

- Montesdeoca, F; Narváez, G; Mora, E; Benítez, J. 2006. Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo semilla de papa (en línea). Quito, Ecuador, IDEAZ. 53 p. Consultado 3 mayo 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/850/4/iniapscm95.pdf>
- Mora, ME; Peralta, J; López, HA; García, R; González, JG. 2011. Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peróxidasa en plantas de crisantemo (en línea). Revista Chapingo Serie Horticultura, 12(2): 73-81. Consultado 14 jun. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17nspe2/v17nspe2a8.pdf>
- Nichols, MA. 2009. Aeroponía y papas (en línea). Red Hidroponía 43:9-12. Consultado 16 de mar. 2019. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/267789742\\_AEROPONIA\\_Y\\_PAPAS](https://www.researchgate.net/publication/267789742_AEROPONIA_Y_PAPAS)
- Ojeda, M; Pérez, M; Rodríguez, D; Gallardo, M; Valera, R. 2010. Evaluación hortícola, producción y calidad postcosecha de clones avanzada de papa en la localidad de Duaca, estado Lara, Venezuela (en línea). Bioagro 22(1). Consultado 18 mar. 2019. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612010000100003](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100003)
- Panorama. 2019. Guía de manejo de la papa. (en línea, sitio web). Consultado 20 mayo 2019. Disponible en [https://panorama-agro.com/?page\\_id=2551](https://panorama-agro.com/?page_id=2551)
- Pavón Caiza, CA. 2014. Adaptación de cinco variedades de papa (*Solanum* sp.) en tres localidades con manejo orgánico. Quito, Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 111 p. Consultado 28 jun. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2497/1/T-UCE-0004-66.pdf>
- Pinedo, J.; Deza Pineda, C.; León Huaco, B. y Samané Mera, R. 2000. Agricultura de ladera a través de Andenes, Perú (en línea). Consultado 29 sept. 2019. Disponible en [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/docrep/RLC1054s/rlc1054s.012.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/RLC1054s/rlc1054s.012.pdf)
- Pumisacho, M; Velásquez, J. 2009. Manual del cultivo de papa para pequeños productores (en línea). Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones

- Agropecuarias INIAP. 103 p. Consultado 16 mar. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/840/4/iniapscm78.pdf>
- Ríos, JY; Jaramillo, SC; González, LH; Cotes, JM. 2010. Determinación del Efecto de Diferentes Niveles de Fertilización en Papa (*Solanum tuberosum ssp. Andigena*) DIACOL Capiro en un Suelo con propiedades Ándicas de Santa Rosa de Osos, Colombia (en línea). Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín 63(1): 5225-5237. Consultado 6 mar. 2019. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472010000100002&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472010000100002&script=sci_abstract)
- Rojas, LP; Seminario, JF. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca (en línea). Scientia Agropecuaria 5: 165 – 175. Consultado 28 jun 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v5n4/a01v5n4.pdf>
- Román, M; Hurtado, G. 2002. Guía Técnica. Cultivo de la papa (en línea, sitio web). Consultado 28 jun. 2019. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
- Romero Granizo, DF. 2013. Comportamiento agronómico, de poscosecha, calidad nutricional y potencial para seguridad alimentaria de 10 cultivares nativos y mejorados de papa (*Solanum tuberosum*) en Ilapo y Santa Fe de Galán (en línea). Tesis Ing. Agrónomo, Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. 169 p. Consultado 11 jul. 2019. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2797/1/13T0764%20.pdf>
- Rousselle, P. 1996. La patata, producción, mejoras, plagas y enfermedades, utilización. Paris, Francia, Mundi Prensa. 601 p.
- Rykaczewska, K. 2016. Field performance of potato minitubers produced in aeroponic culture (en línea). Plant Soil Environ 62(1): 522–526. Consultado 23 mar. 2019. Disponible en Doi: <https://doi.org/10.17221/419/2016-PSE>
- Seminario-Cunya, JF; Seminario-Cunya, A; Domínguez, A; Escalante, B. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja (en línea). Scientia Agropecuaria 8 (3): 181 – 191. Consultado 12 jun. 2019. Disponible en DOI: <https://10.17268/sci.agropecu.2017.03.01>
- Seminario-Cunya, J. F.; Villanueva, R. y Valdez, H. 2018. Rendimiento de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) amarillos precoces del grupo Phureja (en línea).

- Agron. Mesoam 29(3): 639-653. Consultado 13 jun. 2019. Disponible en DOI: <https://10.15517/ma.v29i3.32623>
- Spinal. 2019. Sistema de Plantación Hidropónica aeroponía (en línea, sitio web). Consultado 17 mar. 2019. Disponible en <https://spinal.co.uk/scripts/index.php/uiychehgsnhdktq-y403885-nfpylliz/>
- Taramuel Martínez, XF. 2017. Evaluación del peso del tubérculo y densidad de siembra en la producción de semilla registrada de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad “Superchola” en la Granja Yuyucocha, Ibarra (en línea). Tesis Ing. Agr. Ibarra, Ecuador, Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Técnica del Norte. 95 p. Consultado 26 sept. 2019. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7447/1/03%20AGP%20222%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Toledo, M. 2016. El cultivo de la papa en Honduras (en línea). San José, Costa Rica, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA, 96 p. Consultado 26 sept. 2019. Disponible en <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3107/1/BVE17069070e.pdf>
- Torres, L; Montesdeoca, F; Andrade, J. 2013. Manejo del Tubérculo Semilla - International Potato Center. (en línea, sitio web). Consultado 19 mar. 2019. Disponible en <https://cipotato.org/es/sin-categorizar/manejo-del-tuberculo-semilla/>
- Torres, J; Suarez, C. 2014. Captación de nutrientes de la papa criolla (*Solanum phureja* var. Galeras) para la determinación de niveles nutricionales críticos (en línea). Agron Colombia 32(1). Consultado 12 jun. 2019. Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.41811>
- Trebejo Varillas, I., Alarcón Velazco, C., Luis Cruzado Cuzquen, C. y Quevedo Caiña, K. 2013. Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín (en línea). Lima, Perú. SENAMHI, 108 p. Consultado 29 sept. 2019. Disponible en <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Caracterizacion-Shullcas.pdf>
- Uddling, J; Gelang-Alfredsson, J; Piikki, K; Pleijel, H. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings (en línea). Photosynth Res. 91:37-46. Consultado 18 jun. 2019.



Disponible en DOI <https://10.1007/s11120-006-9077-5>.

- Uribe, F. 2012. Papas producidas por aeroponía (I): preliminares (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2019. Disponible en <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/invernadero/papas-producidas-por-aeroponia-i-preliminares/>
- Valverde, F; Alvarado, S. 2009. Manejo del suelo y la fertilización en el cultivo de papa: Experiencias del DMSA (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2496/1/iniapsc343m.pdf>
- Velásquez, J. 2006. Producción de tubérculo-semillas de papa en la estación experimental santa catalina del INIAP y su relación con el sector semillero nacional (en línea). Memorias Del II Congreso Ecuatoriano de La Papa 1–7. Consultado 15 jul. 2019. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4374/1/iniapscCD142JV.pdf>
- Vélez, PC; Meneses, LR; Dávila, DZ. 2008. Estudio de las poblaciones microbianas de la rizosfera del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas (en línea). Ecología Aplicada 7(1): 1–2. Consultado 14 jun. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a17v7n1-2.pdf>
- Villacreses Pallo. VP. 2019. Incidencia de la densidad de plantación en la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L) variedad chaucha en el sistema aeropónico, en la Granja Experimental Querochaca, Tungurahua, Ecuador (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 60 p. Consultado 28 mar. 2019. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29466/1/Tesis-228%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20629.pdf>
- Villanueva, RO. 2018. Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú (en línea). Lima, Perú. Grafikoz Publicidad Eficaz, 32p. <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- Vizcardo, LA. 2011. Aplicación de tres planes de fertilización foliar para el rendimiento de tres planes de fertilización foliar para el rendimiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*), variedad Única, Cancha y Perricholi en la localidad de San Pedro – Jauja (en línea). Tesis Ing. Agrónomo, El Mantero,

Perú, Universidad Nacional de Centro de Perú. 103 p. Consultado 22 mar. 2019.  
Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2077/Vizcarro%20Sierra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zuñiga, S; Morales, C; Estrada, M. 2017. Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas (en línea). *Gestión Ingenio y Sociedad* 2 (2): 140-152. Consultado 15 jun. 2019. Disponible en <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>

### 6.3. ANEXOS

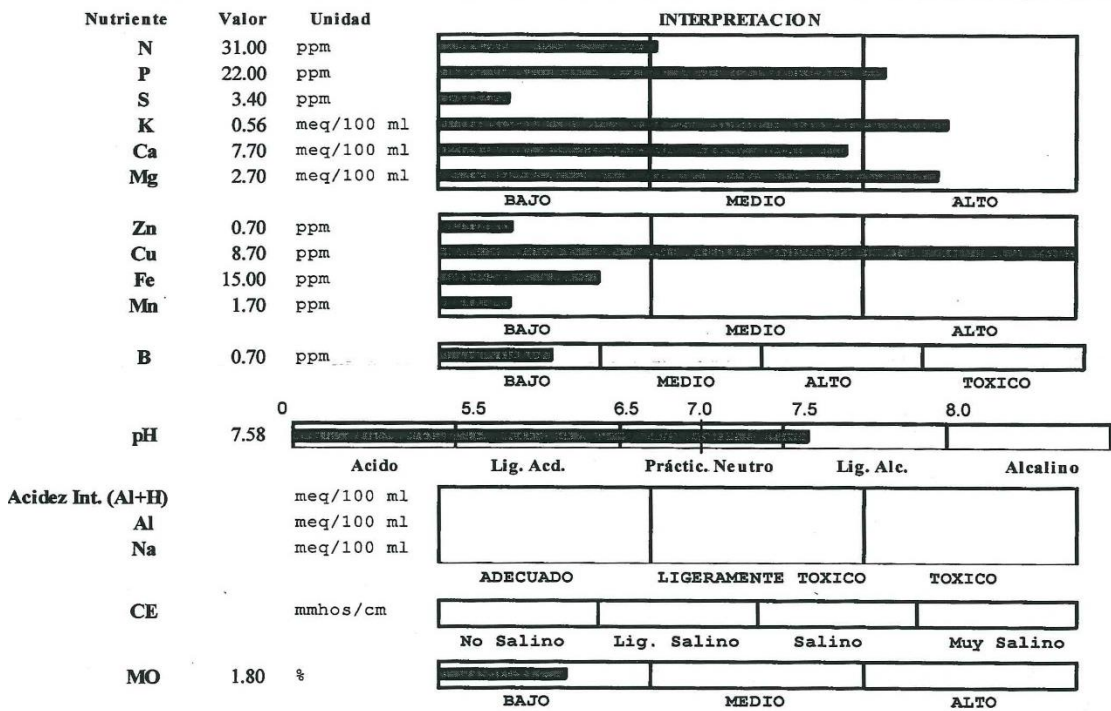
Anexo 1. Análisis Físico Químico del suelo antes y después de la parte experimental.

Tabla 10. Análisis del suelo al inicio de la parte experimental.

 <b>INIA</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

#### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Carlos Romero Dirección : Cevallos Ciudad : Teléfono : 0983553639 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Carachaca Provincia : Tungurahua Cantón : Cevallos Parroquia : Cevallos Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : Papa Cultivo Anterior : Maíz Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra 1	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 46.654 N° Muestra Lab. : 110795 Fecha de Muestreo : 26/02/2019 Fecha de Ingreso : 01/03/2019 Fecha de Salida : 12/03/2019



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,9	4,8	18,6	11,0			55	36	9	Franco-Arenoso

  
 RESPONSABLE LABORATORIO


  
 LABORATORISTA

Tabla 11. Cantidad de nutrientes agregado por tratamiento.

Los nutrientes representan la suma de lo añadido en el abonado durante la preparación del terreno, la fertilización a la siembra, fertilización a los 45 días y la fertilización a los 70 días.			
Tratamientos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg	kg	kg
T1	55.40	107.30	71.30
T2	63.25	130.87	83.12
T3	71.10	152.25	94.95
T4	78.95	173.625	106.78
T5	86.8	195.00	118.60
T	75.00	131.00	61.00


Elaborado por: Carlos Romero

Tabla 12. Análisis de suelos después de la parte experimental.



**INIAP**  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Universidad Técnica de Ambato	Nombre	: Querochaca	Cultivo Actual	: Papa Chaucha
Dirección	: Cevallos	Provincia	: Tungurahua	Fecha de Muestreo	: 10/07/2019
Ciudad	:	Cantón	: Cevallos	Fecha de Ingreso	: 11/07/2019
Teléfono	: 0983553639	Parroquia	: Querochaca	Fecha de Salida	: 08/08/2019
Fax	:	Ubicación	:		

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
111506	Muestra1-T1	7,35 PN	44,00 M	34,00 A	11,00 M	0,57 A	6,92 M	2,26 A	3,8 M	11,2 A	65,0 A	3,4 B	1,40 M
111507	Muestra2-T2	7,24 PN	36,00 M	26,00 M	6,50 B	0,54 A	6,12 M	2,34 A	4,1 M	8,6 A	46,0 A	3,0 B	1,50 M
111508	Muestra3-T3	7,18 PN	35,00 M	22,00 A	8,00 B	0,39 M	6,25 M	2,28 A	3,8 M	9,2 A	35,0 M	2,9 B	1,40 M
111509	Muestra4-T4	7,09 PN	38,00 M	25,00 A	11,00 M	0,43 A	6,66 M	2,10 A	3,9 M	9,7 A	53,0 A	4,1 B	1,30 M
111510	Muestra5-T5	7,23 PN	39,00 M	21,00 A	8,90 B	0,59 A	6,62 M	2,21 A	4,2 M	9,4 A	28,0 M	2,6 B	1,40 M
111511	Muestra6-T0	7,29 PN	48,00 M	24,00 A	6,00 B	0,66 A	7,09 M	2,31 A	4,7 M	8,6 A	52,0 A	3,4 B	1,50 M

INTERPRETACION	
pH	Elementos
Ac = Acido	N = Neutro
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fostato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

*Y. Ame Fabelo*  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

*Y. Ame Fabelo*  
**LABORATORISTA**



**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS  
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**INIA**  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : Universidad Técnica de Ambato Dirección : Cevallos Ciudad : Teléfono : 0983553639 Fax :</p>	<p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : Querochaca Provincia : Tungurahua Cantón : Cevallos Parroquia : Querochaca Ubicación :</p>	<p><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : Papa Chaucha Fecha de Muestreo : 10/07/2019 Fecha de Ingreso : 11/07/2019 Fecha de Salida : 08/08/2019</p>
---	--	---

N° Muest. Laborat.	meq/100ml				dS/m	C.E.	M.O.		Σ Bases	NTot	Textura (%)		Clase Textural	
	Al+H	AI	Na	Mg			Ca	Mg			K	Arena		Limo
111506	0,46	0,17	0,09	3,06		1,40	3,96	16,11	10,30		65	25	10	Franco-Arenoso
111507	0,40	0,17	0,08	2,62		1,90	4,33	15,67	9,48		61	31	8	Franco-Arenoso
111508	0,34	0,17	0,09	2,74		1,40	5,85	21,87	9,35		65	27	8	Franco-Arenoso
111509	0,33	0,19	0,07	3,17		1,50	4,88	20,37	9,59		63	27	10	Franco-Arenoso
111510	0,35	0,22	0,08	3,00		1,50	3,75	14,97	9,85		63	27	10	Franco-Arenoso
111511	0,37	0,21	0,07	3,07		2,00	3,50	14,24	10,50		63	27	10	Franco-Arenoso

<p><b>ABREVIATURAS</b></p> <p>C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio</p>	<p><b>METODOLOGIA USADA</b></p> <p>C.E. = Pasta Saturada M.O. = Dieromato de Potasio Al+H = Titulación NaOH</p>
---	---

INTERPRETACION			
C.E.		M.O. y CI	
NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio
LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	A = Alto	
Al+H, AI y Na			
B = Bajo			
M = Medio			
T = Tóxico			

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

Anexo 2. Peso, tamaño y diámetro de la semilla de papa chaucha roja utilizada en el estudio.

Tabla 13. Peso, tamaño y diámetro de la semilla de papa chaucha roja utilizada en el estudio.



	Peso (g)	Largo (cm)	Diámetro (mm)
	6.0	2.8	17.0
	5.7	3.0	16.5
	5.6	3.0	19.0
	4.9	3.1	17.0
	4.5	2.7	16.0
	4.4	3.0	18.0
	5.2	3.2	17.0
	5.6	3.4	17.0
	4.0	2.9	17.5
	3.7	2.7	18.0
	5.2	3.2	15.0
	5.4	2.7	16.0
	4.9	2.7	16.5
	4.7	2.3	16.5
	4.2	3.1	16.0
	4.0	3.3	18.0
	5.6	2.7	15.0
	4.1	2.8	17.0
	5.6	2.7	18.0
	3.9	2.8	20.0
Promedio	4.9	2.9	17.1
Desviación estándar	0.7	0.3	1.2
Mínimo	3.7	2.3	15.0
Máximo	5.9	3.4	20.0

Anexo 3. Porcentaje de emergencia de plantas de papa chaucha roja y análisis estadísticos.

Tabla 14. Número de plantas emergidas por tratamiento.

Tratamientos	Número de plantas emergidas		
	R1	R2	R3
T1	24	24	25
T2	25	24	25
T3	25	25	25
T4	25	24	25
T5	25	25	25
T	25	25	24

Tabla 15. Porcentaje de emergencia de las plantas por tratamiento.

Tratamientos	Porcentaje de emergencia			Promedio	Desviación estándar $\sigma$	Coeficiente de variación $Cv=(\sigma *100/X)$
	R1	R2	R3			
T1	96	96	100	97.33	2.04	2.09
T2	100	96	100	98.67	2.04	2.06
T3	100	100	100	100	0.00	0.00
T4	100	96	100	98.67	2.04	2.06
T5	100	100	100	100	0.00	0.00
T	100	100	96	98.67	2.04	2.06

Tabla 16. Análisis de varianza en el porcentaje de emergencia de las plantas.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	15.1111	5	3.02222	0.85	0.5451
REPLICAS	7.11111	2	3.55556	1.00	0.4019
RESIDUOS	35.5556	10	3.55556		
TOTAL (CORREGIDO)	57.7778	17			



Anexo 4. Altura de la planta de papa a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos.

Tabla 17. Altura de la planta de papa a los 94 días de cultivo en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Altura de la planta de papa (cm)			Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación (Cv)
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv = \sigma * 100 / \bar{x}$
T1	43.7	45.6	43.9	44.4	1.0	2.4
T2	44.7	45.1	43.0	44.3	1.1	2.5
T3	44.5	46.4	43.3	44.7	1.6	3.5
T4	43.8	46.0	46.1	45.3	1.3	2.9
T5	46.1	44.4	46.5	45.7	1.1	2.4
T	45.9	46.7	45.2	45.9	0.8	1.6

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 18. Análisis de varianza de la altura de la planta de papa.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	7.07833	5	1.41567	1.11	0.4116
REPLICAS	3.84333	2	1.92167	1.51	0.2667
RESIDUOS	12.7033	10	1.27033		
TOTAL (CORREGIDO)	23.625	17			

Anexo 5. Diámetro de la planta de papa a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos.

Tabla 19. Diámetro de la planta de papa a los 94 días de cultivo.

Tratamientos	Diámetro de la planta de papa (cm)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (Cv)
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv = \sigma * 100 / \bar{x}$
T1	47.3	41.8	43.9	44.3	2.8	6.3
T2	48.2	43.9	46.0	46.0	2.2	4.7
T3	50.1	52.1	46.4	49.5	2.9	5.8
T4	51.0	51.9	56.6	53.2	3.0	5.7
T5	51.4	52.2	55.7	53.1	2.3	4.3
T	54.4	56.3	52.3	54.3	2.0	3.7

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 200. Análisis de varianza del diámetro de la planta de papa a 94 días de cultivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	259.312	5	51.8623	6.79	0.0052
REPLICAS	1.51	2	0.755	0.10	0.9068
RESIDUOS	76.4233	10	7.64233		
TOTAL (CORREGIDO)	337.245	17			

Tabla 211. Prueba de Tukey en diámetro de la planta en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	44.3	D
T2	3	46.0	CD
T3	3	49.5	ABC
T5	3	53.10	AB
T4	3	53.2	AB
T	3	54.3	A

Anexo 6. Contenido de clorofila en la planta de papa a los 70 días de cultivo y análisis estadísticos.

Tabla 22. Contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo.

Tratamientos	Contenido de clorofila (mg/ g hoja fresca)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (Cv)
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	1.39	1.60	1.55	1.51	0.11	7.25
T2	1.65	1.76	1.48	1.63	0.14	8.86
T3	1.77	1.87	1.90	1.85	0.07	3.82
T4	1.79	1.98	1.73	1.83	0.13	7.24
T5	1.75	1.98	1.89	1.87	0.11	6.06
T	1.93	1.88	1.96	1.90	0.03	1.38

En réplicas n: 5 muestras.

Tabla 23. Análisis de varianza en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0,371267	5	0.0742533	9.56	0.0014
REPLICAS	0.0576333	2	0.0288167	3.71	0.0624
RESIDUOS	0.0777	10	0.00777		
TOTAL (CORREGIDO)	0.5066	17			

Tabla 24. Prueba de Tukey en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 70 días de cultivo.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	1.51	C
T2	3	1.63	BC
T4	3	1.83	AB
T3	3	1.85	AB
T5	3	1.87	AB
T	3	1.90	A

Tabla 25. Contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.

Tratamientos	Grados SPAD de clorofila			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	35.74	39.83	39.01	38.19	2.16	5.66
T2	40.79	42.71	37.52	40.34	2.62	6.50
T3	42.77	44.49	44.90	44.05	1.13	2.56
T4	43.14	46.17	42.18	43.83	2.09	4.76
T5	42.54	46.07	44.81	44.47	1.79	4.02
T	45.42	44.65	44.84	44.97	0.40	0.89

En réplicas n: 5 muestras.

Tabla 26. Análisis de varianza Contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	111.799	5	22.3598	9.25	0.0016
REPLICAS	16.9225	2	8.46127	3.50	0.0704
RESIDUOS	24.1647	10	2.41647		
TOTAL (CORREGIDO)	152.886	17			

Tabla 27. Análisis de Tukey al contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 70 días de cultivo.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	38.19	C
T2	3	40.34	BC
T4	3	43.83	AB
T3	3	44.05	AB
T5	3	44.47	AB
T	3	44.97	A

Anexo 7. Contenido de clorofila a los 94 días de cultivo y análisis estadísticos.

Tabla 28. Contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 94 días de cultivo.

Tratamientos	Contenido de clorofila (mg/ g hoja fresca)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	1.95	1.74	1.98	1.89	0.13	7.00
T2	1.91	1.81	1.93	1.88	0.06	3.27
T3	1.94	2.10	2.07	2.04	0.09	4.21
T4	2.08	2.08	2.22	2.13	0.08	3.66
T5	2.02	2.24	2.05	2.10	0.12	5.71
T	1.74	2.02	1.99	1.92	0.15	7.93

En réplicas n: 5 muestras.

Tabla 29. Análisis de varianza en el contenido de clorofila (mg/g hoja fresca) a los 94 días de cultivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	0.181228	5	0.0362456	3.14	0.0583
REPLICAS	0.0302778	2	0.0151389	1.31	0.3121
RESIDUOS	0.115456	10	0.0115456		
TOTAL (CORREGIDO)	0.326961	17			

Tabla 30. Contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 94 días de cultivo.

Tratamientos	Contenido de clorofila Grados SPAD			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (Cv)
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv = \sigma * 100 / \bar{x}$
T1	45.60	42.30	46.16	44.69	2.09	4.67
T2	45.01	43.57	45.39	44.66	0.96	2.16
T3	45.47	47.78	47.45	46.90	1.25	2.66
T4	47.60	47.56	49.42	48.19	1.06	2.20
T5	46.64	49.68	47.08	47.80	1.64	3.44
T	44.37	46.72	46.19	45.09	2.37	5.26

En réplicas n: 5 muestras.

Tabla 31. Análisis de varianza contenido de clorofila (Grados SPAD) en hojas de papa a los 94 días de cultivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	38.752	5	7.7504	3.00	0.0655
REPLICAS	6.7696	2	3.3848	1.31	0.3121
RESIDUOS	25.8183	10	2.58183		
TOTAL (CORREGIDO)	71.3399	17			

Anexo 8. Número de tubérculos por planta y análisis estadísticos.

Tabla 32. Número de tubérculos por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos por planta			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (Cv)
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv = \sigma * 100 / \bar{x}$
T1	13.2	11.7	11.2	12.03	1.04	8.65
T2	13.4	12.7	11.7	12.60	0.85	6.78
T3	14.1	12.4	12.1	12.87	1.08	8.38
T4	16.1	18.1	15.4	16.53	1.40	8.47
T5	17.7	14.4	16.1	16.07	1.65	10.27
T	14.0	13.0	13.8	13.60	0.53	3.89

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 33. Análisis de varianza del número de tubérculos por planta.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	53.8383	5	10.7677	10.99	0.0008
REPLICAS	6,09333	2	3.04667	3.11	0.0890
RESIDUOS	9.79333	10	0.979333		
TOTAL (CORREGIDO)	69.725	17			

Tabla 34. Análisis de Tukey del número de los tubérculos por planta.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	12.0333	C
T2	3	12.6	C
T3	3	12.8667	C
T	3	13.6	BC
T5	3	16.0667	AB
T4	3	16.533	A

Anexo 9. Peso de los tubérculos por planta y análisis estadísticos.

Tabla 35. Peso de los tubérculos (kg/planta).

Tratamientos	Peso de tubérculos (kg/planta)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	0.360	0.337	0.294	0.330	0,034	10.25
T2	0.399	0.332	0.394	0.375	0,038	10.06
T3	0.406	0.361	0.411	0.393	0,028	7.06
T4	0.459	0.429	0.418	0.435	0,021	4.89
T5	0.420	0.424	0.415	0.420	0,004	1.07
T	0.350	0.341	0.355	0.349	0,007	2.06

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 36. Análisis de varianza de peso de los tubérculos (kg/planta).

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	0,0245729	5	0.00491459	9.59	0.0014
REPLICAS	0.00246211	2	0.00123106	2.40	0.1407
RESIDUOS	0.00512722	10	0.000512722		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0321623	17			

Tabla 37. Análisis de Tukey del peso de los tubérculos (kg/planta).

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	0.330	E
T	3	0.349	DE
T2	3	0.375	CD
T3	3	0.392	BC
T5	3	0,419	AB
T4	3	0.435	A



Anexo 10. Rendimiento de cultivo de papa y análisis estadísticos.

Tabla 38. Rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.

Tratamientos	Rendimiento de tubérculos (tn/ha)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	8.009	7.493	6.526	7.34	0.75	10.25
T2	8.877	7.371	8.763	8.34	0.84	10.06
T3	9.024	8.015	9.131	8.72	0.62	7.06
T4	10.206	9.528	9.295	9.68	0.47	4.89
T5	9.329	9.419	9.221	9.32	0.10	1.07
T	7.789	7.572	7.883	7.75	0.16	2.06

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 39. Análisis de varianza del rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	12.0543	5	2.41085	9.31	0.0016
REPLICAS	1.22677	2	0.613384	2.37	0.1439
RESIDUOS	2.59039	10	0.259039		
TOTAL (CORREGIDO)	15.87147	17			

Tabla 40. Análisis de Tukey del rendimiento de cultivo de papa en tn/ha.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	7.34267	E
T	3	7.748	DE
T2	3	8.337	CD
T3	3	8.72333	BC
T5	3	9.323	AB
T4	3	9.67633	A

Anexo 11. Control Interno de Calidad (CIC) de tubérculos cosechados y análisis estadísticos.

Tabla 41. Número de tubérculos deformes y en estado de descomposición por planta en cada tratamiento.

Tratamientos	Control Interno de Calidad de los tubérculos cosechados					
	Tubérculos deformes (en forma de muñecos) /planta			Tubérculos en descomposición/planta		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
T1	1.5	1.4	0.3	0.4	0.2	0.3
T2	2.8	0.8	1.1	0.6	0.4	1.1
T3	2.9	2.1	0.3	0.5	0.3	0.3
T4	2.7	3.1	0	0.1	0.6	0
T5	3.0	2.8	0	0.2	0	0
T	1.2	1.3	0.5	0.7	0.6	0.5

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 42. Control Interno de Calidad (CIC) de los tubérculos cosechados.

Tratamientos	Índice (Relación entre incidencia y severidad)			Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	5.87	4.7	3.79	4.79	1.04	21.78
T2	9.7	4.72	3.42	5.95	3.31	55.74
T3	8.69	6.65	5.17	6.84	1.77	25.85
T4	4.81	7.6	5.84	6.08	1.41	23.19
T5	5.37	4.86	3.57	4.60	0.93	20.17
T	7.14	7.12	5.98	6.75	0.66	9.84

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 43. Análisis de varianza del Control Interno de Calidad (CIC) de los tubérculos.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	13.5985	5	2.71969	1.30	0.3390
REPLICAS	15.9986	2	7.99932	3.81	0.0588
RESIDUOS	20.9837	10	2.09837		
TOTAL (CORREGIDO)	50.5808	17			

Anexo 12. Clasificación de tubérculos y análisis estadísticos.

Tabla 44. Número de tubérculos (Comerciales) con diámetros mayores a 4 cm por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos con tamaño mayores a 4 cm/planta			Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	0.9	1.0	0.2	0.70	0.44	62.27
T2	0.8	0.8	1.0	0.87	0.12	13.32
T3	0.9	0.3	0.7	0.63	0.31	48.24
T4	1.6	0.6	0.4	0.87	0.64	74.18
T5	0.7	0.8	1.1	0.87	0.21	24.02
T	0.4	0.6	0.6	0.53	0.12	21.65

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 45. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetros mayores de 4 cm por planta.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: TRATAMIENTOS	0.311111	5	0.0622222	0.46	0.7989
REPLICAS	0.174444	2	0.0872222	0.64	0.5467
RESIDUOS	1.35889	10	0.1358889		
TOTAL (CORREGIDO)	1.8444	17			

Tabla 46. Número de tubérculos (semilla) con diámetro de 2 a 4 cm por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos con tamaño de 2 a 4 cm/planta			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	9.8	8.8	8.8	9.13	0.58	6.32
T2	9.6	9.8	9.2	9.53	0.31	3.20
T3	9.6	9.7	8.4	9.23	0.72	7.83
T4	11.3	12.8	11.7	11.93	0.78	6.51
T5	12.3	8.9	9.8	10.33	1.76	17.05
T	9.2	9.4	9.5	9.37	0.15	1.63

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 47. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetro de 2 a 4 cm por planta.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	17.311	5	3.46222	4.47	0.0212
REPLICAS	1.61778	2	0.808889	1.04	0.3872
RESIDUOS	7.74222	10	0.774222		
TOTAL (CORREGIDO)	26.6711	17			

Tabla 48. Análisis de Tukey del número de tubérculos con diámetro de 2 a 4 cm por planta.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	9.1333	B
T3	3	9.233	B
T	3	9.366	B
T2	3	9.5333	AB
T5	3	10.333	AB
T4	3	11.9333	A

Tabla 49. Número de tubérculos con diámetros menores a 2 cm por planta.

Tratamientos	Tubérculos con menos 2 cm/Planta			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	2.5	1.9	2.2	2.20	0.30	13.64
T2	3.0	2.0	1.5	2.17	0.76	35.25
T3	3.6	2.4	3.0	3.00	0.60	20.00
T4	3.2	4.7	3.3	3.73	0.84	22.46
T5	4.7	4.7	5.2	4.87	0.29	5.93
T	4.4	3.0	3.7	3.70	0.70	18.92

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 50. Análisis de varianza del número de tubérculos con diámetros menores a de 2 cm por planta.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	16.1511	5	3.23022	8.36	0.0024
REPLICAS	0.754444	2	0.377222	0.98	0.4101
RESIDUOS	3.86556	10	0.386556		
TOTAL (CORREGIDO)	20.771	17			

Tabla 51. Análisis de Tukey del número de tubérculos con diámetros menores a 2 cm por planta.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T2	3	2.16667	A
T1	3	2.2	A
T3	3	3.0	A
T	3	3.7	AB
T4	3	3.733	AB
T5	3	4.866	B

Anexo 13. Costo de producción de cultivo de papa chaucha roja por tratamiento y análisis estadísticos.

Tabla 52. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros menores a 2 cm en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Peso de los tubérculos con diámetros menores a 2 cm (kg/planta)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	0.016	0.015	0.014	0.015	0.001	7.23
T2	0.014	0.013	0.012	0.013	0.001	16.07
T3	0.023	0.015	0.019	0.019	0.004	20.0
T4	0.025	0.024	0.021	0.023	0.002	9.73
T5	0.029	0.029	0.033	0.031	0.002	5.93
T	0.028	0.019	0.023	0.023	0.004	18.92

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 53. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros de 2 a 4 cm en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Peso de los tubérculos con tamaños de 2 a 4 cm (kg/planta)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	0.2707	0.2433	0.2639	0,259	0,014	5,5
T2	0.3148	0.254	0.3028	0,291	0,032	11,07
T3	0.3098	0.3214	0.3349	0,322	0,013	3,9
T4	0.3381	0.3505	0.3646	0,351	0,013	3,78
T5	0.3333	0.3291	0.3392	0,334	0,005	1,52
T	0.2897	0.2731	0.2827	0,282	0,008	2,95

En réplicas n: 10 plantas.

Tabla 54. Peso de los tubérculos (kg/planta) con diámetros mayores a 4 cm en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Peso de los tubérculos con tamaños mayores a 4 cm (kg/planta)			Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/\bar{x}$
T1	0.074	0.052	0.043	0.056	0.016	27.99
T2	0.065	0.065	0.082	0.071	0.009	13.32
T3	0.054	0.045	0.057	0.052	0.006	12.01
T4	0.055	0.049	0.079	0.061	0.016	26.02
T5	0.057	0.059	0.05	0.055	0.005	13.41
T	0.043	0.04	0.039	0.044	0.005	11.6

Tabla 55. Relación (Beneficio/costo) de producción de cultivo de papa chaucha roja por tratamiento.

Tratamientos	Relación (Beneficio/costo)			Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	$\sigma$	$Cv=\sigma *100/ \bar{x}$
T1	1.044	0.870	0.917	0.944	0.090	9.539
T2	1.120	0.931	1.112	1.054	0.107	10.138
T3	1.077	1.101	0.921	1.033	0.098	9.461
T4	1.155	1.179	1.280	1.205	0.066	5.507
T5	1.180	1.127	1.142	1.150	0.027	2.376
T	1.024	0.923	0.990	0.979	0.051	5.249

Tabla 56. Análisis de varianza de la Relación (Beneficio/Costo) de producción de papa chaucha roja.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.149463	5	0.0298926	5.40	0.0116
REPLICAS	0.0183314	2	0.00916572	1.65	0.2395
RESIDUOS	0.0554012	10	0.00554012		
TOTAL (CORREGIDO)	0.223196	17			

Tabla 57. Análisis de Tukey de la Relación (Beneficio/Costo) de costo de producción de papa chaucha roja.

Tratamientos	Réplicas	Media	Grupos homogéneos
T1	3	0.944	C
T	3	0.979	C
T3	3	1.033	BC
T2	3	1.054	BC
T5	3	1.150	AB
T4	3	1.205	A

A continuación, se presenta dos ejemplos sobre la forma de cálculo de la Relación (Beneficio/Costo) de los cultivos de papa chaucha roja en cada réplica y cada tratamiento, utilizando los pesos de los tubérculos cosechados comercial, semilla y de tercera de las Tablas 52 al 54.

Tabla 58. Cálculo de la Relación (Beneficio/Costo) en el tratamiento T4R3 (25 plantas).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<b>COSTO DIRECTO (A)</b>		<b>T4</b>	<b>R3</b>	
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Tractorado	Tractor/hora	0.03	15	0.45
Limpieza del terreno	Jornal/hora	0.15	2.46	0.37
Surcado	Jornal/hora	0.15	2.46	0.37
Siembra	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Riego	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Aporque	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Control fitosanitario	Jornal/hora	0.08	2.46	0.20
Control de malezas	Jornal/hora	0.08	2.46	0.20
Cosecha	Jornal/hora	0.20	2.46	0.49
<b>Sub total de preparación del suelo</b>				2.81
<b>2. Insumos</b>				
<b>Semilla y abonos</b>				
Semilla prebasica	unidades	25	0.04	1.00
Naturvigor	kg	2.25	0.77	1.73
Siembra Plus	kg	0.394	0.65	0.26
Engrose Plus.	kg	0.197	0.62	0.12
Ferti Especial Plus.	kg	0.197	0.65	0.13
Zn Orgán	l	0.001	9.5	0.01
Biozymetf	l	0.001	11	0.01
Kalex	l	0.003	8.2	0.03
<b>Fungicidas e insecticidas</b>				
Vitavax 200F	l	0.001	20	0.02
Tiflo 42	l	0.001	19.6	0.01
Engeo	l	0.001	22	0.02
Curacrom	kg	0.001	22	0.03
Curalanca	kg	0.014	13.16	0.18
<b>Otros ingredientes</b>				
Arpón	l	0.020	7.22	0.14
Leonite	l	0.007	7.5	0.05
<b>Subtotal de insumos</b>				3.74
<b>3. Análisis del suelo</b>	unidad	0.001	29.22	0.03
<b>SUMA DE COSTOS DIRECTOS (A)</b>				6.58
<b>COSTO INDIRECTO (B)</b>				
Administración 5% de costo directo (A)				0.33
Costos de capital 8% de costo directo (A)				0.53
<b>SUMA DE COSTOS INDIRECTOS (B)</b>				0.86
<b>TOTAL DE COSTOS (A+B)</b>				7.44
<b>BENEFICIO</b>				
Papa chaucha de primera (Comercial)	Kg	1.975	0.6	1.19
Papa chaucha de segunda (Semilla)	Kg	9.115	0.9	8.20
Papa chaucha de tercera	Kg	0.525	0.25	0.13
<b>TOTAL BENEFICIO</b>				9.52
<b>RELACIÓN: BENEFICIO/COSTO</b>				1.280



Tabla 59. Cálculo de la Relación (Beneficio/Costo) en el Tratamiento T1R1 (25 plantas).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<b>COSTO DIRECTO (A)</b>		T	R1	
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Tractorado	Tractor/hora	0.03	15	0.45
Limpieza del terreno	Jornal/hora	0.15	2.46	0.37
Surcado	Jornal/hora	0.15	2.46	0.37
Siembra	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Riego	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Aporque	Jornal/hora	0.10	2.46	0.25
Control fitosanitario	Jornal/hora	0.08	2.46	0.20
Control de malezas	Jornal/hora	0.08	2.46	0.20
Cosecha	Jornal/hora	0.20	2.46	0.49
Sub total de preparación del suelo				2.81
<b>2. Insumos</b>				
Semilla y abonos				
Semilla prebasica	unidades	25	0.04	1.00
Naturvigor	kg	2.25	0.77	1.73
Fosfato di amónico (18-46-00)	kg	0.23	0.62	0.14
Sulpomag (00-00-22-18)	kg	0.11	0.62	0.07
Abono (15-15-15)	kg	0.11	0.48	0.05
Zn Orgán	l	0.001	9.5	0.01
Biozymetf	l	0.001	11	0.01
Kalex	l	0.003	8.20	0.03
Fungicidas e insecticidas				
Vitavax 200F	l	0.001	20	0.02
Tiflo 42	l	0.001	19.6	0.01
Engeo	l	0.001	22	0.02
Curacrom	kg	0.001	22	0.03
Curalancha	kg	0.014	13.16	0.18
Otros ingredientes				
Arpón	l	0.020	7.22	0.14
Leonite	l	0.007	7.5	0.05
Subtotal de insumos				3.49
<b>3. Análisis del suelo</b>	unidad	0.001	29.2	0.03
<b>SUMA DE COSTOS DIRECTOS (A)</b>				6.34
<b>COSTO INDIRECTO (B)</b>				
Administración 5% de costos directos (A)				0.32
Costos de capital 8% de costos directo (A)				0.51
<b>SUMA DE COSTOS INDIRECTOS (B)</b>				0.82
<b>TOTAL DE COSTOS (A+B)</b>				7.16
<b>BENEFICIO</b>				
Papa chaucha de primera (Comercial)	Kg	1.075	0.6	0.65
Papa chaucha de segunda (Semilla)	Kg	7.242	0.9	6.52
Papa chaucha de tercera	Kg	0.7	0.25	0.18
<b>TOTAL BENEFICIO</b>				7.34
<b>RELACIÓN: BENEFICIO/COSTO</b>				1.024

Anexo 14. Fotografías de la parte experimental del cultivo de papa chaucha roja.



Terreno cedido por la Facultad



Terreno tractorado



Preparación del suelo



Limpieza de canal de riego de agua



Desinfección del terreno



Identificación de los tratamientos



Siembra y primer abonado



Plantas emergidas



Segundo abonado



Tercer abonado y formación de los surcos



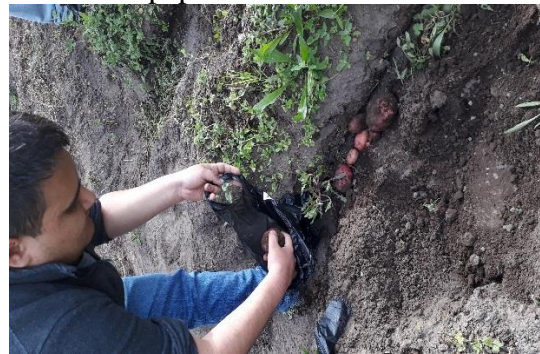
Fumigación para el gusano blanco



Plantas de papa con flores



Corte de la planta antes de la cosecha



Cosecha de papas



Clasificación de los tubérculos



Pesado de los tubérculos cosechados

Anexo 15. Fotografías del análisis de clorofila en hojas de papa chaucha roja.



Reactivo y materiales necesarios para la determinación de clorofila



Muestras de hojas de papa



Balanza analítica para pesos de hojas



Mortero y materiales para la extracción de clorofila



Extracto de clorofila en acetona extraído con estrujamiento de las hojas.



Tubo de Eppendorf con extracto de clorofila para ser centrifugado.



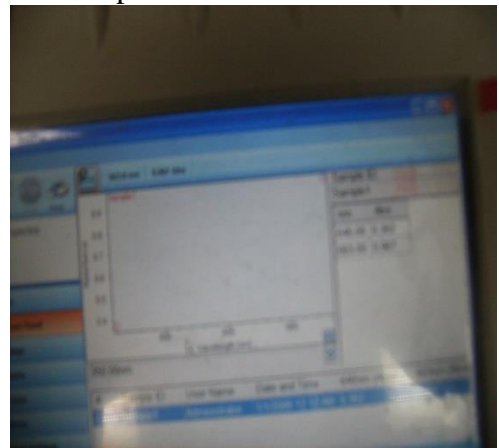
Centrifuga para los extractos de clorofila.



Extracto de clorofila en un balón de 5 ml listo para medir absorbancia



Espectrofotómetro para análisis de absorbancia.



Valores de absorbancia dadas en el equipo

## CAPÍTULO VII

### PROPUESTA

#### 7.1. DATOS INFORMATIVOS

**TÍTULO:** CULTIVO DE PAPA PREBÁSICA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO, EN CAMPO CON LA APLICACIÓN DE 350 kg DE SIEMBRA PLUS, 175 Kg DE ENGROSE PLUS y 175 Kg DE FERTI ESPECIAL PLUS.

#### **Institución ejecutora**

Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencias Agropecuarias.

#### **Beneficiarios**

Comunidad en general.

#### **Ubicación**

La ubicación será en el campus Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado a una altura de 2 865 msnm, coordenadas geográficas 01° 22' 02'' de Latitud Sur 78° 36' 20' de Longitud Oeste, en el cantón Cevallos. Los terrenos son en gran parte planos y en determinadas áreas poseen, contiene arena 55%, limo 36% y arcilla 9%, siendo la textura franco arenoso. Su temperatura va de 7.6 °C a 18.7 °C, con una humedad relativa de 75% y precipitación de anual de 549.5 mm.

#### 7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El mejor resultado del estudio del cultivo de papa prebásica (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha roja en campo, proveniente del sistema de producción aeropónico, fue el Tratamiento T4, con la aplicación de los siguientes abonos: 350 kg de Siembra Plus a la siembra, 175 Kg de Engrose Plus a los 45 días de la siembra y 175 Kg de Ferti Especial Plus a los 70 días de la siembra.

### **7.3. JUSTIFICACIÓN**

Cuando se quiere cultivar papas, es muy importante tomar en cuenta la tierra, el clima, la disponibilidad de agua de riego, la calidad de la semilla, los abonos, el control de plagas y enfermedades en el cultivo. Con respecto a los nutrientes que necesita los cultivos, es muy importante elaborar un plan de abonos y fertilizantes que proporcionen los nutrientes necesarios que necesita la planta papa en su crecimiento y desarrollo del tubérculo. Sin embargo, en el cultivo de papa chaucha roja prospera mejor cuando se aplica abono orgánico al inicio del cultivo, porque ofrece un buen equilibrio de nutrientes y mantiene la estructura del suelo y luego la aplicación de un plan de fertilizantes, que lleve a potenciar su rendimiento de cultivo de esta variedad de papa.

### **7.4. OBJETIVO**

Entregar semilla de papa prebásica (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha roja en campo, proveniente del sistema de producción aeropónico utilizando abonos: 350 kg de Siembra Plus a la siembra, 175 Kg de Engrose Plus a los 45 días de la siembra y 175 Kg de Ferti Especial Plus a los 70 días de la siembra.

### **7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

En el país se producen 421 000 toneladas de papas al año, esta gran producción se debe a que cada ecuatoriano consume 24 kilos de papas por año. La sierra por su clima, su suelo y sus lluvias, se considera como condiciones adecuadas para el cultivo de una diversidad de tubérculos. Aunque, la papa más común es la papa chola, la papa chaucha, también es muy común, se la emplea en diversas entradas o como acompañante de diferentes platos tradicionales del país. Todas las papas que se producen son de diferentes formas, tamaños y colores, sin embargo, se asemejan en la cantidad de proteínas, fibra y minerales que poseen.

## **7.6. FUNDAMENTACIÓN**

La papa es un alimento andino que los ecuatorianos emplean en su consumo diario en platos tradicionales, como: el locro de papas, en la preparación de sopas, en diversos tipos de platos preparados con carnes, y en arroces, también se emplean en papas fritas, entre otros preparados de la cocina diaria, sobre todo se emplea en salones de comidas y en la industria. Es un alimento muy sabroso, que aporta diferentes nutrientes para nuestro cuerpo. La papa chaucha roja es un tubérculo que se consume pelado en sopas o con cascara acompañando a un sin número de preparados como la fritada, choclo mote, en diversos tipos de carnes o solas con salsas de maní. La papa chaucha es un alimento que cada vez se está empleando en nuestra mesa, por lo que su producción puede ser una gran alternativa de cultivo para nuestros agricultores.

## **7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **7.7.1. Preparación del suelo y preparación de surcos**

La preparación del suelo se debe realizar mecánicamente utilizando un tractor, luego se realizará la limpieza del terreno retirando todos los residuos de las plantas, sea manualmente o utilizando azadones. Al final se da al terreno la formación de los surcos, separando 0.90 m cada surco, formando de tal manera que el agua de riego pueda circular por la mitad de los surcos.

### **7.7.2. Descontaminación del suelo de los surcos**

En la descontaminación del terreno de los surcos se emplea el fungicida Tiflo 42 en proporción de 50 ml/20 l de bomba de aspersión e insecticida Engeo en relación de 200 cm<sup>3</sup>/ha. Estos dos descontaminantes se emplean en dosis recomendadas por el fabricante y diluyéndose en agua para ser utilizados con una bomba de aspersión de 20 litros en los surcos.



### **7.7.3. Desinfección de tubérculos semilla**

En la desinfección de semilla de papa se utilizará Vitavax 200F en dosis de 200 cc/200 litros de agua, para lo cual se debe hacer una aspersión del fungicida preparado sobre los tubérculos semilla, antes de la siembra.

### **7.7.4. Abonadura orgánica al terreno**

Se debe incorporar Naturvigor G en todos los surcos de los terrenos antes de la siembra, la dosis es de 2 t/ha. El abono Naturvigor G es un mejorador constituido por estiércol de ganadería y ácidos húmicos provenientes de Leonardita.

### **7.7.5. Siembra**

La siembra se realizará un agujero de 5 cm a 10 cm de profundidad cerca del surco, en él se depositará la semilla de papa prebásica, para luego taparle con tierra. Se siembra manualmente las semillas colocando a una distancia de 0.5m de cada semilla.

### **7.7.6. Riego**

La aplicación de los riegos está relacionada con la textura del suelo, generalmente se debe aplicar cada semana, según la necesidad del cultivo de acuerdo con el clima.

### **7.7.7. Aplicación de abonos**

Los abonos que se deben aplicar por hectárea de cultivo de papas son los siguientes: 350 kg de Siembra Plus a la siembra, 175 Kg de Engrose Plus a los 45 días de la siembra y 175 Kg de Ferti Especial Plus a los 70 días de la siembra. Adicionalmente se agrega nutrientes foliares a los 74 días de cultivo se agregó Zn Orgán en proporción de 250 cc/100 litros de agua y Biozymetf en relación de 500 ml/ha. A los 105 días Enziprom 1 l/ha y Kalex 2 l/ha.

### **7.7.8. Deshierba**

Retirar las malezas que han brotado junto con las plantas de papa utilizando manualmente o un azadón. La primera deshierba se realiza a los 30 días de la siembra, con el objetivo de mantener el suelo libre de malezas y que crezcan solo las plantas de papa.

### **7.7.9. Aporque**

El aporque se realizará a los 70 días de la siembra, que consiste en acumular la tierra a una altura de 30 cm de la base del tallo de la planta, a lo largo de las hileras de las plantas cultivadas.

### **7.7.10. Controles fitosanitarios**

Los controles fitosanitarios se realizarán de acuerdo con las plagas y enfermedades que se presenten en el cultivo.

### **7.7.11. Cosecha**

La cosecha se realizará manualmente cuando las plantas presentan al menos un 75% de signos de senescencia. Diez días antes de la cosecha se debe cortar el follaje de las plantas de papa para que la piel de los tubérculos se vuelva más fuerte y se acelere su madurez.

## **7.8. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará después de 1 año, con el fin de conocer si la presente propuesta ha tenido aceptación en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación. En la evaluación se utilizará encuestas directamente a los agricultores que participaran en la propuesta con el fin de conocer si han aplicado la forma de cultivo de la papa chaucha roja en sus campos.