

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, AGRONÓMICAS,
RENDIMIENTO Y CONTENIDO NUTRICIONAL DE CLONES DE
PAPA (*Solanum tuberosum* L.) DE PULPA AMARILLA EN
SALCEDO PUNO, PERÚ.**

TESIS

PRESENTADA POR:

VIDAL COLLANQUI SUCASACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, AGRONÓMICAS, RENDIMIENTO Y
CONTENIDO NUTRICIONAL DE CLONES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) DE
PULPA AMARILLA EN SALCEDO PUNO, PERÚ.

TESIS PRESENTADA POR:
VIDAL COLLANQUI SUCASACA

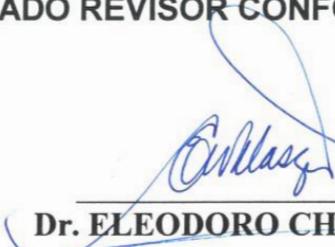
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:


Dr. ELEODORO CHAHUARES VELÁSQUEZ

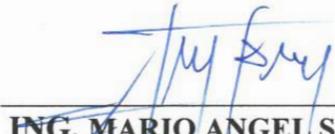
PRIMER MIEMBRO

:

Dr. ÁNGEL MAURICIO MUJICA SÁNCHEZ

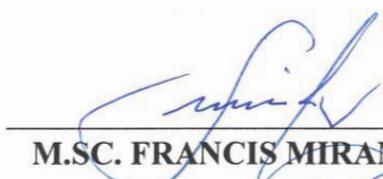
SEGUNDO MIEMBRO

:


ING. MARIO ANGEL SOLANO LARICO

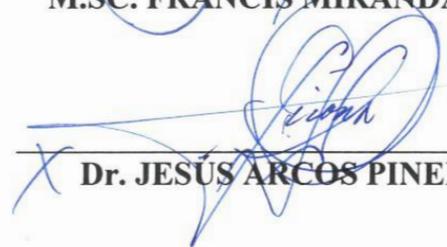
DIRECTOR

:


M.SC. FRANCIS MIRANDA CHOQUE

ASESOR

:


Dr. JESÚS ARCOS PINEDA

ÁREA : Ciencias Agrícolas

TEMA : Manejo Agronómico de Cultivos.

FECHA DE SUSTENTACIÓN 11 DE DICIEMBRE DEL 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis seres queridos y a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a terminar mis estudios profesionales.

- **A MIS ADORADOS PADRES:** Juan S. Collanqui Sucasaca y Raymunda Sucasaca Roque, con mucho cariño y eterno agradecimiento por el gran ejemplo a seguir de luchar en la vida y seguir adelante, por su gran dedicación y apoyo durante toda mi vida; por darme el mejor regalo que pudiera recibir, una formación profesional y por haberme dado la vida.
- **A MIS HERMANOS:** Elmer, Reyna Vilma, Luz Marina, Dina Hayde; con mucho afecto y gratitud, por el constante apoyo moral, fe y esperanza que me han brindado.
- **A ELVA SONIA,** por su amor, cariño, motivarme a superarme cada día, apoyarme siempre en las buenas y en las malas y por todos los momentos felices que me ha brindado.
- **A LESLY ANALI,** por ser un motivo de superación para salir adelante en mis estudios profesionales.
- **A MI ABUELO, TIOS, PRIMOS Y COMPADRES...**

¡QUE EL SEÑOR LOS BENDIGA!

Vidal collanqui

AGRADECIMIENTOS

- **A DIOS.** Por hacer posible mi existencia, por darme salud y vida cada día y por estar presente en todo momento de mi vida.
- **A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno** por la formación integral a lo largo de toda mi formación profesional, y a mis queridos docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por todos sus conocimientos impartidos y por cada experiencia compartida.
- **A MI ASESOR.** Dr. Jesús Arcos Pineda por la idea, asesoramiento externo, amistad y tiempo que me brindó para realizar esta investigación de manera incondicional y permitir desarrollarme como persona y profesional.
- **A MI DIRECTOR.** Ing. Francis Miranda Choque por su dirección, y ayudarme en la elaboración del trabajo. Así mismo por las sugerencias y aportaciones que influyeron en la culminación del mismo.
- **A MIS AMIGOS.** Felipe, Jhoel, Blander, Weliam, Tatiana, Noemí, por haberme apoyado de una u otra manera durante mi formación profesional.
- A la Estación Experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria Illpa (INIA) – Salcedo, en la cual tuve la oportunidad de desarrollar este trabajo.

ÍNDICE	PAG
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. Objetivo general.....	16
1.1.2. Objetivos específicos	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
2.1. GENERALIDADES.....	17
2.2. ANTECEDENTES	18
2.3. MARCO TEÓRICO	20
2.3.1. Origen del cultivo de papa.....	20
2.3.2. La papa en la región Puno.....	20
2.3.3. La papa en el Perú.....	21
2.3.4. La papa a nivel mundial.....	22
2.3.5. Diversidad de especies de papas cultivadas.....	23
2.3.6. Posición taxonómica.....	24
2.3.7. Morfología y descripción botánica de la papa	24
2.3.8. Fase fenológico del cultivo de papa.....	27
2.3.9. Requerimiento edafoclimatico del cultivo de papa.....	28
2.3.10. Manejo agronómico del cultivo de papa	29
2.3.11. Labores culturales.	31
2.3.12. Cosecha.....	33
2.3.13. Manejo de post cosecha	34
2.3.14. Descriptores para caracterización de papas	35
2.3.15. Propiedades nutricionales	35
2.3.16. Carotenoides	36
2.3.17. Hierro	37
2.3.18. Zinc	39
2.4. MARCO CONCEPTUAL	40
2.4.1. Rendimiento.....	40
2.4.2. Clon.....	41

2.4.3.	Variedad.....	41
2.4.4.	Variedades nativas	42
2.4.5.	Variedades mejoradas	42
2.4.6.	Tubérculos comerciales y no comerciales	42
2.4.7.	Productos comerciales y no comerciales.	43
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1.	UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	44
3.1.1.	Ubicación política.....	44
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	44
3.2.	ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL	44
3.3.	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL	44
3.4.	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	46
3.5.	PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO	48
3.6.	TRATAMIENTOS	48
3.7.	MATERIALES DE CAMPO	49
3.8.	POBLACIÓN Y MUESTRA EN ESTUDIO	50
3.9.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	50
3.10.	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	51
3.11.	METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	51
3.11.1.	Preparación del terreno	51
3.11.2.	Surcado y marcado del área experimental	52
3.11.3.	Selección de tubérculos semilla	52
3.11.4.	Plantío	52
3.11.5.	Abonamiento y fertilización	52
3.11.6.	Aporque.....	53
3.11.7.	Cosecha	53
3.12.	OBSERVACIONES	54
3.12.1.	Presencia de plagas y enfermedades	54
3.12.2.	Presencia de malezas.....	55
3.13.	MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA.....	55
3.13.1.	Caracterización morfológica de la planta y tubérculo de la papa	55
3.13.2.	Porcentaje de emergencia.....	55

3.13.3.	Altura de planta.....	56
3.13.4.	Número y rendimiento de tubérculos por planta.....	56
3.13.5.	Rendimiento de tubérculos por tratamiento	56
3.13.6.	Determinación de estado nutricional química de los tubérculos.....	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CLONES DE PAPA.....	57
4.2.	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CLONES DE PAPA.....	64
4.2.1.	Porcentaje de emergencia de clones de papa	64
4.2.2.	Altura de planta de clones y variedades de papa	66
4.2.3.	Porcentaje de tubérculos por planta de clones de papa.....	69
4.3.	RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE CLONES DE PAPA.....	76
4.3.1.	Rendimiento de tubérculos por planta	76
4.3.2.	Rendimiento de tubérculos por tratamiento.....	82
4.4.	CONTENIDO DE MATERIA SECA, CAROTENOIDES TOTALES Y MINERALES (HIERRO Y ZINC) DE CLONES DE PAPA DE PULPA AMARILLA .	89
4.4.1.	Contenido de materia seca	89
4.4.2.	Contenido de carotenoides totales	90
4.4.3.	Contenido de Hierro	92
4.4.4.	Contenido de zinc	94
V.	CONCLUSIONES	96
VI.	RECOMENDACIONES	97
VII.	REFERENCIAS	98
	ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG

Figura 1. Partes de una hoja de papa.	26
Figura 2. Precipitación pluvial (mm) correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019.....	47
Figura 3. Temperatura (°C) correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019	48
Figura 4. Porcentaje de emergencia de plántulas de clones de papa	65
Figura 5. Altura de planta en clones de papa.....	67
Figura 6. Altura de planta de los 56 días a 75 – 90 % de floración de clones de papa	68
Figura 7. Porcentaje de tubérculos de categoría comercial de clones de papa	70
Figura 8. Porcentaje de tubérculos no comerciales de clones de papa.	72
Figura 9. Porcentaje de tubérculos categoría descarte de clones de papa	73
Figura 10. Número de tubérculos por planta de clones de papa.....	75
Figura 11. Rendimiento de tubérculos categoría comercial por planta de clones de papa..	77
Figura 12. Rendimiento de tubérculos en la categoría no comercial por planta de clones de papa.....	78
Figura 13. Rendimiento de tubérculos categoría descarte por planta de clones de papa	80
Figura 14. Rendimiento de tubérculos por planta de clones de papa	81
Figura 15. Rendimiento de tubérculos en la categoría comercial por tratamientos de clones de papa	83
Figura 16. Rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial por tratamientos de clones de papa.....	85
Figura 17. Rendimiento de tubérculos de la categoría descarte por tratamientos de clones de papa.....	86
Figura 18. Rendimiento de tubérculos en kg/ha de clones de papa.....	88
Figura 19. Orden de mérito del porcentaje de materia seca de clones de papa	90
Figura 20. Orden de merito de contenido de Carotenoides totales de clones de papa	91
Figura 21. Contenido de hierro en base seca (BS) y base fresca (BF) en clones de papa...	93
Figura 22. Contenido de Zinc en base seca (BS) y base fresca (BF) en clones de papa	94
Figura 23. Croquis de distribución de tratamientos y bloques.	104

ÍNDICE DE TABLAS
PAG

Tabla 1. Superficie Cosechada, Producción, Rendimiento, 2017.....	21
Tabla 2. Producción regional campaña agrícola 2010 – 2018.....	21
Tabla 3. Producción Nacional de Papa 2017	22
Tabla 4. Producción de papa en América latina	23
Tabla 5. Especies de papa según el tratamiento taxonómico tradicional y moderno.	24
Tabla 6. Clasificación de tubérculos de papa por su peso	34
Tabla 7. Alimentos con fuentes de hierro no hémico en 100g	38
Tabla 8. Antecedentes del campo experimental	44
Tabla 9. Análisis Físico–químico del suelo experimental campaña agrícola 2018-2019....	45
Tabla 10. Análisis químico de estiércol de ovino.....	45
Tabla 11. Precipitación pluvial (mm) de octubre 2018 a mayo 2019.....	46
Tabla 12. Temperatura °C correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019.....	47
Tabla 13. Identificación de los clones y variedades de papa	48
Tabla 14. Tratamientos en estudio.....	49
Tabla 15. Análisis de varianza (ANVA) para Diseño de Bloques Completos al Azar.....	51
Tabla 16. Clasificación de tubérculos.....	54
Tabla 17. Plagas y enfermedades observadas.....	54
Tabla 18. Especies de malezas encontradas en el experimento	55
Tabla 19. Características de hábito de crecimiento de la planta de clones de papa.....	57
Tabla 20. Características del tallo de los clones de papa.....	57
Tabla 21. Características de la hoja de los clones de papa	58
Tabla 22. Características morfológicas de la flor de clones de papa.....	59
Tabla 23. Caracterización de color de Cáliz y Pedicelo de clones de papa.....	60
Tabla 24. Características de la baya de clones de papa	60
Tabla 25. Características del tubérculo de clones de papa	61
Tabla 26. Características de la piel del tubérculo de clones de papa.....	62
Tabla 27. Características de la pulpa del tubérculo de clones de papa.....	62
Tabla 28. Características del brote de clones de papa	63
Tabla 29. Análisis de varianza (ANVA) para emergencia de clones de papa	64
Tabla 30. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para emergencia de clones de papa	64
Tabla 31. Análisis de varianza (ANVA) para altura de planta de clones de papa.....	66
Tabla 32. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de planta de clones de papa	66

Tabla 33. Análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de tubérculos categoría comercial de clones de papa	69
Tabla 34. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para porcentaje de tubérculos categoría comercial de clones de papa	69
Tabla 35. Análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de tubérculos categoría no comercial de clones de papa	71
Tabla 36. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para porcentaje de tubérculos categoría no comercial de clones de papa	71
Tabla 37. ANVA para porcentaje de tubérculos categoría descarte de clones de papa.....	73
Tabla 38. Análisis de varianza (ANVA) para tubérculos por planta de clones de papa.....	74
Tabla 39. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para tubérculos por planta de clones de papa.....	74
Tabla 40. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría comercial por planta de clones de papa	76
Tabla 41. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos categoría comercial de clones de papa	76
Tabla 42. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría no comercial por planta de clones de papa	77
Tabla 43. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría descarte por planta de clones de papa	79
Tabla 44. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos categoría descarte de clones de papa	79
Tabla 45. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento total de tubérculos por planta de clones de papa	80
Tabla 46. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento total de tubérculos por planta de clones de papa	81
Tabla 47. Análisis de varianza (ANVA) para rendimientos de tubérculos categoría comercial por tratamientos de clones de papa	82
Tabla 48. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimientos de tubérculos de la categoría comercial por tratamientos de clones de papa	83
Tabla 49. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría no comercial por tratamientos de clones de papa	84
Tabla 50. Rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial por tratamientos de clones de papa	84
Tabla 51. Análisis de varianza (ANVA) para po de rendimiento de categoría descarte por tratamientos de clones de papa	85

Tabla 52. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos de categoría descarte por tratamientos de clones de papa	86
Tabla 53. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento total de clones de papa	87
Tabla 54. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimientos total de tubérculos por tratamientos de clones de papa	88
Tabla 55. Contenido de porcentaje de materia seca en los tubérculos de clones de papa ...	89
Tabla 56. Contenido de carotenoides totales en clones de papa.....	90
Tabla 57. Contenido de hierro en clones de papa.....	92
Tabla 58. Contenido de zinc en clones de papa.....	94
Tabla 59. Porcentaje de emergencia por unidad experimental de clones de papa.....	105
Tabla 60. Porcentaje de emergencia por tratamiento de clones de papa.	105
Tabla 61. Promedios de las evaluaciones de altura de planta de clones de papa (cm).	106
Tabla 62. Número de tubérculos por planta de clones de papa.	107
Tabla 63. Rendimiento de tubérculos por planta de clones de papa (g).	107
Tabla 64. Rendimiento promedio de tubérculos por tratamientos de clones de papa.	109
Tabla 65. Rendimiento promedio de tubérculos por tratamientos de clones de papa.	109

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANVA	: Análisis de varianza
BF	: Base fresca
BS	: Base seca
CIP	: Centro Internacional de la Papa
cl.	: Clon
cm	: centímetro
cm ²	: centímetro cuadrado
C.M.	: Cuadrados Medios
°C	: Grados Celsius
E.E.A	: Estación Experimental Agraria
Fc	: F calculada
Ft	: F tabular
F.V.	: Fuentes de variabilidad
g	: gramos
G.L.	: Grados de Libertad
ha	: hectárea
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
K	: Potasio
M.O.	: Materia orgánica
N	: Nitrógeno
NS	: No significativo
P	: Fosforo
pH	: Potencial de hidrogeniones
S.C.	: Suma de Cuadrados
t	: Tonelada
v.	: Variedad

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Salcedo del Instituto Nacional de Innovación Agraria Illpa, del distrito, provincia y región Puno; durante la campaña agrícola 2018 - 2019. Los objetivos específicos fueron: a) Realizar la caracterización morfológica de planta y tubérculo; b) Evaluar las características agronómicas de emergencia, altura y tubérculos por planta; c) Evaluar el rendimiento agronómico y d) Determinar el contenido de materia seca, carotenoides y minerales de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa amarilla. El diseño experimental utilizado fue Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 7 tratamientos (5 clones 508110.02B, 508110.11B, 509130.20, 509140.15, 509140.20B más 2 variedades Andina e Imilla negra) y con 4 repeticiones haciendo un total de 28 unidades experimentales. Llegándose a las siguientes conclusiones: a) En la descripción morfológica, Clon 508110.02B, tiene el hábito de crecimiento decumbente, flor blanca, tubérculo redondo, piel roja-morada, pulpa amarilla. Clon 508110.11B, tiene el hábito de crecimiento decumbente, flor morada, tubérculo oblongo, piel roja, pulpa amarilla intensa. Clon 509130.20, tiene el hábito de crecimiento semi erecto, flor morada, tubérculo oblongo, piel marrón, pulpa amarilla. Clon 509140.15, tiene el hábito de crecimiento decumbente, flor blanca, tubérculo comprimido, piel roja-morada, pulpa amarilla clara y el clon 509140.20B, tiene el hábito de crecimiento semi erecto, flor blanca, tubérculo ovalado, piel roja-morado, pulpa amarilla clara; b) En características agronómicas, el clon 508110.02B tuvo mayor emergencia de plántulas con 98.75 % siendo similar a las variedades Imilla negra y Andina; en altura de planta, de entre los clones sobresalen 508110.02B y 509130.20 con 64.50 y 60.38 cm respectivamente; los clones 508110.02B y 509130.20 tuvieron promedios de 34.65 y 26.52 tubérculos/planta respectivamente; c) En rendimiento agronómico, los clones 508110.02B, 509130.20 y 509140.15 presentan rendimientos promedios de 616.98, 587.96 y 501.89 g/planta respectivamente; en rendimiento total, el clon 508110.02B presento 19383.33 kg/ha siendo superior a las variedades Andina e Imilla negra; d) En contenido nutricional, con altos contenidos de materia seca fue el clon 509140.15 con 28.04 %; en carotenoides totales fue el clon 508110.11B con 154570.12 ug/100g BS y 1545.70 ug/100g BF, en Hierro fue el 508110.11B con 21.02 mg/kg BS, el 509140.15 con 5.68 ug/kg BF y en Zinc fue el clon 509140.20B con 10.33 mg/kg BS y 2.92 mg/kg BF.

Palabras clave: Carotenoides, minerales, morfología, rendimiento, papa.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Salcedo Experimental Station of the National Institute of Agrarian Innovation Illpa, of the district, province and region Puno; during the 2018 - 2019 agricultural campaign. The specific objectives were: a) To carry out the morphological characterization of the plant and tuber; b) evaluate the agronomic characteristics of emergency, height and tubers per plant; c) Evaluate the agronomic performance and d) Determine the dry matter, carotenoid and mineral content of potato clones (*Solanum tuberosum* L.) of yellow pulp. The experimental design used was Completely Random Blocks Design (DBCA) with 7 treatments (5 clones 508110.02B, 508110.11B, 509130.20, 509140.15, 509140.20B plus 2 Andina and Imilla blanca varieties) and with 4 repetitions making a total of 28 experimental units. Coming to the following conclusions: a) in the morphological description, Clone 508110.02B, has the habit of decumbent growth, white flower, round tuber, red-purple skin, yellow pulp. Clone 508110.11B, has the habit of decumbent growth, purple flower, oblong tuber, red skin, intense yellow pulp. Clone 509130.20, has the habit of semi-erect growth, purple flower, oblong tuber, brown skin, yellow pulp. Clone 509140.15, has the habit of decumbent growth, white flower, compressed tuber, red-purple skin, light yellow pulp and clone 509140.20B, has the habit of semi-erect growth, white flower, oval tuber, red-purple skin, pulp light yellow; b) In the agronomic characteristics, clone 508110.02B had a greater emergence of seedlings with 98.75%, being similar to the Andina and Imilla blanca varieties; in plant height, among the clones stand out 508110.02B and 509130.20 with 64.50 and 60.38 cm respectively; in tubers per plant, clones 508110.02B and 509130.20 had averages of 34.65 and 26.52 tubers/plant respectively; c) In agronomic performance, clones 508110.02B, 509130.20 and 509140.15 have average yields of 616.98, 587.96 and 501.89 g/plant respectively; In total yield, clone 508110.02B presented 19383.33 kg/ha, being superior to the Andina and Imilla Blanca varieties; d) In nutritional content, with high dry matter content was clone 509140.15 with 28.04%; in total carotenoids it was clone 508110.11B with 154570.12 ug / 100g BS and 1545.70 ug / 100g BF, in Hierro it was 508110.11B with 21.02 mg / kg BS, 509140.15 with 5.68 ug / kg BF and in Zinc it was clone 509140.20B with 10.33 mg / kg and 2.92 mg BS / kg BF.

Keywords: Carotenoids, minerals, morphology, yield, potato.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo se enfrenta a una mayor demanda de alimentos debido al crecimiento de la población y los cambios alimenticios, la situación es aún más grave en los productores agrarios que dependen de un cultivo su seguridad alimentaria y sus ingresos (Triveño *et al.*, 2019).

La papa es uno de los cultivos más importantes en el mundo; su biodiversidad se convierte en un regalo de increíble valor para la agroindustria, la gastronomía nacional y mundial, (Tirado, 2014), en primer lugar, a raíz de la importancia alimentaria existe mayor interés en las papas gourmet: papas con diferentes texturas y colores (pigmentos) de pulpa con mayor contenido de estados nutricionales, tales como el contenidos de Zinc (Zn) y Hierro (Fe) a fin de aumentar la ingesta de estos minerales en las dietas en zonas donde existe desnutrición (Fonseca *et al.*, 2014).

En las zonas rurales del Perú aún se mantienen altos los niveles de desnutrición infantil, particularmente de deficiencia de Hierro, de niños y mujeres en edad fértil que padecen de anemia. En estas zonas las estrategias convencionales para combatir la anemia no son sostenibles, además el acceso a alimentos de origen animal es bajo, por lo que la biofortificación de cultivos agrícolas básicos constituye una opción para disminuir la desnutrición, con el contenido de Hierro de la papa se espera contribuir a reducir los niveles de anemia de la población en estas zonas.

La papa es uno de los alimentos cotidianos del poblador peruano, pero siempre este cultivo está limitado por el número de variedades comerciales mejoradas presentes en el altiplano puneño. (Fonseca *et al.*, 2014), señalan que, existe mucha expectativa del cultivo de papa con pulpa pigmentada debido a su alto contenido de carotenoides y polifenoles, que son antioxidantes naturales, que tienen beneficios potenciales para la salud, por sus propiedades antibacterianas, antivirales, antiinflamatorias y anticancerígenas. El interés

del consumidor de papas con pulpas pigmentadas en los últimos años debido a los beneficios percibidos de contenido antioxidante superior y su aspecto atractivo y novedoso (Palomino *et al.*, 2014). Lo que presenta nuevos retos para los programas de mejoramiento genético y liberación de nuevas variedades con nuevas exigencias en cuanto a calidad, tiempo de vida en el anaquel y alto rendimiento comercial, y con resistencia a los factores bióticos y abióticos.

Por estas consideraciones, es necesario buscar alternativas tecnológicas, en base a nuevos clones de papa con tubérculos de pulpa amarilla, que integran mejores niveles nutricionales y contenido de minerales frente a los existentes, a fin de contribuir a la seguridad alimentaria de la población.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Realizar y valorar las características morfológicas, agronómicas, rendimiento y contenido nutricional de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa amarilla en condiciones agroecológicas de la zona de Salcedo – Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización morfológica de clones de papa de pulpa amarilla.
- Evaluar las características agronómicas de clones de papa de pulpa amarilla en la zona de Salcedo - Puno.
- Evaluar el rendimiento agronómico de los clones de papa de pulpa amarilla en la zona Salcedo – Puno.
- Determinar el contenido de materia seca, carotenoides y minerales de los clones de papa de pulpa amarilla.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

De Haan *et al.* (2006), afirman que la papa, es cultivada a escala mundial y es el cuarto cultivo después del maíz, el arroz y el trigo, se cultiva en más de 130 países siendo el cultivo agrícola más productivo, además de ocupar el primer lugar entre los tubérculos y las raíces a nivel mundial.

CIP (2017), señala que, una hectárea de papa puede producir cuatro veces más cantidad de alimento que los cultivos de granos. Las papas producen más alimento por unidad de agua que cualquier otro cultivo importante y son siete veces más eficientes en el uso de agua que los cereales.

Tapia y Fries (2007), indican que, la distribución de las diferentes especies de papa es muy amplia en los Andes y en general en el mundo entero. Actualmente se contabiliza que es un cultivo de importancia económica y social en por lo menos en 120 países, en este sentido es posiblemente el cultivo de mayor versatilidad climática y ecológica.

Muñoa *et al.* (2014), afirman que, en las familias asentadas en los Andes, la papa es un componente importante de su dieta, es la base de sus sistemas de cultivo y fuente de ingresos económicos, aportando de manera importante a su seguridad alimentaria. En las zonas andinas del Perú (3,800 – 4,100 msnm), el cultivo de la papa ocupa alrededor del 80 % de la superficie agrícola, destacándose por su rica biodiversidad en un marco de agricultura familiar a pequeña escala y una cultura tradicional. Esta diversidad se expresa en los sabores, colores y formas, así como también en las propiedades nutricionales e incluso por su aporte a la salud.

2.2. ANTECEDENTES

Livisi (2017), en su trabajo de investigación “Caracterización de dos clones y dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.), con tolerancia a heladas en condiciones agroecológicas de Illpa – Puno. Donde llego a las siguientes conclusiones: a) En caracterización morfológica: clon H6S163P1, planta erecta; tallos con muchas manchas, sección angular, hojas diseccionadas, foliolos laterales en pares; flores color lila a morado, floración y fructificación moderada; tubérculos de forma oblongo color violeta, profundidad de ojos medio; piel de color morado; pulpa amarillo; brotes color blanco verdoso. Clon H6S170P, planta erecta; tallos pigmentados con poco verde, sección angular; hojas diseccionadas, foliolos laterales en pares; flores color violeta, floración moderada y mucha inflorescencia; tubérculos forma oblongo alargado, y de ojos superficiales; brotes de color violeta b) Caracterización agronómica se registra en altura de planta para clones H6S163P1 67 cm, y H6S170P5 con 60 cm, en número de tubérculos por planta, en la categoría comercial el clon H6S163P1, Qompis, Andina y clon H6S170P5 con 2301.3, 2206.3, 2086.3 y 1912 tubérculos respectivamente; en número total de tubérculos presento Andina, clon H6S163P1, Qompis con 3846.3, 3318.7 y 3202.7 tubérculos respectivamente, c) En rendimiento total de tubérculos, el clon H6S163P1, con un promedio total de 219.33 kg/60m², Andina con 200.7 kg/60m², Qompis con 172.50 kg/60m² y el clon H6S170P5 con un promedio total de 159.10 kg/60m², en tolerancia a heladas, para el ciclo del cultivo, SENAMHI registró una temperatura máxima 18.2°C y temperatura mínima 3.4 °C; al no haberse presentado fuertes heladas, evaluó según tramos de altura de planta por niveles de marchitamiento con nivel 2 (menor a 66 % de daño).

Muñoa *et al.* (2009), al evaluar la concentraciones de carotenoides totales e individuales en 23 accesiones de *Solanum phureja* por medio de espectrofotometría y

HPLC, se detectaron luteína, zeaxantina, violaxanthin, anteraxantina y β -caroteno en todas las accesiones. Al realizar un análisis por conglomerados, se detectaron tres grupos, a saber: en el grupo 1 se presentó el mayor valor de concentraciones de carotenoides totales (1258-1840 $\mu\text{g}/100$ fresco), formado en gran parte por la presencia de zeaxantina (658-1290 $\mu\text{g}/100$ fresco) con muy baja presencia o ausencia de β -caroteno (por debajo de 5,4 $\mu\text{g}/100$ fresco). En el grupo 2 se presentaron moderadas concentraciones de carotenoides totales, siendo la violaxantina, anteraxantina, la luteína y la zeaxantina, los carotenoides importantes. El último grupo presentó concentraciones de carotenoides totales (97-262 $\mu\text{g}/100$ fresco) y muy baja o nula concentración de zeaxantina, luteína y violaxantina como los carotenoides predominantes y concentraciones relativamente altas de β -caroteno (hasta 27 $\mu\text{g}/100$ FW). Esto señala que en las 23 accesiones de *S. phureja*, una correlación significativa en concentración total de carotenoides con anteraxantina y de zeaxantina; y una correlación negativa concentración de β -caroteno con concentración total de carotenoides.

Tito (2017), evaluó el contenido de hierro, zinc y vitamina C de tubérculos en 20 clones de papa mejorada biofortificada. Los resultados obtenidos en el estudio presentan diferencias significativas entre clones para las variables de, contenido de Fe, Zn, vitamina C y rendimiento, ocupando los primeros lugares con el clon (CIP306416.68) con 31.67 mg/kg, clon (CIP306417.79) con 15.003 mg/kg, clon (Amarilla) con 49mg/100g y clon (CIP306018.66) con 28.378 t/ha respectivamente. Los valores de heredabilidad en sentido amplio (H₂) para Fe, Zn, vitamina C y rendimiento fueron 0.74, 0.49, 0.83 y 0.57 respectivamente donde estos coeficientes nos indican que podemos hacer una selección en cuanto se refiere al contenido de Fe, Zn, vitamina C y rendimiento.

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. Origen del cultivo de papa

Según Cahuana y Arcos (1993), ha quedado demostrado que la papa, es originaria de la región andina de América del Sur, entre el Perú (región de Puno y Cuzco), y en el norte de Bolivia; por la existencia de una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres, así como por el número de evidencias citológicas (series poliploides); históricas (crónicas, ritos); arqueológicas (cerámicas, restos de chuño, granos de polen); lingüísticas (voces quechuas y aimaras) y botánicas (mecanismos evolutivos de especies) señala que este centro no solo era de papa, sino también de muchos otros cultivos.

Pumisacho y Sherwood (2002), afirman que, el centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa.

Muñoa *et al.* (2014), afirman que, las evidencia sitúa los primeros indicios del cultivo de papa alrededor del Lago Titicaca, hace unos 8,000 los sitios arqueológicos sugieren que la papa fue domesticada por la mujer mientras el hombre se dedicaba a la caza y a la pesca Además, se encontraron en dicha zona restos de cerámicos y figuras pre-Incas con significados sobre la papa. También hoy en día son las mujeres quienes cumplen un rol muy importante en la selección de semilla.

2.3.2. La papa en la región Puno

Cahuana *et al.* (2012), señalan que en Puno, se siembran aproximadamente 35,000 a 40,000 has de papa y, uno de los factores limitantes de su producción, es la escasez de semilla de buena calidad. La Estación Experimental Illpa-Puno a través del Programa de Investigación en papa desde 1983 ha priorizado la investigación y producción de semilla

de alta calidad genética, sanitaria, fisiológica y física de las variedades nativas y mejoradas agro socioeconómicamente importantes en la región de Puno.

Los cultivos que registraron las mayores superficies cosechadas en la región Puno en el año 2017, representó el 96,0 % de la superficie con 10 cultivos.

Tabla 1. Superficie Cosechada, Producción, Rendimiento, 2017

Cultivo	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
1 Papa	59 711	742 924	12 442
2 Quinoa	35 269	39 610	1 123
3 Cebada grano	25 625	27 156	1 060
4 Haba grano seco	9 832	11 911	1 211
5 Avena grano	7 792	7 633	980
6 Cañihua	5 704	4 785	839
7 Maíz amiláceo	3 768	6 034	1 601
8 Oca	3 424	28 309	8 268
9 Olluco	3 042	19 782	6 503

Fuente: MINAGRI (2018)

Tabla 2. Producción regional campaña agrícola 2010 – 2018

PAPA	Campaña agrícola				
	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Sup. cosechada (ha.)	57,865.00	59,356.00	60,401.00	59,711.00	59,981.00
Rendimiento (t/ha)	11,702.77	12,243.90	11,588.66	12,441.99	13,310.33
Producción (t)	669,492.00	721,618.80	691,784.86	742,923.75	798,367.00

Fuente: DRA (2019)

2.3.3. La papa en el Perú

IDEXCAM (2018) reporta que, hoy en día existen alrededor de 5 000 variedades de papa y en el Perú se cultivan más de 3 000 variedades aproximadamente, que tienen una diversidad de colores, formas y tamaños. Un aproximado de 711 mil familias peruanas produce este tubérculo, por esta razón es que el Perú ocupa el primer lugar como productor en América Latina y el Caribe.

Ordinola y Vela (2011), señalan que en el Perú, se cultiva una gran cantidad de variedades entre ambos tipos (mejoradas y nativas) ya sea por su importancia económica como por la significancia que poseen en los mercados regionales.

MINAGRI (2018), reporta que durante el año 2017, la producción nacional de papa fue aproximadamente de 4 millones 700 mil toneladas, esta estuvo distribuida en 19 de departamentos, principalmente en la sierra del país donde se produjeron 4,73 millones de toneladas de papa en 318 139 mil hectáreas, distribuidas en 19 departamentos, principalmente de la sierra del país. Las zonas de mayor producción que comprendieron aproximadamente el 90 % de la producción total.

Tabla 3. Producción Nacional de Papa 2017

Región	Producción (t)	Producción por Regiones (%)
Puno	733,200.00	15.60
Huánuco	658,000.00	14.00
La libertad	441,800.00	9.40
Apurímac	404,200.00	8.60
Junín	361,900.00	7.70
Cusco	380,700.00	8.10
Arequipa	329,000.00	7.00
Cajamarca	286,700.00	6.10
Ayacucho	305,500.00	6.50
Huancavelica	282,000.00	6.00
Otras regiones	517,000.00	11.00
Total	4,700,000.00	100%

Fuente: MINAGRI (2018)

2.3.4. La papa a nivel mundial

La papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo, en términos de consumo humano, luego del arroz y del trigo CIP (2017), reporta que, más de mil millones de personas en todo el mundo comen papa regularmente y la producción total del cultivo supera los 374 millones de toneladas. En el Perú se cultivan más de 3 500 variedades aproximadamente, de las 5 000 variedades que existen en el mundo (IDEXCAM, 2018).

CIP (2017), indica que China, es el mayor productor mundial de papa, con un crecimiento de más de 88 millones de toneladas al año. La superficie mundial de papa cultivada por los agricultores supera los 19 millones de hectáreas, 156 países alrededor del mundo cultivan papas actualmente.

MINAGRI (2018), indica que actualmente Perú ocupa el 12.º lugar en el mundo en producción de papa, y el primer lugar en producción de papa en Latinoamérica.

Tabla 4. Producción de papa en América latina

Nº	País	Producción (Millones t)
1	Perú	4.69
2	Brasil	3.69
3	Colombia	1.99
4	Argentina	1.86
5	México	1.69
6	Chile	1.06
7	Bolivia	1.10
8	Guatemala	0.53
9	Venezuela	0.50
10	Ecuador	0.44
11	Uruguay	0.08

Fuente: MINAGRI (2018)

2.3.5. Diversidad de especies de papas cultivadas

Según la clasificación taxonómica tradicional adoptada por el CIP (Huamán, 1986) existen 8 especies de papa cultivada tabla 5, que son: *S. stenotomum* (2x), *S. goniocalix* (2x), *S. phureja* (2x), *S. ajanhuiri* (2x), *S. juzepczukii* (3x), *S. chaucha* (3x), *S. tuberosum* (4x) y *S. curtilobum* (5x). Sin embargo el último tratamiento taxonómico realizado por Spooner *et al.*, (2007) reclasifica a la papa cultivada en tan solo 4 especies: (i) *S. tuberosum*, con dos grupos de cultivares (grupo Andigena con variedades diploides, triploides y tetraploides de los altos Andes, y grupo Chilotanum con variedades tetraploides de las tierras bajas chilenas); (ii) *S. ajanhuiri* (diploide), (iii) *S. juzepczukii* (triploide) y (iv) *S. curtilobum* (pentaploide).

Tabla 5. Especies de papa según el tratamiento taxonómico tradicional y moderno.

Autor	Especies	Número de cromosomas	Nivel de ploidía
Huamán (1986)	<i>S. ajanhuiri</i> Juz. et Buk. <i>S. goniocalix</i> <i>S. phureja</i> Juz. et Buk. <i>S. stenotomum</i> Juz. et Buk.	2n = 2x = 24	Diploide
	<i>S. chaucha</i> Juz. et Buk. <i>S. juzepczsukii</i> Buk.	2n = 3x = 36	Triploide
	<i>S. tuberosum</i> L. spp. andigena spp. tuberosum	2n = 4x = 48	Tetraploide
	<i>S. curtilobum</i> Juz. et Buk.	2n = 5x = 60	Pentaploide
Spooner (2007)	<i>S. ajanhuiri</i> Juz. et Buk.	2n = 2x = 24	Diploide
	<i>S. juzepczsukii</i> Buk.	2n = 3x = 36	Triploide
	<i>S. tuberosum</i> L. Grupo Andigena	2n = 2x = 24	Diploide
		2n = 3x = 36	Triploide
		2n = 4x = 48	Tetraploide
Grupo Chilotanum	2n = 4x = 48	Tetraploide	
<i>S. curtilobum</i> Juz. et Buk.	2n = 5x = 60	Pentaploide	

2.3.6. Posición taxonómica

Solano (2006), menciona que según el sistema de clasificación Filogenético de Adolph Engler, la ubicación taxonómica de la papa dulce es de la siguiente forma.

Reino : Vegetal
 Sub Reino : Phanerogamae
 División : Angiospermae
 Clase : Dicotiledoneae
 Sub Clase : Metharchychlamydae
 Orden : Solanales
 Familia : Solanaceae
 Género : *Solanum*
 Especie : *Solanum tuberosum* L.

2.3.7. Morfología y descripción botánica de la papa

2.3.7.1. Planta

Ríos (2007), afirma que la planta, es dicotiledónea, con hábitos de crecimiento vegetativo, succulento, herbáceo y anual por su parte aérea y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo

principal, y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo.

2.3.7.2. Raíces

Está formado por raíces adventicias, Ríos (2007) indica que las raíces, se desarrollan principalmente en el verticilo en los nudos del tallo principal su crecimiento es primero vertical dentro de la capa de suelo arable, luego horizontal de 25 a 50 cm, la planta de papa posee un sistema radicular fibroso y muy ramificado.

2.3.7.3. Tallos

INIA (2002), indica que la planta de papa, consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales.

INIA (2002), afirma que en un corte transversal, los tallos de papa presentan formas entre circulares y angulares; en las márgenes angulares se forman alas o costillas. Las alas pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El tallo es generalmente de color verde y algunas veces puede ser de color marrón-rojizo o morado.

2.3.7.4. Hojas

Ríos (2007), señala que, las hojas son alternas; las primeras hojas tienen aspecto simple vienen después de las hojas compuestas imparipinadas con tres pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal entre las hojuelas laterales hay hojuelas en segundo orden.

INIA (2002), señala que, las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo llamado peciólulo, o

puede estar unido directamente, sin peciólulo, y en este caso se llama folíolo sésil. La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños.

INIA (2002), indica que, en la base de cada peciolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas seudostípulas. La forma y tamaño de ésta, así como el ángulo de inserción del peciolo en el tallo, son caracteres varietales distintivos muy útiles. Desde el punto de inserción del peciolo, pueden extenderse hacia abajo, las alas o costillas del tallo.

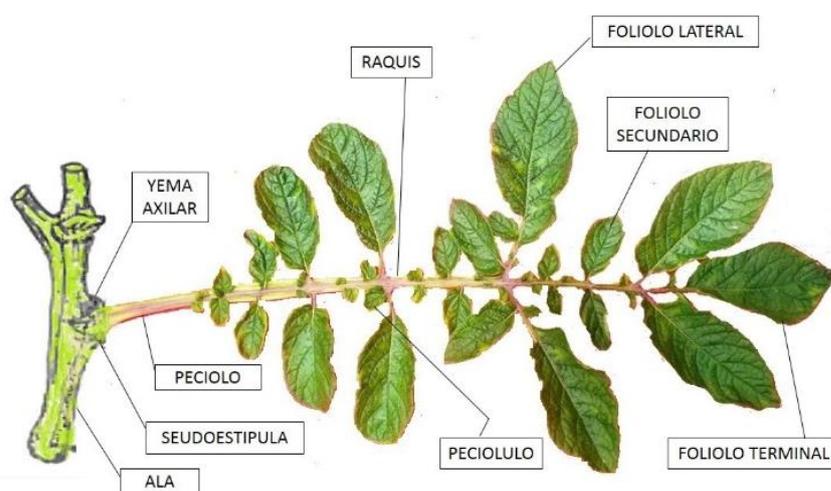


Figura 1. Partes de una hoja de papa.

2.3.7.5. Inflorescencia

Román y Hurtado (2002), afirman que la inflorescencia de la papa, es una cima terminal con muchas flores, pedúnculos bifurcados o trifurcados con los pedicelos articulados encima del centro o hacia la base del cáliz.

2.3.7.6. La flor

Ríos (2007), indica que las flores, son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado, la corola de color blanco a púrpura con cinco estambres, anteras de color amarillo a anaranjado que por supuesto producen polen.

2.3.7.7. El fruto

Pumisacho y Sherwood (2002), indican que, el fruto de la papa es una baya pequeña, carnosa de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas.

2.3.7.8. Tubérculos

Pumisacho y Sherwood (2002), indican que los tubérculos, son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. Los tallos son modificados y constituyen los órganos de reserva de almidón, carbohidratos, proteína para la reproducción de la planta, varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa (Tapia y Fries, 2007)

2.3.7.9. Brotes

Tapia y Fries (2007), indican que el número de ojos de un tubérculo depende de la variedad, calibre del tubérculo, distribuidos en espiral en toda la superficie, de estos ojos surgen los brotes que darán lugar a una nueva planta cuando las condiciones vuelven a ser favorables y de un tiempo se producirán muchos tubérculos.

2.3.8. Fase fenológico del cultivo de papa

Según, Yzarra y López (2011), mencionan una breve descripción de las fases fenológicas más importantes del cultivo de la papa.

2.3.8.1. Emergencia

Aparecen las primeras hojas sobre la superficie del suelo.

2.3.8.2. Brotes laterales

Los brotes que surgen desde el tallo principal son aéreos y subterráneos. Los primeros dan lugar a la formación del follaje de la planta y los segundos a rizomas, donde posteriormente engrosarán en la porción distal para la formación de tubérculos.

2.3.8.3. Botón floral

Aparecen los primeros botones florales. El pedúnculo floral y la inflorescencia crecen cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y da inicio a la floración. En algunas variedades coincide con el inicio de la tuberización (Hernandez y Leon, 1992).

2.3.8.4. Floración

La fase de plena floración, se inicia con la apertura de los primeros botones florales (las primeras flores) (Hernandez y Leon, 1992).

2.3.8.5. Maduración

Debe observarse el cambio de color de la hoja porque hay una relación directa con la maduración del tubérculo. Descubriendo la base de las plantas ver si la piel de la papa está bien adherida y no se desprende; por otro lado, la papa está madura cuando al ser presionada con los dedos no pierde su cáscara.

2.3.9. Requerimiento edafoclimático del cultivo de papa

La papa para producir mejor requiere:

2.3.9.1. Suelos

Cahuana *et al.* (2012), señalan que requiere suelos Francos, franco limoso y franco arcilloso, con estructura granular y alto contenido de materia orgánica, profundos y buen drenaje; pH de 5.5 a 8.0 (MINAGRI, 2011).

2.3.9.2. Clima

Cahuana y Arcos (1993), indican que la papa se adapta fácilmente a una gran diversidad de climas, desarrollándose mejor en zonas templadas y frías, se cultiva desde pocos metros sobre el nivel del mar hasta en alturas que sobrepasan los 4000 m. s. n. m., tal como ocurre con las papas oriundo del altiplano puneño.

2.3.9.3. Precipitación pluvial

Cahuana *et al.* (2012), señalan que el cultivo de papa requiere precipitaciones de 600 a 800 mm por campaña agrícola y bien distribuida.

2.3.9.4. Humedad

Cahuana *et al.* (2012), señalan que, requiere humedad relativa alta, mayores a 80% en el medio ambiente.

2.3.9.5. Temperatura

Cahuana *et al.* (2012), señalan para brotamiento requiere de 15 a 22°C y para tuberización 14 a 18 °C.

MINAGRI (2015) indica que, hay diferencias de requerimientos según la variedad; las temperaturas diurnas es de 20 a 25°C y las mínimas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20 °C.

2.3.9.6. Luminosidad

MINAGRI (2008), Indica que la luz, tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperiodos influyen en el rendimiento de la cosecha; para la tuberización normal requiere de 12 – 16 horas de luz por día (Cahuana *et al.*, 2012).

2.3.10. Manejo agronómico del cultivo de papa

La selección del terreno es particularmente importante para el éxito del cultivo de papa.

2.3.10.1. Preparación de terreno

Las labores de preparación de terreno deben realizarse cuando el suelo este húmeda para que haya un buen roturado del terreno con implementos del disco; si el suelo está seco lo que sucederá es que el implemento no penetrara lo suficiente y las raíces de la planta no crecerán y su rendimiento será reducido y por consiguiente la producción será

limitada; aplicar materia orgánica descompuesta con la finalidad de mejorar la textura del suelo y su fertilidad (Bouzo, 2008).

2.3.10.2. Época de preparación del terreno

Cahuana *et al.* (2012), señalan que, los terrenos en descanso o de rompe, deben prepararse durante los meses de marzo a abril, para favorecer la incorporación de residuos orgánicos existentes y los suelos que están bajo el sistema de rotación sucesiva de cultivos, deben prepararse inmediatamente después de la cosecha anterior y/o después de la aplicación del estiércol, durante los meses de agosto y setiembre.

2.3.10.3. Roturado

Cahuana *et al.* (2012), señalan que, la aradura debe realizarse oportunamente con tractor, yunta o chaquitajlla, a una profundidad de 20 a 30 cm, con la finalidad de; incorporar los residuos orgánicos y el estiércol aplicado al suelo; favorecer la descomposición de la materia orgánica y producción de sustancias tóxicas, que permitirán destruir larvas o pupas de insectos plaga, huevos, larvas y adultos de nematodos, esporas y zoosporas de enfermedades fúngicas; exponer los estados inmaduros de plagas y enfermedades, a la acción depredadora de las aves, resaca, por efecto de los rayos solares y congelado por efecto de heladas.

2.3.10.4. Rastrado

Cahuana *et al.* (2012), señalan que, el desmenuzamiento de los terrones, debe realizarse con rastra de discos o con herramientas manuales, durante los meses de setiembre y octubre, de preferencia después de una lluvia, para; completar la destrucción de las malezas en crecimiento y las semillas de germinación; destruir las pupas y adultos invernantes de plagas, huevos, larvas y adultos de nematodos, esporas, zoosporas de las enfermedades fúngicas; favorecer la emergencia rápida y uniforme de las plantas de papa,

buen crecimiento y desarrollo de las raíces tallos y tubérculos; favorecer la adecuada y optima formación y desarrollo de estolones y tubérculos.

2.3.10.5. Tubérculo – semilla

Cahuana *et al.* (2012), indican que los tubérculos semilla de papa, deben ser de tamaño uniforme y turgente, con brotes numerosos, cortos, verdeados y vigorosos, libre de plagas y enfermedades.

Cabrera (2009), indica que, el peso de la semilla puede variar entre 20 a 60g correspondiendo a una semilla de 2da, 3ra y 4ta clase, tubérculos de mayor peso, incrementan el costo de producción y el fraccionamiento no es tan recomendable.

2.3.10.6. Plantación

Cahuana *et al.* (2012), indican que, en el altiplano de la Región Puno, la época de siembra depende de las precipitaciones pluviales, la densidad de siembra, depende de la variedad de papa, condiciones del suelo y clima, recomendados de preferencia semillas de tamaño segunda (61 a 80 gramos) o tercera (41 a 60 gramos), para esquivar los daños y favorecer la pronta recuperación de la plantas dañadas por efecto de heladas, sequias o granizadas, distanciados a 25 o 30 cm entre ellos, el tapado a una capa de 6 a 10 cm de tierra, a fin de que los tubérculos – semilla queden ubicados entre 6 y 8 cm de profundidad.

2.3.11. Labores culturales.

Cahuana *et al.* (2012), indican que, se deben efectuarse en forma oportuna y adecuada, de acuerdo a las necesidades del cultivo y condiciones climáticas.

2.3.11.1. Abonamiento

Tito (2017), menciona que, el estiércol en sus diferentes formas de descomposición, es el medio principal para mejorar y conservar la fertilidad de los suelos. A través de él,

se incorpora al suelo los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando paralelamente sus características físicas y biológicas.

2.3.11.2. Fertilización

Egúsqüiza y Catalán (2011), señalan que, los fertilizantes son las fuentes sintéticas de nutrientes, los de mayor importancia por mayor requerimiento son el Nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) conocidos como NPK. El Nitrógeno es necesario para el buen desarrollo de la planta, el Fósforo es necesario para el buen desarrollo de raíces y el Potasio es necesario para una buena calidad de los tubérculos.

Cabrera (2009), señala que antes de aplicar el fertilizante, se recomienda realizar un análisis de suelos, para determinar la cantidad exacta del fertilizante a aplicar. Los fertilizantes se mezclan, y se aplican al momento de la siembra 50% de nitrógeno y 100% de fósforo y potasio, la otra mitad de nitrógeno se aplica al momento del primer aporque.

2.3.11.3. Primer aporque

Cahuana *et al.* (2012), mencionan que esta labor, se realiza cuando las plantas ha alcanzado 15 a 20 cm. de altura o a los 60 o 70 días después de la siembra, depositando una capa de 6 a 8 cm. de tierra, alrededor del cuello de las plantas de papa con la finalidad de:

- Favorecer mayor desarrollo de las raíces y adecuada formación de estolones y tubérculos.
- Dificultar el ingreso de larvas de gorgojo de los Andes, polilla, gusanos de tierra y epitrix.
- Sostener mejor las plantas y evitar el escape de los estolones.
- Eliminar las malezas y airear el suelo.
- Favorecer buen drenaje.

2.3.11.4. Segundo aporque

Cahuana *et al.* (2012), mencionan que, se debe realizar entre los 20 a 25 días después de primer aporque o cuando las plántulas tienen 45 a 50 cm de altura, para evitar el escape de los estolones y favorecer buena formación y desarrollo de los tubérculos.

2.3.11.5. Control de malezas

Egúsquiza y Catalán (2011), señalan que las malezas o malas hierbas, son otras plantas que compiten con las plantas de papa en el uso del espacio, agua y nutrientes; por otro lado, las malezas pueden ser hospederos de patógenos que causan daños al cultivo de papa. Siendo así, es recomendable mantener densidades muy bajas de malezas y si el campo de papa estuviera dedicado a la producción de semillas, debe estar libre de malezas.

2.3.11.6. Control de plagas y enfermedades

Según Egúsquiza y Catalán, (2011), indican que para aumentar los rendimientos en papa, es necesario implementar el Manejo Integrado de la producción y de las plagas y enfermedades (MIPE), pero adecuándolo a las condiciones de cada zona o provincia.

2.3.12. Cosecha

DRA (2011), indica que la cosecha:

- Se efectúa cuando el cultivo alcanza su madurez completa, caracterizado por presentar más del 80 % de plantas tumbadas y en proceso de secado.
- Consiste en remover el suelo, extraer y recolectar los tubérculos, cuando están maduros y ya no se pelan a la fricción de los dedos o roce entre los tubérculos por efecto del manipuleo.
- Debe ser oportuna y adecuada, cuando el suelo presente una humedad apropiada, para evitar daños mecánicos y cortes en los tubérculos, daños por heladas dentro del suelo, daño de plagas, especialmente de la polilla y gusanos cortadores.

2.3.13. Manejo de post cosecha

2.3.13.1. Selección

DRA (2011), señala que la selección, consiste en separar todos los tubérculos que presenten problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por cortes, daños por la acción de insectos, pudriciones y otros, de los tubérculos sanos y apropiados que se ajusten a las características típicas de la variedad de papas en procesamiento.

2.3.13.2. Clasificación

Cabrera (2009), indica la clasificación, consiste en separar las semillas por su peso y tamaño. Generalmente la clasificación se hace en base al tamaño, para su traslado al almacén donde se efectuará la reclasificación definitiva.

DRA (2011), señala que consiste en separar los tubérculos – semilla, papas destinadas al consumo humano y transformación, en diferentes categorías de acuerdo al tamaño o peso (diámetro) y por su longitud.

Tabla 6. Clasificación de tubérculos de papa por su peso

Categoría	Tamaño (peso) de tubérculo de papa	Destino
Gruesa	Tubérculos mayores de 101 g	Semilla fraccionada
Primera	Tubérculos entre 81 – 100 g	Semilla fraccionada
Segunda	Tubérculos entre 61 – 80 g	Semilla entera
Tercera	Tubérculos entre 41 – 60 g	Semilla entera
Cuarta	Tubérculos entre 21 – 40 g	Semilla entera

Fuente: Cahuana (2011)

2.3.13.3. Almacenado

Pumisacho y Sherwood (2002), indican que la temperatura, es un factor especialmente importante en el almacenamiento de papa para semilla, porque influye en la velocidad y tipo de brotamiento. Temperaturas de 15 a 20°C aceleran el brotamiento en tubérculos. Con temperaturas de 5 a 13°C, el brotamiento apical es prácticamente nulo. Las heladas y la exposición directa al sol producen ruptura de los tejidos y aceleran la deshidratación, favoreciendo la vejez fisiológica.

2.3.14. Descriptores para caracterización de papas

Hernandez (2013), señala que la caracterización morfológica de recursos fitogenéticos, es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar taxonómicamente a las plantas. Algunos caracteres pueden ser altamente heredables, fácilmente observables y expresables en la misma forma en cualquier ambiente. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación.

Huamán (2008), señala que la toma de datos de las características de los tallos, hojas y flores, se realiza cuando las plantas propagadas usando tubérculos están en plena floración. Los datos de los descriptores relacionados a tamaño deben registrarse en base al promedio de las mediciones hechas en varias plantas de cada entrada. Todos los datos sobre características de hojas son registrados en las hojas ubicadas en la porción media del tallo principal. Los datos que se registren siempre deben ser la expresión promedio de por lo menos dos hojas centrales.

2.3.15. Propiedades nutricionales

CIP (2017), señala que la pulpa de las papas, puede tener colores blanco, amarillo, rosado, rojo, púrpura e incluso azul. El amarillo se debe principalmente a la presencia de concentraciones de carotenoides, y las antocianinas son responsables de los colores rojo, púrpura y azul. Ambos son antioxidantes y se cree que cumplen un importante papel en la prevención del cáncer y enfermedades relacionadas con el envejecimiento.

2.3.15.1. Vitaminas

IDEXCAM (2018), señala que contiene vitaminas B y C que ayudan a prevenir el escorbuto y son necesarias para el metabolismo, el sistema nervioso central y la formación

de los glóbulos rojos. Además, debido a sus cualidades nutricionales, el consumo de papa puede contribuir a la reducción del estrés, a dormir mejor y a un mejor funcionamiento del cerebro.

2.3.15.2. Hidratos de carbono

CIP (2017), indica que los carbohidratos como los azúcares o el almidón aportan energía al cuerpo con poca grasa, en particular al sistema nervioso y al cerebro.

2.3.15.3. Fuente de minerales

IDEXCAM (2018), señala que la papa es rica en potasio, un mineral imprescindible para el correcto funcionamiento de los músculos. También aporta al organismo minerales como el hierro, el magnesio, el fósforo o el zinc.

Hualla (2017), menciona que, los clones avanzados con altos contenidos en micronutrientes (hierro y zinc) pueden ser difundidos y promovidos como variedades que ayudarán a mitigar los efectos de la desnutrición por deficiencia de hierro y zinc en las diversas zonas de nuestro país y del mundo.

2.3.16. Carotenoides

Acuña *et al.* (2010), afirman que los colores cremas, anaranjados y amarillos de los vegetales son indicativos de la presencia de carotenos. En general, mientras mayor sea la intensidad del color, mayor será el contenido de carotenos, es importante considerar que la “papa nativa”, es una buena fuente de carotenoides del tipo luteína, zeaxantina, violaxantina y neoxantina, las cuales abundan en las variedades de pulpa de color amarillo o naranja

Andre *et al.* (2007), por otro lado, han demostrado que las variedades diploides y triploides tienen mayor contenido de carotenoides que las tetraploides; siendo los factores ambientales determinantes en la variabilidad del contenido de antioxidantes.

Según estudios realizados usando papas crudas, las papas de pulpa amarilla contienen niveles significativos de luteína y zeaxantina, carotenoides que juegan un rol protector en la prevención de la degeneración de la macula ocular

Muñoz (2014), señala que, las papas con pulpas más amarillas tienen mayor contenido de estos compuestos que las papas de pulpas más blancas. Los carotenoides tienen una serie de propiedades, entre ellas están: Actividad Pro vitamina A, antioxidantes, activan el sistema inmune, protección de la piel ante luz ultravioleta, promueve comunicación intercelular, aumentan la agudeza mental, reducen los riesgos de cáncer, reducen riesgos de enfermedades cardiovasculares.

2.3.17. Hierro

El hierro es el metal más abundante en el universo, y el cuarto elemento en frecuencia en la corteza terrestre. Se lo encuentra naturalmente en el suelo, formando parte de diversos minerales, en el agua y en muchos alimentos, Dallman (1990), Igualmente es un elemento traza (micronutriente) que se encuentra en una considerable cantidad en el reino animal.

El Hierro es un oligoelemento mineral esencial para el cuerpo, necesario para prevenir la anemia nutricional y desempeña un papel importante en la respiración y la oxidación de los tejidos, Laguna y Claudio (2004). En los alimentos, el hierro se encuentra formando parte de dos grupos diferentes, uno de hierro hémico y otro de hierro no hémico.

El hierro de tipo hémico, es el que forma parte de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y muchas otras hemoproteínas, que se encuentran principalmente en los alimentos de origen animal, principalmente, de la hemoglobina y mioglobina (proviene de las carnes) y vísceras, es absorbido en una proporción mucho mayor y casi no es afectado por otros componentes de la dieta (Laguna y Claudio, 2004).

El hierro de tipo no hémico corresponde a aquel hierro que no se encuentra unido al grupo hemo; básicamente está formado por sales inorgánicas de este metal y el mismo se encuentra principalmente en los alimentos de origen vegetal (Goodman, 1996).

Tabla 7. Alimentos con fuentes de hierro no hémico en 100g

Alimentos	mg/100g
Cañihua	15.0
Maca	14.6
Habas	13.0
Kiwicha tostada	8.1
Arvejas	7.5
Quinoa	7.5
Lenteja	7.1
Pallares	6.7
Papa	5.5
Avena	4.5
Espinaca	4.0

Fuente: MINSA (2009)

El hierro es uno de los nutrientes más importantes en la nutrición y muchas enfermedades se relacionan con su deficiencia o exceso, Gaitán *et al.*, (2006). De las dos condiciones, la deficiencia de hierro es la alteración nutricional con más prevalencia en el mundo, especialmente en los países no desarrollados, afectando principalmente a la población materno infantil, es decir, niños y mujeres, especialmente menores de 5 años y mujeres embarazadas o en lactancia. De todos los períodos de la vida, la gestación y la infancia necesitan altos requerimientos de hierro para favorecer el crecimiento celular y el desarrollo.

A pesar de que la mayoría de personas sufren por déficit de hierro, también hay quienes padecen las consecuencias de tener elevadas concentraciones de este elemento en el cuerpo. A esta afección se le conoce como hemacromatosis que se considera un trastorno genético que se transmite de padres a hijos y es congénito. Las personas con este problema absorben demasiado hierro a través del tubo digestivo, el cual se acumula principalmente en el hígado, los síntomas pueden incluir dolor abdominal, fatiga, oscurecimiento de la piel, dolor articular y falta de energía (Bacon *et al.*, 2011).

Cuando la dieta es reducida en hierro, se presenta una enfermedad por déficit de hierro, la anemia, la cual consiste en la producción de células rojas pequeñas que tienen poco color cuando se observa al microscopio. Este déficit de hierro provoca diversos síntomas en el ser humano como palidez, mareos y, en el peor de los casos, en los niños la anemia provoca reducción en el crecimiento corporal y pobre desarrollo del cerebro. También afecta la capacidad de aprendizaje, disminuye el apetito y se puede notar una reducida capacidad para el trabajo o cualquier actividad física y la presencia de cansancio corporal, tanto en niños como en adultos (FAO, 2000).

Estudios señalan que el hierro, también juega un papel importante en la modulación inmune, en la síntesis de ADN, en la formación de colágeno, resistencia a las enfermedades y colabora en muchas reacciones químicas (FAO, 2000). También interviene en el crecimiento celular, desarrollo neurológico, mecanismos de desintoxicación y en la regulación genética, como reguladores de la activación genética a través de la sensibilidad al oxígeno (Fujita *et al.*, 2003).

La papa contribuye con 2.6 % y 3.2 % de los requerimientos dietéticos diarios de Fe y Zn, (Ortiz, 2010)

2.3.18. Zinc

Es un mineral que contribuye en la síntesis y degradación de hidratos de carbono, proteínas y grasas; ayuda a preservar la inmunidad y participa en la transmisión de los genes. Es indispensable para el funcionamiento normal de las células, estimula la función inmunizadora, reduce la inflamación y contribuye a mantener niveles hormonales adecuados, se encuentra en cantidades muy reducidas en algunos alimentos. El ser humano necesita sólo una muy pequeña cantidad (oligoelemento o elemento traza), pero su presencia es fundamental (MINSAs, 2009).

Cuando en la dieta hay ausencia de zinc, se encuentran afectados muchos órganos y sistemas. Las manifestaciones de su deficiencia son: baja estatura, retardo en la maduración sexual, anemia leve, trastornos inmunológicos, lesiones cutáneas y retardo en la cicatrización de heridas; pérdida del sentido del gusto, entre las más importantes. Los más afectados por la deficiencia de zinc son los grupos etáreos con mayor riesgo de padecer déficit de zinc son: Los niños, por su rápida velocidad de crecimiento, sobre todo en el momento en el que comienzan a consumir alimentos sólidos y su dieta básica es muy pobre en este mineral (MINSAs, 2009).

2.4. MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. Rendimiento

El rendimiento representa a la producción obtenida de acuerdo a una determinada superficie. Generalmente, para medirlo, se utiliza como medida referencia la tonelada por hectárea (t/ha). En tanto, el buen rendimiento dependerá de los factores ambientales, genéticos.

El rendimiento es la producción obtenida por unidad de superficie, los dos componentes básicos que van a estructurarlos son:

- La cantidad de individuos existentes en esa unidad de superficie (densidad de población).
- Producción particular de cada individuo.

De estos componentes se derivan otros que tienen formas particulares de expresión para cada cultivo. Está relacionado con el rendimiento, en dependencia del cultivo que se trate, en cultivos de Papa y cultivos similares, Cantidad de plantas por unidad de superficie, Peso de tubérculo por planta, Cantidad de tubérculo por planta, Peso por tubérculo, etc.

Es la eficacia de todos los recursos utilizados en un proceso productivo, para lograr los objetivos agronómicos planteados, incluyendo la reducción de riesgos y mejorando la calidad de las cosechas, este es expresado en kilogramos o Toneladas/hectárea (Fraume, 2007).

Según Hidalgo (1997), el rendimiento del cultivo de papa es una función de la duración del período de crecimiento del tubérculo, el crecimiento diario de los tubérculos y el número de tubérculos por planta y metro cuadrado.

2.4.2. Clon

Hidalgo (1999), define clon como “Individuos derivados por propagación vegetativa o apomixis de un individuo (Padre) original”. En papa este término se emplea en dos formas principales: Los mejoradores identifican como “Clones” a los individuos dentro de una misma familia, donde cada uno de ellos es un genotipo definido que permanecerá así en el tiempo.

Son grupo de organismos que descienden por mitosis de un antepasado común. Conjunto de individuos procedentes de otro organismo, por alguno de los procedimientos de multiplicación asexual (división, injerto, partenogénesis, etc.) sin reducción cromática.

2.4.3. Variedad

Egúsquiza y Catalán (2011), definen a variedad como un conjunto de plantas idénticas en tamaño, color de flores, tallos y en la forma y color de sus tubérculos. Las variedades presentan además uniformidad agronómica (periodo de maduración, adaptación, reacción a plagas, enfermedades, etc.)

Cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres muy secundario aunque permanentes. Grupo de individuos que dentro de la misma especie difieren de modo permanente en uno o más caracteres del tipo de la especie.

2.4.4. Variedades nativas

Siendo estas el resultado de un largo proceso de domesticación, selección y conservación ancestral, siendo la herencia de los antiguos habitantes de los Andes; el Perú cuenta con amplia biodiversidad genética con alrededor de 3,000 variedades de papas nativas conservadas ancestralmente in situ a nivel nacional por los productores de las zonas alto andinas (Zúñiga *et al.*, 2010).

CIP (2017), indica que, una variedad nativa es una variedad local de una especie de planta domesticada, que se ha desarrollado fundamentalmente a través de procesos naturales por adaptación al entorno natural y cultural en el que vive.

Monteros *et al.* (2005), sostienen que, las papas nativas son de suma importancia por los agricultores indígenas, debido a sus propiedades organolépticas (sabor, color, textura, forma), como por sus propiedades agrícolas y por la identidad cultural que representan. Adicionalmente, (Cuesta, 2006), menciona que las papas nativas se usa de base genética para realizar trabajos de mejoramiento genético, para desarrollar nuevas variedades mejoradas.

2.4.5. Variedades mejoradas

Cahuana y Arcos (1993), indican que son todas aquellas variedades de papa obtenidas a través de un proceso de mejoramiento genético por hibridación, selección clonal o por otras metodologías de mejoramiento. Estas variedades, desde el inicio de su mejoramiento hasta la liberación y producción de semilla básica, son manejadas por el fitomejorador.

2.4.6. Tubérculos comerciales y no comerciales

INIA (2014), reporta que, en los trabajos de investigación como las parcelas de comprobación, los tubérculos de papa cosechados deben ser seleccionados y clasificados en tubérculos comerciales y no comerciales; donde los tubérculos comerciales tienen

aceptabilidad en el mercado es decir tienen calidad comercial y el de no comercial no tiene calidad ni aceptabilidad en el mercado.

2.4.7. Productos comerciales y no comerciales.

Todo lo que el comprador recibe cuando efectúa un acto de compra: el producto propiamente dicho (bien o servicio), el envase, la garantía y los servicios complementarios. El producto debe responder a las necesidades de los consumidores y no a las preferencias de los ejecutivos y técnicos de la empresa. Un producto comercial es algo más que un bien o servicio que satisface una determinada necesidad. Un producto comercial es, en realidad, una combinación de atributos: diseño, color, calidad, coste, envasado, tamaño, duración, peso, etcétera. Estos atributos, que pueden parecer secundarios desde una óptica meramente utilitarista y no concurrencial, son determinantes con frecuencia del éxito o fracaso comercial de muchos productos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se ejecutó en la campaña agrícola 2018 - 2019, en la estación experimental de Salcedo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Illpa.

3.1.1. Ubicación política

Región : Puno

Provincia : Puno

Distrito : Puno

3.1.2. Ubicación geográfica

Ubicada entre las coordenadas geográficas

Latitud sur : 15°52'52"

Longitud oeste : 70°00'08"

Altitud : 3820 m.s.n.m.

3.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El historial y/o manejo secuencial de los cultivos conducidos antes del experimento fue:

Tabla 8. Antecedentes del campo experimental

Campaña agrícola	Cultivo manejado
2017 – 2018	Quinua
2018 – 2019	Presente trabajo (papa)

3.3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL

Para conocer las propiedades físico – químico del suelo experimental, se obtuvo 1kg muestra de suelo antes de la siembra o plantación a una profundidad entre 15 a 20 cm a partir de sub-muestras de diferentes puntos de manera zigzag y posteriormente se llevó al laboratorio de “Suelos y Aguas” del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Salcedo.

Tabla 9. Análisis Físico–químico del suelo experimental campaña agrícola 2018-2019

Elemento	Unidad	Resultados
Análisis físico		
Arena	%	59
Arcilla	%	9
Limo	%	32
Textura		FA
Análisis químico		
pH		7.15
C.E.	Mmhos/cm	0.242
CO ₃ Ca	%	0.00
M.O.	%	2.23
N	%	0.08
P	ppm	11.23
K	ppm	1153.39
Al	meq/100 g	0.00

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas - E.E.A. Illpa – INIA – Puno 2018

Según la Tabla 9, muestra el análisis de fertilidad del campo experimental, que se caracteriza por ser un suelo de textura “Franco Arenosa” adecuada para el cultivo de papa (MINAGRI, 2011). El contenido de Materia Orgánica (M.O) fue 2.23 % de valor medio; el contenido de Nitrógeno (N) disponible fue 0.08 % siendo de valor bajo; Fósforo (P) disponible fue 11.23 ppm cuyo valor es medio; Potasio (K) disponible fue 1153.39 ppm de valor medio; pH fue de 7.15 y es ligeramente alcalino; este último parámetro según (MINAGRI, 2011) es adecuado para el desarrollo del cultivo cuyo rango de 5.5 a 8 de pH.

Tabla 10. Análisis químico de estiércol de ovino

Determinaciones	Unidad	Resultados
Nitrógeno	%	1.69
Fosforo	%	2.20
Potasio	%	0.73
CE	mmhos/cm. 25°C	4.00
pH		7.57

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas - E.E.A. Illpa – INIA – Puno - 2018

Según la tabla 10, muestra el análisis químico de la composición del estiércol de ovino, en donde se expresa que el nitrógeno (N) disponible es 1.69 %; fosforo (P) disponible es 2.20 %; el Potasio (K) disponible es 0.73% y el valor del pH es 7.57 ligeramente alcalino.

3.4. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Para conocer el comportamiento de los datos meteorológicos registrados durante la conducción del experimento durante la campaña agrícola 2018 - 2019, se obtuvo de la sub estación experimental Salcedo de la Estación Experimental Agraria Ilpa perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria – Puno, cuyos datos registrados fueron en el Centro Poblado de Salcedo, Provincia y región de Puno; para tal efecto se tomó en cuenta las Temperaturas (máxima, mínima y media), y la precipitación pluvial; siendo las coordenadas de la estación:

Latitud sur : 15°42'00"
 Longitud oeste : 70°06'00"
 Altitud : 3818 m.s.n.m.

Tabla 11. Precipitación pluvial (mm) de octubre 2018 a mayo 2019

N°	Año	Mes	Precipitación pluvial (mm)
1	2018	Octubre	45.5
2	2018	Noviembre	28.7
3	2018	Diciembre	84.6
4	2019	Enero	218
5	2019	Febrero	120.5
6	2019	Marzo	84
7	2019	Abril	54.5
8	2019	Mayo	17.6
Total precipitación 2018 - 2019			653.4

Fuente: INIA – PUNO 2019

Durante la campaña agrícola 2018 – 2019 se ha registrado un total de 653.4 mm correspondientes a 8 meses; en la figura 2, se observa que el mes de enero se registra mayor precipitación con 218 mm; según Egúsquiza y Catalán (2011), hace ver en que, el sistema de producción en secano, los cultivos de papa de mejor rendimiento son aquellos que reciben por lo menos 600 mm de precipitación (lluvia) durante la campaña agrícola.

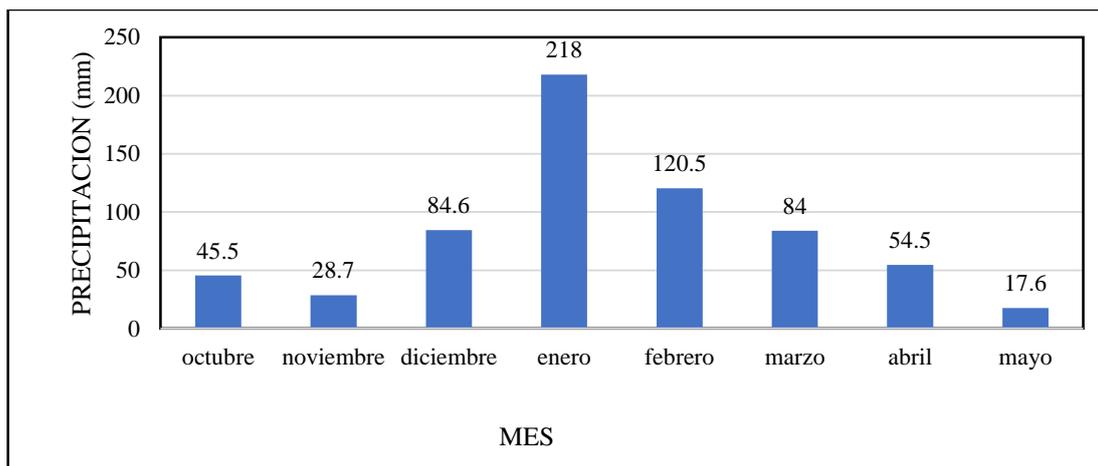


Figura 2. Precipitación pluvial (mm) correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019

Tabla 12. Temperatura °C correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019

Año	Mes	Temperatura (°C)		
		Máxima	Mínima	Media
2018	Octubre	19	2.6	10.8
2018	Noviembre	20.8	2.9	11.85
2018	Diciembre	20	0.2	10.1
2019	Enero	18.6	4.1	11.35
2019	Febrero	19.7	3.4	11.55
2019	Marzo	18.8	3.2	11
2019	Abril	18.6	0.7	9.65
2019	Mayo	20.7	-0.8	9.95

Fuente: INIA – PUNO 2019

Durante el desarrollo vegetativo del cultivo, el comportamiento de las temperaturas según la Tabla 12 y Figura 3, se observa que el máximo valor de temperaturas se registró en el mes de diciembre con 20.8 °C; y la temperatura mínima fue en el mes de diciembre con 0.2 °C; luego en el mes de enero, febrero y marzo registran 4.1; 3.4 y 3.2 °C respectivamente; posteriormente la temperatura mínima bajó a 0.7 y 0.8 °C, en los meses de abril y mayo respectivamente.

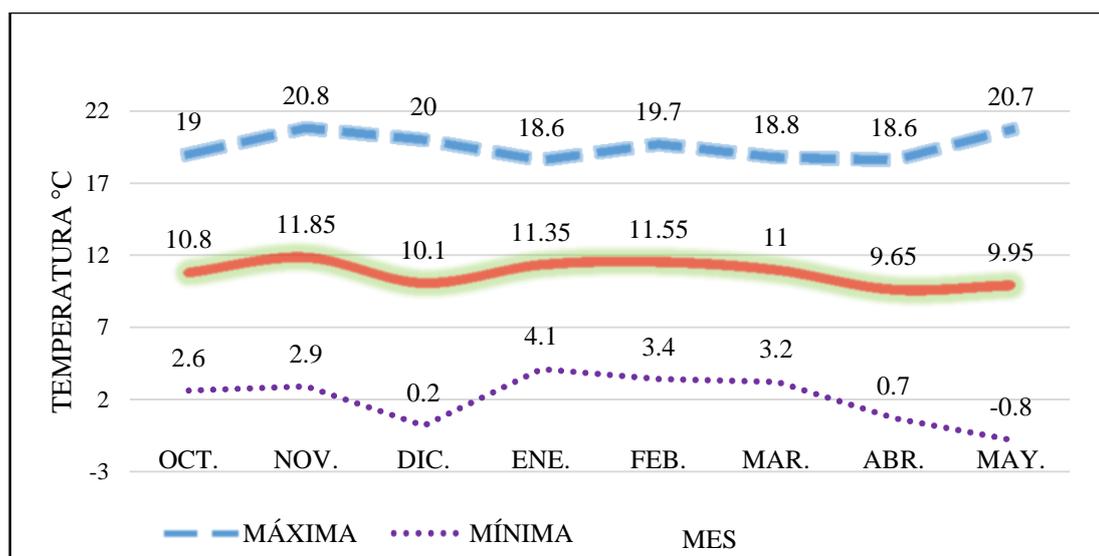


Figura 3. Temperatura (°C) correspondiente de octubre 2018 a mayo 2019

3.5. PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO

Se utilizó tubérculos semilla, que comprende a clones y variedades de papa con tubérculos de pulpa de color amarillo, los que fueron proporcionados por el Programa de Raíces y Tuberosas, perteneciente al Instituto de Innovación Agraria (INIA) de la Estación Experimental Illpa – Puno.

Tabla 13. Identificación de los clones y variedades de papa

N°	Condición	Identificación	Progenitor femenino	Progenitor masculino
1	Clon	508110.02B	Yema de Huevo x Camotillo	Zapallo
2	Clon	508110.11B	Yema de Huevo x Camotillo	Zapallo
3	Clon	509130.20	Azucar canteña x Yema de Huevo	Quello Huaccoto
4	Clon	509140.15	Azucar Canteña x Cashpadaña amarilla	Yema de huevo
5	Clon	509140.20B	Azucar Canteña x Cashpadaña amarilla	Chata blanca de Husahuasi
6	Mejorada	Andina		
7	Nativa	Imilla negra		

Fuente: Programa de raíces y tuberosas – E.E. ILLPA – Puno 2018

3.6. TRATAMIENTOS

Se ha establecido, siete tratamientos en estudio; de los cuales cinco tratamientos corresponden a clones de papa introducidos y dos tratamientos corresponden a variedades tradicionales de papa, los cuales se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Tratamientos en estudio

N°	Tratamiento	Condición	Identificación
1	T1	Clon	508110.02B
2	T2	Clon	508110.11B
3	T3	Clon	509130.20
4	T4	Clon	509140.15
5	T5	Clon	509140.20B
6	T6 (testigo)	Mejorada	Andina
7	T7 (testigo)	Nativa	Imilla Negra

3.7. MATERIALES DE CAMPO

Equipos y herramientas

a) Maquinaria agrícola

- Tractor agrícola con implementos de roturación, rastrado y surcado.

b) Equipos de campo

- Mochila fumigadora de 15 Lt.
- Balanza analítica.
- Cámara fotográfica

c) Herramientas y materiales

- Pico
- Pala
- Yeso
- Estacas
- Cordel
- Vincha métrica 50m
- Sacos
- Mallas
- Bolsas de papel
- Etiquetas
- Cuaderno de campo
- Tablero de campo

1

d) Insumos

- Estiércol de ovino
- Urea al 46% de N.
- Superfosfato triple de calcio al 46% de P₂O₅
- Cloruro de potasio al 60% de K₂O

e) Equipos y materiales de escritorio

- Laptop
- Papel Bond A4 80g
- Folder
- Marcador Indeleble
- Lapiceros

1

3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA EN ESTUDIO

La población constituyo 28 parcelas experimentales teniendo cada una de ellas 40 plántulas siendo un total de 1120 plántulas en total, y la muestra se consideró 6 plantas centrales por unidad experimental.

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la distribución de los tratamientos en campo experimental, se utilizó el Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 7 tratamientos (2 testigos) y con 4 repeticiones; haciendo un total de 28 unidades experimentales, los análisis estadísticos se realizaron con la prueba de significación DUNCAN al 95% de probabilidad.

El modelo aditivo lineal explica el valor de cada unidad experimental Y_{ijk} .

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, r$ (bloques)

Y_{ijk} = Variable de respuesta observada en la unidad experimental que recibe el tratamiento "i" y está en el bloque "j".

U = Media general

T_i = Es el efecto del i-ésimo Tratamiento.

B_j = Es el efecto del j-ésimo Bloque.

E_{ijk} = Es el efecto del error experimental en el j – ésimo bloque que está sujeto al i – ésimo tratamiento.

Tabla 15. Análisis de varianza (ANVA) para Diseño de Bloques Completos al Azar

Fuentes de variabilidad (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)	Suma de cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio (C.M.)	F – calculada
Bloques	r-1	SC _B	CM _B /4	CM _B /CM _E
Tratamientos	t-1	SC _T	CM _T /4	CM _T /CM _E
Error experimental	(r-t)(t-1)	SC _E	CM _E /7	
TOTAL	rt-1	SC _{TO} - (SC _B +SC _T)		

3.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Unidad experimental

Número de parcelas	: 28
Ancho de parcela	: 4m
Largo de parcela	: 3m
Numero de surcos	: 4
Área total	: 336 m ²

b) Bloques

Número de bloques	: 4
Largo de bloques	: 28m
Ancho de bloques	: 3m
Distancia entre bloques	: 1m

c) Área experimental

Largo del área experimental	: 28 m
Ancho del área experimental	: 15 m
Área total del área experimental	: 420 m ²

3.11. METODOLOGÍA DE CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

En el presente experimento se realizaron las siguientes actividades agrícolas.

3.11.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma mecanizada con tractor agrícola; se inició con la labranza del terreno, empleando arado de disco a una profundidad promedio

0.30 m aproximadamente después de la cosecha de la campaña 2017 – 2018; después se procedió el mullido del terreno empleando la rastra y se efectuó de forma cruzada con el fin de desmenuzar los terrones. Esta actividad se realizó en el mes de octubre.

3.11.2. Surcado y marcado del área experimental

El surcado se realizó con el uso de la surcadora mecánica, el distanciamiento de surcos fue a 1.0 m entre surco y surco a una profundidad de 0.20 m aproximadamente; después surcado se efectuó el marcado del terreno de acuerdo a las dimensiones planteadas para el experimento con la ayuda del cordel, estacas y yeso trazando el borde de los bloques y sus respectivas calles.

3.11.3. Selección de tubérculos semilla

El material genético de tubérculos – semilla son procedentes del Programa de Raíces y Tuberosas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Salcedo, como los clones (508110.02B, 508110.11B, 509130.20, 509140.15, 509140.20B), mejorada (Andina), nativa (Imilla negra). Para el proyecto de investigación se seleccionó los tubérculos de la categoría tercera y cuarta con brotes verdeados, cortos y numerosos.

3.11.4. Plantío

El Plantío se realizó en forma manual el 12 de Noviembre del 2018 en la sub estación de Salcedo de la Estación Experimental Illpa – Puno, con distanciamientos de 1m entre surcos y 0.30m entre plantas, se utilizó 160 tubérculos/tratamientos (7 tratamientos) siendo un total de 1120 tubérculos/420m², el tapado se efectuó con un pico cubriéndole a los tubérculos con una ligera capa de tierra de aproximadamente 0.10 a 0.15 m. de profundidad.

3.11.5. Abonamiento y fertilización

La incorporación del abono se realizó al momento del plantío, a razón de 10 t/ha de estiércol de ovino siendo 12 kg por parcela experimental y se complementó con el

fertilizante urea al 46 % de N, según los resultados del análisis de fertilidad del suelo y de estiércol de ovino, expedido por el Laboratorio de Suelos y Aguas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Salcedo; la urea fue agregado a 130.70 g por parcela experimental y se fracciono 50 % al momento del plantío y el 50 % primer aporque, sin embargo no se complementó con Superfosfato triple de calcio al 46% de P_2O_5 y cloruro de potasio al 60% de K_2O debido a la mayor existencia de estos nutrientes tanto en el suelo y el estiércol de ovino. La fórmula de fertilización fue de 120 – 100 – 80 de N, P, K. Los fertilizantes mezclados se aplicaron en "golpes" al fondo del surco entre planta y planta, posteriormente estos fueron cubiertos con tierra hasta el cuello de la planta con un pico y pala.

3.11.6. Aporque

El primer aporque se realizó a los 63 días después del plantío, cuando las plántulas tuvieron una altura de entre 5 a 15 cm y el segundo aporque a los 21 días del primer aporque, estas dos actividades se realizó con el objetivo de cubrir los tubérculos y evitar que los estolones salgan hacia la superficie y se conviertan en tallos aéreos, disminuyendo el rendimiento, evitando el verdeo.

3.11.7. Cosecha

Esta labor se llevó a cabo en forma manual, el 28 de Mayo del 2019, a los 197 días después del Plantío se efectuó con herramientas manuales (Pico) cosechándose planta por planta de cada uno de los bloques y/o tratamientos posteriormente se procedió a la selección y clasificación de los tubérculos en cada unidad experimental, luego se hizo su conteo y pesado por clase y en forma total. En el proceso se realizaron las siguientes observaciones:

3.11.7.1. Conteo de tubérculos

Se contabilizó los tubérculos por planta, y tratamiento.

3.11.7.2. Pesado

Los tubérculos clasificados por categoría fueron pesados según cada unidad experimental por categorías y en forma total.

3.11.7.3. Clasificación

La selección y clasificación, se realizó manualmente considerando las siguientes clases y pesos aproximados.

Tabla 16. Clasificación de tubérculos

Categoría		Peso
Extras		Mayores a 101 g
Primera	Comercial	81 – 100 g
Segunda		61 – 80 g
Tercera		41 – 60 g
Cuarta	No comercial	21 – 40 g
Quinta		Menores a 20 g

Fuente: Cahuana *et al.* (2012)

3.12. OBSERVACIONES

3.12.1. Presencia de plagas y enfermedades

Durante la conducción del experimento se observó las siguientes plagas y enfermedades.

Tabla 17. Plagas y enfermedades observadas

Nombre Común	Nombre Científico	Condición	Observación
Polilla	<i>Phthorimaea operculella</i>	Plaga	Hojas y tallos (galerías)
Gorgojo de los andes	<i>Premnotrypes</i> spp.	Plaga	Tubérculo (galería irregulares y profundas)
Manchas foliares	<i>Alternaria solani</i>	Enfermedad	Hojas y tallos (manchas con anillos concéntricos de forma y tamaño irregular, color marrón)
Roña	<i>Spongospora subterranea</i>	Enfermedad	Tubérculo (forman granitos, de forma y tamaño irregular, color marrón claro a oscuro)
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	Enfermedad	Tubérculo (pequeños terrones negros y duros)
Pudrición rosada	<i>Phytophthora erythroseptica</i>	Enfermedad	Tubérculo (oscurecimiento de la piel)
Pudrición seca	<i>Fusarium solani</i>	Enfermedad	Tubérculo (pequeñas lesiones hundidas con anillos concéntricos)

3.12.2. Presencia de malezas

La identificación de malezas se realizó durante la fase fenológica y conducción, cabe mencionar que en el campo experimental se encontró un gran número de malezas que a continuación se menciona.

Tabla 18. Especies de malezas encontradas en el experimento

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Kora	<i>Tarasa cerratei</i>	Malvaceae
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Chiriro	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae

3.13. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA

3.13.1. Caracterización morfológica de la planta y tubérculo de la papa

Para la caracterización se seleccionaron previamente las plantas vigorosas y tubérculos representativos de cada tratamiento, se tomó en cuenta los “Descriptoros Mínimos de Papa (*Solanum* sp.) para el registro Nacional de Papa Nativa Peruana del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - 2016 y la Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Papas Nativas del Centro Internacional de la Papa (CIP) – 2000.

La evaluación de hábito de crecimiento; características del tallo, de la hoja, de la flor, de color de cáliz, pedicelo y de la baya, se realizó cuando las plantas estuvieron en 75 a 90 % en plena floración. La evaluación de características del tubérculo, de la piel de tubérculo y la pulpa de tubérculo la evaluación fue realizada a los 198 días después del plantío y las características del brote fueron realizadas a los 270 días después del plantío; donde el color predominante de los brotes.

3.13.2. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia del cultivo de investigación, la primera evaluación se realizó a los 56 días de la plantación, situación por la demora de las precipitaciones pluviales y se terminó evaluando a los 63 días después del plantío.

3.13.3. Altura de planta

La primera evaluación se realizó a los 56 días después del plantío, después de ello se evaluó cada 15 – 17 días hasta que la planta estuvo a los 75 % de plena floración, para lo cual se efectuó la medición de 6 plantas centrales por cada unidad experimental.

3.13.4. Número y rendimiento de tubérculos por planta

Se evaluó durante la cosecha, donde se tomó 6 plantas centrales por unidad experimental donde fueron categorizadas (comerciales, no comerciales, descarte) contabilizadas (unidades) y pesadas (kg).

3.13.5. Rendimiento de tubérculos por tratamiento

Se evaluó durante la cosecha, donde se tomó todas las plantas de cada unidad experimental donde fueron categorizadas (comerciales, no comerciales y descarte) y pesadas.

3.13.6. Determinación de estado nutricional química de los tubérculos

Para la determinación nutricional de los análisis químicos de los tubérculos, se envió muestras representativas de los tubérculos de papa de cada tratamiento, al centro internacional de la papa (CIP) para los análisis de:

Contenido de materia seca

Contenido de carotenoides totales

Contenido de hierro

Contenido de zinc

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CLONES DE PAPA.

Se utilizó los Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum* sp.) del INIA (2016) y la Guía para las Caracterizaciones Morfológicas en Papa del CIP (2000).

Tabla 19. Características de hábito de crecimiento de la planta de clones de papa

	Tratamientos	Habito de Crecimiento
T1	Clon 508110.02B	Decumbente
T2	Clon 508110.11B	Decumbente
T3	Clon 509130.20	Semi – erecto
T4	Clon 509140.15	Decumbente
T5	Clon 509140.20B	Semi – erecto
T6	Mejorada – Andina	Erecto
T7	Nativa – Imilla negra	Semi – erecto

La Tabla 19, muestra la caracterización del hábito de crecimiento de la planta, se observó las plantas desde más de un metro de distancia del surco donde se ubican; el tratamiento T6 (v. Andina) tiene el hábito de crecimiento erecto, prácticamente los tallos tienen un crecimiento vertical; los tratamientos T3 (cl. 509130.20); T5 (cl. 509140.20B) y T7 (v. Imilla negra) tienen el hábito de crecimiento Semi – erecto, un crecimiento más o menos vertical, pero algunos tallos secundarios se abren un poco y el ángulo de inserción del raquis de la hoja con el tallo principal es más abierto; en cambio los tratamientos T1 (cl. 508110.02B); T2 (cl. 508110.11B) y T4 (cl. 509140.15) tienen el hábito de crecimiento decumbente, un crecimiento más abierto, algunos tallos secundarios están abiertos llegando a apoyarse por la parte baja, sobre el surco y a partir del cual tienden a recuperar algo de la verticalidad, este tipo de plantas tienen buena cobertura de surco y exponen bien el área foliar a la incidencia de los rayos solares.

Tabla 20. Características del tallo de los clones de papa

	Tratamientos	Color	Forma de Alas
T1	Clon 508110.02B	Verde con muchas máculas pigmentadas	Ondulada
T2	Clon 508110.11B	Mayormente verde	Recta
T3	Clon 509130.20	Verde	Ausente
T4	Clon 509140.15	Mayormente verde	Ondulada
T5	Clon 509140.20B	Verde	Ondulada
T6	Mejorada-Andina	Verde con muchas máculas pigmentadas	Recta
T7	Nativa-Imilla negra	Verde	Recta

La Tabla 20, muestra las características de tallo. El color de tallo en los tratamientos T3 (cl. 509130.20); T5 (cl. 509140.20B) y T7 (v. Imilla Negra) es verdes; en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T4 (cl. 509140.15), es mayormente verde y en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T6 (v. Andina) es de color verde con muchas máculas (manchas) pigmentadas. La forma de alas del tallo en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) es ausente; en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla Negra) es recta y en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T4 (cl. 509140.15) y T5 (cl. 509140.20B) la alas es de forma ondulada.

Tabla 21. Características de la hoja de los clones de papa

Tratamientos	Tipo de disección	N° de foliolos laterales	N° Interhojuelas entre foliolos laterales	N° Interhojuelas sobre peciolulos
T1 Clon 508110.02B	Disectada	5 pares	8 pares	Un par
T2 Clon 508110.11B	Disectada	4 pares	3 pares	cero
T3 Clon 509130.20	Disectada	4 pares	3 pares	cero
T4 Clon 509140.15	Disectada	4 pares	6 pares	Cero
T5 Clon 509140.20B	Disectada	5 pares	8 pares	Cero
T6 Mejorada-Andina	Disectada	5 pares	8 pares	Cero
T7 Nativa-Imilla negra	Disectada	5 pares	9 pares	Un par

La Tabla 21, muestra las características de la hoja. El tipo de disección de la hoja en todos los tratamientos evaluados es disectada, El número de foliolos laterales en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T3 (cl. 509130.20) y T4 (cl. 509140.15) tienen cuatro pares de foliolos y los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T5 (cl. 509140.20B), T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) tienen cinco pares de foliolos laterales. El número de interhojuelas entre foliolos laterales en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T3 (cl. 509130.20) tienen tres pares; el tratamiento T4 (cl. 509140.15) tiene seis pares; los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T5 (cl. 509140.20B) y T6 (v. Andina) tienen ocho pares y el tratamiento T7 (v. Imilla negra) tiene nueve pares de interhojuelas. El número de interhojuelas sobre los peciolulos, los tratamientos T5 (cl. 508110.11B), T3 (cl. 509130.20), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) y T6 (v. Andina) tienen cero pero

los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T7 (v. Imilla negra) tienen un par de Interhojuelas sobre los peciolulos.

Tabla 22. Características morfológicas de la flor de clones de papa

Tratamientos	Forma de corola	Color predominante	Intensidad de color predominante	Color secundario	Distribución de color secundario
T1 Clon 508110.02B	Pentagonal	Morada	Intermedia	Ausente	Ausente
T2 Clon 508110.11B	Pentagonal	Morada	Pálida	Blanca	Bandas en el envés
T3 Clon 509130.20	Rotada	Morada	Intermedia	Blanca	Acumen envés
T4 Clon 509140.15	Rotada	Blanca	Intermedia	Ausente	Ausente
T5 Clon 509140.20B	Rotada	Blanca	Intermedia	Ausente	Ausente
T6 Mejorada-Andina	Rotada	Lila	Pálida	Blanca	Acumen envés
T7 Nativa-Imilla negra	Pentagonal	Lila	Pálida	Blanca	Acumen envés

La Tabla 22, muestra las características de la flor. La forma de la corola en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T2 (cl. 508110.11B) y T7 (v. Imilla negra) es pentagonal, en los tratamientos T3 (cl. 509130.20), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B); y T6 (v. Andina) es rotada. El color y la intensidad predominante de la flor, en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T3 (cl. 509130.20) es morada - intermedio; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es morada - pálida; en los tratamientos T4 (cl. 509140.15) y T5 (cl. 509140.20B) es blanca – intermedia y en los tratamientos T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) es lila – pálida. En la distribución y color secundario de la flor, en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) es ausentes; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es bandas blancas en el envés; en los tratamientos T3 (cl. 509130.20), T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) es acumen blanca en el envés.

Tabla 23. Caracterización de color de Cáliz y Pedicelo de clones de papa

Tratamientos	Cáliz	Pedicelo
T1 Clon 508110.02B	Pigmentación con abundante verde (verde intenso)	Ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación
T2 Clon 508110.11B	Pigmentación con abundante verde (verde intenso)	Mayormente pigmentado y articulación verde
T3 Clon 509130.20	Verde con abundantes manchas	Pigmentado sobre la articulación
T4 Clon 509140.15	Pigmentación con poco verde (verde pálido)	Pigmentado sobre la articulación
T5 Clon 509140.20B	Pigmentación con poco verde (verde pálido)	Ligeramente pigmentado a lo largo sobre la articulación
T6 Mejorada-Andina	Pigmentación con poco verde (verde pálido)	Completamente pigmentado
T7 Nativa-Imilla negra	Pigmentación con abundante verde (verde intenso)	Completamente pigmentado

La Tabla 23, muestra las características de color de cáliz y pedicelo. El color del cáliz en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) es verde con abundantes máculas (manchas); en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T2 (cl. 508110.11B) y T7 (v. Imilla negra) es pigmentado con abundante verde (verde intenso); y en los tratamientos T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) y T6 (v. Andina) es pigmentado con poco verde (verde pálido). El color del pedicelo en el tratamiento T1 (cl. 508110.02B) es ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación del pedicelo; en el tratamiento T5 (cl. 509140.20B) es ligeramente pigmentado a lo largo sobre la articulación; en los tratamientos T3 (cl. 509130.20) y T4 (cl. 509140.15) es pigmentado sobre la articulación; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es mayormente pigmentado y articulación verde, en los tratamientos T7 (v. Imilla negra) y (v. Andina) es completamente pigmentados.

Tabla 24. Características de la baya de clones de papa

Tratamientos	Color de la Baya	Forma de la Baya
T1 Clon 508110.02B	Verde	Cónica
T2 Clon 508110.11B	Verde con áreas pigmentadas	Globosa con mucrón terminal
T3 Clon 509130.20	Verde	Globosa
T4 Clon 509140.15	Verde con bandas pigmentadas	Globosa
T5 Clon 509140.20B	Verde con áreas pigmentadas	Globosa
T6 Mejorada-Andina	Verde con bandas pigmentadas	Cónica
T7 Nativa-Imilla negra	Verde	Globosa

La Tabla 24, muestra las características de la baya. En los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T3 (cl. 509130.20) y T7 (v. Imilla negra) es verde; en los tratamientos T2

(cl. 508110.11B) y T5 (cl. 509140.20B) es verdes con áreas pigmentadas; en los tratamientos T4 (cl. 509140.15) y T6 (v. Andina) es verdes con bandas pigmentadas. La forma de la baya en los tratamientos T3 (cl. 509130.20), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) y T7 (v. Imilla negra) es globosa; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es globosa con mucrón terminal y en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T6 (v. Andina) es cónica.

Tabla 25. Características del tubérculo de clones de papa

Tratamientos	Forma general	Variante de la forma	Profundidad de yemas
T1 Clon 508110.02B	Redonda	Ausente	Media
T2 Clon 508110.11B	Oblonga	Aplanada	Media
T3 Clon 509130.20	Oblonga	Concertinada	Profunda
T4 Clon 509140.15	Comprimida	Ausente	Profunda
T5 Clon 509140.20B	Ovalada	Ausente	Profunda
T6 Mejorada – Andina	Redonda	Aplanada	Superficial
T7 Nativa–Imilla Negra	Redonda	Ausente	Profunda

La Tabla 25, muestra las características del tubérculo. La forma general del tubérculo en el tratamiento T4 (cl. 509140.15) es comprimida; en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T6 (v. Andina) y (v. Imilla negra) la forma es redonda, en el tratamiento T5 (cl. 509140.20B) es de forma ovalada y en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T3 (cl. 509130.20) de forma oblonga. Los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) y T7 (v. Imilla negra) en la variante de la forma del tubérculo es ausente, los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T6 (v. Andina) tienen la forma aplanada y en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) la forma es concertinada. La profundidad de yemas en el tratamiento T6 (v. Andina) es superficial, en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T2 (cl. 508110.11B) es de profundidad media, en los tratamientos T3 (cl. 509130.20), T5 (cl. 509140.20B) y T7 (v. Imilla negra) es profunda.

Tabla 26. Características de la piel del tubérculo de clones de papa

Tratamientos	Predominante		Secundario	
	Color	Intensidad del color	Color	Distribución del color
T1 Clon 508110.02B	Rojo-morado	Pálido/claro	Amarillo	Como anteojos
T2 Clon 508110.11B	Rojo	Pálido/claro	Ausente	Ausente
T3 Clon 509130.20	Marrón	Pálido/claro	Rojo-morado	Máculas salpicadas
T4 Clon 509140.15	Rojo-morado	Intermedio	Amarillo	En las cejas
T5 Clon 509140.20B	Rojo-morado	Pálido/claro	Amarillo	Como anteojos
T6 Mejorada-Andina	Negruzco	Intenso/oscurο	Ausente	Ausente
T7 Nativa-Imilla negra	Morado	Intenso/oscurο	Ausente	Ausente

La Tabla 26, muestra las características de la piel del tubérculo. El color predominante de la piel del tratamiento T3 (cl. 509130.20) es marrón, del tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es de color roja; de los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) son de color roja – morado y los tratamientos T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina) de color morada y negruzca respectivamente. En la intensidad del color predominante; de los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T2 (cl. 508110.11B), T3 (cl. 509130.20), T5 (cl. 509140.20B) es pálida/clara; del tratamiento T4 (cl. 509140.15) es intermedia y en los tratamientos T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) es de intensa/oscura. En la distribución y color secundario de la piel del tubérculo, en el tratamiento T1 (cl. 508110.02B) es como anteojos la amarilla; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es ausente; en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) es máculas (manchas) salpicadas de rojo-morado; en el tratamiento T4 (cl. 509140.15) las cejas es amarilla; en el tratamiento T5 (cl. 509140.20B) es como anteojos el amarillo y en los tratamientos T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) es ausente la distribución y color secundario de la piel del tubérculo.

Tabla 27. Características de la pulpa del tubérculo de clones de papa

Tratamientos	Color predominante	Color secundario	Distribución de color secundario
T1 Clon 508110.02B	Amarillo	Morado	Pocas máculas
T2 Clon 508110.11B	Amarillo intenso	Morado	Áreas
T3 Clon 509130.20	Amarillo	Amarillo intenso	Anillo vascular y médula
T4 Clon 509140.15	Amarillo claro	Morado	Anillo vascular y médula
T5 Clon 509140.20B	Amarillo claro	Morado	Todo menos médula
T6 Mejorada-Andina	Amarillo claro	Ausente	Ausente
T7 Nativa-Imilla negra	Blanco	Ausente	Ausente

La Tabla 27, muestra las características de la pulpa del tubérculo. El color predominante de la pulpa en el tratamiento T7 (v. Imilla negra) es ausente; de los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T3 (cl. 509130.20) es amarilla; en los tratamientos T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509141.20B) y T6 (v. Andina) es de color amarilla clara y en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es de color amarilla intensa. En la distribución y color secundario de la pulpa del tubérculo, en el tratamiento T1 (cl. 508110.02B) es pocas máculas (manchas) moradas; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) es áreas moradas; en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) el anillo vascular y medula es amarilla intensa; en el tratamiento T4 (cl. 509140.15); el anillo vascular y medula es morada; en el tratamiento T5 (cl. 509140.20B) es morada todo menos la medula; en los tratamientos T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) están ausentes la distribución y color secundario de la pulpa del tubérculo.

Tabla 28. Características del brote de clones de papa

Tratamientos	Color predominante	Color secundario	Distribución del color secundario
T1 Clon 508110.02B	Morado	Blanco verdoso	En el ápice
T2 Clon 508110.11B	Blanco verdoso	Morado	En el ápice
T3 Clon 509130.20	Blanco verdoso	Morado	Muchas máculas a lo largo
T4 Clon 509140.15	Blanco verdoso	Morado	En la base
T5 Clon 509140.20B	Blanco verdoso	Morado	Pocas máculas a lo largo
T6 Mejorada-Andina	Morado	Violeta	Ausente
T7 Nativa-Imilla negra	Morado	Blanco verdoso	Pocas máculas a lo largo

La Tabla 28, muestra las características del brote; el color predominante en los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T3 (cl. 509130.20), T4 (cl. 509140.15) y T5 (cl. 509140.20B) es de blanco – verdoso; en los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T6 (v. Andina) y T7 (v. Imilla negra) es morado. En la distribución y color secundario del brote, en el tratamiento T1 (cl. 508110.02B) el ápice es blanco verdoso; en el tratamiento T2 (cl. 508110.11B) el ápice es morado; en el tratamiento T3 (cl. 509130.20) es muchas máculas (manchas) morados a lo largo; en el tratamiento T4 (cl. 509140.15) la base es morado; en el tratamiento T5 (cl. 509140.20B) es pocas máculas (manchas) moradas a lo

largo; en el tratamiento T6 (v. Andina) es violeta y el tratamiento T7 (v. Imilla negra) es pocas maculas (manchas) blanco verdoso a lo largo.

4.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CLONES DE PAPA

4.2.1. Porcentaje de emergencia de clones de papa

Tabla 29. Análisis de varianza (ANVA) para emergencia de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	316.14254	105.38085	3.28	3.16	5.09	0.0449	*
Tratamientos	6	2195.5484	365.92473	11.39	2.66	4.02	<.0001	**
Error	18	578.20914	32.12273					
Total	27	3089.9001						

CV = 7.36 % \bar{X} = 76.99 %

La Tabla 29, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), en donde se observa, que entre bloques existe diferencia estadística significativa, debido a la emergencia heterogénea de los clones y variedades de papa; para los tratamientos en estudio existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los clones de papa difieren en el porcentaje de emergencia de planta. El Coeficiente de Variación (CV) es igual a 7.36%, esto indica que los datos evaluados son confiables, ya que el coeficiente de variación para experimentos en campo lo aceptable es como máximo el 30% (Vásquez, 1990).

Tabla 30. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para emergencia de clones de papa

Orden de merito	Tratamiento	$\sqrt{\bar{X} + 1}$	Promedio % plta/ha	Duncan agrupamiento		
1	T7- Imilla Negra	87.726	99.38	a		
2	T1 - Clon 508110.02B	86.770	98.75	a		
3	T6 – Andina	84.495	98.13	a	b	
4	T4 - Clon 509140.15	76.367	91.88		b	c
5	T5 - Clon 509140.20B	72.491	90.63			c d
6	T2 - Clon 508110.11B	65.665	82.50			d
7	T3 - Clon 509130.20	65.467	82.50			d

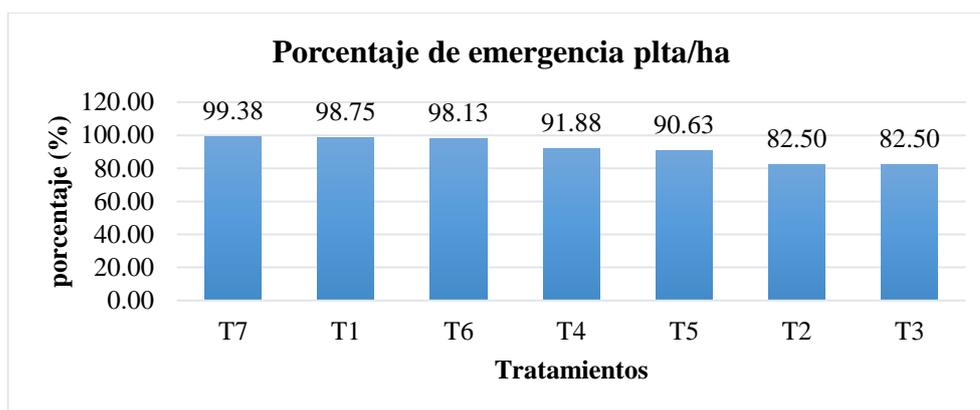


Figura 4. Porcentaje de emergencia de plántulas de clones de papa

En la Tabla 30 y Figura 4, muestran la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T7 (v. Imilla negra), T1 (cl. 508110.02B) y T6 (v. Andina) estadísticamente son iguales con promedios de 99.38, 98.75, 98.13 % de plántulas/ha respectivamente, siendo superiores a los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T3 (cl. 509130.20) con 82.50 % plántulas emergidas.

A comparación de los reportes de Inca (2015), la variedad Perricholi tuvo un promedio de 97,41 a 98.52 % y Ancajima (2016) reporta que la variedad Delfan Plus tubo 99.80 % de plántulas de papa emergidas, siendo estos reportes similar a las variedades y clones evaluados; cabe mencionar que en el altiplano puneño, en los últimos años las precipitaciones pluviales y las temperaturas son inestables debido al cambio climático, siendo así en el mes de noviembre (mes del plantío) muestra bajas precipitaciones con 28.7 mm, lo que afecta el normal desarrollo en la fase de emergencia del cultivo. En cuanto a temperatura, según Cahuana *et al.*, (2012) indica que para brotamiento de las yemas se requiere temperatura media de 15° a 22°C; en el caso del presente experimento fue 11.85 °C en el mes de noviembre y 10.1°C en diciembre, en los que se deduce que las condiciones no fueron favorables para la emergencia de las yemas y brotes de la papa.

4.2.2. Altura de planta de clones y variedades de papa

Tabla 31. Análisis de varianza (ANVA) para altura de planta de clones de papa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	328.67911	109.559705	1.62	3.16	5.09	0.2201	NS
Tratamientos	6	5671.107	945.184507	13.96	2.66	4.02	<.0001	**
Error	18	1218.2866	67.682588					
Total	27	7218.0727						

CV = 13.45 % \bar{X} = 61.16 cm

La Tabla 31, muestra el análisis de varianza para la altura de planta en clones de papa, en donde se observa que, entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, debido a que el nivel nutricional del suelo fue homogéneo; sin embargo para los tratamientos en estudio, existe diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que entre los clones de papa existe diferencias en altura de planta. El coeficiente de variación (CV) fue 13.45%, lo que indica que los datos evaluados son confiables, ya que en experimentos de campo lo aceptable es hasta el 30% (Vásquez, 1990).

Tabla 32. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de planta de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (cm)	Duncan agrupamiento	
1	T7 - Imilla negra	82.88	a	
2	T6 - Andina	78.92	a	
3	T1- Clon 508110.02B	64.50	b	
4	T3 - Clon 509130.20	60.38	b	c
5	T2 - Clon 508110.11B	50.63	c d	
6	T5 - Clon 509140.20B	47.92	c d	
7	T4 - Clon 509140.15	42.92	d	

La Tabla 32, muestra la comparación estadística mediante la prueba Duncan ($P \leq 0.05$) donde, los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T3 (cl. 509130.20) tienen la altura de planta con promedios de 64.50 y 60.38 cm respectivamente donde son iguales estadísticamente y superiores los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T5 (cl. 509140.20B) y T4 (cl. 509140.15), y similares a los tratamientos testigo T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina).

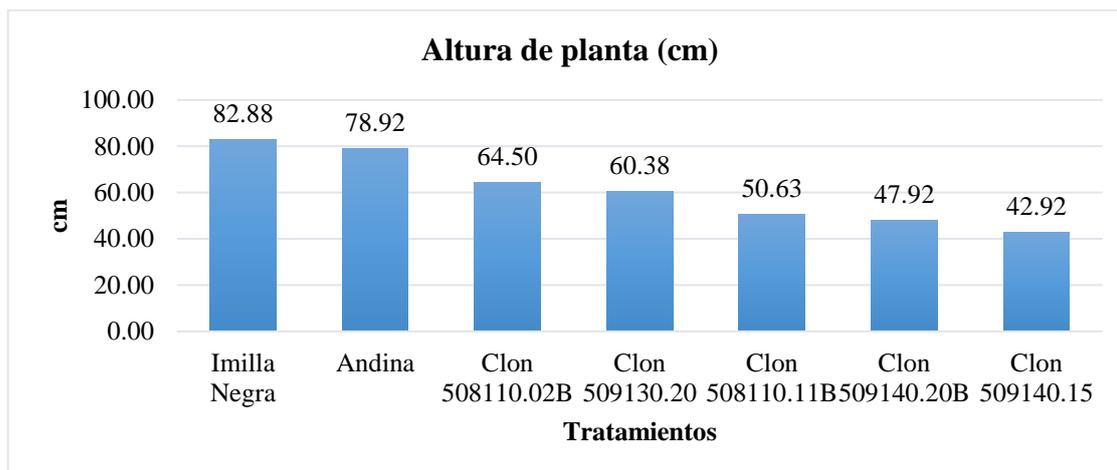


Figura 5. Altura de planta en clones de papa

En la Figura 5, se observa que entre los clones, el 508110.02B es mayor a diferencia de los demás clones. con 64.50 cm, siendo casi similar a lo reportado por Livisi (2017) en el clon H6S163P1 con 67 cm.; las diferencias en altura pueden deberse principalmente a las características genotípicas en respuesta a las condiciones del medio ambiente.

En el presente estudio se encuentra la variabilidad en altura de planta en cada clon y variedad, esto probablemente se deba a las características genéticas de los clones en estudio, sin embargo Egusquiza (2000), indica que el tamaño o porte aéreo de la planta depende de la variedad que influye en la longitud de tallo, número de ramas y duración de crecimiento.

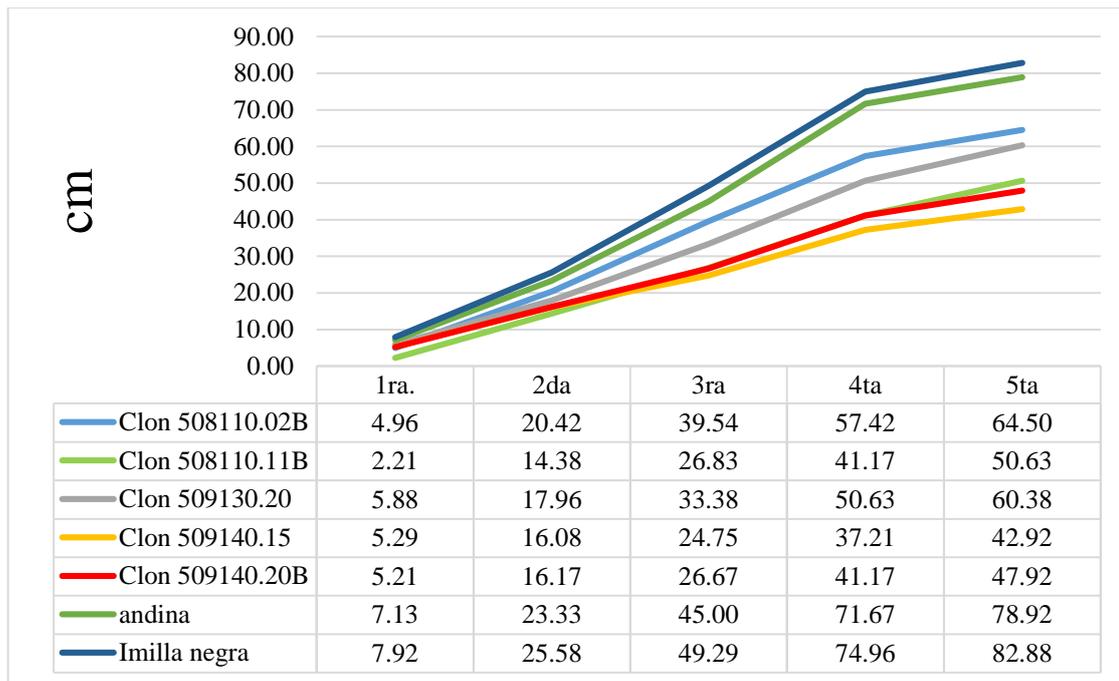


Figura 6. Altura de planta de los 56 días a 75 – 90 % de floración de clones de papa

La Figura 6, se muestra que, a los 56 días después del plantío hasta la última evaluación (75 a 90 % de floración), los clones 508110.02B y 509130.20 sus alturas permanecen superando durante el tiempo del desarrollo de la planta a los clones en estudio, los clones 509140.15 y 509140.20B sus alturas de planta son bajas durante las últimas evaluaciones siendo superado por el clon 508110.11B, las variedades Imilla negra y Andina sus alturas son superiores a los clones en estudio. Por su parte, el crecimiento de las plantas está directamente ligado al desarrollo vegetal, está determinado por el genotipo, el ambiente y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y la interacción entre éstos, a medida que crece la planta, sus hojas compuestas fabrican almidón que es transferido a las terminaciones de sus tallos subterráneos (o estolones).

También cabe mencionar que las variedades Imilla negra y Andina y clones 509130.20 y 508110.02B se clasifican en la categoría de plantas altas (> 60 cm); y los clones 508110.11B, 509140.20B y 509140.15 en la categoría de plantas medianas (40-60 cm). De acuerdo a la clasificación propuesta por Cahuana y Arcos (1994), como se aprecia en la Figura 6. Probablemente, a los genotipos de mayor altura, les haya favorecido las

En la Tabla 34, se muestra la prueba de comparación estadística, a través de la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T3 (cl. 509130.20) y T4 (cl. 509140.15) tuvieron tubérculos de categoría comercial por planta promedios de 45.26, 40.60 y 34.61 % de tubérculos respectivamente donde estadísticamente son iguales y superiores a los clones en estudio y similares a los tratamientos testigo T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina) con 69.89 y 68,75 % de tubérculos comerciales/planta respectivamente.

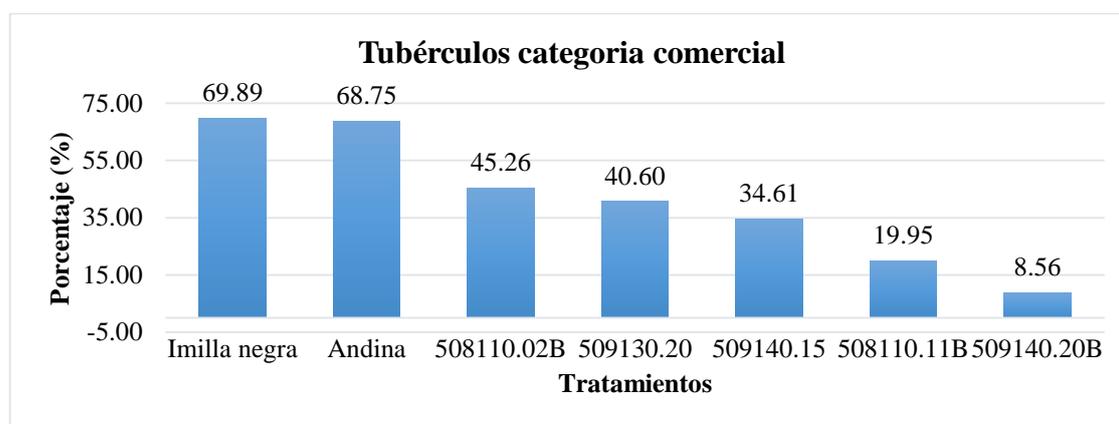


Figura 7. Porcentaje de tubérculos de categoría comercial de clones de papa

En la Figura 7, se observa que los clones en estudio tienen menores porcentajes de tubérculos de la categoría comercial en comparación a los testigos (nativa y mejorada), al respecto se puede mencionar se deba al efecto genotípico, ya que al instalar estos materiales genéticos en un nuevo ambiente, va a presentar una alta variación, por lo tanto, habrán plantas que no terminen de tuberizar completamente. (Tirado, 2014).

Egusquiza (2000), menciona que, el número de tubérculos es influenciado por la cantidad de estolones que depende la variedad pudiéndose largos o cortos y de las condiciones ambientales, sin embargo los primeros estolones se producen en las partes más bajas, es decir próximos a la semilla. Por esta razón los estolones son más largos y los estolones más cortos son los que se encuentran más alejados del tubérculo - semilla. Los tubérculos más grandes son los que se encuentran en la parte más baja (próximo al tubérculo - semilla). Sin embargo, comparando con el experimento realizado se presume

que las variedades Imilla negra y andina (testigos) que ocupan mayor número de tubérculos por planta de la categoría comercial tienen la capacidad de una mayor distribución de estolones en la parte más baja, es decir cerca al tubérculo – semilla, lo cual nos da como resultado un alto número de tubérculos de mayor tamaño.

4.2.3.2. Porcentaje de tubérculos categoría no comercial

Tabla 35. Análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de tubérculos categoría no comercial de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	153.27063	51.09021	0.59	3.16	5.09	0.6311	NS
Tratamientos	6	6553.2251	1092.2042	12.56	2.66	4.02	<.0001	**
Error	18	1565.8756	86.993087					
Total	27	8272.3713						

CV = 19.21 % \bar{X} = 48.55 %

En la Tabla 35 , se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para porcentaje de tubérculos en la categoría no comercial, en donde se observa que entre bloques no existe diferencia estadística significativa, es decir las condiciones de manejo fueron homogéneos en el campo experimental; sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencias altamente significativas, mostrando que entre clones y variedades de papa en estudio en estudio, existe diferencia en porcentaje de tubérculos no comerciales o al menos un clon es diferente al resto de los clones de papa en el porcentaje de tubérculos no comerciales por planta. Además, el Coeficiente de Variación (CV) es 19.21 %, esto indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente (Vásquez, 1990).

Tabla 36. Prueba de Duncan (P≤0.05) para porcentaje de tubérculos categoría no comercial de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	$\sqrt{\bar{X} + 1}$	Promedio (%)	Duncan agrupamiento		
1	T4 - Clon 509140.15	70.579	84.13	a		
2	T5 - Clon 509140.20B	64.577	80.95	a		
3	T2 - Clon 508110.11B	58.144	71.21	a	b	
4	T3 - Clon 509130.20	46.516	52.56		b	c
5	T1 - Clon 508110.02B	41.761	44.42			c
6	T7 - Imilla negra	29.226	23.95			d
7	T6 - Andina	29.044	23.81			d

En la Tabla 36, se muestra la prueba de comparación estadística, a través de la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B) y T2 (cl. 508110.11B) tuvieron mayor porcentaje de tubérculos de la categoría no comercial por planta con promedios de 84.13, 80.95 y 71.20 % de tubérculos respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. andina) con promedios de 44.42, 23.95 y 23.81 % de tubérculos no comerciales/planta.

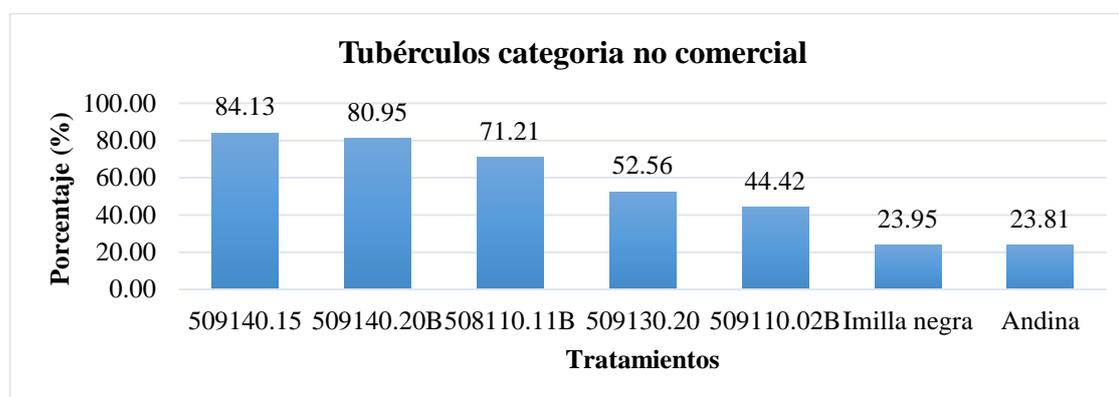


Figura 8. Porcentaje de tubérculos no comerciales de clones de papa.

La Figura 8, se observa que los clones poseen mayor porcentaje de tubérculos de la categoría no comercial por planta, con respecto a las variedades testigo (Imilla negra y Andina), cabe mencionar que el porcentaje de tubérculos no comerciales por planta se deba al efecto genotípico, ya que al instalar este material genético en nuevo ambiente, va a presentar una alta variación, por lo tanto, habrán plantas que no terminen de tuberizar completamente, quedándose pequeñas o como son denominadas “tuberculillos” debido a que el medio ambiente influye en la respuesta a esta variable en estudio. (Tirado, 2014). Sin embargo cabe mencionar que las variedades Imilla negra y Andina ocupan el último lugar con un porcentaje de tubérculos no comerciales de 23.95 y 23.81 por ciento, el cual demuestra su alta capacidad genética de producir tubérculos de tamaño grande.

4.2.3.3. Porcentaje de tubérculos categoría descarte

Tabla 37. ANVA para porcentaje de tubérculos categoría descarte de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	F _c	F _t		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	26.360096	8.7866986	0.37	3.16	5.09	0.7734	NS
Tratamientos	6	205.23363	34.205606	1.45	2.66	4.02	0.2496	NS
Error	18	423.83881	23.546601					
Total	27	655.43254						

CV = 27.67 % \bar{X} = 17.54 %

La Tabla 37, se observa el Análisis de Varianza (ANVA), para porcentaje de tubérculos en la categoría descarte, en donde se observa que entre bloques no existe diferencia estadística significativa, es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; pero para los tratamientos en estudio, tampoco existe diferencias estadísticas significativas, indicando que entre los clones en estudio existe similar porcentaje de tubérculos descarte. Además, el Coeficiente de Variación (CV) es igual a 27.67 %, esto indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente ya que en experimentos de campo lo aceptable hasta el 30 % (Vásquez, 1990).

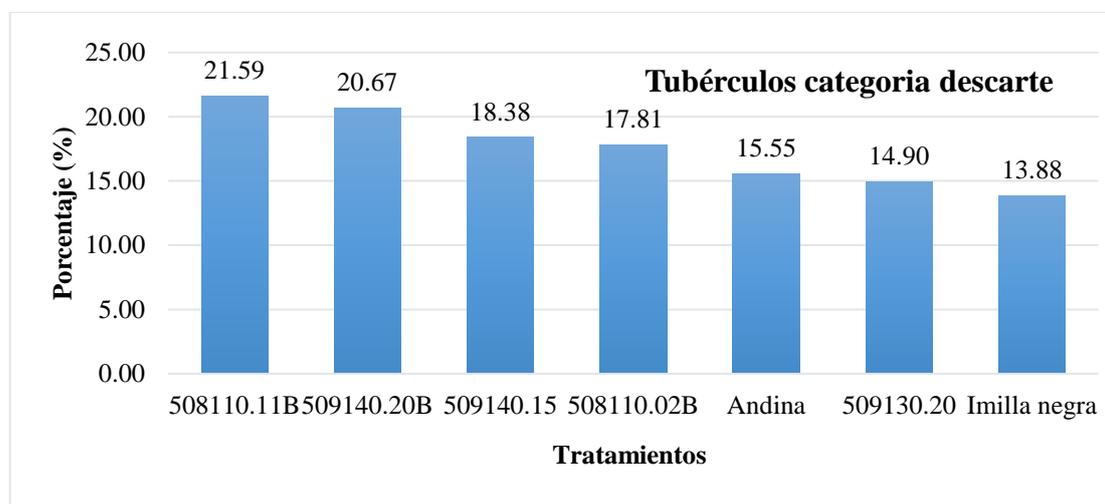


Figura 9. Porcentaje de tubérculos categoría descarte de clones de papa

En la Figura 9, se observa que el clon 508110.11B posee buen porcentaje de tubérculos de la categoría descarte, con respecto a los clones y variedades de papa en estudio, cabe mencionar que el porcentaje de tubérculos descartes, se deba al efecto biótico, abiótico y daños mecánicos en el momento de la cosecha.

4.2.3.4. Número de tubérculos por planta

Tabla 38. Análisis de varianza (ANVA) para tubérculos por planta de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	6.000843	2.000281	0.04	3.16	5.09	0.9907	NS
Tratamientos	6	2600.9991	433.49986	7.69	2.66	4.02	0.0003	*
Error	18	1014.5212	56.362289					
Total	27	3621.5212						

C.V. = 26.16 % \bar{X} = 28.69 u

La Tabla 38, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para número de tubérculos por planta, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que las características de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; pero, para los tratamientos en estudio, existe diferencia estadísticas significativas, mostrando que entre clones de papa existe diferencias en número de tubérculos por o al menos uno de ellos es diferente al resto de los clones en estudio. El Coeficiente de Variación (CV) es 26.16 %, el mismo que indica que los datos evaluados presentan un nivel estadístico de confiabilidad (Vásquez, 1990).

Tabla 39. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para tubérculos por planta de clones de papa

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio tubérculos/planta	Duncan agrupamiento	
1	T6 – Andina	42.68	a	
2	T7 - Imilla negra	39.67	a	
3	T1 - Clon 508110.02B	34.65	a	b
4	T3 - Clon 509130.20	26.52		b c
5	T4 - Clon 509140.15	22.50		c
6	T2 - Clon 508110.11B	18.17		c
7	T5 - Clon 509140.20B	16.65		c

En la Tabla 39, se muestra la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T3 (cl. 509130.20) obtuvieron el número de tubérculos por planta con promedios de 34.65 y 26.52 tubérculos respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos, T4 (cl. 509140.15), T2 (cl. 508110.11B) y T5 (cl. 509140.20B) y similares a los tratamientos testigo T6 (v. Andina), T7 (v. Imilla negra) con promedios de 42.68, 39.67 tubérculos por planta respectivamente.

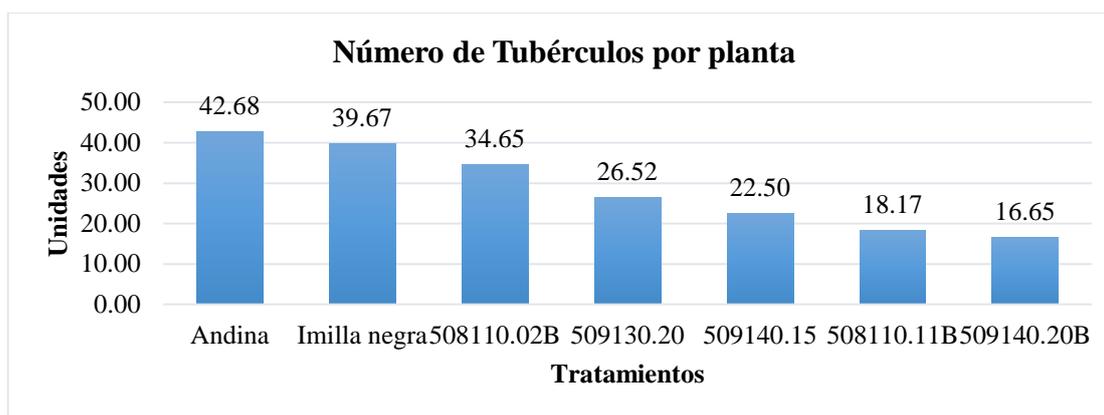


Figura 10. Número de tubérculos por planta de clones de papa

En la Figura 10, se observa que entre los clones en estudio sobre sale, el clon 509110.02B con 39.67 tubérculos/planta, siendo similar según a lo reportado por Tirado (2014), donde el clon CIP302286.13-FC-086 con 39,95 tubérculos/planta, afirmando que el número de tubérculos por planta es afectado por el efecto genotipo y las condiciones medioambientales.

Según Egúsqiiza (2000), menciona que, el número de tubérculos es influenciado por la cantidad de estolones que depende de la variedad pudiendo ser cortos o largos y las condiciones ambientales; sin embargo los primeros estolones se producen en las partes más bajas, es decir próximos a la semilla. Por esta razón los primeros estolones son más largos y los estolones más cortos son los que se encuentran más alejados del tubérculo – semilla. Los tubérculos más grandes son los que se encuentran en la parte más baja.

Con lo anteriormente mencionado por Egusquiza (2000), comparando con el experimento realizado se presume que los clones y variedades con mayor número de tubérculos por planta, tienen mayor número de estolones pero con una distribución variada pudiendo ser próximos y alejados al tubérculo – semilla. Es necesario resaltar que el número de tubérculos es una variable que no determina superioridad dentro de los clones y variedades, ya que existirá alta variabilidad en el tamaño de los tubérculos. Por otro lado, las plantas que presentan menor número de tubérculos por planta, presentan generalmente tubérculos medianos a grandes (Osorio, 2010).

4.3. RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE CLONES DE PAPA

4.3.1. Rendimiento de tubérculos por planta

4.3.1.1. Rendimiento de tubérculos categoría comercial por planta

Tabla 40. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría comercial por planta de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	2.0312955	0.6770985	0.15	3.16	5.09	0.9285	NS
Tratamientos	6	450.84775	75.141291	16.61	2.66	4.02	<.0001	**
Error	18	81.41125	4.5228472					
Total	27	534.29029						

CV = 14.55 % $\bar{X} = 14.62$ g

La Tabla 40, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos en la categoría comercial, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que las condiciones de conducción y manejo fueron similares en todas las parcelas experimentales; sin embargo, para tratamientos en estudio, existe diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que entre los clones de papa existen diferencias en rendimiento o al menos un clon es diferente al resto de los clones en rendimiento de tubérculos de categoría comercial. El Coeficiente de Variación (CV) es 14.55 %, indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente (Vásquez, 1990).

Tabla 41. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos categoría comercial de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	$\sqrt{x + 1}$	Promedio g/planta	Duncan agrupamiento	
1	T7 - Imilla negra	20.397	420.86	a	
2	T6 - Andina	20.151	416.75	a	
3	T1 - Clon 508110.02B	15.421	238.59	b	
4	T3 - Clon 509130.20	14.237	205.31	b	c
5	T2 - Clon 508110.11B	11.627	135.83	c	d
6	T4 - Clon 509140.15	10.940	119.69	c	d
7	T5 - Clon 509140.20B	9.574	92.97		d

En la Tabla 41, se muestra la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) y T3 (cl. 509130.20) obtuvieron el rendimiento de tubérculos de la categoría comercial con

promedios de 238.59 y 205.31 g/planta respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T4 (509140.15) y T5 (509140.20B) y siendo superados por los tratamientos testigo T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina) con promedios 420.86 y 416.75 g/planta de tubérculos de la categoría comercial respectivamente.

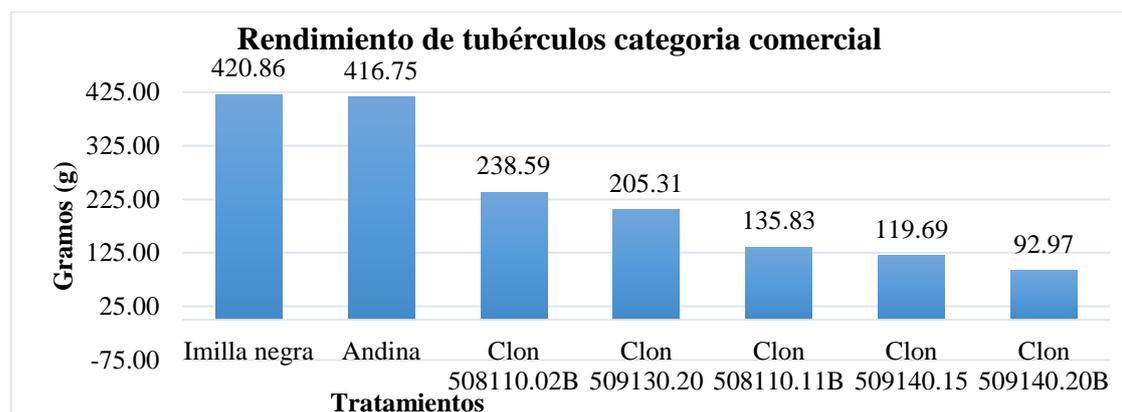


Figura 11. Rendimiento de tubérculos categoría comercial por planta de clones de papa

En la Figura 11, se observa que entre los clones en estudio quien sobre sale es el clon 508110.02B con 238.59 g de tubérculos de la categoría comercial y de menor peso de tubérculos es el clon 509140.20B con 92.97 g en promedio. Sin embargo se presume que a mayor número de tubérculos de tamaño grande se muestran mayores pesos, ya que la variedad Imilla negra ocupa en primer lugar con 69.89 % de tubérculos de categoría comercial por planta (Figura 7). Cabe mencionar que los tubérculos grandes (Categorías extras, primeras y segundas) genera un mayor peso que los medianos.

4.3.1.2. Rendimiento de tubérculos de categoría no comercial por planta

Tabla 42. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría no comercial por planta de clones de papa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG
					0.05	0.01		
Bloques	3	6032.9964	2010.9988	0.74	3.16	5.09	0.5423	NS
Tratamientos	6	21898.938	3649.8231	1.34	2.66	4.02	0.29	NS
Error	18	48958.074	2719.893					
Total	27	76890.009						

C.V. = 16.89 % \bar{X} = 308.67 g

La Tabla 42, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para peso de tubérculos en la categoría no comercial, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; pero para tratamientos en estudio, de igual manera no existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los clones de papa existe similar rendimiento de tubérculos de categoría no comercial por planta. El Coeficiente de Variación (CV) es 16.89 %, indica que los datos evaluados son confiables, indicando un nivel de aceptabilidad estadística (Vásquez, 1990).

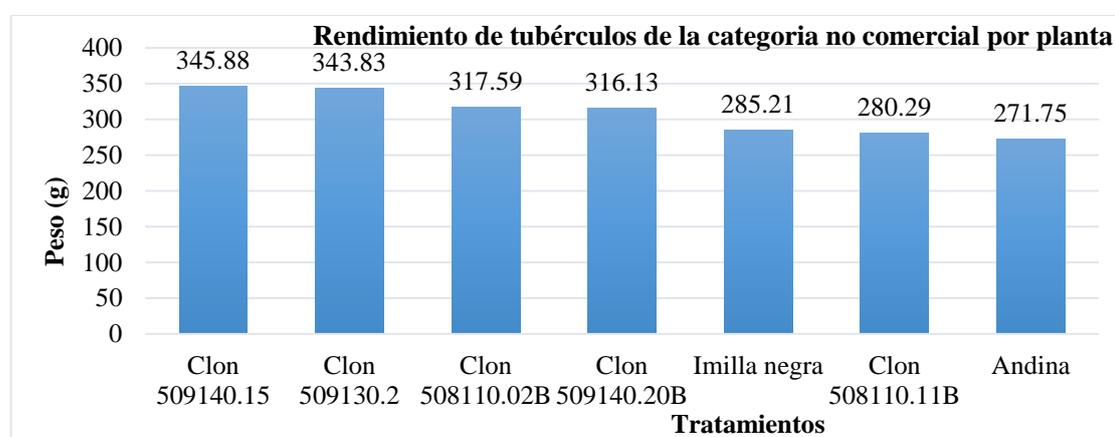


Figura 12. Rendimiento de tubérculos en la categoría no comercial por planta de clones de papa

Como no hubo diferencias significativas, en rendimiento de tubérculos de categoría no comercial se ha realizado un gráfico (Figura 12), para conocer las diferencia numéricas en el peso de tubérculos por tratamiento en la categoría no comercial, en donde se observa que el clon 509140.15 tuvo mayor peso de tubérculos con 345.88 g/planta en promedio, seguido por el clon 509130.20 con 343.83 g/planta, y por último lugar se tiene a la variedad Andina con 271.75 g/planta de tubérculos categoría comercial.

Al respecto se puede mencionar que el rendimiento de tubérculos no comerciales por planta se deba al efecto genotípico, ya que al instalar este material genético en un nuevo ambiente, va a presentar una alta variación, por lo tanto, habrá plantas que no terminen de tuberizar completamente, quedándose pequeñas debido a que el medio ambiente

influye en la respuesta a esta variable en estudio. Cosio (2006), menciona que el material genético no es estático sino que cambia a través del tiempo y su morfología o fenotipo es fuertemente influenciado por el medio, de modo que un registro y caracterización, será una respuesta de actualización permanente y confiable para cada especie.

4.3.1.3. Rendimiento de tubérculos categoría descarte por planta.

Tabla 43. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría descarte por planta de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	10.821197	3.6070657	1.33	3.16	5.09	0.2962	NS
Tratamientos	6	75.392502	12.565417	4.63	2.66	4.02	0.0052	*
Error	18	48.870294	2.7150163					
Total	27	135.08399						

CV = 21.53 % $\bar{X} = 7.65$ g

La Tabla 43, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos de la categoría descarte por planta, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia estadísticas significativas, mostrando que entre los clones de papa existe diferencias en + de tubérculos. El Coeficiente de Variación (CV) es 21.53 %, indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente. (Vásquez, 1990).

Tabla 44. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos categoría descarte de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	$\sqrt{x + 1}$	Promedio g/planta	Duncan agrupamiento		
1	T6 - Andina	10.511	112.83	a		
2	T7 - Imilla negra	9.625	99.88	a	b	
3	T1 - Clon 508110.02B	7.671	60.81		b	c
4	T2 - Clon 508110.11B	7.239	53.63		b	c
5	T5 - Clon 509140.20B	6.359	41.52			c
6	T3 - Clon 509130.20	6.189	38.81			c
7	T4 - Clon 509140.15	5.979	36.32			c

En la Tabla 44, se muestra la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T7 (v. Imilla negra), T1 (cl.

509110.02B), T2 (cl. 508110.11B) obtuvieron rendimiento con promedios de 99.88 60.81 y 53.63 g/planta de tubérculos de la categoría descarte respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos, T5 (cl. 509140.20B), T3 (cl. 509130.20) y T4 (cl. 509140.15) con, 41.52, 38.81 y 36.32 g/planta respectivamente.

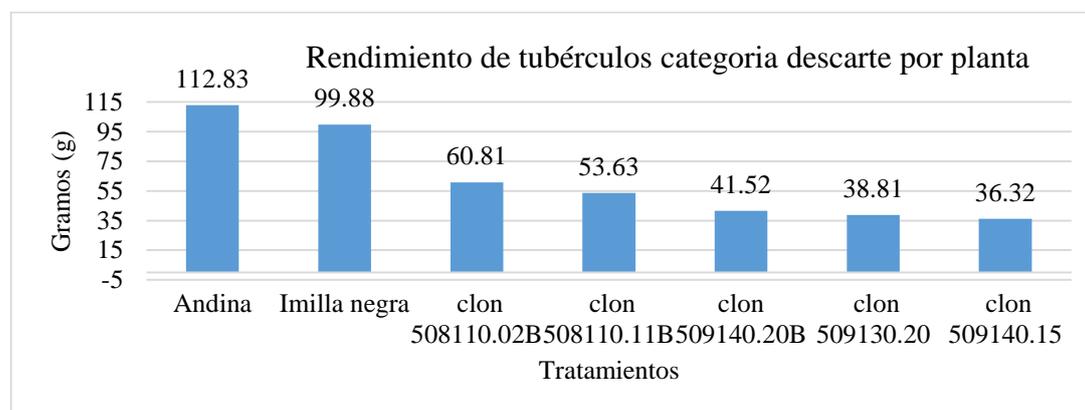


Figura 13. Rendimiento de tubérculos categoría descarte por planta de clones de papa

En la Figura 13, se observa que las variedades Andina e Imilla negra posee mayor peso de tubérculos para descarte pese a que presentan menores porcentajes de número de tubérculos por planta (Figura 9) con promedios de 15.55 y 13.88 % de tubérculos respectivamente, con respecto a los clones y variedades de papa en estudio, cabe mencionar que el peso de tubérculos descartes, se deba al efecto biótico (plagas y enfermedades), abiótico y daños mecánicos en el momento de la cosecha.

Según Oryazún *et al.*, (2002), las enfermedades del cultivo de papa, causan pérdidas considerables tanto en el rendimiento como en la calidad del tubérculo. Para realizar un manejo efectivo y práctico de estos problemas, es necesario identificarlos y cuantificarlos.

4.3.1.4. Rendimiento total de tubérculos por planta

Tabla 45. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento total de tubérculos por planta de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	F _c	F _t		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	5889.7984	1963.2661	0.3	3.16	5.09	0.8256	NS
Tratamientos	6	540832.26	90138.711	13.73	2.66	4.02	<.0001	**
Error	18	118133.5	6562.9724					
Total	27	664855.57						

CV = 13.43 %

\bar{X} = 603.34 g

En la Tabla 45, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para peso total de tubérculos por planta, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que las condiciones de conducción y manejo fueron similares en todas las parcelas experimentales; sin embargo para los tratamientos en estudio, existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los clones de papa existe diferencias en peso de tubérculos o por al menos un clon o variedad, es diferente al resto de los clones o variedades. Además, el Coeficiente de Variación (CV) es 13.43 % indicando un nivel de aceptabilidad estadística. (Vásquez, 1990).

Tabla 46. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento total de tubérculos por planta de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio g/planta	Agrupamiento
1	T7 - Imilla negra	805.94	a
2	T6 - Andina	801.33	a
3	T1 - Clon 508110.02B	616.98	b
4	T3 - Clon 509130.20	587.96	b
5	T4 - Clon 509140.15	501.89	b c
6	T2 - Clon 508110.11B	458.70	c
7	T5 - Clon 509140.20B	450.61	c

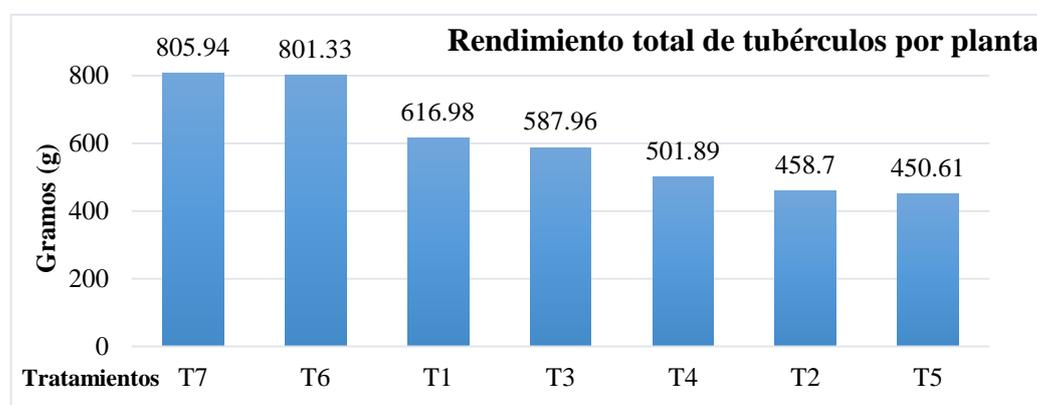


Figura 14. Rendimiento de tubérculos por planta de clones de papa

En la Tabla 46 y Figura 14, se muestran la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 508110.02B) T3 (cl. 509130.20) y T4 (cl. 509140.15) obtuvieron el rendimiento con promedios de 616.98, 587.96 y 501.89 g/planta respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T4 (cl. 509140.15), T2 (cl. 508110.11B) y T5 (cl.

509140.20B), y similares a los tratamientos testigo T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina). Sin embargo se presume que a mayor número de tubérculos de tamaño grande se muestran mayores pesos, siendo el tratamiento T7 (v. Imilla negra) ocupa en primer lugar en porcentaje de tubérculos de la categoría comercial (Figura 7) con 69.89 % de tubérculos con un peso promedio (Figura 11) de 420.86 g mientras que el tratamiento T4 (cl. 509140.15) ocupa en primer lugar en porcentaje de tubérculos de la categoría no comercial (Figura 8) con 84.13 % con un peso promedio (Figura 12) de 345.88 g por lo tanto se presume que ha mayor porcentaje de tubérculos de tamaño pequeño se muestran menores pesos, pero a mayor número de tubérculos de tamaño grande se muestran mayores pesos.

4.3.2. Rendimiento de tubérculos por tratamiento

4.3.2.1. Rendimiento de tubérculos de la categoría comercial

Tabla 47. Análisis de varianza (ANVA) para rendimientos de tubérculos categoría comercial por tratamientos de clones de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG
					0.05	0.01		
Boques	3	5.9258389	1.9752796	1.43	3.16	5.09	0.266	NS
Tratamientos	6	30.9464	5.1577333	3.74	2.66	4.02	0.0136	*
Error	18	24.80502	1.3780567					
Total	27	61.677259						

CV = 18.64 %

\bar{X} = 6.99 kg

La Tabla 47, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos comerciales, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que las condiciones de conducción fueron similares en todas las parcelas experimentales; para los tratamientos en estudio, existe diferencias estadísticas significativas, mostrando que entre los clones y variedades de papa existe diferencias en rendimiento de tubérculos o por al menos un clon o variedad, es diferente a los demás clones en rendimiento de tubérculos comerciales. Además, el Coeficiente de

Variación (CV) es 18.64%, esto indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente. (Vásquez, 1990).

Tabla 48. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimientos de tubérculos de la categoría comercial por tratamientos de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	$\sqrt{x + 1}$	Rendimiento kg/12m ²	Rendimiento kg/ha	Duncan agrupamiento
1	T6 - Andina	3.5633	13.01	10839.58	a
2	T7 - Imilla negra	3.4604	12.22	10179.17	a
3	T1 - Clon 508110.02B	3.3869	12.02	10018.75	a b
4	T3 - Clon 509130.20	2.3435	5.90	4916.17	a b c
5	T5 - Clon 509140.20B	2.0927	5.05	4208.33	b c
6	T2 - Clon 508110.11B	1.8525	4.03	3358.33	c
7	T4 - Clon 509140.15	1.8176	3.44	2862.50	c

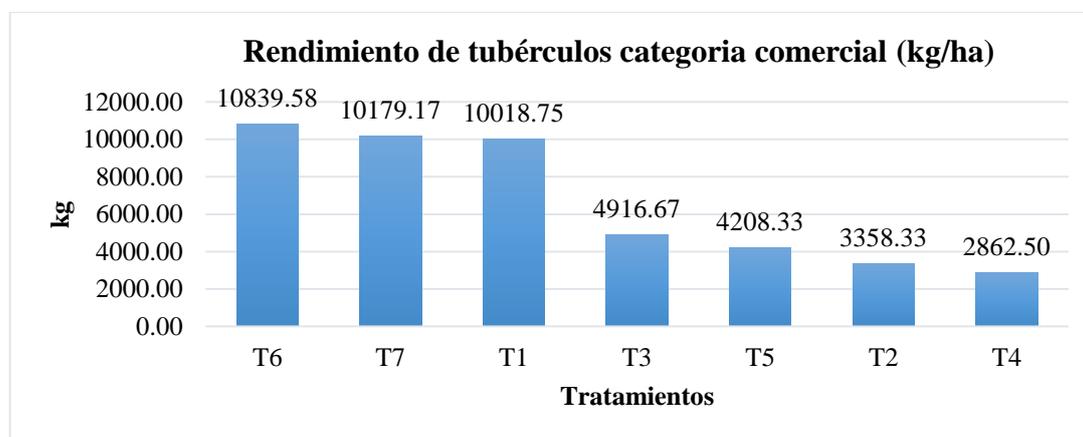


Figura 15. Rendimiento de tubérculos en la categoría comercial por tratamientos de clones de papa

En la Tabla 48 y Figura 15, se muestran la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T3 (cl. 509130.20) y T5 (cl. 509140.20B) tienen rendimientos promedios de 10018.75, 4916.67 y 4208.33 kg/ha de tubérculos de categoría comercial respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T2 (cl. 508110.11B) y T4 (cl. 509140.15) con promedios de, 3358.33, 2862.50 respectivamente y siendo superados por los tratamientos testigo T6 (v. Andina), T7 (v. Imilla negra), con promedios de 10839.58, 10179.17 Kg/ha respectivamente

Las variedades Andina (mejorada) e Imilla negra (nativa) son variedades adaptadas las condiciones ambientales de nuestra región, la cual cabe resaltar que son variedades que contribuyen a la seguridad alimentaria del productor y de las poblaciones de nuestra región.

4.3.2.2. Rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial.

Tabla 49. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de tubérculos categoría no comercial por tratamientos de clones de papa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Pr > F	SIG
					0.05	0.01		
Bloques	3	14.64530000	4.88176667	1.00	3.16	5.09	0.4166	NS
Tratamientos	6	39.51283571	6.58547262	1.35	2.66	4.02	0.2886	NS
Error	18	88.09625000	4.8942361					
Total	27	142.2543857						

CV = 26.21 % \bar{X} = 8.44 kg

En la Tabla 49, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, es decir las condiciones de manejo fueron similares en las parcelas experimentales; para los tratamientos en estudio, tampoco existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los clones de papa presentan similar rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial. El Coeficiente de Variación (CV) es 26.21 %, indicando un nivel de aceptabilidad estadística (Vásquez, 1990).

Tabla 50. Rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial por tratamientos de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio kg/12m ²	Promedio kg/ha
1	T1 - Clon 508110.02B	10.515	8762.50
2	T3 - Clon 509130.20	9.198	7664.58
3	T5 - Clon 509140.20B	8.718	7264.58
4	T4 - Clon 509140.15	8.595	7162.50
5	T2 - Clon 508110.11B	8.290	6908.33
6	T7 - Imilla negra	7.025	5854.17
7	T6 - Andina	6.745	5620.83

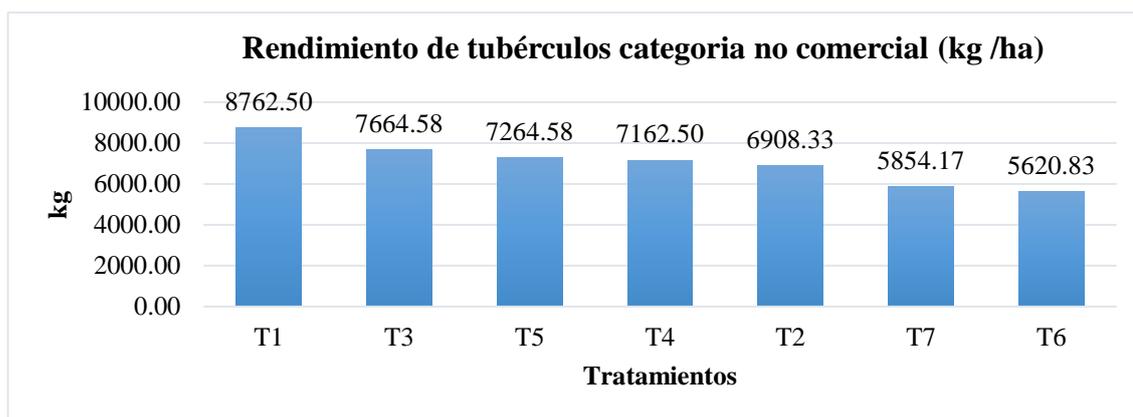


Figura 16. Rendimiento de tubérculos de la categoría no comercial por tratamientos de clones de papa

En la Tabla 50 y Figura 16, se muestran la comparación de promedios de rendimientos, donde los tratamientos T2 (cl. 508110.11B), T4 (cl. 509140.15), T5 (cl. 509140.20B), T3 (cl. 509130.20) tienen mayor rendimiento en porcentaje de tubérculos de la categoría no comercial con 70.07, 69.87, 62.99 y 61.57 kg/ha respectivamente, donde son superiores a los tratamientos T1 (cl. 508110.02B), T7 (v. Imilla negra) y T6 (v. Andina) con 46.48, 34.52 y 31.43 kg/ha respectivamente.

Cabe mencionar que las variedades Imilla negra (nativa) y Andina (mejorada) son variedades que tienen una producción mayor de tubérculos de la categoría comercial y son tolerantes a adversos factores bióticos y abióticos de nuestra región. Sin embargo los clones en estudio son materiales genéticos en el medio ambiente, es por eso que presenta tubérculos de tamaño mediano, ya que de esto depende el peso del tubérculo.

4.3.2.3. Rendimiento de tubérculos categoría descarte.

Tabla 51. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de categoría descarte por tratamientos de clones de papa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.62702943	0.20900981	4.72	3.16	5.09	0.0134	*
Tratamientos	6	2.28549113	0.38091519	8.60	2.66	4.02	0.0002	*
Error	18	0.79712479	0.04428471					
Total	27	3.70964535						
CV = 26.63 %		$\bar{X} = 0.79$ kg						

La Tabla 51, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos de categoría descarte en donde se observa, que entre bloques existe diferencia estadística significativa, indicando que las repeticiones de los tratamientos en estudio se han mostrado poco uniformes; para los tratamientos en estudio existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los clones y variedades difieren entre sí en el rendimiento promedio o al menos un clon es diferente a los demás clones en estudio. El Coeficiente de Variación (CV) es igual a 27.95 %, esto indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente. (Vázquez, 1990).

Tabla 52. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento de tubérculos de categoría descarte por tratamientos de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	$\sqrt{x + 1}$	Promedio kg/12m ²	Promedio kg/ha	Duncan agrupamiento
1	T6 – Andina	1.3272	1.92	1597.92	a
2	T7 - Imilla negra	1.0783	1.23	5854.17	a b
3	T1 - Clon 508110.02B	0.8154	0.73	604.17	b c
4	T4 - Clon 509140.15	0.6276	0.41	339.58	c d
5	T5 - Clon 509140.20B	0.6222	0.41	339.58	c d
6	T3 - Clon 509130.20	0.6023	0.39	325.00	c d
7	T2 - Clon 508110.11B	0.4594	0.23	187.50	d

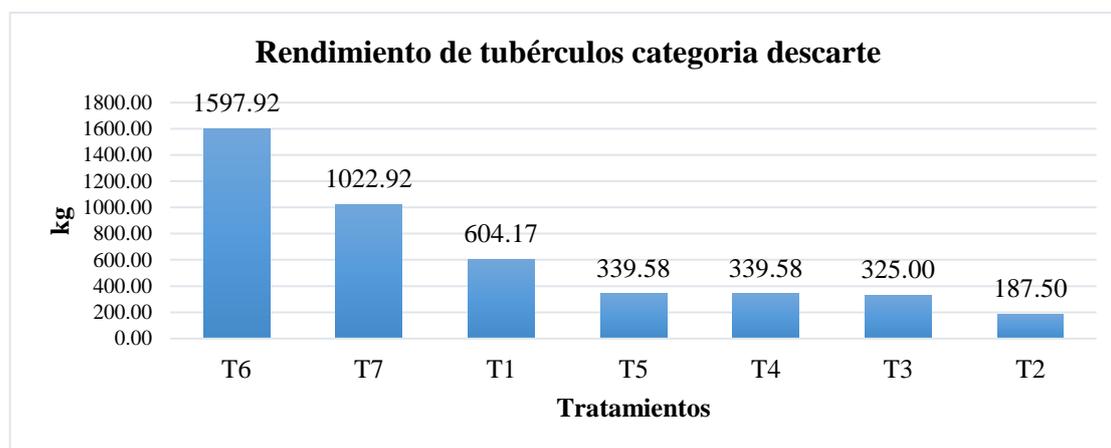


Figura 17. Rendimiento de tubérculos de la categoría descarte por tratamientos de clones de papa

En la Tabla 52 y Figura 17, se muestran la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T7 (v. Imilla negra) y T1 (cl. 508110.02B) tienen rendimientos promedios de 5854.17 y 604.17 kg/ha de tubérculos

de la categoría descarte respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T5 (cl. 509140.20B), T4 (cl. 509140.15), , T3 (cl. 509130.20) y T2 (cl. 508110.11B) con 339.58, 339.58, 325.00 y 187.50 kg/ha respectivamente.

Cabe mencionar que las variedades Andina (mejorada) e Imilla negra (nativa) con alto rendimiento de tubérculos de la categoría descarte, debido a que son variedades susceptibles a los daños mecánicos por ser tubérculos mayormente de las categorías comerciales.

4.3.2.4. Rendimiento total de tubérculos

Tabla 53. Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento total de clones de papa

F.V.	G. L.	S.C.	C. M.	Fc	Ft		Pr > F	SIG.
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.2815616	0.0938539	0.25	3.16	5.09	0.8613	NS
Tratamientos	6	7.0859419	1.1809903	3.13	2.66	4.02	0.028	*
Error	18	6.7982176	0.3776788					
Total	27	14.165721						

CV =15.06 % $\bar{X} = 4.07$ kg

La Tabla 53, muestra el Análisis de Varianza (ANVA), para rendimiento de tubérculos en la categoría comercial, en donde se observa que entre los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la conducción y manejo fueron similares en todas las parcelas experimentales; pero sin embargo para los tratamientos en estudio, existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los clones y variedades de papa existe diferencias en rendimiento de tubérculos o por lo menos un clon es diferente a los demás clones en rendimiento de tubérculos. El Coeficiente de Variación (CV) es 15.06 %, esto indica que los datos evaluados son confiables estadísticamente (Vásquez, 1990).

Tabla 54. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimientos total de tubérculos por tratamientos de clones de papa

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio		Duncan agrupamiento		
		(Kg/12m ²)	Rdto. kg/ha			
1	T1 - Clon 509110.02B	23.26	19383.33	a		
2	T6 - Andina	21.67	18058.33	a	b	
3	T7 - Imilla negra	20.47	17058.33	a	b	c
4	T3 - Clon 509130.20	15.49	12908.33	a	b	c
5	T5 - Clon 509140.20B	14.18	11816.67		b	c
6	T2 - Clon 508110.11B	12.55	10458.33			c
7	T4 - Clon 509140.15	12.43	10358.33			c

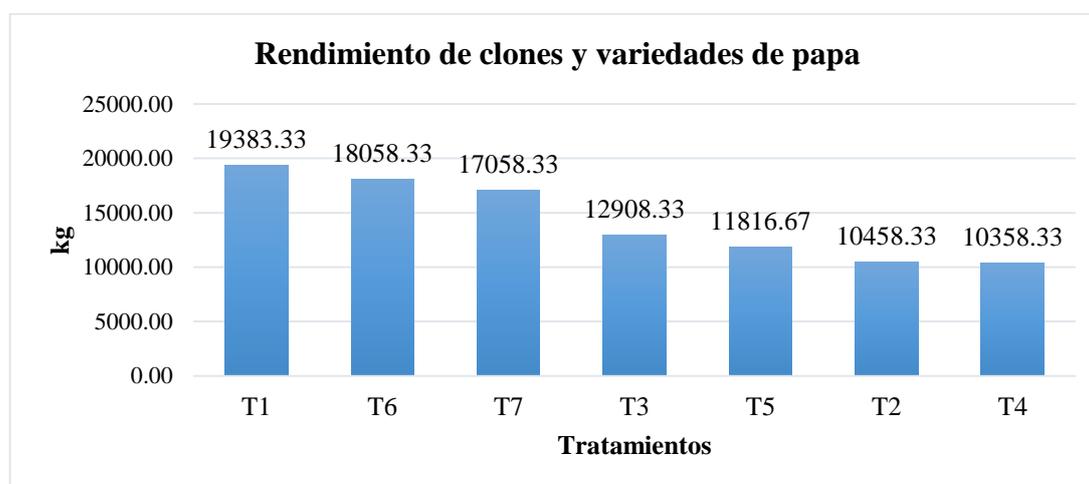


Figura 18. Rendimiento de tubérculos en kg/ha de clones de papa

En la Tabla 54 y Figura 18, se muestran la comparación de promedios estadísticos, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), donde los tratamientos T1 (cl. 509110.02B), T6 (v. Andina), T7 (v. Imilla negra) y T3 (cl. 509130.20) tienen mayor rendimiento en porcentaje de tubérculos con 19.38, 18.06, 17.06 y 12.91 t/ha respectivamente, donde estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T5 (cl. 509140.20B), T2 (cl. 508110.11B) y T4 (cl. 509140.15) con 11.82, 10.46 y 10.36 t/ha respectivamente.

Cabe mencionar que los tratamientos con mayores rendimientos obtenidos son menores a lo reportado por Livisi (2017) el clon H6S163P5 con 36.5 t/ha y el reporte de Durand (2005) el clon B1C5024.44 con promedios de 44.4 t/ha, esto debido a que los clones en estudio a un no están climatizados a las condiciones ambientales de la zona.

En lo referente de rendimiento de tubérculos en clones se observa esto dentro de lo reportado por Arcos (2008) de los cinco clones seleccionados de los mejores clones fueron B1C5041 y B1C5948 con rendimientos promedio 23.81 y 23.04 t/ha respectivamente, viendo este reporte el clon 508110.02B tiene una mínima diferencia en cuanto al rendimiento.

4.4. CONTENIDO DE MATERIA SECA, CAROTENOIDES TOTALES Y MINERALES (HIERRO Y ZINC) DE CLONES DE PAPA DE PULPA AMARILLA

4.4.1. Contenido de materia seca

Tabla 55. Contenido de porcentaje de materia seca en los tubérculos de clones de papa

Orden de merito	Tratamiento	Clones y variedades	Materia seca (%)
1	T4	Clon 509140.15	28.04
2	T2	Clon 508110.11B	27.49
3	T5	Clon 509140.20B	27.08
4	T3	Clon 509130.20	26.39
5	T1	Clon 508110.02B	25.49
6	T7	Nativa- Imilla Negra	25.30
7	T6	Mejorada-Andina	20.32

En la Tabla 55, se muestra el porcentaje de materia seca de tubérculos de clones y variedades de papa, cuyo análisis fue en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP, los resultados indican que con mayor contenido de materia seca fue el tratamiento (cl. 509140.15) con 28.04 %, a comparación de los tratamientos testigo (v. Imilla negra) y (v. Andina) que presentaron el 25.30 y 20.32 % respectivamente de contenido de materia seca.

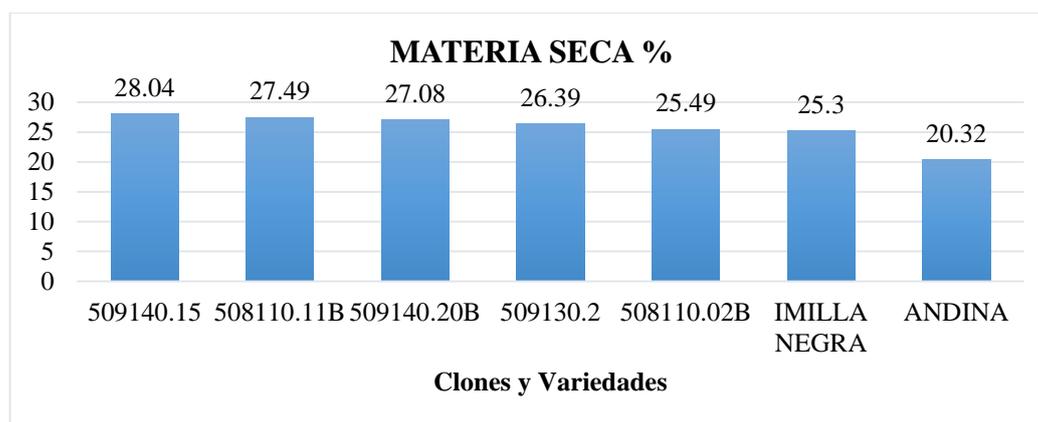


Figura 19. Orden de mérito del porcentaje de materia seca de clones de papa

En la Figura 19, se visualiza la proporción de materia seca de los tratamientos en estudio, según ello se puede notar que el clon 509140.15; así mismo el clon 508110.11B; inclusive el clon 509140.20B, presentan altos valores de materia seca, es decir estos clones de papa presentan una mayor proporción de nutrientes, esto es probablemente al contenido de pigmentos de carotenoides.

Comparando el contenido de materia seca se observa que los valores obtenidos en los clones de papa son ligeramente superiores a lo reportado por Juli y Arias (2011), en los clones 303851 con 25.2 % y el clon 304239 con 30.92 %.

4.4.2. Contenido de carotenoides totales

Tabla 56. Contenido de carotenoides totales en clones de papa

Orden de merito	Tratamiento	Clones y variedades	(ug/100g) BS	(ug/100g) BF
1	T2	Clon 508110.11B	154570.12	1545.70
2	T3	Clon 509130.20	142860.32	1428.60
3	T1	Clon 508110.02B	141487.60	1414.87
4	T4	Clon 509140.15	88052.28	880.52
5	T5	Clon 509140.20B	70684.47	706.84
6	T6	Mejorada – Andina	49505.61	495.05
7	T7	Nativa – Imilla Negra	11909.26	119.09

En la Tabla 56, muestra el contenido de carotenoides totales de tubérculos papa de clones y variedades, cuyo análisis fue en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP, los resultados indican que con mayor contenido de carotenoides totales fueron los tratamientos (cl 508110.11B) y (cl 509130.20) con (154570.12 ug/100g BS y 1545.70 ug/100g BF) y (1428.60, 141487.60 ug/100g BS y 1428.60 ug/100g BF) respectivamente;

por último se encuentran los tratamientos testigo (v. Andina) y (v. Imilla negra) con (49505.61, 11909.26 ug/100g BS y 495.05 ug/100g BF) y (11909.26 ug/100 BS y 119.09 ug/100g BF) respectivamente de contenido de carotenoides totales.

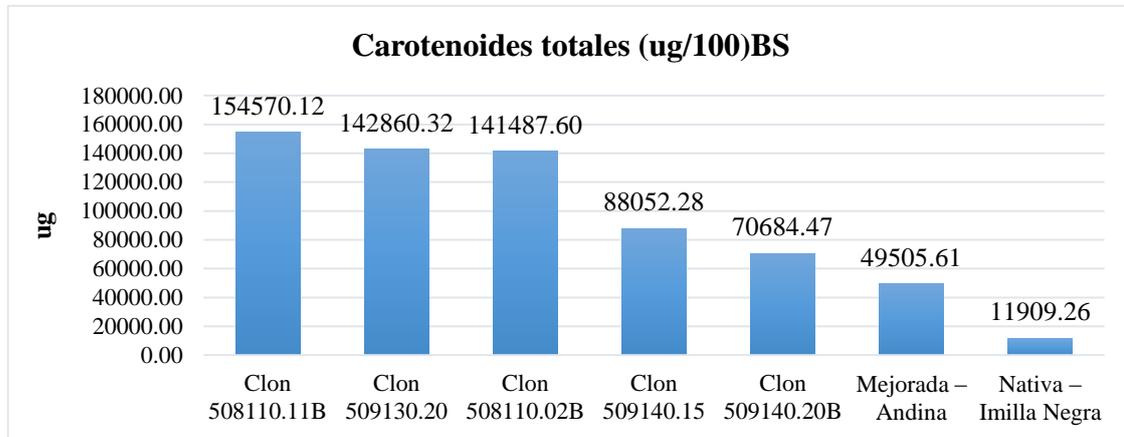


Figura 20. Orden de merito de contenido de Carotenoides totales de clones de papa

En la Figura 20, visualiza el contenido de carotenoides totales, donde se observa que los tratamientos (cl. 508110.11B), (cl. 509130.20) y (cl. 508110.02B), presentan los más altos valores de carotenoides, es decir son clones promisorios para la mejora en la alimentación humana. Pues al respecto, Meléndez *et al.*, (2004), afirman que los carotenoides destacan por su importancia fisiológica y dietética por tener la propiedad de la provitamina A, esencial para la visión, para el mantenimiento sano de la piel y de los tejidos superficiales; además menciona que los carotenoides demuestran una actividad antioxidante, es decir disminuye los efectos adversos de especies reactivas en el organismo humano.

Acuña *et al.*, (2010) y Muñoz (2011), afirman, que mientras sea mayor la intensidad de color amarillo, mayor será el contenido de carotenoides, donde se puede observar la tabla 30 que el clon 508110.11B tiene el color de pulpa “Amarillo intenso” y seguido por el clon 509130.20 de color “Amarillo”, donde estos clones tiene un intensidad mayor de color que las demás clones y las variedades en estudio donde estos tienen la pulpa de color “amarillo claro” y “blanco” respectivamente.

Los niveles de carotenoides totales en clones y variedades de papa se presentan en la tabla 59 y se grafica en la figura 22. Donde se puede observar una variación de contenido de carotenoides totales en los cinco clones y las dos variedades; el clon 508110.11B muestra mayor contenido de carotenoides totales 154570.12 ug/100g BS y 1545.7012 ug/100g BF con respecto a los demás clones y mostrando con menor contenido de carotenoides totales las variedades Andina e Imilla negra con 49.505.61 ug/100g BS y 495.06 ug/100g BF, 11909.26 ug/100g BS y 119.09 ug/100g BF respectivamente.

Muñoa *et al.*, (2009) reporta tres grupos de accesiones de *Solanum pureja* en donde el primer grupo reporta mayor concentración de carotenoides totales entre 1258 – 1840 ug/100g BF, sin embargo los clones y variedades en estudio son especies de *Solanum tuberosum* donde se tiene entre 706.84 – 1545.70 ug/100g BF, siendo menor a comparación a los reportes de Muñoa *et al.*, (2009), dando razón a (André *et al.*,2007) donde indica que las variedades diploides y triploides tienen mayor contenido de carotenoides que los tetraploides, siendo *Solanum phureja* (diploide) y *Solanum tuberosum* (tetraploide) según la tabla 5.

4.4.3. Contenido de Hierro

En la Tabla 57, se muestra el contenido de Hierro en los tubérculos papa correspondiente a los clones y variedades en estudio, cuyo análisis químico fue realizada en el laboratorio del Centro Internacional de la Papa CIP.

Tabla 57. Contenido de hierro en clones de papa

N°	Tratamiento	Clones y Variedades	XRF-CIP(mg/Kg) BS	XRF – CIP (mg/Kg) BF
			Fe	Fe
1	T1	Clon 508110.02B	16.65	4.02
2	T2	Clon 508110.11B	20.09	5.93
3	T3	Clon 509130.20	14.74	3.87
4	T4	Clon 509140.15	19.62	5.68
5	T5	Clon 509140.20B	18.48	5.23
6	T6	Mejorada – Andina	19.48	4.02
7	T7	Nativa – Imilla Negra	21.02	5.31

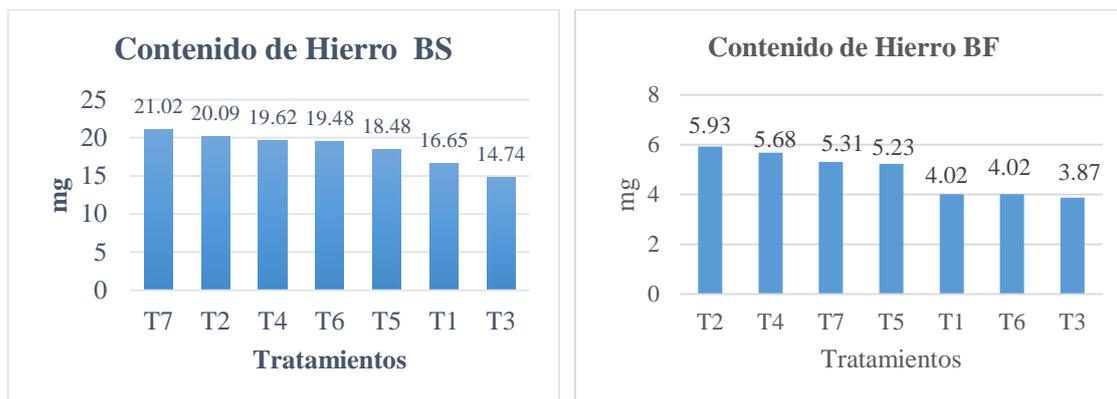


Figura 21. Contenido de hierro en base seca (BS) y base fresca (BF) en clones de papa

La variedad Imilla negra (Nativa) tiene el contenido de Hierro por encima de los clones en estudio con una mínima diferencia al tratamiento T7 (v. Imilla negra) con 21.02 mg/kg en BS pero sin embargo es superado por el Tratamiento T2 (cl. 508110.11B) en el contenido de Hierro en BF con 5.93 así mismo según los resultados obtenidos se indicaría que los tratamientos (cl. 508110.11B) y (v. Imilla negra) pueden constituir una alternativa que complemente los requerimientos de Hierro para las personas que padecen de la deficiencia de este elemento.

Según los reportes de Burgos (2007), el contenido de Hierro en la variedad nativa Runtus con 25.2 mg/Kg en base seca, y (Tito, 2017), donde el clon CIP306416.68 con 31.67 mg/kg en base seca. Donde estos reportes son superiores a los tratamientos evaluados tanto como los clones y las variedades (Nativa y mejorada).

En cuanto a los reportes de contenido de Hierro de, Amorosos *et al.*, (2009) el clon PW-6065 con 4.9 mg/kg base fresca, Ordinola (2011) 6.9 mg/kg base fresca, Burgos *et al.*, (2009) 8.6 de Fe mg/kg base fresca en germoplasma de papas nativas del CIP, donde estos datos son similares a los datos obtenidos por los clones y variedades en estudio.

4.4.4. Contenido de zinc

Tabla 58. Contenido de zinc en clones de papa

N°	Tratamiento	Clones y Variedades	XRF – CIP (mg/Kg) BS	XRF – CIP (mg/Kg) BF
			Zn	Zn
1	T1	Clon 508110.02B	7.56	1.83
2	T2	Clon 508110.11B	7.49	2.21
3	T3	Clon 509130.20	4.41	1.16
4	T4	Clon 509140.15	4.75	1.38
5	T5	Clon 509140.20B	10.33	2.92
6	T6	Mejorada – Andina	5.99	1.23
7	T7	Nativa Imilla negra	7.57	1.91

En la tabla 58, muestra el contenido de Zinc de tubérculos papa de clones y variedades, cuya evaluación realizada en el laboratorio del Centro internacional de papa CIP, cuyo resultados indican que, con mayor contenido de Zinc en (BS) base seca fueron los tratamiento (cl. 509140.20B) y (v. Imilla negra) con 10.33 7.57 mg/kg de Zinc respectivamente, siendo con menor cantidad de Zinc el tratamiento (cl. 509130.20) con 4.41 mg/kg base seca. Mientras que en (BF) base fresca, con mayores contenidos de Zinc son los tratamientos (cl. 509140.20B), (cl. 508110.11B) y (v. Imilla negra) con 2.92, 2.21 y 1.91 mg/kg respectivamente; con bajos contenidos de hierro fueron los tratamientos (v. Andina) y (cl 509130.20) con 1.23 y 1.16 mg/kg de Zinc en base fresca respectivamente.

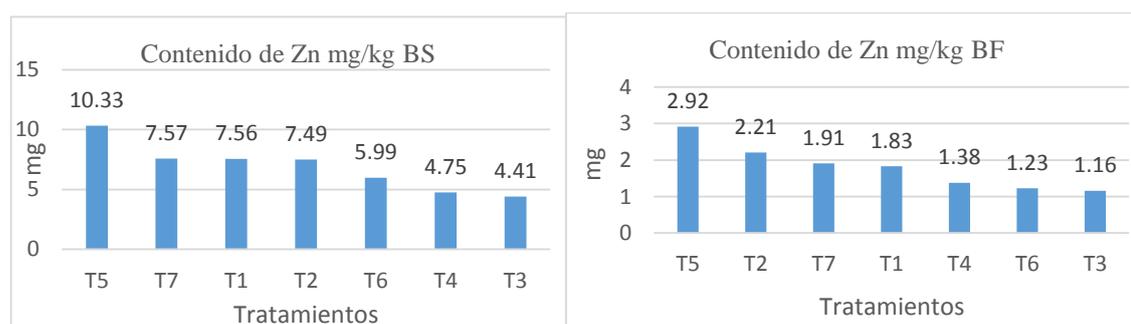


Figura 22. Contenido de Zinc en base seca (BS) y base fresca (BF) en clones de papa

Según los reportes de (Burgos, 2007) el contenido de Zinc en la variedad nativa Poccyca con 14.8 mg/Kg en BS, (Tito, 2017) el clon CIP306417.76 con 15 mg/kg BS, donde estos datos son mayores a clones y variedades evaluados, según el reporte del CIP 3.5mg/kg BF, también sigue siendo mayor a los tubérculos evaluados.

En síntesis, se puede mencionar que los clones de papa en estudio en general presentaron un alto contenido de carotenoides debido a la presencia de estos pigmentos en la pulpa del tubérculo, superando a la variedad nativa y mejorada, pues la pulpa de estos tubérculos no poseen pigmentos de carotenoides; en cambio en el contenido de hierro la composición es indiferente tanto en los clones y variedades en estudio, inclusive la variedad Imilla negra presento el mayor contenido en la pulpa; en relación al contenido de Zinc difieren entre todos los tratamientos tanto en los clones y variedades nativa y mejorada.

V. CONCLUSIONES

Mediante el trabajo de investigación se identificaron clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa amarilla con alto potencial de rendimiento y alto contenido de materia seca, carotenoides totales, minerales (Hierro y zinc). De los resultados se concluye que:

a) En la descripción morfológica, El clon 508110.02B, tiene el hábito de crecimiento decumbente, tubérculo redondo, piel roja-morado, pulpa amarilla. Clon 508110.11B, tiene el hábito de crecimiento decumbente, tubérculo oblongo, piel roja, pulpa amarilla intensa. Clon 509130.20, tiene el hábito de crecimiento semi erecto, tubérculo oblongo, piel marrón, pulpa amarilla. Clon 509140.15, tiene el hábito de crecimiento decumbente, tubérculo comprimida, piel roja-morado, pulpa amarilla clara y el Clon 509140.20B, tiene el hábito de crecimiento semi erecto, tubérculo ovalado, piel roja-morado, pulpa amarilla clara.

b) En las características agronómicas, el clon 508110.02B tuvo mayor emergencia de plántulas con 98.75 % siendo similar a las variedades Imilla negra y Andina; en altura de planta, de entre los clones sobresalen 508110.02B y 509130.20 con 64.50 y 60.38 cm respectivamente; en tubérculos por planta, los clones 508110.02B y 509130.20 tuvieron promedios de 34.65 y 26.52 tubérculos/planta respectivamente.

c) En rendimiento agronómico, los clones 508110.02B, 509130.20 y 509140.15 presentan rendimientos promedios de 616.98, 587.96 y 501.89 g/planta respectivamente; en rendimiento total, el clon 508110.02B presento 19383.33 kg/ha siendo superior a las variedades Andina e Imilla negra.

d) En contenido nutricional, con altos en; materia seca fue el clon 509140.15 con 28.04 %; en carotenoides totales fue el clon 508110.11B con 154570.12 ug/100g BS y 1545.70 ug/100g BF, en Hierro fue el 508110.11B con 21.02 mg/kg BS, el 509140.15 con 5.68 ug/kg BF y en Zinc fue el clon 509140.20B con 10.33 mg/kg BS y 2.92 mg/kg BF.

VI. RECOMENDACIONES

a) Se recomienda continuar con la evaluación de las características morfológicas de los clones promisorios, a fin de estabilizar sus características adaptativas al medio ambiente del altiplano.

b) Se recomienda a las autoridades de diferentes instituciones incentivar más trabajos de investigación en mejoramiento genético, para obtener variedades mejoradas en diversos cultivos que integren niveles nutricionales y contenido de minerales a fin de contribuir a la seguridad alimentaria de la población.

c) Se recomienda seleccionar los clones de papa, con potencialidades de propagación vegetativa, rendimiento de tubérculos, tolerancia a los factores bióticos y abióticos del altiplano.

d) Se recomienda consumir genotipos de papas cuya pulpa presente pigmentos con carotenoides ya que estas poseen mayor concentración de compuestos antioxidantes.

VII. REFERENCIAS

- Acuña, O., Angulo, D., Montenegro, S., & Monteros, C. (2010). Memorias I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas. Quito, Ecuador.
- Allen, R. (1978), *Australian Journal of Agricultural Research* 29(6) 1223 - 1233.
- Amorosos, W., Salas, E., Muñóz, L., (2009). Ascorbic Ac. Concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *Journal of food composition and analysis*. pp 533-538.
- Ancajima, L. A. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones del valle del Cañete. Tesis de pre - grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Peru.
- André, C., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., Hausman, J., & Larondelle, E. (2007). Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. pp 366 - 378.
- Arcos, F. (2008). Apuntes impartidos en la clase de la cátedra de fertilización. Riobamba: ESPOCH.
- Bacon, B., Adams, P., & Kowdley, K. (2011). Diagnosis and management of hemochromatosis: Practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*. pp 328 - 343.
- Bouzo, C. (2008). El cultivo de papa en Argentina. Tesis de especialización, Universidad Nacional de Litoral. Santa fe, Argentina.
- Burgos, G., Walter, A., Maximo, M., Stangoulis, J., Bonierbale, M. (2007). Iron and zinc concentration of native Andean potato varieties from a human nutrition perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. pp 668 - 675.
- Burgos, G.; Salas, E.; Amoros, W.; Auqui, M.; Muñoa, L.; Kimura, M.; Bonierbale, M. (2009). Total and individual carotenoid profiles in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*. Centro Internacional de la Papa CIP). pp 503 - 508.
- Cabrera, H. A. (2009). Manual técnico de Producción de Semilla Básica de Papa. Programa Nacional de Investigación en Papa de la Estación Experimental Baños del Inca. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Cajamarca, Perú. 80 p.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (1993). Variedades de Papa más importantes en Puno y lineamientos para su caracterización. Del programa interinstitucional de waru waru (PIWA). Edit. CIMA, la Paz. PELT/INADE - IC/COTESU. Puno - Perú. 110 p.

- Cahuana, Q. R., Condori, M.T & Flores P.M. (2011). Cosecha, Selección y Clasificación de tubérculos de papa. Revista visión Agraria Año III - Edición N° 11. Puno, Perú.
- Cahuana, R., Arcos, J., Barreda, W., Canihua, J., Quenallata, J. P., & Holguín, V. (2012). Producción de tubérculos semillas de buena calidad de papa. Serie Manual N° 01 - 2012, Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces Tuberosas. Estación Experimental Agraria Illpa - INIA. Editorial Pacifico S.R.L. Puno, Peru. 37 p.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (2000). Guia para las Características Morfológicas Básicas en Colecciones de papas Nativas. Departamento de Mejoramiento y Recursos Genéticos: Lima - Peru.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (2017). Hechos y cifras sobre la papa. Lima, Perú. 2 p.
- Cosio, P (2006). Variabilidad de papas nativas en seis comunidades de calca, Urubamba, Cusco: devolviendo información a los agricultores dueños de la diversidad genética de papa. Asociación Arariwa. Cusco, Perú. 226 p.
- Cuesta, X. (2006). Papas Nativas Ecuatorianas en Proceso de Extinción, Instituto Nacional Autónomo de Investigadores Agropecuarias (INIAP) - Estación Experimental Santa Catalina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 26 p.
- Dallman, P. (1990). Iron present knowledge in nutrition. International Life Sciences Institute (ILSI). New York, USA. 25 p.
- De Haan, S., Palomino, A., Ramos, A., Ying, R., Portillo, Z. & Quinyero, G. (2006). Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH). Lima, Peru. 208 p.
- DRA (Dirección Regional Agraria). (2011). Manual Técnicas de manejo, selección y clasificación de papas nativas, Proyecto "Fortalecimiento de Capacidades Técnico Productivas para la Competitividad de los Cultivos Andinos de Papa Nativa, Haba, Cañihua en la Región Puno, Perú". Primera Edición. 30 p.
- DRA (Dirección Regional Agraria). (2019), Información estadística de producción regional Puno. Disponible en: <https://www.agropuno.gob.pe/sintesis-agricola>
- Egúsquiza, R. (2000). La papa: producción, transformación y comercialización. Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Asociación de Exportadores (ADEX). Lima, Perú. 203 p.
- Egúsquiza, B. & Catalán, W. (2011). Guía técnica. Curso - Taller manejo integrado de papa. Universidad Nacional la Molina (UNALM) - Agrobanco. Cuzco, Perú.

- FAO, (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Producido por el departamento de agricultura. Cartilla (20).
- Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., Muñoa, L., & Ordinola, M. (2014). Catálogo de Variedades de Papa Nativa con Potencial para la Seguridad Alimentaria y Nutricional de Apurímac y Huancavelica: International Potato Center. Huancavelica, Perú.
- Fujita, H., Nishitani, C., & Nakajima, M. (2003). Molecular biology of iron in nutritional science. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)*, pp 248 - 253.
- Fraume, N. (2007). Diccionario ambiental. Ltda Kimpres. Bogotá, Colombia. 465 p.
- Gaitán, D., Olivares, M., Arredondo, M., & Pizarro, A. (2006). Biodisponibilidad de Hierro en Humanos. *Revista chilena de Nutrición*. Chile. pp 142 - 148.
- Goodman, G. (1996). *The pharmacological basis of therapeutics*. Pergamon Press Inc. New York, US.
- Hernandez, A. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. CONACYT. Roma, Italia.
- Hernandez, J., & Leon, J. (1992). *Cultivos marginados: Producción y Protección Vegetal*. Roma, Italia.
- Hidalgo, O. (1997). *Conceptos Básicos sobre la Producción de Semillas de Papa y de sus Instituciones*. Manual técnico. Centro Internacional de la Papa (CIP). Bogotá, Colombia.
- Hualla, V. R. (2017). Ganancias genéticas en el contenido de hierro y zinc en papas diploides en tres ciclos de selección recurrente. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en mejoramiento genético de plantas. Escuela de post grado, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Peru. 118 p.
- Huamán, Z. (2008). Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife, España. pp 30 - 40.
- IDEXCAM. (2018). *Papa, Milenario Producto Andino*. Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio. Exterior de la Cámara de Comercio de Lima - Perú.
- Inca, N. R. (2015). Tolerancia a heladas de clones y variedades de papa (*Solanum* sp.) en diferentes ambientes de la Región Huancavelica (Tesis pre-grado). Facultad de Agronomía. Universidad del Centro del Perú. Mantaro, Jauja, Perú. 114 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2002). *Papa: Compendio de Información Técnica*. Manual. Lima - Peru.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2014). *Plan Estratégico de Programa Nacional de Investigación en Papa*. DGIA. Sub - dirección de Cultivos. Lima, Peru.

- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2011). Descriptores minimos de papa (*Solanum* sp) para el Registro Nacional de la papa nativa peruana. Segunda Edición. Perú. 20 p.
- Juli D, & Arias E. (2005), Antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos clones de papa nativa del genero *Solanum* de pulpa azul y roja. Tesis. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco, Perú. 2011.
- Lagua, R., & Claudio, V. (2004). Diccionario de Nutrición y Dietoterapia. Quinta Edicion. México.
- Livisi, L. C. (2017). Caracterización agromorfológica de dos clones y dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tolerancia a heladas en condiciones agroecológicas de Illpa-Puno. Tesis pre - grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 99 p.
- Meléndez, A., Martínez, I., Vicario, F., Heredia J. (2004). Importancia nutricional de Carotenoides. Area de nutricion y bromatologia. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. 54 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2011. Página Web. www.minag.gob.pe. Lima- Perú.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura). (2015). Papa: Características de la Produccion Nacional y de la Comercializacion en Lima Metropolitana. Boletín Informativo - Mayo 2017. Direccion General de Politicas Agrarias. Direccion de estudios Economicos e Informacion Agraria. Lima, Peru.
- MINAGRI. (2018). Plan Nacional de Cultivos (Campaña Agrícola 2018-2019). Peru.
- MINSA. Ministerio de Salud. Zinc. Disponible en:
ftp://ftp2.minsa.gob.pe/destacados/archivos/47/5_Zinc.pdf.
- MINSA, P. (2009). Tablas Peruanas de Composicion de Alimentos. Centro Nacional de Alimentacion y Nutricion Instituto Nacional de Salud. lima, Perú.
- Monteros, J., Cuesta Subía, H. X., & Jiménez, J. (2005). Papas Nativas en el Ecuador. Estudios cualitativos sobre oferta y demanda. Ecuador.
- Muñoa, L., Burgos, G., Salas, E., Amoros, W., Auqui, M., Kimura, M., & Bonierbale, M. (2009). Total and individual carotenoid profiles in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*. pp 503 - 508.
- Muñoa, L., Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., & Ordinola, M. (2014). Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 29 p.

- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. Revista agrícola. pp 36 - 37. Disponible en:
http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/2014/09/revistaagricolaoctubre_36-37.pdf.
- Ordinola, M., & Vela, A. (2011). Cambios del sector papa en el Perú en la última década. Los aportes del Proyecto Innovación y Competitividad de la Papa (INCOPA). Perú.
- Ortiz, R. (2010). La biofortificación de los cultivos para combatir la anemia y las deficiencias de micronutrientes en el Perú. Programa Mundial de Alimentos (PMA). Lima, Perú. 39 p.
- Osorio, P.G. 2010. La papa en la Sierra Central del Perú. Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA). Huancayo, Perú.
- Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C. Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M. (2002) Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. En: Pumisacho M. y Sherwood, S. El Cultivo de papa en Ecuador. Quito, Ecuador. 85 p.
- Palomino, L., Amorosos, W., Burgos, G., Salas, E., Bonierbale, M., & Palomino, J. (2014). Selección de papas pigmentadas diploides con valor agregado. CIP. Lima, Perú.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador: Editorial Abya Yala. Ecuador.
- Ríos, G. (2007). Distribución y Variabilidad de *Ralstonia solanacearum* ef Smith Agente causal de Marchitez Bacteriana en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L), en tres Departamentos del norte de Nicaragua (Esteli, Matagalpa y Jinotega). Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 44 p.
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). Guía técnica cultivo de papa. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal (CENTA). El Salvador. 36 p. recuperado de :
http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm (926 Kb) 36 p.
- Solano, L. M. (2006). Botánica sistemática. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Peru
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO, ANPE - PERÚ.
- Tirado, R. H. (2014). Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada Cajamarca (Tesis pre-grado). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque , Perú. 116 p.
- Tito, A. (2017). Cuantificación del contenido de hierro, zinc y vitamina C en la producción de 20 clones de papa mejorada biofortificada en el distrito de Yauli. Tesis pre - grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba, Huancavelica, Perú. 94 p.

- Triveño, G., Flores, P., Fonseca, C., Panchi, N., Gonzales, M., & Velasco, C. (2019). Soy papa, no papá: Historias de cambios destacables del proyecto Fortalecimiento de la Innovación para Mejorar los Ingresos, la Seguridad Alimentaria y la Resiliencia de productores de papa en Bolivia, Ecuador y Perú. Centro Internacional de la Papa: Lima, Perú. 60 p.
- Vasquez, V. (1990). Experimentación agrícola. Editores Amaru. Primera Edición, Lima, Perú.
- Yzarra, W., & López, F. (2011). Manual de observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Perú. 99 p.
- Zúñiga, N., Amorosos, W. R., Bonierbale, M., López, G., Devaux, A., Oswald, A., Lindo, E. (2010). Comercialización de variedades nativas de papa con valor agregado a través de la metodología participativa: EPCP. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Huancavelica, Perú. 2 p.

ANEXOS

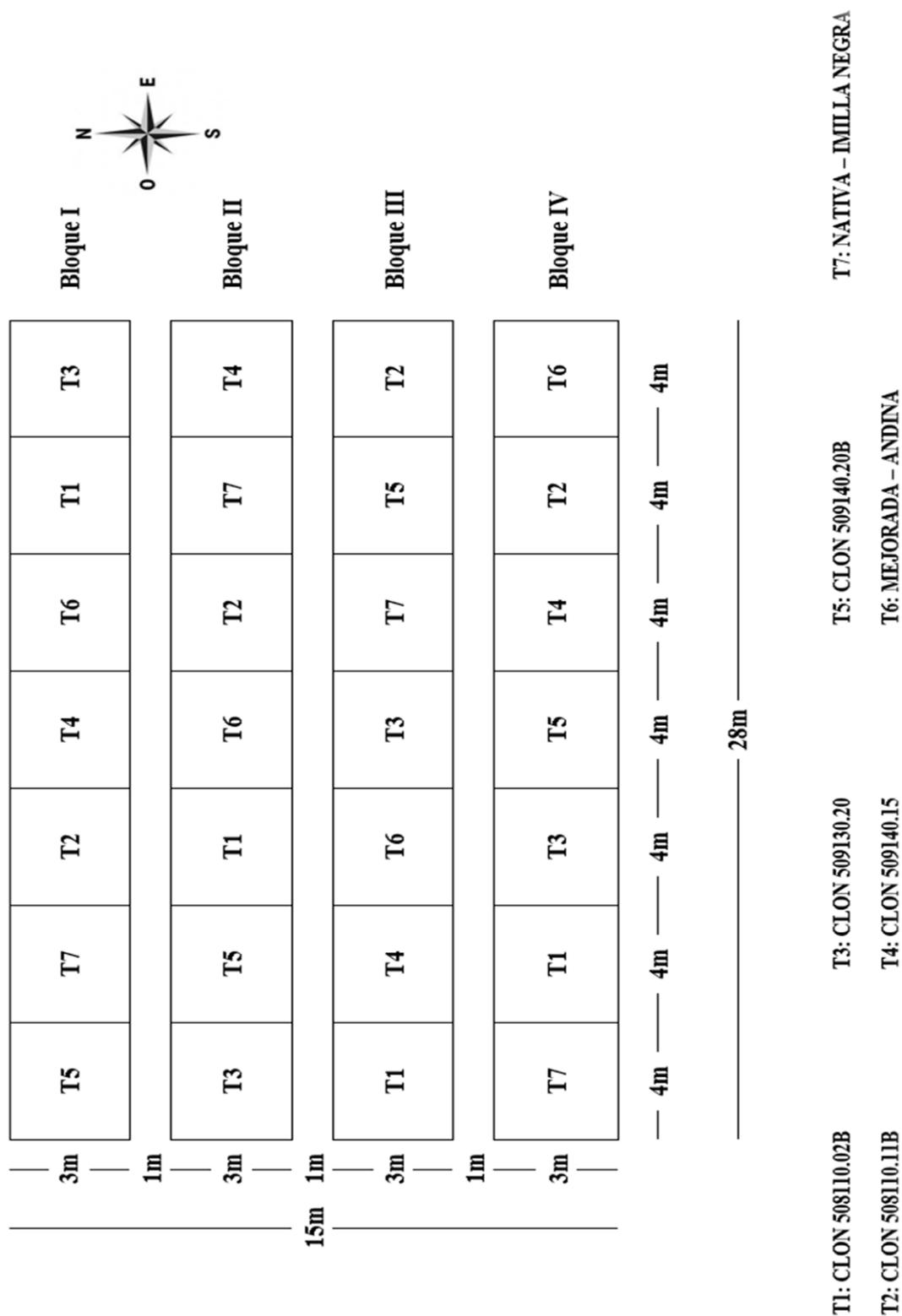


Figura 23. Croquis de distribución de tratamientos y bloques.

Tabla 59. Porcentaje de emergencia por unidad experimental de clones de papa.

Bloque	Tratamiento	Plantas Emergidas de 40 tubérculos
B1	CLON 508110.02B	40
	CLON 508110.11B	32
	CLON 509130.20	32
	CLON 509140.15	40
	CLON 509140.20B	36
	MEJORADA – ANDINA	40
	NATIVA – IMILLA NEGRA	40
B2	CLON 508110.02B	40
	CLON 508110.11B	32
	CLON 509130.20	31
	CLON 509140.15	35
	CLON 509140.20B	37
	MEJORADA – ANDINA	38
	NATIVA – IMILLA NEGRA	40
B3	CLON 508110.02B	38
	CLON 508110.11B	32
	CLON 509130.20	32
	CLON 509140.15	33
	CLON 509140.20B	34
	MEJORADA – ANDINA	39
	NATIVA – IMILLA NEGRA	40
B4	CLON 508110.02B	40
	CLON 508110.11B	36
	CLON 509130.20	37
	CLON 509140.15	39
	CLON 509140.20B	38
	MEJORADA – ANDINA	40
	NATIVA – IMILLA NEGRA	39

Tabla 60. Porcentaje de emergencia por tratamiento de clones de papa.

Tratamiento	Plantas Emergidas de 160 tubérculos	Emergencia (%)
Clon 508110.02B	158	98.75
Clon 508110.11B	132	82.5
Clon 509130.20	132	82.5
Clon 509140.15	147	91.875
Clon 509140.20B	145	90.625
Mejorada – Andina	157	98.125
Nativa – Imilla negra	159	99.375

Tala 61. Promedios de las evaluaciones de altura de planta de clones de papa (cm).

Tratamiento	Bloque	Fecha de evaluaciones				
		07/01/2019	23/01/2019	07/02/2019	22/02/2019	08/03/2019
Clon 508110.02B	1	5.33	20.00	32.17	52.67	58.33
	2	7.00	22.17	46.33	63.83	69.67
	3	3.50	20.33	39.17	53.67	61.50
	4	4.00	19.17	40.50	59.50	68.50
	Total	19.83	81.67	158.17	229.67	258.00
	Prom.	4.96	20.42	39.54	57.42	64.50
Clon 508110.1B	1	3.17	21.00	34.83	55.33	64.83
	2	1.50	13.50	26.67	41.50	50.67
	3	0.00	9.67	21.50	32.17	43.67
	4	4.17	13.33	24.33	35.67	43.33
	Total	8.83	57.50	107.33	164.67	202.50
	Prom.	2.21	14.38	26.83	41.17	50.63
Clon 509130.20	1	7.50	23.00	36.00	55.33	64.17
	2	5.50	21.17	41.00	60.83	73.67
	3	3.33	11.17	24.00	38.50	47.67
	4	7.17	16.50	32.50	47.83	56.00
	Total	23.50	71.83	133.50	202.50	241.50
	Prom	5.88	17.96	33.38	50.63	60.38
Clon 509140.15	1	4.33	14.33	25.17	41.50	47.00
	2	5.00	13.33	24.17	31.67	37.67
	3	4.50	20.33	26.00	43.00	47.50
	4	7.33	16.33	23.67	32.67	39.50
	Total	21.17	64.33	99.00	148.83	171.67
	Prom.	5.29	16.08	24.75	37.21	42.92
Clon 509140.20B	1	4.17	15.00	30.00	47.17	53.67
	2	3.83	18.00	29.17	47.83	54.33
	3	4.33	16.17	22.50	32.50	39.17
	4	8.50	15.50	25.00	37.17	44.50
	Total	20.83	64.67	106.67	164.67	191.67
	Prom.	5.21	16.17	26.67	41.17	47.92
Mejorada – Andina	1	6.83	20.83	45.50	71.67	79.00
	2	7.33	29.50	46.00	74.67	83.00
	3	8.33	24.33	48.50	78.17	87.00
	4	6.00	18.67	40.00	62.17	66.67
	Total	28.50	93.33	180.00	286.67	315.67
	Prom.	7.13	23.33	45.00	71.67	78.92
Nativa – Imilla Negra	1	7.50	26.50	52.33	83.33	91.50
	2	11.17	29.17	50.67	70.33	75.00
	3	6.33	24.17	44.83	67.67	73.17
	4	6.67	22.50	49.33	78.50	91.83
	Total	31.67	102.33	197.17	299.83	331.50
	Prom.	7.92	25.58	49.29	74.96	82.88

Tabla 62. Número de tubérculos por planta de clones de papa.

Bl.	Tratamientos	Número de tubérculos/planta				Porcentaje de tubérculos/planta			
		Comercial	No Comercial	Desct	Total	Comercial	No Comercial	Desct.	Total
I	Clon 508110.02B	3.00	14.00	4.75	21.75	13.79	64.37	21.84	100
I	Clon 508110.11B	5.00	11.17	3.33	19.50	25.64	57.26	17.09	100
I	Clon 509130.20	18.00	12.50	1.25	31.75	56.69	39.37	3.94	100
I	Clon 509140.15	9.00	15.00	3.00	27.00	33.33	55.56	11.11	100
I	Clon 509140.20B	2.00	15.00	2.67	19.67	10.17	76.27	13.56	100
I	Mejorada- Andina	17.00	10.50	3.25	30.75	55.28	34.15	10.57	100
I	Nativa - Imilla negra	40.00	9.50	1.33	50.83	78.69	18.69	2.62	100
II	Clon 508110.02B	24.00	12.50	1.33	37.83	63.44	33.04	3.52	100
II	Clon 508110.11B	6.00	13.33	3.00	22.33	26.87	59.70	13.43	100
II	Clon 509130.20	12.00	14.50	2.00	28.50	42.11	50.88	7.02	100
II	Clon 509140.15	0.00	16.17	0.00	16.17	0.00	100.00	0.00	100
II	Clon 509140.20B	0.00	16.00	2.00	18.00	0.00	88.89	11.11	100
II	Mejorada - Andina	34.00	8.67	3.20	45.87	74.13	18.90	6.98	100
II	Nativa - Imilla negra	22.00	8.33	3.33	33.67	65.35	24.75	9.90	100
III	Clon 508110.02B	20.00	16.00	2.33	38.33	52.17	41.74	6.09	100
III	Clon 508110.11B	1.00	11.83	1.00	13.83	7.23	85.54	7.23	100
III	Clon 509130.20	5.00	12.83	1.00	18.83	26.55	68.14	5.31	100
III	Clon 509140.15	0.00	26.00	2.33	28.33	0.00	91.76	8.24	100
III	Clon 509140.20B	1.00	8.67	2.60	12.27	8.15	70.65	21.20	100
III	Mejorada - Andina	41.00	10.50	1.75	53.25	77.00	19.72	3.29	100
III	Nativa - Imilla Negra	19.00	9.00	2.67	30.67	61.96	29.35	8.70	100
IV	Clon 508110.02B	21.00	15.67	4.00	40.67	51.64	38.52	9.84	100
IV	Clon 508110.11B	0.00	14.00	3.00	17.00	0.00	82.35	17.65	100
IV	Clon 509130.20	10.00	14.00	3.00	27.00	37.04	51.85	11.11	100
IV	Clon 509140.15	0.00	16.50	2.00	18.50	0.00	89.19	10.81	100
IV	Clon 509140.20B	1.00	14.67	1.00	16.67	6.00	88.00	6.00	100
IV	Mejorada - Andina	28.00	9.17	3.67	40.83	68.57	22.45	8.98	100
IV	Nativa - Imilla Negra	32.00	10.00	1.50	43.50	73.56	22.99	3.45	100

Tabla 63. Rendimiento de tubérculos por planta de clones de papa (g).

Bloque	Tratamientos	Rendimiento promedio de tubérculos/planta (g)			
		Comercial	No Comercial	Descarte	Total
I	Clon 508110.02B	198.50	282.50	100.25	581.25
I	Clon 508110.11B	110.67	248.33	54.00	413.00
I	Clon 509130.20	265.00	279.50	51.75	596.25
I	Clon 509140.15	117.20	334.00	41.00	492.20
I	Clon 509140.20B	132.00	337.00	46.67	515.67
I	Mejorada – Andina	250.33	272.33	151.50	674.17
I	Nativa – Imilla negra	526.00	284.00	38.67	848.67
II	Clon 508110.02B	272.67	306.17	48.67	627.50
II	Clon 508110.11B	132.67	284.00	81.00	497.67
II	Clon 509130.20	154.40	375.83	35.00	565.23
II	Clon 509140.15	0.00	308.00	0.00	308.00
II	Clon 509140.20B	0.00	356.67	41.00	397.67
II	Mejorada – Andina	459.17	244.50	108.80	812.47
II	Nativa – Imilla negra	297.67	230.50	156.00	684.17
III	Clon 508110.02B	234.00	326.00	54.33	614.33
III	Clon 508110.11B	163.00	259.33	38.50	460.83
III	Clon 509130.20	166.50	376.17	41.00	583.67
III	Clon 509140.15	0.00	427.50	43.33	470.83
III	Clon 509140.20B	73.00	187.00	56.40	316.40
III	Mejorada – Andina	607.83	320.83	66.00	994.67
III	Nativa – Imilla negra	380.75	288.67	144.33	813.75
IV	Clon 508110.02B	249.17	355.67	40.00	644.83
IV	Clon 508110.11B	0.00	329.50	41.00	370.50
IV	Clon 509130.20	235.33	343.83	27.50	606.67
IV	Clon 509140.15	0.00	314.00	22.00	336.00
IV	Clon 509140.20B	79.00	383.83	22.00	484.83
IV	Mejorada – Andina	349.67	249.33	125.00	724.00
IV	Nativa – Imilla negra	479.00	337.67	60.50	877.17

Tabla 64. Rendimiento promedio de tubérculos por tratamientos de clones de papa.

Tratamientos	Rendimiento promedio de tubérculos por tratamiento Kg/12m ²				Rendimiento promedio de tubérculos por tratamiento %/12m ²			
	Comercial	No Comercial	Desct	Total	Comercial	No Comercial	Desct	Total
Clon 508110.02B	12.02	10.51	0.73	23.26	51.7	45.2	3.1	100
Clon 508110.11B	4.03	8.29	0.23	12.55	32.1	66.1	1.8	100
Clon 509130.20	5.90	9.20	0.39	15.49	38.1	59.4	2.5	100
Clon 509140.15	3.44	8.59	0.41	12.43	27.6	69.1	3.3	100
Clon 509140.20B	5.05	8.72	0.41	14.18	35.6	61.5	2.9	100
Mejorada – Andina	13.01	6.75	1.92	21.67	60.0	31.1	8.8	100
Nativa – Imilla negra	12.22	7.03	1.23	20.47	59.7	34.3	6.0	100

Tabla 65. Rendimiento promedio de tubérculos por tratamientos de clones de papa.

Tratamientos	Rendimiento promedio de tubérculos por tratamiento (Kg/ha)				Rendimiento promedio de tubérculos por tratamiento %/ha			
	Comercial	No Comercial	Descarte	Total	Comercial	No Comercial	Desct	Total
Clon 508110.02B	10018.75	8762.50	604.17	19383.33	51.7	45.2	3.1	100
Clon 508110.11B	3358.33	6908.33	187.50	10454.33	32.1	66.1	1.8	100
Clon 509130.20	4916.17	7664.58	325.00	12908.33	38.1	59.4	2.5	100
Clon 509140.15	2862.50	7162.50	339.58	10358.33	27.6	69.1	3.3	100
Clon 509140.20B	4208.33	7264.58	339.58	11816.67	35.6	61.5	2.9	100
Mejorada–Andina	10839.58	5620.83	1597.92	18058.33	60.0	31.1	8.8	100
Nativa – Imilla negra	10179.17	5854.17	1022.17	17058.33	59.7	34.3	6.0	100

International Potato Center/Centro Internacional de la Papa

CIP is supported by the Consultative Group on International Agricultural Research
El CIP es apoyado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional

No. 002-QNLAB-19

La Molina, 23 de setiembre del 2019

Bach. Vidal Collanqui Sucasaca
Tesisista del Programa Nacional de Raíces y Tuberosas - Estación Experimental Agraria Illpa
Sede Salcedo
Instituto Nacional del Innovación Agraria (INIA) - Puno
Rinconada Salcedo s/h - Puno.
Presente.-

Asunto: Informe de Resultados de Carotenoides totales y Minerales (Hierro y Zinc) en clones de papa con pulpa de pigmentación amarilla (de buena tolerancia a heladas y sequías).

Estimado Bach. Vidal Collanqui Sucasaca

Mediante la presente tengo a bien informarle sobre los resultados de los análisis de Carotenoides totales (por espectrofotometría) y minerales (hierro y zinc) por espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (XRF), realizadas en clones de papa con pulpa de pigmentación amarilla (de buena tolerancia a las heladas y sequías) colectada por su persona en la localidad de Salcedo, Puno, Puno, el 28 de mayo del 2019.

Los resultados de los 7 análisis de Carotenoides Totales son los siguientes:

Numeración	Clon o nombre de la variedad	Repetición	Tratamiento	Cod-Lab	Carotenoides totales (ug/100g BF)	% MS	Carotenoides totales (ug/100g BS)
1	508110.02B	1	1	2061	1414.88	25.49	141487.60
2	508110.11B	1	2	2062	1546.70	27.49	154670.12
3	509130.20	1	3	2063	1428.60	26.39	142860.32
4	509140.15	1	4	2064	880.52	28.04	88052.28
5	509140.20B	1	5	2065	706.84	27.08	70684.47
6	ANDINA	1	6	2066	495.06	20.32	49506.61
7	MILLANEGRA	1	7	2067	119.09	25.30	11909.26



Page 1 of 2

International Potato Center/Centro Internacional de la Papa

CIP is supported by the Consultative Group on International Agricultural Research
 CIP es apoyado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional

Los resultados de los 7 análisis de Hierro y Zinc son los siguientes:

Numeración	Clon o nombre de la variedad	Cod-Lab	XRF- CIP (mg/Kg) BS		%MS	XRF- CIP(mg/Kg) BF	
			Fe	Zn		Fe	Zn
1	508110.02B	2071	16.65	7.56	24.17	4.02	1.83
2	508110.11B	2072	20.09	7.49	29.54	5.93	2.21
3	508130.20	2073	14.74	4.41	26.26	3.87	1.16
4	508140.15	2074	19.62	4.75	28.97	5.68	1.38
5	508140.20B	2075	18.48	10.33	28.29	5.23	2.92
6	ANDINA	2076	19.48	5.99	20.62	4.02	1.23
7	IMILLANEGRA	2077	21.02	7.57	25.25	5.31	1.91



Es importante mencionar que este reporte no debe ser considerado como una certificación.

Esperando poder atenderlos en una nueva oportunidad me despido.

Atentamente,

Gabriela Burgos Zapata
 Jefe, Laboratorio de Calidad y Nutrición
 Centro Internacional de la Papa

Especie:*Solanum tuberosum* L.**Código de identificación:**

508110.02B

Ploidia: $2n = 4x = 48$ **DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA**

- Habito de crecimiento decumbente.
- Tallos verdes con muchas manchas pigmentadas.
- Hojas disectadas con 5 pares de foliolos laterales

FLOR

- Grado de floración: Profusa
- Forma de corola: Pentagonal
- Color predominante: Morado

**TUBÉRCULO**

- Forma general: Redonda
- Variante de la forma: Ausente
- Profundidad de yemas: Media
- Color predominante de la piel: Roja - morado
- Int. del color predominante de la piel: Pálida/clara
- Color secundario de la piel: Amarilla
- Dist. del color secundario de la piel: Como anteojos
- Color predominante de la pulpa: Amarilla
- Color secundario de la pulpa: Morada
- Dist. del color secundario de la pulpa: Pocas manchas

RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 98.75 %.
 Altura de planta: 64.50 cm.
 N° de tubérculos por planta: 36
 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 616.98 g.
 Rendimiento: 19.38 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 24.17 %
 Carotenoides totales: 1414.88 (ug/100g BF)
 y 141487.60 (ug/100g BS)
 Hierro: 16.65 (mg/kg) BS y 4.02 (mg/kg) BF
 Zinc: 7.56 (mg/kg) BS y 1.83 (mg/kg) BF



Especie:
Solanum tuberosum L.

Código de identificación:
508110.11B

Ploidia:
 $2n = 4x = 48$

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

- Habito de crecimiento decumbente.
- Tallos mayormente verdes.
- Hojas disectadas con 4 a más pares de foliolos laterales.

FLOR

- Grado de floración: Moderada.
- Forma de corola: Pentagonal
- Color predominante: Morada



TUBÉRCULO

- Forma general: Oblonga
- Variante de la forma: Aplanada
- Profundidad de yemas: Media
- Color predominante de la piel: Roja
- Int. del color predominante de la piel: Pálida/clara
- Color secundario de la piel: Ausente
- Dist. del color secundario de la piel: Ausente
- Color predominante de la pulpa: Amarilla intensa
- Color secundario de la pulpa: Morada
- Dist. del color secundario de la pulpa: Áreas



RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 82.50 %.
 Altura de planta: 50.63 cm.
 N° de tubérculos por planta: 18 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 458.70 g.
 Rendimiento: 10.46 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 27.49 %
 Carotenoides totales: 1545.70 (ug/100g BF) y 154570.12 (ug/100g BS)
 Hierro: 20.09 (mg/kg) BS y 5.93 (mg/kg) BF
 Zinc: 7.49 (mg/kg) BS y 2.21 (mg/kg) BF

Especie:
Solanum tuberosum L.

Código de identificación: 509130.20
Ploidia: $2n = 4x = 48$

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

- Habito de crecimiento semi erecto.
- Tallos verdes.
- Hojas disectadas de 4 a más pares de foliolos laterales



FLOR

- Grado de floración: Moderada
- Forma de corola: Rotada
- Color predominante: Morada



TUBÉRCULO

- Forma general: Oblonga
- Variante de la forma: Concertinada
- Profundidad de yemas: Profunda
- Color predominante de la piel: Marrón
- Int. del color predominante de la piel: pálida/clara
- Color secundario de la piel: Roja - morado
- Dist. del color secundario de la piel: Manchas salpicadas
- Color predominante de la pulpa: Amarilla
- Color secundario de la pulpa: Amarilla intensa
- Dist. del color secundario de la pulpa: Anillo vascular y medula



RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 82.50 %.
 Altura de planta: 60.38 cm.
 N° de tubérculos por planta: 27 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 587.96 g.
 Rendimiento: 12.19 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 26.39 %
 Carotenoides totales: 1428.60 (ug/100g BF) y 142860.32 (ug/100g BS)
 Hierro: 14.74 (mg/kg) BS y 3.87 (mg/kg) BF
 Zinc: 4.41 (mg/kg) BS y 3.87 (mg/kg) BF

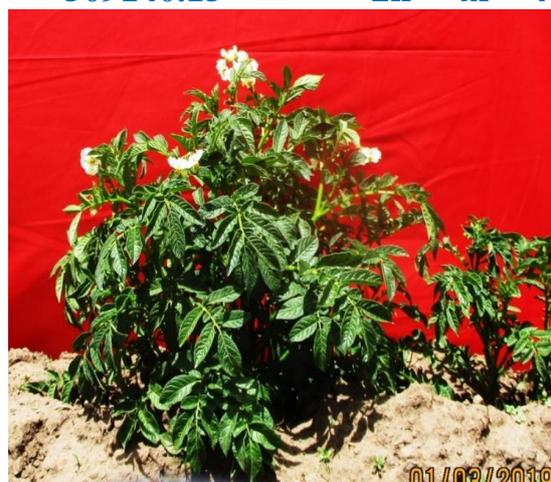
Especie:
Solanum tuberosum L.

Código de identificación:
509140.15

Ploidia:
 $2n = 4x = 48$

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

- Habito de crecimiento decumbente.
- Tallos mayormente verdes.
- Hojas disectadas de 4 a más pares de foliolos laterales



FLOR

- Grado de floración: Escasa
- Forma de corola: Rotada
- Color predominante: Blanca



TUBÉRCULO

- Forma general: Comprimida
- Variante de la forma: Ausente
- Profundidad de yemas: Profunda
- Color predominante de la piel: Roja - morado
- Int. del color predominante de la piel: Intermedio
- Color secundario de la piel: Amarillo
- Dist. del color secundario de la piel: En las cejas
- Color predominante de la pulpa: Amarilla clara
- Color secundario de la pulpa: Morada
- Dist. del color secundario de la pulpa: Anillo vascular y medula



RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 91.88 %.
 Altura de planta: 42.92 cm.
 N° de tubérculos por planta: 23 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 501.89 g.
 Rendimiento: 10.36 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 28.04 %
 Carotenoides totales: 880.52 (ug/100g BF) y 88052.28 (ug/100g BS)
 Hierro: 19.62 (mg/kg) BS y 5.68 (mg/kg) BF
 Zinc: 4.75 (mg/kg) BS y 5.68 (mg/kg) BF

Especie:
Solanum tuberosum L.

Código de identificación:
509140.20B

Ploidia:
 $2n = 4x = 48$

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

- Habito de crecimiento semi erecto.
- Tallos verdes.
- Hojas disectadas con 5 pares de foliolos laterales



FLOR

- Grado de floración: Moderada
- Forma de corola: Rotada
- Color predominante: Blanca



TUBÉRCULO

- Forma general: Ovalada
- Variante de la forma: Ausente
- Profundidad de yemas: Profunda
- Color predominante de la piel: Rojo - morado
- Int. del color predominante de la piel: Pálida/clara
- Color secundario de la piel: Amarilla
- Dist. del color secundario de la piel: Como anteojos
- Color predominante de la pulpa: Amarilla clara
- Color secundario de la pulpa: Morada
- Dist. del color secundario de la pulpa: Todo menos medula



RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 90.63 %.
 Altura de planta: 47.92 cm.
 N° de tubérculos por planta: 17 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 450.61 g.
 Rendimiento: 11.82 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 27.08 %
 Carotenoides totales: 706.84 (ug/100g BF) y 70684.47 (ug/100g BS)
 Hierro: 18.48 (mg/kg) BS y 5.23 (mg/kg) BF
 Zinc: 10.33 (mg/kg) BS y 5.23 (mg/kg) BF

<p>Especie: <i>Solanum tuberosum</i> L.</p> <p>DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Habito de crecimiento erecto. ➤ Tallos con muchas máculas pigmentadas. ➤ Hojas disectadas con 5 pares de foliolos laterales <p>FLOR</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grado de floración: Escasa ➤ Forma de corola: Rotada ➤ Color predominante: Lila <p>TUBÉRCULO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forma general: Redonda ➤ Variante de la forma: Aplanada ➤ Profundidad de yemas: Superficial ➤ Color predominante de la piel: Negruzca ➤ Int. del color predominante de la piel: Intensa/clara ➤ Color secundario de la piel: Ausente ➤ Dist. del color secundario de la piel: Ausente ➤ Color predominante de la pulpa: Amarilla clara ➤ Color secundario de la pulpa: Ausente ➤ Dist. del color secundario de la pulpa: Ausente <p>RENDIMIENTO AGRONÓMICO</p> <p>Emergencia: 98.13 % Altura de planta: 78.92 cm N° de tubérculos por planta: 42 tubérculos Peso de tubérculos por planta: 801.33 g Rendimiento: 118.06 t/ha</p>	<p>Identificación: ANDINA</p> <p>Ploidia: 2n = 4x = 48</p>    <p>VALOR NUTRICIONAL</p> <p>Materia seca: 20.32 % Carotenoides totales: 495.05 (ug/100g BF) y 49505.61 (ug/100g BS) Hierro: 19.48 (mg/kg) BS y 4.02 (mg/kg) BF Zinc: 5.99 (mg/kg) BS y 1.23 (mg/kg) BF</p>
--	---

Especie:
Solanum tuberosum L.

Código de identificación:
IMILLA NEGRA

Ploidia:
 $2n = 4x = 48$

**DESCRIPCIÓN
MORFOLÓGICA**

- Habito de crecimiento semi erecto.
- Tallos verdes.
- Hojas disectadas con 5 pares de foliolos laterales



FLOR

- Grado de floración: Profusa
- Forma de corola: Pentagonal
- Color predominante: Lila



TUBÉRCULO

- Forma general: Redonda
- Variante de la forma: Ausente
- Profundidad de yemas: Profunda
- Color predominante de la piel: Morada
- Int. del color predominante de la piel: Intensa/oscura
- Color secundario de la piel: Ausente
- Dist. del color secundario de la piel: Ausente
- Color predominante de la pulpa: Blanca
- Color secundario de la pulpa: Ausente
- Dist. del color secundario de la pulpa: Ausente



RENDIMIENTO AGRONÓMICO

Emergencia: 99.38 %
 Altura de planta: 82.88 cm
 N° de tubérculos por planta: 39 tubérculos
 Peso de tubérculos por planta: 805.94 g
 Rendimiento: 17.06 t/ha

VALOR NUTRICIONAL

Materia seca: 25.30 %
 Carotenoides totales: 119.09 (ug/100g BF) y 119.09.26 (ug/100g BS)
 Hierro: 21.02 (mg/kg) BS y 5.31 (mg/kg) BF
 Zinc: 7.57 (mg/kg) BS y 1.91 (mg/kg) BF



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD

Nombre: Vidal Collanqui Susacaca
 Fecha de Recepción: 29 de Octubre del 2018.
 Proyecto:

Fecha de Certificación: 07 de Noviembre del 2018.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS MECANICO			N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo: Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₂ Ca %
		Arena %	Arilla %	Limo %				Textura	pH			
310D2	Lote.01 Muestra Salcedo	59	9	32	EA	1153.39	7.15	0.242	7.23	0.00	0.00	

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sixth reprinting, Octubre 1988. 195p.

Condiciones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciables.

Nota: Cualquier corrección y/o canceladura anula al presente documento. F= Trazas

Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo)



Los resultados son aplicables a estas muestras.

Av. La Molina 1981, La Molina
 T: (051) 246 2100 anexo 214
 www.inia.gob.pe
 www.mina.gob.pe



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Vidal Collanqui Sucasaca
 INTERESADO :
 DIRECCIÓN :
 PROCEDENCIA : Puno
 PRODUCTO : Estiércol de Ovino
 CANTIDAD :
 MUESTREO : Interesado.
 TIPO DE ANÁLISIS : Análisis de NPK.
 N° DE ANÁLISIS : 01.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 29 de Octubre del 2018.
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 07 de Noviembre del 2018.

DETERMINACIONES QUÍMICAS:

Determinaciones	Muestra de Estiércol de Ovino no descompuesto
Nitrógeno %	1.89
Fósforo %	2.20
Potasio %	0.73
CE mmhos/cm. 25°C	4.00
pH	7.57

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimprisión, Octubre 1968. 195p.
 Nitrógeno: Método semimicrokjeldahl (Digestión con ácido sulfúrico).
 Fósforo: Método del Metavanadato de amonio (Espectrofotómetro digital 21)
 Potasio: Alazus con ácido sulfúrico (Fotómetro de flama)
 pH: Potenciometría.
 CE: Conductímetro de 02 ánodos.

Conclusiones:

La muestra analizada de Estiércol de Ovino CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales, utilizados en el análisis.

Nota:

Ninguna.

Validez del Certificado:

El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILPA - PUNO
 Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO.

Los resultados son aplicables a esta muestra.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
 Puno, Puno, Perú
 T: (051) 363-812

CALCULO DE FERTILIZACIÓN

$$\text{PCAs} = A * \text{Da} * \text{Prof.}$$

Donde:

PCAs = Peso de capa arable del suelo

A = Área (12m²)

Da = Densidad aparente (textura)

Prof. = Profundidad del suelo (promedio del sistema radicular del suelo)

$$\text{PCAs} = (3\text{m} * 4\text{m}) * (1.5) * (0.20\text{m})$$

$$\text{PCAs} = 12 \text{ m}^2 * 1.5 * 0.20 \text{ m}$$

$$\text{PCAs} = 3.6\text{m}^3 \text{ de suelo}/12\text{m}^2$$

Donde 1m³ es similar a 1tonelada de suelo y por consiguiente: 3.6 t de suelo/12m²

$$\text{PCAs} = \mathbf{3600 \text{ kg de suelo} / 12\text{m}^2}$$

1. Calculo de nitrógeno en el suelo

Dato = 0.08 % de Nitrógeno (N)

$$\begin{array}{l} \text{a) si: } \quad 0.08 \text{ kg N} \text{-----} 100 \text{ kg de suelo} \\ \quad \quad \quad \text{X} \text{-----} 3600 \text{ kg de suelo}/12\text{m}^2 \\ \quad \quad \quad \text{X} = \mathbf{2.88 \text{ kg de N}/12\text{m}^2} \end{array}$$

b) Cálculo de N según: el coeficiente de mineralización de N para la sierra 2 % (según Cari)

$$\begin{array}{l} 2.88 \text{ kg de N}/12\text{m}^2 \text{-----} 100 \% \\ \quad \quad \quad \text{X} \text{-----} 2 \% \\ \quad \quad \quad \text{X} = \mathbf{0.0576 \text{ kg de N}/12\text{m}^2} \end{array}$$

c) Nitrógeno aprovechable del suelo 40 % (según Cari)

$$\begin{array}{l} 0.0576 \text{ kg de N}/12\text{m}^2 \text{-----} 100 \% \\ \quad \quad \quad \text{X} \text{-----} 40 \% \\ \quad \quad \quad \text{X} = \mathbf{0.023 \text{ kg de N}/ 12\text{m}^2} \end{array}$$

2. Cálculo de nitrógeno en estiércol de ovino.

Datos:

10 t de estiércol/ha = 12 kg de estiércol de ovino/12m²

1.69 % (dato de análisis de laboratorio)

$$\begin{array}{l} \text{a) si} \quad \quad 100 \text{ kg de estiércol} \text{-----} 1.69 \text{ kg de N} \\ \quad \quad \quad 12 \text{ kg de estiércol} \text{-----} \text{X} \\ \quad \quad \quad \text{X} = \mathbf{0.2028 \text{ kg de N}/12 \text{ kg de estiércol}} \end{array}$$

b) Nitrógeno aprovechable 30 %

$$\begin{array}{r}
 0.2028 \text{ kg de N/12m}^2 \text{-----} 100 \% \\
 X \text{-----} 30 \% \\
 \underline{X = 0.061 \text{ kg de N/12kg de estiércol}}
 \end{array}$$

Total de nitrógeno aprovechable.

Nitrógeno en el suelo: **0.023 kg de N/ 12m²**

Nitrógeno en estiércol de ovino: **X = 0.061 kg de N/12kg de estiércol**

Total: **0.084 kg de N/12m²/12kg de estiércol**

Formulación: 120 kg N/ha = **0.144 kg N/12m²**

Nitrógeno faltante: **0.060 kg N/12m²**

3. Cálculo de Urea para 12m² (dato: 46 % de N)

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ kg de Urea-----} 46 \text{ kg N} \\
 X \text{-----} 0.060 \text{ kg N} \\
 X = 0.130 \text{ kg de Urea/12 m}^2 \\
 \underline{X = 130 \text{ g de Urea /12m}^2}
 \end{array}$$

Para dos momentos de aplicación:

- Primera aplicación (Plantío) = **65 g de Urea/12m²**
- Segunda aplicación (1er aporque) = **65 g de Urea/12m²**