



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



**EVALUACIÓN DE CLONES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
TOLERANTES A HELADA Y SEQUÍA EN TAHUACO –
YUNGUYO – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

VERONICA CAHUANA LAURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios, por formar parte de mi vida espiritualmente, por permitirme sonreír ante todos mis logros a pesar de las dificultades que se presentan, aprendiendo siempre de mis errores y de estos mejoro como ser humana.

A mis padres, por su inmenso cariño, dulzura y sobre todo paciencia durante todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Más que un orgullo es un privilegio de ser su hija y tengo la dicha de decir que son los mejores padres.

A mi hermano(a) por ser el motivo e inspiración en esta etapa de mi vida, brindándome siempre con apoyo moral y siendo realista con las decisiones a tomar.

A todas las personas lindas que me apoyaron e hicieron que este proyecto se realice con éxito, en especial a quienes compartieron sus sabidurías y experiencias.

Veronica.



AGRADECIMIENTOS

- A Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.
- Gracias a mis padres: María y Rodolfo; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me inculcaron.
- Agradezco al Ing. M. Sc. Juan Larico Vera, director del presente trabajo de investigación, por su acertada orientación y ejecución de mi trabajo de tesis.
- Agradezco a los miembros del jurado: Ing. M. Sc. Alfredo Ernesto Gonzales Achata, Ing. Mario Ángel Solano Larico e Ing. Francis Miranda Choque, por su rigurosidad, comprensión y corrección.
- Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental Agraria Illpa y Anexo Tahuaco – Yunguyo, por su apoyo logístico.
- Agradezco a mis docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por haber compartido sus sabias enseñanzas y conocimientos en mi formación profesional



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo general	17
1.1.2. Objetivos específicos	17
II. REVISION DE LITERATURA	18
2.1. ANTECEDENTES	18
2.2. MARCO TEORICO	20
2.2.1. Cultivo de la papa	20
2.2.2. Origen y Distribución	21
2.2.3. Ubicación taxonómica de la papa	22
2.2.4. Morfología y Descripción Botánica de la Papa	22
2.2.4.1. La planta	22
2.2.4.2. Sistema radicular	22
2.2.4.3. Sistema de tallos	23
2.2.4.4. Estolones.....	23
2.2.4.5. Tubérculos	24
2.2.4.6. Partes internas del tubérculo de papa	24
2.2.4.7. Brotes.....	25
2.2.4.8. Hojas.....	26
2.2.4.9. La flor	26
2.2.5. Fenología de la papa	27
2.2.5.1. Emergencia:	27
2.2.5.2. Inicio de formación de estolones:.....	27
2.2.5.3. Inicio de tuberización:	27
2.2.5.4. Inicio de floración:	28
2.2.5.5. Final de floración:.....	28
2.2.5.6. Madurez fisiológica:	28
2.2.5.7. Senescencia:	28
2.2.6. Condiciones climáticas	28
2.2.6.1. Requerimientos de clima y suelo.....	28
2.2.6.2. Suelo	28



2.2.6.3. Clima	29
2.2.6.4. Ecología.....	29
2.2.6.5. Temperatura.....	29
2.2.6.6. Humedad.....	30
2.2.6.7. El agua	30
2.2.6.8. Luminosidad	31
2.2.7. Tecnología del cultivo	31
2.2.7.1. Preparación del terreno.....	31
2.2.7.2. Elección del terreno	31
2.2.7.3. Rotación de cultivos	31
2.2.7.4. Nivelado del terreno	31
2.2.7.5. Época de preparación del terreno	31
2.2.7.6. Roturado	32
2.2.7.7. Rastrado	32
2.2.8. Tubérculos semillas y sus características	32
2.2.8.1. Tubérculos-semilla	32
2.2.8.2. Manejo de tubérculos semilla	33
2.2.9. Plantación	33
2.2.9.1. Surcado	34
2.2.9.2. Cantidad de tubérculos-semilla y siembra.....	34
2.2.9.3. Fertilización	34
2.2.9.4. Abonamiento orgánico	35
2.2.9.5. Tapado de surcos	35
2.2.10. Labores culturales.....	35
2.2.10.1. Control de Malezas.....	35
2.2.10.2. Control de gorgojo y otras plagas.....	35
2.2.10.3. Elevado de surcos	36
2.2.10.4. Primer aporque	36
2.2.10.5. Segundo aporque	36
2.2.11. Plagas de la papa	36
2.2.11.1. Gorgojo de los Andes	36
2.2.11.2. Polilla de la Papa	37
2.2.11.3. <i>Epitrix (Epitrix subcrinita)</i>	38
2.2.12. Enfermedades de la papa	38
2.2.12.1. Verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>).....	38



2.2.12.2. Rhizoctoniasis (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	39
2.2.12.3. Roña o Sarna (<i>Spongospora subterranea</i>)	40
2.2.13. Mejoramiento genético de la papa.....	40
2.2.13.1. El cruzamiento.....	41
2.2.14. Las heladas	42
2.2.15. La Sequía	43
2.3. MARCO CONCEPTUAL	43
2.3.1. Cultivar.....	43
2.3.2. Variedad	44
2.3.3. Variedades mejoradas.....	44
2.3.4. Clon	44
2.3.5. Sequía	44
2.3.6. Helada.....	44
2.3.7. Emasculación.....	45
2.3.8. Factores en estudio	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
3.1. MEDIO EXPERIMENTAL	46
3.1.1. Ubicación del campo experimental	46
3.1.2. Historial del Campo Experimental	46
3.1.3. Materiales	46
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	47
3.2.1. Tubérculos semilla.....	47
3.2.2. Factores en estudio	49
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	51
3.4. VARIABLES EN ESTUDIO	51
3.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	52
3.6. ANALISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL	53
3.6.1. Muestreo de suelo.....	53
3.6.2. Interpretación de análisis de suelo.....	54
3.7. CONDICIONES CLIMATICAS	54
3.7.1. Clima del Centro Experimental de Tahuaco	54
3.8. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO	58
3.8.1. Elección del terreno	58
3.8.2. Preparación del terreno.....	58
3.8.3. Selección y tratamiento de tubérculos-semillas	58



3.8.4. Preparación de fertilizantes	59
3.8.5. Surcado	59
3.8.6. Plantación	59
3.8.7. Fertilización y abonamiento	59
3.8.8. Tapado de surcos	59
3.8.9. Labores culturales.....	60
3.8.9.1. Pilchado	60
3.8.9.2. Deshierbo.....	60
3.8.9.3. Control de Gorgojo de los Andes	60
3.8.9.4. Fertilización complementaria	60
3.8.9.5. Aporques.....	60
3.8.9.6. Abonamiento foliar y tratamientos fitosanitarios	61
3.8.9.7. Plagas y enfermedades	61
3.9. OBSERVACIONES REALIZADAS	62
3.9.1. Emergencia de plantas	62
3.9.2. Inicio de tuberización	62
3.9.3. Vigor de plantas.....	62
3.9.4. Altura de plantas (cm)	62
3.9.5. Estado sanitario de las plantas	62
3.9.6. Intensidad de floración	62
3.9.7. Número de plantas cosechadas (Nº)	63
3.9.8. Número de tallos por planta (Nº).....	63
3.9.9. Rendimiento de tubérculos/planta (Kg/planta).....	63
3.9.10. Número de tubérculos (Nº).....	63
3.9.11. Estado sanitario	63
3.9.12. Reacción a heladas	64
3.9.13. Cosecha.....	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. CLONES DE PAPA CON TOLERANCIA A HELADA Y SEQUÍA.....	65
4.1.1. Daño de heladas (%).....	65
4.1.2. Daño de sequía (%)	67
4.2. EFECTO DE HELADAS Y SEQUÍA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LOS CLONES DE PAPA	68
4.2.1. Altura de plantas (cm)	68
4.2.2. Número de tallos (Nº)	70



4.2.3. Número de tubérculos (Nº) por planta.....	71
4.2.4. Tamaño de tubérculos.....	73
4.3. RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE PAPA.....	74
4.3.1. Rendimiento de tubérculos de papa (Kg)	74
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	83



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Temperatura Máxima (°C) del campo experimental.....	55
Figura 2: Temperatura Mínima (°C) del campo experimental.	56
Figura 3: Temperatura Media (°C) del campo experimental.	56
Figura 4: Precipitación pluvial (mm) para la campaña 2017-2018.	57
Figura 5: Daño de heladas en los clones de papa.	66
Figura 6: Altura de plantas de 16 clones y 2 variedades de papa.....	69
Figura 7: Número de tallos por planta de 16 clones y 2 variedades de papa.	71
Figura 8: Número de tubérculos/planta.	73
Figura 9: Rendimiento de tubérculos de papa en Kg/planta de 16 clones y variedades de papa.	76
Figura 10: Mapa de ubicación del campo Experimental.	89
Figura 11: Distribución de los tratamientos.	90
Figura 12: Rastrado del terreno e incorporación de estiércol para la siembra.	92
Figura 13: Emergencia de plantas de papa.	92
Figura 14: Inicio formación de estolones.	92
Figura 15: Daño heladas en follaje de plantas.....	92
Figura 16: Evaluación de daño de heladas.	92
Figura 17: Recuperación después daño heladas.	92
Figura 18: Evaluación altura de plantas.	92
Figura 19: Fase de senescencia de los clones de papa.....	92
Figura 20: Evaluación en la cosecha de clones de papa.	93
Figura 21: Rendimiento de los clones de papa.	93
Figura 22: Clon de papa RC 20-01-17 de alto rendimiento y tolerante a heladas.....	93
Figura 23: Clon RC 2-96-43B de características similares a Imilla Negra.	94
Figura 24: Clon RC 20-01-01 de alto rendimiento, proviene de cruza en Puno.....	94
Figura 25: Clon 308555.3, procedente del CIP, por tolerancia a heladas.	95
Figura 26: Clon 308554.21, procedente del CIP, por tolerancia a heladas.	95



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Productos desinfectantes de tubérculos semilla y dosis de uso.	33
Tabla 2. Distanciamiento de siembra y cantidad de semilla en kg/ha.	34
Tabla 3. Escala de apreciación visual del estrés por sequía.....	43
Tabla 4. Características de los clones de papa. Tahuaco, 2017-2018.....	48
Tabla 5. Clones de papa y variedades testigo. Tahuaco, 2017-2018.	49
Tabla 6. Procedencia de los clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.....	50
Tabla 7. Análisis de varianza del diseño de bloques completos al azar	51
Tabla 8. Variables utilizadas en el estudio de acuerdo a (IBPGR, 1981).	51
Tabla 9. Análisis físico-químico del suelo experimental. Tahuaco, 2017.	53
Tabla 10. Características climáticas de la campaña agrícola 2017-2018 y normal de 20 años. Tahuaco-Puno.....	55
Tabla 11. Dosis de pesticidas y abono foliar.	61
Tabla 12. Estados y formas de daño de plagas y enfermedades. Tahuaco, 2018.	61
Tabla 13. Escala de evaluación para el daño de heladas.....	64
Tabla 14. Análisis de varianza (ANVA) para el daño de heladas en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	65
Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para el daño de heladas en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	66
Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para altura de plantas de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	68
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de plantas de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	69
Tabla 18. Análisis de varianza (ANVA) para número de tallos/planta de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	70
Tabla 19. Prueba de significación de Duncan ($P \leq 0.05$) para el número de tallos por planta de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	70
Tabla 20. Análisis de varianza (ANVA) para el número de tubérculos/planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	71
Tabla 21. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos/planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	72



Tabla 22. Tamaño de tubérculos de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	73
Tabla 23. Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento total de tubérculos (Kg/planta) de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	74
Tabla 24: Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento total de tubérculos (Kg/ha) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.....	75
Tabla 25: Daño de heladas (%) en los 16 clones y variedades de papa, expresados en porcentaje. Tahuaco, 2017-2018.....	83
Tabla 26: Daño de sequía (%) en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2018-2018.	84
Tabla 27: Altura de plantas (cm) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	85
Tabla 28: Número de tallos por planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco 2017-2018	86
Tabla 29: Número de tubérculos por planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	87
Tabla 30: Rendimiento total de tubérculos (kg) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.	88
Tabla 31: Tratamientos del experimento.	91
Tabla 32: Análisis del suelo experimental.....	96
Tabla 33: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de noviembre y diciembre del 2017. Tahuaco-Yunguyo-Puno.	97
Tabla 34: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de enero y febrero 2018.Tahuaco-Yunguyo-Puno.	98
Tabla 35: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de marzo y abril 2018 Tahuaco-Yunguyo-Puno.....	99
Tabla 36: Resumen de rendimiento y comportamiento agronómico de Clones de papa.	100



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

C.V.	: Coeficiente de variación
C.M.	: Cuadrado medio
F.V.	: Fuentes de variabilidad
G.L.	: Grados de libertad
Fc	: F-calculada
Ft	: F-tabular
S.C.	: Suma de cuadrados
n.s.	: No significativo
%	: Porcentaje
cm	: Centímetro
m	: Metro
*	: Significativo
**	: Altamente significativo
ANOVA	: Análisis de Varianza
DBCA	: Diseño de Bloques Completos al Azar
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
CIP	: Centro Internacional de la Papa.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó durante la campaña agrícola 2017-2018, en el Centro de Investigación y Producción de Tahuaco de la Estación Experimental Agropecuaria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, ubicado en el Distrito y Provincia de Yunguyo de la Región Puno, a 11 Km de la ciudad de Yunguyo, vía Yunguyo-Copani-Zepita, con el objetivo de: Seleccionar clones de papa con tolerancia a helada y sequía, determinar el efecto de heladas y sequía en el comportamiento agronómico de los clones de papa y comparar el rendimiento de los clones. El material experimental estuvo constituido por: 9 clones del CIP, 7 clones y 2 variedades testigo del Programa Nacional de Innovación en Raíces y Tuberosas del INIA-Puno, los que fueron evaluados y conducidos bajo el diseño de DBCA con 4 repeticiones. De acuerdo a los resultados del análisis de varianza y Prueba de Significación de Duncan, el clon RC 20-01-17 se seleccionó por su alta capacidad productiva de 51,907 Kg/ha y menor daño (11.25 %) por efecto de heladas, seguido de los clones RC 2-96-43B, 308555.3 y RC 20-01-01 con daños de 13.75 %. La helada de relativa intensidad y duración, causó efectos ligeros y transitorios entre 11.25 y 23.75% en las plantas y posteriormente, lograron reaccionar según su carácter genético, constituyendo plantas de buen crecimiento y área foliar, alcanzando mayor número de tallos, buena altura y por consiguiente mayor número de tubérculos y alta producción. Los clones de papa RC 20-01-17, RC 2-96-43B y RC 20-01-01, lograron alcanzar los mejores rendimientos entre 51,907.8 y 47,032.9 Kg/ha, por su buena capacidad productiva, buena tolerancia a heladas y sequía, buen crecimiento y constitución foliar, mayor altura de plantas y con numerosos tubérculos.

Palabras claves: Clones de papa, tolerancia a heladas y sequía.



ABSTRACT

This research work was carried out during the 2017-2018 agricultural season, at the Tahuaco Research and Production Center of the Illpa Agricultural Experiment Station of the National Institute of Agrarian Innovation INIA-Puno, located in the District and Province of Yunguyo de the Puno Region, 11 km from the city of Yunguyo, via Yunguyo-Copani-Zepita, with the objective of: Selecting potato clones with tolerance to frost and drought, determining the effect of frost and drought on the agronomic behavior of the clones of potato and compare the performance of the clones. The experimental material consisted of: 9 CIP clones, 7 clones and 2 control varieties from the INIA-Puno National Program for Innovation in Roots and Tubers, which were evaluated and conducted under the DBCA design with 4 replications. According to the results of the analysis of variance and Duncan's Significance Test, clone RC 20-01-17 was selected for its high productive capacity of 51.907 Kg / ha and less damage (11.25%) due to the effect of frost, followed by clones RC 2-96-43B, 308555.3 and RC 20-01-01 with damage of 13.75%. The frost of relative intensity and duration caused light and transitory effects between 11.25 and 23.75% in the plants and later, they managed to react according to their genetic character, constituting plants of good growth and leaf area, reaching a greater number of stems, good height and for consequent greater number of tubers and high production. The potato clones RC 20-01-17, RC 2-96-43B and RC 20-01-01, managed to achieve the best yields between 51,907.8 and 47,032.9 Kg/ha, due to their good productive capacity, good tolerance to frost and drought. , good growth and foliar constitution, higher plant height and with numerous tubers.

Key Words: Potato clones, tolerance to frost and drought.



I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es un cultivo originario del Perú, domesticada hace unos 10,000 años en la parte norte del Lago Titicaca (Spooner et al., 2005) y, actualmente constituye el cuarto cultivo de mayor importancia en el mundo después del arroz, trigo y maíz (FAO, 2004), siendo así el Perú es el mayor productor de papa en Latino América y el duodécimo en el mundo, con una extensión sembrada de 334,384 has, una producción de 5`121,110 y con un rendimiento de 15, 850 Kg/ha (Obregon, 2017).

El cultivo de la papa en la Región Puno, es de gran importancia económica y social, por ser el cultivo predominante y por constituir base de la alimentación del poblador; sin embargo, los rendimientos que se obtienen son bajos, por la incidencia de diversos factores limitantes que afectan la producción y productividad, especialmente los factores climáticos, ya que el cultivo de la papa es altamente vulnerable a la ocurrencia impredecible de las heladas y sequías que causan daños considerables en el rendimiento y en la calidad y presentación de los tubérculos de papa. Este riesgo, puede ocurrir en cualquiera de las fases vegetativas.

Las heladas pueden causar pérdidas en más del 90 % de la producción de papa, dependiendo de la intensidad y duración de éste fenómeno, estado fenológico y manejo del cultivo, porque más del 80 % del área cultivada con papa, está expuesto en distinto grado al efecto dañino de éste fenómeno climático adverso. La sequía, es otro factor climático que causa pérdidas en el rendimiento hasta en 85 %, dependiendo de la intensidad y duración del fenómeno, estado fenológico, sanitario y manejo del cultivo e incidencia de plagas, enfermedades y malezas, principalmente, debido a que el 90 % de la superficie total de papa, se cultiva bajo condiciones de lluvia (CIP, 1980).

Actualmente, existen diversas alternativas técnicas de manejo y, una de las formas de disminuir en forma natural el riesgo de pérdidas por efecto de heladas y sequías, es empleando variedades de papa con buena tolerancia a éstos factores climáticos adversos; por lo que, es importante evaluar clones avanzados de papa, con el objetivo de seleccionar nuevos cultivares de papa con buena tolerancia al efecto de heladas y sequía y que, a su vez, tengan buena capacidad productiva, buena calidad culinaria, comercial e industrial,



tolerante a plagas y enfermedades más prevalentes y con buenos atributos morfológicos y agronómicos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de 16 clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) por tolerancia a helada y sequía en Tahuaco - Yunguyo - Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Seleccionar clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tolerancia a helada y sequía.
- Determinar el efecto de heladas y sequía en el comportamiento agronómico de los clones de papa (*Solanum tuberosum* L.).
- Comparar los rendimientos de los clones de papa y buenas características agronómicas.



II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Cahuana (2003), de acuerdo a las evidencias históricas sobre la ocurrencia de sequías, indica que ni los Incas se libraron de la ocurrencia de éste fenómeno, así en el periodo del Inca Pachacútec entre los años 1438-1471, no llovió 7 a 10 años; pero, contaban con sistemas de aprovisionamiento de alimentos “Los Tambos”, donde almacenaban cantidades de alimentos hasta por 10 años. Los incas tenían grandes irrigaciones y todos compartían la comida en las plazas públicas. Se tiene referencias de la ocurrencia de sequías desde 1815 y entre los más severos fueron los de 1940 y 1944, donde una buena parte del Lago Titicaca y los pantanos se secaron, formando una llanura de arena y polvo, desprovistos totalmente de vegetación y, el otro fue de 1983, donde se perdió más de 128 millones de dólares, siendo los más afectados los cultivos de papa y quinua.

Harris (1978), demuestra que, la papa es una especie muy susceptible al déficit hídrico; el agua influye directamente en la variación de los rendimientos anuales, ya que las plantas de papa pueden responder con rendimientos hasta de dos toneladas por cada centímetro de agua aplicado por riego y/o precipitación pluvial.

Mendoza y Estrada (1979), Indican que existe cerca de 30 especies de papa que han sobrevivido heladas de -6°C y -7°C por varias horas. La resistencia de éstas especies, se debe a factores morfológicos como menor tamaño de células, paredes celulares gruesas, hábitos arrosados de planta, dos o más capas de palisada en el tejido parenquimatoso de las hojas. Además, la resistencia se debe a factores físico-químicos como contenido de lípidos en las células, capacidad de transformación de almidón a azúcares, capacidad de formar hielo extracelular, pigmentos protectores y habilidad para soportar la deshidratación celular.

Martinez, Moreno y Black (1989) determinaron que, la variedad Yungay fue el más resistente a la sequía que la Revolución, por su conductancia estomática baja y transpiración débil.

Cahuana, Huanco y Arcos, (1995), han liberado la variedad de papa SAN JUAN-INIA, por su tolerancia a heladas, sequía, granizadas, tumbado de plantas y por su buena capacidad productiva entre 30 y 40 t/ha.



Cahuana y Arcos (2015), indican que es posible contrarrestar el efecto dañino de las heladas en los cultivos, monitoreando el comportamiento de los bioindicadores; así, para la ocurrencia de heladas, entre 9 y 11 de la mañana el Gorrión trina indicando la presencia de heladas, complementando con los movimientos raros y fríos de aire durante el día, los cuales son por la presencia de celaje entre 5 y 6 de la tarde y sequedad total del follaje de las plantas de cebadilla, kikuyo etc. (8 y 10 de la noche). Durante ese lapso de tiempo (entre 9 de la mañana y 2 de la mañana del siguiente día), se debe implementar diferentes acciones de defensa para evitar o reducir los daños en los cultivos, como instalación de pozas de plástico con agua en el lado Noroeste del cultivo de donde fluye el aire frío, riego por aspersión para que inicie a funcionar antes que la temperatura baje a 0°C, cortinas de humo, colocando en el lado Noroeste, para difundir el humo sobre los cultivos y otras, como acciones preventivas: Incorporación de 30 a 40 t/ha de estiércol más 100 kg de hidrogel, Siembra de variedades de papa tolerantes a heladas como Sani Imilla, de plantas con tallos erectos, robustos, hojas medianas, coriáceas y con abundante pigmentación de antocianina, Casa Blanca presenta plantas semierectas, con tallos robustos, hojas grandes y coriáceas, Tahuaqueña, con plantas medianas y con follaje compacto de color verde claro, San Juan, presenta plantas con hojas y tallos gruesos con tallos gruesos de abundante follaje. Yungay de plantas con follaje intermedio, tallos y hojas gruesas con abundantes tricomas. Andina, presenta plantas de follaje intermedio con tallos gruesos y hojas verdes oscuras pigmentadas de color morado.

Estrada (2000), indica que el daño por heladas, es un problema importante en la producción de papa en latitudes altas y en áreas de latitudes bajas. Las heladas en los Andes causan una reducción estimada de la producción anual en un 30% en promedio.(Estrada, 2000; PROINPA, 1996)

Hijman y Spooner (2001), mencionan que la *Solanum acaule* es la especie más tolerante a las heladas y, es una de las especies más ampliamente distribuidas en las zonas alto andinas de América, específicamente en el Perú, Bolivia y Norte de Argentina.

Cahuana y Arcos (2015), han desarrollado y liberado siete variedades de papa; de las cuales, las variedades Andina, Tahuaqueña y San Juan son cultivadas actualmente, por su buena capacidad productiva y tolerancia a heladas y sequía o por su buena capacidad de recuperación después del daño de estos fenómenos.



Ledent (2002), indica que las especies relativamente tolerantes a la sequía tienen una conductancia estomática baja, respiración débil y un contenido relativo en agua poco elevado. Además, tiene una concentración elevada de solutos en sus células, tienen un doble sistema radicular con raíces pivotantes profundas y superficiales, para tener acceso al agua profunda y superficial, proveniente de las precipitaciones.

Stark et al, (2003), evaluando 32 clones de papa por su resistencia a sequía entre 1985-1987, seleccionaron los clones Lemhi, Russet, Kennebec, DTO-28, A7411-2, A74114-4, A79239.7 y A79368-2.

Kramer (1983), estableció que los mecanismos de resistencia a la sequía están constituidas por escape a la sequía, tolerancia a sequía con altos potenciales de agua y tolerancia a sequía con bajos potenciales de agua.

Cahuana y Arcos (2015), lograron seleccionar los clones RC 20-01-01, RC 20-01-15, RC 23-03-35, RC 20-01-17 y RC 22-97-10 por su tolerancia a heladas y sequía y con rendimientos entre 39,517 y 34,875 Kg/ha.

Van Loon (1981), la sequía puede afectar el crecimiento y producción de papa: Reduciendo la cantidad de follaje, reduciendo la tasa fotosintética por unidad de área foliar y acortando el periodo vegetativo.

Mendoza y Estrada (1979), indican que existe cerca de 30 especies de papa que han sobrevivido heladas de -6°C y -7°C por varias horas. La resistencia de éstas especies se debe a factores morfológicos como menor tamaño de células, paredes celulares gruesas, hábitos arrosetados de plantas, dos o más capas de palizada en el tejido parenquimatoso de las hojas. Además la resistencia se debe a factores físico-químicos como contenido de lípidos en las células, capacidad de transformación de almidón a azúcares, capacidad de formar hielo extracelular, pigmentos protectores y habilidad para soportar la deshidratación celular.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Cultivo de la papa

Actualmente, la papa es uno de los cultivos alimenticios de mayor importancia en el mundo, es fuente importante de vitamina C y de minerales, específicamente potasio (Estrada, 1991). Según la (FAO, 2004), el cultivo de la papa es una de las principales fuentes alimenticias de la población mundial, después del trigo (*Triticum aestivum*), maíz



(*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.). Las estadísticas de la FAO, sostiene que a nivel mundial se siembran aproximadamente 17,8 millones de hectáreas de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), con una producción cercana a 352,4 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 19,81 t/ha en el año 2011.

2.2.2. Origen y Distribución

Spooner et al. (2005), indican que la papa se originó hace unos diez mil años, al norte del Lago Titicaca, que está a los 3800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes del sur del Perú, en la frontera entre Perú y Bolivia. Las especies silvestres *Solanum bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum*, pertenecientes al complejo *S. brevicaulis* dieron origen a la especie *S. stenotomum*, que constituye la primera especie de papa domesticada y ésta a su vez por hibridaciones ha dado origen a *S. tuberosum* sub especie *andigena* a través de repetidos procesos de poliploidización natural.

Egúsqüiza (2000), manifiesta que hay evidencias arqueológicas en los ceramios de las culturas Moche (siglo I-VI) y Chimú (siglo IX-XIII), donde se testimonia que la papa era un alimento cotidiano de los peruanos en los primeros siglos de nuestra era. Los restos de tubérculos más antiguos se encontraron en tumbas de la costa que tienen una antigüedad de siete mil años.

Cahuana, Condori, Aruhuanca, y Holguín (2011), indican que, de acuerdo a las investigaciones científicas nacionales e internacionales, el centro de origen de la papa (Centro de domesticación), es la ORILLA NORTE DEL LAGO TITICACA de la actual Región Puno; porque, allí se encuentra la mayor biodiversidad genética de especies silvestres y cultivadas de papa, por la existencia de evidencias citológicas (series poliploides), históricas (crónicas, ritos), arqueológicas (cerámicas, restos de chuño), lingüística (voces quechua y aimara) y botánicas (mecanismos evolutivos de especiación). Este hecho mundialmente reconocido (Perú cuna de la papa) fue categóricamente reconfirmado que la papa tiene un ORÍGEN ÚNICO en la zona norte del Lago Titicaca de la Región Puno, por el Dr. David Spooner y el equipo de científicos de la Universidad de Wisconsin de los Estados Unidos y del Instituto de Investigaciones en Cultivos de Escocia, estudiando los marcadores del ácido Desoxirribonucleico (ADN) de las papas silvestres y cultivadas que existen en la zona.



2.2.3. Ubicación taxonómica de la papa

CIP (1980) y Egúsqüiza (2000), indican que la papa se ubica en la siguiente posición taxonómica, según el sistema Engler:

Reino	:	Vegetal
División	:	Phanerógamae
Subdivisión	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotiledoneae
Sub Clase	:	Metharchychlamydae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	Solanum
Sección	:	Petota
Subsección	:	Potatoe
Especie	:	<i>Solanum tuberosum</i> L.
Sub especie	:	S. tuberosum sub especie tuberosum , S. tuberosum Sub especie andígena

2.2.4. Morfología y Descripción Botánica de la Papa

2.2.4.1. La planta

Huamán (1986) y Egúsqüiza (2000), indican que la papa es una planta dicotiledónea, herbácea, anual y potencialmente perenne, por su capacidad de producción por tubérculos. La planta de papa está constituida de un sistema aéreo “el follaje” y un sistema subterráneo “las raíces y tubérculos”.

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

2.2.4.2. Sistema radicular

Huamán (1986), indica que las plantas de papa, generalmente, se desarrollan a partir de semilla botánica o de un tubérculo. Cuando las plantas provienen de “semilla botánica”, presentan una raíz principal filiforme con ramificaciones laterales que se



transforma en un sistema fibroso y, cuando provienen de “tubérculos”, forma un sistema fibroso de raíces laterales que nacen mayormente en grupos de 3, desde la base de cada brote y por encima de los nudos de los tallos subterráneos.

Las raíces en su primera fase de crecimiento, se encuentran entre los 20 cm de la superficie del suelo, pudiendo profundizarse hasta 60 o 90 cm e incluso hasta 120 cm, cuando hay periodos de sequía. La raíz cumple la función de absorción del agua y nutrientes del suelo, de sostén y anclaje de la planta (Cahuana et al., 2011).

2.2.4.3. Sistema de tallos

CIP (1980) y Huamán (1986), señalan que el sistema de tallos está constituido por tallos propiamente dichos (tallos aéreos), estolones y tubérculos, que cumplen las funciones de sostén de las hojas, flores y frutos, transportan azúcares y otras sustancias y almacenan almidones en los tubérculos.

Las plantas que provienen de semilla botánica tiene un solo tallo principal y los que provienen de tubérculos-semilla, producen varios tallos que alcanzan entre 0.50 y 1.20 m. de altura (Huamán, 1986).

Los tallos de papa, al corte transversal, presentan formas circulares y angulares (triangular y cuadrangular) en cuyos márgenes presentan formaciones llamadas “alas” que son de forma recta, ondulada y dentadas, de tamaño pequeño a grande. El tallo generalmente, es de color verde y otros son pigmentados con antocianinas de color marrón rojizo o morado (Egúsqüiza, 2000).

2.2.4.4. Estolones

Egúsqüiza (2000), indica que los estolones son tallos laterales que se desarrollan horizontalmente dentro del suelo, a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes en la clasificación de las especies y variedades y, se distinguen tres tipos: Estolones cortos (menores de 10 cm.) medianos (10 a 20 cm) y largos (mayores de 20 cm). Los estolones cumplen la función de transportar azúcares y otras sustancias elaboradas para la formación de tubérculos por ensanchamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones forman tubérculos, ya sea por efecto de estrés por sequía o heladas,



por efecto de plagas, enfermedades y daños mecánicos. Los estolones que no han sido cubiertos con tierra, se convierten en tallos aéreos normales.

2.2.4.5. Tubérculos

CIP (1980), menciona que los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de almidones y otras sustancias elaboradas por las plantas de papa. Un tubérculo presenta dos extremos: Basal o extremo unido al estolón llamado TALON y Apical o extremo distal.

Los tubérculos de papa en su parte externa presentan:

- **Los ojos.** Son órganos que están distribuidos sobre la superficie del tubérculo siguiendo la secuencia de un espiral, de mayor concentración en la parte apical y están ubicados en las axilas de las hojas escamosas llamadas CEJAS. Cada ojo contiene varias yemas y cuando se desarrollan forman los tallos principales. Los tubérculos de papa presentan ojos sobresalidos, superficiales, semiprofundos, profundos y muy profundos. Los ojos del tubérculo de papa corresponden a los Nudos de los tallos, las CEJAS representan las hojas y las YEMAS de los ojos representan las YEMAS AXILARES. Las yemas de los ojos se desarrollan para formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones (CIP, 1980).

Las variedades de papa presentan diversas formas, siendo los más frecuentes, redondo, ovado, abovado, oblongo, comprimido, elíptico, largo, oblongo, elongado, digitado, entre otras (CIP, 1980).

2.2.4.6. Partes internas del tubérculo de papa

CIP (1980) y Egúsqiza (2000), indican que los tubérculos de papa, al corte longitudinal, presentan las siguientes partes: Peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y la médula

- **Peridermo.** Es una capa delgada, lisa o áspera, que cumple la función de protección y su color varía entre blanco a blanco crema, amarillo, naranja, rosado, rojo, morado y en otros casos presenta tonalidades de dos o tres colores. Cuando los tubérculos se exponen a los rayos solares por más de tres días, cambian de



color tornándose verdoso, especialmente aquellas variedades que son susceptibles.

En la superficie de la piel, se encuentran los poros respiratorios llamados lenticelas, que sirven para el intercambio de gases entre el tubérculo y el medio ambiente.

- **La corteza.** Está ubicado inmediatamente por debajo de la piel. Es una franja delgada constituida por tejidos de reserva, que contiene proteínas y almidones.

En condiciones de alta humedad, las lenticelas aumentan de tamaño y sobresalen, formando pequeñas protuberancias blanquecinas. Cuando los tubérculos de papa no están maduras, la cáscara se pela fácilmente a una ligera fricción, por eso se recomienda cosechar cuando están maduros.

- **Sistema vascular.** Es la parte que conecta los ojos del tubérculo entre sí y al tubérculo con otras partes de la planta.
- **Parénquima de reserva.** Está ubicado dentro del anillo vascular y constituye el tejido principal de almacenamiento de almidón y otras sustancias de reserva. Generalmente, ocupa la mayor parte del tubérculo.
- **La médula.** Constituyen la parte central del tubérculo. Todas las partes entre la corteza y la médula, constituye la CARNE o PULPA del tubérculo y éstas son de color blanco, crema o amarillo pálido en la mayoría de las variedades nativas y modernas; sin embargo, algunas variedades nativas presentan tubérculos de carne pigmentadas de color amarillo oscuro, rojo, morado, violeta, azul o combinadas en algunos casos. Actualmente, éstas papas son muy apreciadas por ser ricas en antocianinas y flavonoides, sustancias antioxidantes que previenen, alivian y hasta pueden curar enfermedades como la presión alta y el cáncer, además de evitar el envejecimiento prematuro.

2.2.4.7. Brotes

Los brotes se originan de las yemas de los ojos del tubérculo y constan de dos partes; **El extremo basal**, es la parte subterránea del tallo que produce raíces, estolones o tallos laterales y **el extremo apical**, origina a las hojas y constituye el tallo de las plantas de papa. El color del brote es otra característica varietal importante para diferenciar una de otras variedades (Cahuana et al., 2012).

2.2.4.8. Hojas

Huamán (1986), indica que las hojas son compuestas y están ubicadas alternadamente en espiral sobre los tallos, bajo un patrón conocido como filotaxia.

Egúsquiza (2000), señala que las hojas presentan un raquis y varios folíolos, cada raquis lleva varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis que está por debajo del primer par de folíolos primarios se llama peciolo. Cada folíolo está unido al raquis por un pequeño peciolo llamado peciólulo o está unido directamente, sin peciólulo (folíolo sésil). En la base de cada peciolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudoestípulas.

INIA (2002), menciona que en la base de cada peciolo se encuentra dos hojuelas laterales denominadas pseudoestípulas. Desde el punto de inserción del peciolo, pueden extenderse hacia abajo, las alas o costilla del tallo.

Egúsquiza (2000), menciona que el color de las hojas es verde oscuro, verde claro, verde amarillento o con pigmentaciones moradas, especialmente en las nervaduras. El tamaño de la hoja, la disección y el grado de pubescencia depende de las variedades y factores ambientales y el folíolo terminal es de mayor tamaño que los laterales y su forma varían desde orbicular hasta lanceoladas.

2.2.4.9. La flor

Huamán (1986), indica que la inflorescencia típica de la papa es cimosa, por la división del pedúnculo en dos ramas y éstas, a su vez, en otras dos ramas llamadas pedicelos. Cada pedicelo presenta una articulación, que es el punto de donde se desprenden los botones florales, las flores o los frutos. La posición de la articulación es otro de los caracteres taxonómicos muy útiles para la clasificación de la papa.

Las flores de la papa, son bisexuales y presenta los cuatro verticilos florales: Cáliz, corola, estambres y pistilo.

- **Cáliz:** Está compuesto de 5 sépalos unidos en su base, generalmente, pubescente de color verde, parcial o intensamente pigmentado de antocianinas.
- **Corola:** Es gamopétala, formado por 5 pétalos unidos por membranas interpetalares y una superficie plana de cinco lóbulos. Cada lóbulo termina en una punta triangular llamada acumen.



- **Androceo:** Está formado por 5 estambres unidos en una columna simétrica que rodea al pistilo. Cada estambre consta de Antera y filamento. Las anteras son amarillo pálidas, amarillas o intensamente anaranjadas.
- **Gineceo:** Consta de un solo pistilo que está conformado por ovario, estilo y estigma.
- **El ovario,** es súpero y al corte transversal presenta dos cavidades, donde están numerosos óvulos distribuidos alrededor de la placenta. **El estilo:** es una prolongación del pistilo que une el estigma con el ovario. **El estigma:** es la parte receptiva del pistilo, donde germinan los granos de polen para desarrollarse a través del estilo.

2.2.5. Fenología de la papa

Cahuana (2003), indica que el cultivo de la papa desde la siembra hasta la cosecha, pasa por siete fases fenológicas:

2.2.5.1. Emergencia: Es el período en que las plantas han logrado emerger del suelo y ocurre entre 25 y 30 días después de la siembra. La escasez o falta de humedad en el suelo después de la siembra, retrasa la emergencia de las plantas en más del 30 %.

2.2.5.2. Inicio de formación de estolones: Es el momento en que los estolones inician su crecimiento a partir de los nudos basales de la parte subterránea del tallo. La formación de los primeros estolones, se inician en el nudo próximo al tubérculo semilla y, ocurre entre 40 y 50 días de la siembra. Esta fase, se caracteriza por su susceptibilidad a la falta de agua y al ataque de plagas. Cuando se presentan períodos de estrés hídrico, se forman pocos estolones y, las plantas son fuertemente atacadas por “epitrix y trips”, que ocasionan daños tanto en el follaje como en los estolones y raíces, dando como resultado bajos rendimientos.

2.2.5.3. Inicio de tuberización: Esta fase ocurre a los 55 y 60 días de la siembra, cuando los estolones detienen su crecimiento longitudinal e inicia el engrosamiento de su porción sub apical, inducido por la producción de fotosintatos en las hojas, translocación y acumulación de azúcares y almidón, activa división celular, presencia de bajas temperaturas (frío), días cortos (10 a 12 horas) y buena intensidad lumínica. Durante ésta fase y las siguientes, inicio y final de floración, las plantas requieren mayor cantidad y disponibilidad de agua y nutrientes, para lograr buena tuberización, crecimiento, llenado



y producción final. Así la variedad andina, tuberiza entre 15 y 20 días antes del inicio de floración.

2.2.5.4. Inicio de floración: Cuando la corola de la primera flor de una planta, se apertura completamente y ocurre a los 70-80 días de la siembra.

2.2.5.5. Final de floración: Cuando la corola de la última flor de una planta se cierra e inicia su marchitamiento. Esto sucede entre 120 y 130 días de la siembra, dependiendo de una adecuada provisión de nitrógeno y potasio, condiciones ambientales favorables, con días de mayor luminosidad.

2.2.5.6. Madurez fisiológica: Es cuando las plantas presentan entre 70 y 80% de follaje con tono amarillo pálido e inicio de secado entre 20 y 30 % mientras que, los tubérculos completan su desarrollo y adquieren el color característico. Esta fase ocurre entre 140 y 150 días de la siembra, donde la piel de los tubérculos todavía no está bien adherida y se desprende fácilmente a una ligera fricción.

2.2.5.7. Senescencia: Es cuando el follaje de las plantas están completamente tumbadas e inconsistentes (flácidas), con más de 80 % de follaje en proceso de secado y la piel de los tubérculos están completamente adheridas. Esto ocurre a los 150 y 160 días de la siembra, cuando las condiciones son normales y sin presencia de enfermedades como la mancha foliar y factores climáticos adversos como las granizadas y bajas temperaturas.

2.2.6. Condiciones climáticas

2.2.6.1. Requerimientos de clima y suelo

Cahuana et al. (2012), Señalan que la papa tiene una gran capacidad de adaptación a variadas condiciones climáticas pero, para producir mejor requiere; brotamiento de tubérculos-semillas de 15 a 22 °C; crecimiento de plantas de 12 a 18 °C; tuberización de 14 a 18 °C; maduración de 16 a 18 °C; almacenamiento de 4 a 5 °C; precipitación pluvial de 600 a 800 mm/campaña agrícola y luminosidad para la tuberización 12 a 16 horas luz/día

2.2.6.2. Suelo

Cahuana et al. (2012), mencionan que la papa requiere suelos francos, franco limosos, franco arcillosos y humíferos, de buen drenaje y sin piedras, profundos y con un



pH de 5.5 a 8.0 y no tolera suelos ácidos ni alcalinos. Los que presentan buena textura, buen abonamiento y bien drenados ofrecen condiciones adecuadas para su cultivo

López, Egúsquiza, y Villagómez (1980), indican que los suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica mineralizada, son los más adecuados para el cultivo de la papa.

ONERN (1985), indica que los suelos de Yunguyo, donde está ubicado el campo experimental del CIP Tahuaco, corresponde a la SERIE YUNGUYO, que se caracteriza por presentar suelos de origen COLUVIO-ALUVIALES O LACUSTRES, con material parental predominante de rocas ígneas ricas en silicio, por lo que, son de reacción altamente ácida, suelos de mediana fertilidad, de textura arenoso a franco arenosos, de buen drenaje y con topografía plana a ligeramente inclinada

2.2.6.3. Clima

Según ONERN (1985) el Centro Experimental de Tahuaco, se encuentra ubicado dentro del Sub tipo CLIMATICO “A” o zona agroecológica circunlacustre, donde la agricultura es fundamentalmente bajo condiciones de secano con alto riesgo climático, por la presencia de heladas, sequía, inundaciones, granizadas y otros. Para esta zona agroecológica, se estima que el promedio esperado de lluvias es de 710 mm, distribuidos en 7 ó 9 meses que dura la campaña agrícola (Frere, Rijks y Rea, 1975). En cuanto a las variaciones de temperatura en el altiplano, la más importante son las mínimas absolutas (heladas). La mayor frecuencia e intensidad de heladas, se presentan en planicies abiertas (pampas) y pie de laderas.

2.2.6.4. Ecología

Holdridge (1982) clasifica a ésta zona de vida como praderas o bosque húmedo montano (PBHM). ONERN (1985), indica que la zona de Yunguyo presenta condiciones edafoclimáticas favorables para el establecimiento de cultivos, por estar termo-regulado por la influencia del Lago.

2.2.6.5. Temperatura

Cahuana (2012), señala que la temperatura del aire está relacionada con la temperatura del suelo, así ambas son de gran importancia durante el periodo vegetativo. Para la siembra y emergencia de plantas, la temperatura debe oscilar entre 15 °C y 22 °C,



durante el periodo de crecimiento entre 12 °C y 18 °C y durante la tuberización entre 14 °C a 18 °C, para la mayoría de las variedades de papa.

2.2.6.6. Humedad

López et al. (1980), indican que la papa requiere una humedad relativa de 70% a 80%. La humedad y temperatura atmosférica se hallan en estrecha concordancia con la humedad del suelo. La sequedad del aire no será perjudicial, siempre y cuando el suelo disponga de una apropiada humedad. La excesiva humedad en los suelos pesados compromete la calidad de la producción, por la presencia de enfermedades; por lo que, la humedad del suelo debe ser constante y bien distribuído durante las diferentes fases del periodo vegetativo, especialmente durante la tuberización y maduración, ya que la cantidad y la distribución de las precipitaciones de 600 a 800 mm antes, durante y después de la formación, determinan el número, peso y cantidad de materia seca en los tubérculos de papa.

2.2.6.7. El agua

Barceló et al. (2004), menciona que el agua es el componente químico más abundante en las plantas. Normalmente en los tejidos activos alcanzan valores entre 80 y 90% en peso. La importancia del agua en la fisiología vegetal, radica en:

- **Absorción de agua por las raíces**

Barceló et al. (2004), mencionan que la raíz es el órgano especializado en la sujeción de la planta y en la absorción del agua y de los nutrientes minerales del suelo. La zona de máxima absorción se halla situada por encima de la división celular y de elongación celular.

- **Flujo de agua planta-atmosfera**

Barceló et al. (2004), indican que durante el día, la planta de papa actúa como una eficiente bomba de succión que toma agua con sales disueltas (solución de suelo) a través de la raíz y expulsa vapor de agua a través de las hojas. La salida del agua en forma de vapor crea un gradiente de presión negativa en la planta, que en combinación con el efecto de capilaridad en el xilema, permite llevar el agua con nutrientes disueltos desde la raíz hasta las hojas. Así, la fuerza que causa la entrada de la solución del suelo a la planta



proviene de la transpiración del vapor de agua a través de los estomas abiertas que se encuentran en la superficie de las hojas.

2.2.6.8. Luminosidad

Cahuana et al. (2012), mencionan que para la tuberización normal es de 12 a 16 horas de luz por día.

2.2.7. Tecnología del cultivo

2.2.7.1. Preparación del terreno

2.2.7.2. Elección del terreno

Cahuana et al. (2012), Indican que, para instalar un cultivo de papa, se deben elegir terrenos descansados o en rotación después de haba o tarhui y/o cebada o avena, libres de verruga, carbón y nematodo rosario de la papa, ya que éstas no son permitidas por la ley de semillas; así mismo, debe estar libre o con mínima infección e infestación de enfermedades y plagas de importancia en la zona.

2.2.7.3. Rotación de cultivos

Cahuana et al. (2012), indican que el sistema de rotación de cultivos más recomendados para la región de Puno es: a). Papa-Quinua-Cebada-Haba o Tarhui y Papa (En zonas homogéneas de producción de pampa y pie de ladera) y b). Papa-Oca-Quinua-Avena-Haba o Arveja y Papa (En zonas homogéneas de producción de ladera).

2.2.7.4. Nivelado del terreno

El nivelado se realiza para favorecer buena distribución de la humedad en el suelo, evitar el emposamiento de agua en algunas partes del campo de cultivo y, para evitar el lavado de nutrientes y erosión de tierra fina. (Cahuana et al. 2012).

2.2.7.5. Época de preparación del terreno

Cahuana et al. (2012), indican que los terrenos en descanso deben prepararse durante los meses de marzo o abril, para favorecer la incorporación de residuos orgánicos existentes. Los suelos que están bajo el sistema de rotación sucesiva de cultivos, deben



prepararse inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior (Haba) y/o después de la aplicación del estiércol, durante los meses de agosto o setiembre.

2.2.7.6. Roturado

Cahuana (2012), indica 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 fungosas; exponer los estados inmaduros y maduros de plagas y enfermedades, a la acción depredadora de las aves, resecado por efecto de rayos solares y congelado por efecto de heladas y favorecer la retención de calor y humedad en el suelo.

2.2.7.7. Rastrado

Cahuana (2012), señala que el desmenuzado 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 en germinación; destruir las pupas y adultos invernantes de plagas, huevos, larvas y adultos de nematodos, esporas y zoosporas de las enfermedades fungosas; exponer los diferentes estados de plagas y enfermedades, a la acción de las aves, radiación solar, heladas y el viento; favorecer la emergencia rápida y uniforme de las plantas de papa, buen crecimiento y desarrollo de las raíces, tallos y tubérculos y favorecer la óptima formación y desarrollo de estolones y tubérculos.

2.2.8. Tubérculos semillas y sus características

2.2.8.1. Tubérculos-semilla

Cahuana et al. (2012), mencionan que un tubérculo semilla, fracción de ella o partes vegetativas (brotes o tallos), es la que da origen a una planta sana y conserva las características propias de una determinada variedad, sean éstas la procedencia, la variedad, pureza, el tamaño, el estado fisiológico, el estado sanitario y la apariencia.

2.2.8.2. Manejo de tubérculos semilla

Desinfección: La desinfección de tubérculos-semilla, debe realizarse antes del almacenamiento o en su defecto 2 ó 3 días antes de la siembra, para evitar: los daños que pueden causar los hongos y bacterias (verruca, roña, rizoctoniasis y pudriciones); la propagación de enfermedades a través de tubérculos-semilla y la infección de suelos libres o con mínima presencia de enfermedades. (Cahuana, 2012).

Para bañar 1800 a 2000 kg de tubérculos-semilla de papa, se sugiere los productos que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Productos desinfectantes de tubérculos semilla y dosis de uso.

Producto comercial	Cantidad de gramos		Total en gramos	Tiempo de desinfección
	Al inicio de bañado	Aumentar/100 lt de agua al bañar 1000 kg.		
Benlate	100 g	100 g	200	3 a 5 minutos
Monseren 250 FS	300 g	200 g	500	3 minutos
Pentacloro Farmex	800 g	700 g	1,500	3 a 5 minutos
Vitavax 300 PM	500 g	500 g	1,000	3 a 5 minutos
Farmathe 50 PM	100 g	100 g	200	5 minutos
Mertect 600 SC	400 g	400 g	800	3 a 5 minutos

FUENTE: Cahuana (2012).

2.2.9. Plantación

Cahuana et al., (2012), indican que, en el altiplano de la Región Puno, la época de plantío depende de las precipitaciones pluviales, pero en forma general para el plantío grande se sugiere las siguientes épocas; las papas amargas se deben sembrar entre el 20 de setiembre y el 20 de octubre, en cambio las papas dulces se deben sembrar entre el 20 de octubre hasta fines de noviembre y las siembras retrasadas, están sujetos a daños por efecto de heladas y sequías, generalmente.

La siembra se realiza en forma manual, distribuyendo los tubérculos semilla en el fondo del surco, distanciados a 25 ó 30 cm entre ellos y procurando que la siembra sea uniforme (Cahuana y Arcos, 2004).

Egúsquiza (2000), indica que la siembra es la fase de instalación del cultivo: Una buena siembra es aquella que permite alcanzar una emergencia uniforme y rápida de las plantas: El retraso o demora en la emergencia de las plantas, genera problemas de invasión de malezas e incrementa el riesgo de pudrición de semillas que se encuentra bajo tierra.

2.2.9.1. Surcado

Cahuana et al. (2012), Indican que el surcado debe realizarse con arado de palo o surcadora traccionada por una yunta o tractor, según la orientación establecida y aperturando a una profundidad uniforme de 10 a 12 cm, distanciados a 0.80 a 1.00 m entre surcos, de acuerdo al tipo de tuberización y desarrollo foliar de las variedades de papa.

2.2.9.2. Cantidad de tubérculos-semilla y siembra

Cahuana et al. (2012), La cantidad de tubérculos-semilla, depende del tamaño y uniformidad de tubérculos, distanciamiento de siembra, variedad, procedencia, estado fisiológico, número y vigor de brotes. Por lo general, se utiliza entre 1,600 y 2,500 kg/ha de semilla. La cantidad de tubérculos semilla por especies y categorías se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Distanciamiento de siembra y cantidad de semilla en kg/ha.

Tamaño semilla Gr	Distanciamiento entre surcos			
	0.90 m	Entre plantas	1.00 m	Entre plantas
	0.25 m	0.30 m	0.25 m	0.30 m.
	44,440	37,030	40,000	33,330
plantas/ha	plantas/ha	plantas/ha	plantas/ha	
30	1,333	1,110	1,200	1,000
40	1,777	1,480	1,600	1,330
50	2,220	1,850	2,000	1,660
60	2,660	2,220	2,400	2,000
70	3,110	2,590	2,800	2,330
80	3,550	2,960	3,200	2,660
90	4,000	3,330	3,600	3,000
100	4,440	3,700	4,000	3,330

FUENTE: Cahuana et al (2012).

2.2.9.3. Fertilización

Cahuana et al. (2012), indica que la fertilización depende de los requerimientos del cultivo, del rendimiento previsto, resultados de análisis de suelo y aplicación de abonos orgánicos; sin embargo, para obtener una producción de 30 toneladas de papa por hectárea, se sugiere la fórmula de fertilización: 150-60-240 Kg/ha de N-P₂O-K₂O. Para efectuar los cálculos, considerar una eficiencia de fertilización de 50-20-60 %.



2.2.9.4. Abonamiento orgánico

Cahuana et al. (2012), indican que se debe incorporar al suelo 40 a 50 toneladas de estiércol por hectárea, 3 meses antes de la siembra de papa (agosto ó setiembre), para favorecer su descomposición, elevar la temperatura del suelo y producir sustancias tóxicas, que permitan la destrucción de huevos, larvas y pupas de insectos y nematodos o esporas, zoosporas y esclerotes de enfermedades que causan los hongos y bacterias.

Parson (1989), menciona que la papa requiere abonos orgánicos, principalmente estiércol descompuesto. La cantidad de estiércol varía de acuerdo con la especie y con la edad de los animales que han producido. Pero el contenido aproximado es de 5% de N, 2% de anhídrido Fosfórico, 5% óxido de potasio. Además contiene Ca, Mg, Cu, Fe, Zn.

2.2.9.5. Tapado de surcos

Cahuana y Arcos (2004), indican que el tapado se realiza con la surcadora traccionada por la yunta o tractor, con una capa de 8 a 10 cm de tierra, a fin de que los tubérculos semilla queden ubicados entre 6 y 8 cm. de profundidad, para acortar el tiempo de emergencia de plantas.

2.2.10. Labores culturales

Cahuana et al. (2012), indican que debe efectuarse en forma oportuna y adecuada, de acuerdo a los requerimientos del cultivo y condiciones climáticas predominantes.

2.2.10.1. Control de Malezas.

Cahuana et al. (2012), indican que las malezas se controlan aplicando SENCOR, a la dosis de 600 mililitros por 200 litros de agua, después de dos semanas de la siembra, para que el cultivo de papa esté libre de malezas y puedan aprovechar mejor los nutrientes del suelo, la luz solar, agua, oxígeno y espacio adecuado, para su desarrollo normal y tener poca incidencia de plagas y enfermedades.

2.2.10.2. Control de gorgojo y otras plagas

Cahuana, Barreda, y Flores (2010), indican que a la emergencia de las plantas de papa, se debe aplicar insecticidas específicos como karate a la dosis de 250 mililitros por 200 litros de agua u otros productos que controlen el gorgojo de los andes, como el Oncol, Regent y Fenkil y el tratamiento refuerzo, se realiza a los tres días de la primera, aplicando



solo al contorno del campo de cultivo y alrededor de los cantos, ya que en éstos lugares existen mayor cantidad de gorgojos que ingresan de los campos vecinos.

2.2.10.3. Elevado de surcos

Cahuana et al. (2012), indican que se debe realizar después de la emergencia de todas las plantas de papa, empleando maquinaria agrícola o yunta, para favorecer el drenaje del exceso de agua, eliminación o tapado de malezas y acumulación de tierra sobre los camellones, para elevar la altura de los surcos.

2.2.10.4. Primer aporque

Cahuana et al. (2012) manifiestan que ésta labor se realiza cuando las plantas alcanzan 15 a 20 cm. de altura o a los 60 ó 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 adventicias 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, favorecer buen drenaje, cuando hay exceso de lluvias y eliminar las malezas y airear el suelo.

2.2.10.5. Segundo aporque

Cahuana et al. (2012), mencionan que se realiza entre 20 y 25 días después del primer aporque o cuando las plantas tienen 45 a 50 cm de altura, depositando una capa de 8 a 10 cm de tierra sobre el camellón, para evitar el escape de los estolones y favorecer buena formación y desarrollo de los tubérculos de papa.

2.2.11. Plagas de la papa

Bravo (2010), indica que las plagas más importantes del cultivo de la papa en la Región andina son el Gorgojo de los Andes, Polilla de la papa, Epitrix y Trips.

2.2.11.1. Gorgojo de los Andes

Distribución geográfica. Entre 2600 y 4700 msnm. En América en todas las zonas altas, desde el Norte de Argentina hasta Venezuela (Calvache, 1986). En el Perú, se encuentra en toda la sierra, por encima de los 3000 msnm.



Especies. Se ha reportado 12 especies: 10 en la sierra peruana, 4 en Bolivia y 1 en Ecuador, Colombia, Venezuela, Chile y Argentina. Las especies más importantes en la Región Puno son *Premnotrypes latithorax*, *P. solaniperda* y *P. sanfordi*.

Estados de desarrollo. Cada estado coincide exactamente con las fases de desarrollo del cultivo de la papa y post cosecha. Presenta 5 estados: huevo, larvas, pupa, adulto invernante y adulto libre.

Daños. Al estado adulto producen comeduras en las hojas de la papa en forma de medialuna y en estado larval haciendo galerías en los tubérculos.

Control. Existen varios métodos de control, siendo los más efectivos:

- Aplicaciones de karate (250 ml/200 lt) ó Regent (250 ml/200lt), a la emergencia de plantas.
- Incorporación de 40 t/ha de estiércol, 2 t/ha de cal y 5 t/ha de ceniza al suelo.
- Cosecha de papa en sacos y juntar sobre malla colocada encima de la manta.
- Aplicar a la siembra o a la emergencia de plantas, una mezcla de cal más Tarhui molido y muña.

2.2.11.2. Polilla de la Papa

CIP (1999) y Bravo (2010), en relación a la polilla reportan los siguiente:

Especies: Existen 2 especies de polilla: *Phthorimaea operculella*: Mariposa pequeña de color pajizo y *Symmetrischema plaesiosema*: Mariposa un poco más grande de color marrón grisáceo, con dos manchas triangulares en las alas.

Estados de desarrollo: Huevo, larva, pupa y adulto.

Daños directos. Cada año disminuye la producción y calidad comercial de la papa en más del 30%, por barrenar brotes, tallos y tubérculos.

Control. Existen diferentes métodos de control, así tenemos:

- Incorporación de abonos verdes o estiércol al suelo.
- Preparación adecuada y oportuna de suelos.
- Captura de adultos machos con trampas de feromona sexual.
- Cosecha oportuna y estricta selección de semilla y almacenamiento en ambientes con luz difusa.



- Aplicación de insecticidas específicos de baja toxicidad.

2.2.11.3. Epitrix (*Epitrix subcrinita*)

Bravo (2010) y Cahuana (2014), describen que es un insecto muy ágil y activo, sobre todo en horas de sol.

Distribución geográfica. De amplia distribución, especialmente en las zonas altas.

Especies. Se tiene 6 especies: *E. parvela*, *E. subcrinita*, *E. ubaquensis*, *E. harilana* y *E. yanazara*.

Estados de desarrollo: Huevo, larva, pupa y adulto.

Daños. Los daños son producidos por adultos y larvas. Los adultos se alimentan realizando perforaciones circulares en los folíolos de las hojas, dejando como cernidor, en los períodos de sequía y épocas de calor.

Alternativas de manejo

- Incorporación de abonos verdes y estiércol al suelo.
- Riego pesado, a fin de asfixiar larvas y pupas.
- Preparación de suelo, para exponer larvas y pupas al efecto del sol, heladas y aves.
- Uso de semilla sana y verdeada.
- Aplicar insecticidas específicos de baja toxicidad.

2.2.12. Enfermedades de la papa

2.2.12.1. Verruga (*Synchytrium endobioticum*)

Torres (2002), indica que la verruga es una enfermedad importante en el cultivo de la papa en las zonas alto andinas del Perú y de la Región Puno.

Síntomas.

En la parte subterránea, las agallas se forman en la base del tallo, extremo del estolón y en la yema de los ojos del tubérculo. Los tubérculos afectados se desfiguran completamente o pueden ser reemplazados totalmente por las agallas. Solo las raíces no son afectadas por la verruga. **En la parte aérea,** los tallos, las hojas (haz) e inflorescencias (corola y anteras), presentan pequeñas agallas de color verde a castaño y a la madurez, se vuelven negras por descomposición.



Daños: Causan pérdidas en papa dulce entre 10 y 40% y en papa amarga entre 40 y 100%

Manejo de la enfermedad

- En casos severos, implementar medidas cuarentenarias.
- Preparar el suelo en mayo o junio, para exponer las agallas al efecto combinado de los rayos solares y heladas.
- Incorporar al suelo 40 t/ha de estiércol, 2 t/ha de cal y 5 t de ceniza.
- Desinfectar la semilla con fungicidas específicos, antes del almacenamiento.
- Usar de variedades resistentes como Tahuaqueña, San Juan y Altiplano.
- Recoger las agallas de verruga en la cosecha, antes de su desintegración.

2.2.12.2. Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)

Torres (2002) y Frank (1981), indican que la Rhizoctonia se encuentra en toda las zonas productoras de papa en el mundo

Síntomas:

En los tubérculos. En la superficie de los tubérculos se presentan como costras negras de forma y tamaño variables. En ataques severos, produce tubérculos ciegos.

En los brotes. Se presentan como lesiones necróticas hundidas de color marrón que destruye la emergencia ó crecimiento y desarrollo de las plantas, estolones y tubérculos.

En los tallos. Presentan depresiones que estrangulan el tallo, interfiere la translocación del agua y nutrientes de las raíces al follaje y los fotosintatos de las hojas a los tubérculos, causando formación de tubérculos aéreos y encarrujamiento de hojas.

En estolones. Causan pudriciones y mal formaciones de tubérculos y provocan la muerte

Daños: Causa pérdidas de 30 a 40% en el rendimiento. Interfiere la translocación de agua, nutrientes y sustancias elaboradas. Afecta la calidad culinaria y comercial de los tubérculos

Manejo de la enfermedad

- Cosechar en forma oportuna, ya que la rizoctonia alcanza su máximo desarrollo, cuando se dejan secar las plantas en el campo.
- Incorporar 40 t/ha de estiércol o abonos verdes más cal y ceniza.



- Usar semilla sana, verdeada, certificada y desinfectada.

2.2.12.3. Roña o Sarna (*Spongospora subterranea*)

Hooker (1980) y Torres (2002), indican que la Roña se encuentra en toda la sierra peruana.

Síntomas. Afecta a las raíces, estolones y tubérculos, pero no afecta al follaje.

Daños: Disminuye la producción de papa entre 5 y 10%. Afecta la calidad de los tubérculos hasta un 97.5% en variedades susceptibles. Es vector de virus mop top de la papa (PMTV).

Manejo de la enfermedad

- Incorporar al suelo 40 t/ha de estiércol o abonos verdes y 2 t/ha de cal.
- Preparar el suelo en mayo o junio para exponer las esporas a las heladas.
- Desinfectar los tubérculos-semilla antes del almacenamiento.
- Rotar los cultivos de papa con gramíneas y leguminosas.
- Usar variedades resistentes Gabriela y Esperanza y tolerantes la Tahuaqueña.

2.2.13. Mejoramiento genético de la papa

Estrada (1991), indica que efectuando cruzamientos masivos de *S. acaule* x *S. phureja*, es posible obtener miles de híbridos comparables con *S. juzepczuku* y con bajo contenido de glicoalcaloides. A su vez, estos híbridos F1 podrán cruzarse con cultivares o clones de *S. tuberosum sub especie tuberosum* y *S. tuberosum sub especie andígena*, para obtener miles de híbridos similares a *S. curtilobum* por su resistencia a heladas y con alto rendimiento. En forma paralela se viene cruzando *S. juzepczukii* x *S. tuberosum sub especie andigena* y cruzamientos de *S. curtilobum* x *S. tuberosum sub especie andigena*, para obtener híbridos avanzados por su rendimiento, calidad y tolerancia a heladas.

Reyes (1985), indica para desarrollar una variedad se tiene los siguientes pasos:

- a) Seleccionar del germoplasma especies de papa y sus parientes silvestres más cercanos o afines.
- b) Diseñar programas de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo.
- c) Determinar los factores limitantes como enfermedades, factores climáticos, capacidad productiva, calidad, etc.



- d) Planificar cruzas intervarietales, eligiendo progenitores, variedades o clones más sobresalientes.
- e) Realizar cruzamientos masivos, para obtener semillas híbridas.

2.2.13.1. El cruzamiento

CIP (1980) indica, primero elegir y seleccionar los progenitores hembras y machos. Sembrar, teniendo en consideración que la floración coincida de ambos progenitores y manejar con la mejor tecnología disponible. Las cruzas consisten en:

- Colectar el polen del progenitor masculino elegido.
- Realizar la polinización colocando el polen al estigma del progenitor femenino, entre 9 y 12 del día.
- Colocar una etiqueta, indicando el nombre del progenitor femenino, progenitor masculino y fecha de cruzamiento. Cuidar y mantener hasta la cosecha.
- Cosechar los frutos a la madurez fisiológica. Hacer madurar y extraer la semilla.
- Las semillas deben guardarse adecuadamente.

INIA (1994), indica que, en los últimos 40 años ha desarrollado 45 nuevas variedades de papa con caracteres sobresalientes en rendimiento, resistencia a enfermedades y/o tolerancia a los factores climáticos adversos. Las variedades CANCHAN-INIA, Muru, Amarilis INIA y Kori INIA con rendimientos de 30 a 40 t/ha son resistentes a la Mancha; Sillustani y San Juan con rendimiento de 25 y 30 t/ha son tolerantes a heladas, María Huanca es resistente a Nematodos Quiste y con rendimientos de 35 a 40 t/ha. Andina con rendimiento de 30 t/ha, es tolerante a heladas y sequía.

En las variedades nativas de papa, se han logrado mejorar genética y sanitariamente por selección clonal las variedades Imilla Negra, Qompis, Imilla Blanca, Piñaza y Loq`a, logrando incrementar los rendimientos entre 20 y 30%. Empleando biotecnología, se ha liberado de enfermedades virósicas más de 50 variedades de papa y por campaña agrícola se han producido 7,490 Vitro tubérculos, 118,289 plántulas InVitro, 339,467 tubérculos pre básicos, 326,287 t de Semilla Básica I y 813,300 t de Semilla Básica II.



2.2.14. Las heladas

Lozano (2014), indica que las heladas en la agricultura se originan por el enfriamiento total del medio ambiente, donde la temperatura desciende por debajo de 0°C, causando daños en los cultivos según su tolerancia o susceptibilidad.

- Heladas blancas: presencia de hielo en el suelo y en la superficie vegetal.
- Heladas negras: no presenta hielo, por falta de humedad relativa y de agua.

Cahuana et al. (1995), indican que la helada es un fenómeno natural que se produce en una zona, Región o localidad, por la formación e invasión de masas de aire frío provenientes de las partes altas, estancamiento, acumulación y enfriamiento total de la superficie del suelo en las partes más bajas, planas y ondonadas y su entorno ambiental, produciendo descensos bruscos de temperatura, congelamiento parcial o total con formación de cristales de hielo en las células y espacios intercelulares de las plantas. Estas plantas, al descongelarse por la incidencia directa de los rayos solares, se marchitan por la plasmólisis y muerte de las células, causando así el ennegrecimiento y secado del follaje de las plantas.

Daños:

Los daños son muy variables, generalmente, causan daños en el follaje de las plantas entre 20 y 95%, dependiendo de la intensidad, duración de bajas temperaturas, estado fenológico del cultivo y especies de papa.

Las temperaturas de -2.5 °C causan daños de 10 a 20% en *Solanum juzepczukii* (loq'a), 40% en *Solanum curtilobum* (ocucuri), 60% en *Solanum ajanhuiri* y 90 a 100% en las especies de papa dulce (Imilla negra, Lomos, Pitiquiña).

Alternativas de manejo

- Instalación de sistema de pozas de plástico con agua.
- Cortinas de humo.
- Sistemas de riego por aspersión.
- Aspersiones de potasio al follaje de las plantas.
- Siembra de variedades de papa tolerantes a heladas.
- Aplicación de activadores de crecimiento después del daño.
- Aplicación e incorporación de 40 t/ha de estiércol por hectárea.

2.2.15. La Sequía

Cahuana y Arcos (2015), indican que la sequía o periodos secos se presentan por la escasa, nula o mala distribución de las precipitaciones pluviales durante el ciclo vegetativo de las plantas. Estos períodos secos ocasionan el marchitamiento, escaso crecimiento y desarrollo, aceleran la floración y acortan el periodo vegetativo de las plantas. En el cultivo de la papa, en casos severos, causan muy escasa formación de estolones y tubérculos, marchitamiento total y secado de plantas, ocasionando pérdidas en más del 95%, como ocurrió en los años de 1940-42.

Tabla 3. Escala de apreciación visual del estrés por sequía

ESCALA	DESCRIPCIÓN
1 =	No hay estrés. Turgencia total de todas las hojas en todas las plantas.
3 =	30% de las hojas están marchitadas ó 30% de la población de plantas se han marchitado
5 =	50% de las hojas están marchitadas ó 50% de la población de plantas se han marchitado
7 =	80% de las hojas están marchitadas ó 80% de la población de plantas se han marchitado
9 =	Marchitez total y muerte de las plantas

FUENTE: CIP, 1980.

CIP (1980), Del estudio realizado sobre el efecto de la sequía en las fases fenológicas del cultivo de papas nativas, se resume lo siguiente:

1. En la fase de brotamiento (Siembra - emergencia de plantas), la sequía causa daños entre 15 y 20 % de la producción.
2. En la fase de desarrollo vegetativo (emergencia de plantas - inicio de tuberización - floración), la sequía ocasiona daños entre 30 y 50% de la producción.
3. En la fase productiva (inicio de tuberización y final de floración), el estrés hídrico, causa daños entre 60 y 80% de la producción, por ser la fase más crítica o sensible a la escasez de agua.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Cultivar

INIA (2018), define como conjunto de plantas cultivadas de una misma especie que son diferenciables y distinguibles por determinadas características (morfológicas, fisiológicas, químicas u otras) significativas para propósitos agrícolas; las cuales cuando



son producidas (sexual o asexualmente) o reconstituídas, mantienen sus características distintivas.

2.3.2. Variedad

INIA (2018), puntualiza que es la población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes. En la ley de semilla, el término variedad es considerado sinónimo de cultivar.

2.3.3. Variedades mejoradas

Cahuana y Arcos (1993), mencionan que, las variedades mejoradas 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.

2.3.4. Clon

Es un cultivar o variedad que se propaga por vía sexual o vegetativa. No todo cultivar se propaga por vía asexual y solo aquellos que se producen de esta forma se llaman clones (Duarte, 1972). Clon es un grupo de plantas propagadas vegetativamente (asexualmente) que se derivan de una misma planta madre o parte de ella (CIP, 1980).

Vallejo y Estrada (2016), definen al clon como un conjunto de plantas descendientes de una sola planta a través de la reproducción vegetativa: por lo que, todas las plantas de un clon son genéticamente idénticas.

2.3.5. Sequía

Cahuana, Mamani, y Cahuana (2017), definen que la sequía es la falta o escasez de humedad en el suelo por la escasa, nula o mala distribución de las precipitaciones pluviales durante el periodo vegetativo de las plantas, que afectan sensiblemente a sus principales funciones fisiológicas y fenológicas y por consiguiente, afecta su potencial productivo.

2.3.6. Helada

Cahuana et al. (1995), definen que es un fenómeno natural, que se produce en una zona, región o localidad, por invasión de masas de aire frío procedente de las partes altas, estancamiento, acumulación y enfriamiento total de la superficie del suelo en las partes



bajas y ondonadas, produciendo descensos bruscos de temperatura y congelamiento de plantas.

2.3.7. Emasculación

Vallejo y Estrada (2002), definen que la emasculación es la técnica de inactivación de la función del grano de polen, es decir, es la eliminación de los órganos masculinos del progenitor femenino.

2.3.8. Factores en estudio

Devore (2008), define que los factores en estudio son variables que se investigan en el experimento, respecto de cómo influye o afectan a las variables de respuesta.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MEDIO EXPERIMENTAL

3.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo, se realizó en el Centro de Investigación y Producción de Tahuaco de la Estación Experimental Agropecuaria Illpa-Puno, del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, ubicado en el Centro Poblado de Sanquira del Distrito y Provincia de Yunguyo de la Región de Puno.

Las coordenadas UTM donde se realizó el trabajo de investigación son:

Latitud Sur : 16°19'11.5"
Longitud Oeste : 69°03'33.3"
Altitud : 3865 m.s.n.m.
Clima : Frío y seco.

3.1.2. Historial del Campo Experimental

Campaña agrícola 2014-2015 : Quinoa
Campaña agrícola 2015-2016 : Avena
Campaña agrícola 2016-2017 : Haba
Campaña agrícola 2017-2018 : Experimento de papa

3.1.3. Materiales

En la ubicación del área experimental, toma de muestras de suelo, instalación, conducción, cosecha, procesamiento y almacenamiento de clones de papa seleccionados, se emplearon las siguientes herramientas y materiales:

- Palas
- Picos
- Rastrillos
- Cinta métrica
- Balanza analítica



- Balanza de 100 kg
- Mochila fumigadora de 15 lt.
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo
- Registro de campo
- Envases de 70 kg
- Bolsas de plástico
- Baldes de 10 lt.
- Escalas de evaluación
- Tabla de colores
- Tabla de forma de tubérculos
- Lápiz
- Lapicero
- Regla
- Navajas
- Espátulas

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Tubérculos semilla

Para el presente trabajo, se empleó tubérculos-semilla de 16 clones de papa y 2 variedades testigo, tal como se puede apreciar en la tabla 4, procedentes del Centro Experimental de Tahuaco, de tamaño segunda con un peso que varía entre 40 y 60 gramos, turgentes con 4 a 5 brotes cortos, vigorosos y verdeados, libre de plagas y enfermedades, por haber sido almacenados bajo el sistema de bandejas del almacén con luz difusa y debidamente desinfectados.

Tabla 4. Características de los clones de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Clave	Tratamientos	Características en planta				Tubérculos			
		Habito de planta	N° Tallos	Vigor	Color de flor	Forma	Color de piel	Color de pulpa	Profundidad de ojos
1	RC 20-01-01	Semi erecto	4.0	Bueno	Morado intermedio	Ovalado	Crema ojos morados	Crema	Medio
2	30-8557.26	Decumbente	2.7	Regular	Morado intermedio	Oblongo	Rojo morado intermedio	Crema/ vascular	Superficial
3	30 8555.3	Decumbente	4	Bueno	Lila	Oblongo	Blanco crema	Crema	Medio
4	30 8559.2	Decumbente	2.8	Bueno	Lila	Ovalado	Amarillo claro	Crema	Superficial
5	30 8561.61	Semierecto	3.7	Bueno	Azul morado	Redondo	Amarillo pálido	Crema	Superficial
6	RC9-97-3A	Semierecto	3.3	Bueno	Celeste intermedio	Oblongo	Rojo vino	Crema	Superficial
7	RC23-03-35	Semierecto	3.7	Muy bueno	Morado	Ovalado	Rojo vino	Crema	Superficial
8	RC 20-97-9	Erecto	2.7	Bueno	Morado	Redondeado	Morado	Crema	Medio
9	308552.7	Decumbente	3.9	Bueno	Morado pálido	Elíptico	Rojo claro	Crema	Medio
10	RC 22-97-70	Semierecto	3.1	Regular	Morado	Redondeado	Rojo vino	Crema	Medio
11	RC 20-01-17	Semierecto	3	Muy bueno	Morado	Oval redondeado	Rojo claro	Crema	Medio
12	308555.36	Decumbente	3.4	Bueno	Celeste	Redondeado	Crema	Crema	Superficial
13	308558.7	Decumbente	3.1	Muy bueno	Lila	Oblongo	Rojo morado pálido	Blanco	Medio
14	308554.21	Decumbente	3.3	Muy bueno	Morado	Oblongo	Amarillo pálido	Crema	Medio
15	308555.15	Semierecto	3.6	Bueno	Rosado	Redondeado	Rojo vino	Crema	Medio
16	RC2-96-43B	Semierecto	2.9	Muy bueno	Morado	Redondeado	Morado azulado	Crema	Medio
17	Andina	Semierecto	2.9	Bueno	Morado azulado	Oval chato	Morado	Crema amarillento	Superficial
18	Qompis	Semierecto	3.5	Bueno	Blanco	Redondeado	Rosado	Blanco	Profundo

FUENTE: Elaboración propia.



3.2.2. Factores en estudio

Se evaluaron 18 cultivares (16 clones de papa y 2 variedades testigo, una nativa y otra mejorada), los mismos se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Clones de papa y variedades testigo. Tahuaco, 2017-2018.

N° ORDEN	CLONES DE PAPA	PROGENITORES	N° TUBÉRCULOS
1	RC 20-01-01	San Juan X RC 11-95-45	100
2	30-8557.26	386647.29 X BKF92.2	100
3	30 8555.3	386730.1 X BKF97.2	100
4	30 8559.2	91FE12.2 X BKF97.3	100
5	30 8561.61	386529.3 X BKF97.1	100
6	RC9-97-3A	384868.9 X Qompis	100
7	RC23-03-35	Yungay X Qompis	100
8	RC 20-97-9	RC14-95-02 X Imilla Negra	100
9	308552.7	88FL8.7 X BKF97.3	100
10	RC22-97-70	San Juan X Imilla Blanca	100
11	RC20-01-17	San Juan X RC 11-95-45	100
12	308555.36	386730.1 X BKF97.2	100
13	308558.7	88FLI2.6 X BKF97.3	100
14	308554.21	386528.26 X BKF97.1	100
15	308555.15	386730.1 X BKF97.2	100
16	RC2-96-43B	Imilla Negra X Sani Imilla	100
17	Andina	(Grata X Yana Imilla)X chata blanca	100
18	Qompis	Nativa	100

FUENTE: CIP (1985), Cahuana (1996-1997).

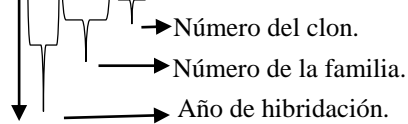
Tabla 6. Procedencia de los clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

N° ORDEN	CLONES DE PAPA	PROCEDENCIA
1	RC 20-01-01	Cruzas en Puno
2	30-8557.26	Cruzas CIP
3	30 8555.3	Cruzas CIP
4	30 8559.2	Cruzas CIP
5	30 8561.61	Cruzas CIP
6	RC9-97-3A	Cruzas en Puno
7	RC23-03-35	Cruzas en Puno
8	RC 20-97-9	Cruzas en Puno
9	308552.7	Cruzas CIP
10	RC22-97-70	Cruzas en Puno
11	RC20-01-17	Cruzas en Puno
12	308555.36	Cruzas CIP
13	308558.7	Cruzas CIP
14	308554.21	Cruzas CIP
15	308555.15	Cruzas CIP
16	RC2-96-43B	Cruzas en Puno
17	Andina	Mejorada
18	Qompis	Nativa

FUENTE: CIP (1985), Cahuana (1996-1997).

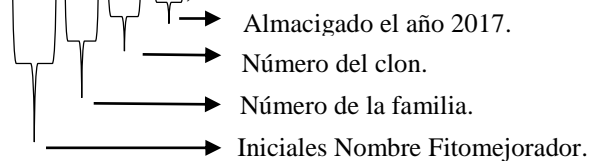
El sistema de identificación es arbitrario; cada investigador o cada institución puede usar el sistema de identificación que considere apropiado:

a. El clon 308554.21 del CIP, indica:



Código departamento de Genética y Mejoramiento.

b. El clon RC-20-01-17, indica:



3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio se desarrolló bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 18 tratamientos y 04 bloques o repeticiones, haciendo un total de 72 unidades experimentales, cuyo modelo estadístico lineal fue el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento del cultivo de papa, Altura de plantas, Numero de tubérculos y Numero de tallos

μ = Media de la población.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloques.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 7. Análisis de varianza del diseño de bloques completos al azar

Fuente de Varianza	Grados de Libertad
Bloques	$(B-1) = 4-1 = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 18-1 = 17$
Error experimental	$(t-1)(B-1) = (17)(3) = 51$
Total	$(tb)-1 = (18 \times 4)-1 = 72-1 = 71$

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

Tabla 8. Variables utilizadas en el estudio de acuerdo a (IBPGR, 1981).

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INTERVINIENTE
-Rendimiento tubérculos (Kg/ha)	-16 clones	-Suelo
-Altura de plantas (cm)	-2 variedades testigo	-Clima
-Número de tallos (N°)		-Manejo agronómico
-Número de tubérculos (N°)		
-Tamaño de tubérculos (g)		
-Vigor de las plantas (escala)		

FUENTE: Elaboración propia (2019)



3.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Experimento:

Largo del experimento	35 m.
Ancho del experimento	20 m.
Área del experimento	700 m ² .

Bloques:

Número de bloques	4 bloques.
Largo de bloque	7.5 m.
Ancho de bloque	18 m.
Área del bloque	135 m ² .

Parcelas: (Establecidas por el CIP y Programa Nacional de papa)

Número de parcelas por bloque	18 bloques.
Largo de la parcela	7.5 m.
Ancho de la parcela	1 m.
Área de la parcela	7.5 m ² .

Surcos:

Número de surcos/parcela	1 m.
Largo del surco	7.5 m.
Ancho del surco	1 m.
Área del surco	7.5 m ² .

Plantas:

Número de plantas/experimento	1800 tubérculos
Número de plantas/bloque	450 tubérculos
Número de plantas por parcela experimental	25 tubérculos
Número de plantas por surco	25 tubérculos

3.6. ANALISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

El análisis físico-químico del suelo experimental, se realizó en el laboratorio de Análisis de suelos del Centro Experimental de Salcedo de la Estación Experimental Agropecuaria Illpa-Puno, cuyos resultados se presentan en la tabla 9.

El análisis físico del suelo experimental, nos indica que es de textura franco arenoso, cumpliendo así las características que requiere para el cultivo de la papa. El análisis químico, indica que el suelo experimental es moderadamente ácido (pH 5,69). El contenido de materia orgánica es medio (2,02%), el nitrógeno total disponible es bajo (0,07%), el fósforo disponible es medio (9.80 ppm) el potasio disponible es muy bajo (136,84 ppm) y el contenido de salinidad muy baja y sin carbonato de calcio.

Tabla 9. Análisis físico-químico del suelo experimental. Tahuaco, 2017.

ELEMENTOS	RESULTADOS	MÉTODO
ANÁLISIS FÍSICO		
Arena %	53,44	Hidrométrico
Arcilla %	9,28	Hidrométrico
Limo %	37,28	Hidrométrico
Clase textural	Franco arenosa	Triangulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO		
pH	5,69	Potenciómetro
CO ₃ Ca %	0,00	Método gaso-volumétrico
M.O. %	2,02	Walkley y Black
N. TOTAL %	0,07	Micro-Kjeldahl
C.E. mm hos/cm	0,113	Conductímetro
P (ppm)	9,80	Oslen modificado
K (ppm)	136,84	Conductímetro

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos-INIA-SALCEDO (2017).

3.6.1. Muestreo de suelo

De la parcela experimental delimitada, se tomó 10 sub muestras de suelo al azar y en forma de zig-zag a una profundidad de 30 cm. Estas 10 submuestras se juntaron y mezclaron, luego se realizó los cuarteos necesarios, obteniendo una muestra representativa de 1 kilogramo de suelo, para el análisis físico-químico correspondiente. El muestreo de suelo, se realizó el primero de agosto del 2017 de la siguiente manera:

- Se elaboró el croquis del terreno donde se planificó plantar el experimento, ubicando los puntos de muestreo de suelo.



La primera submuestra de suelo se tomó de la siguiente manera:

- Se limpió la capa superficial del suelo, eliminando flora espontánea, pajas y piedras.
- Empleando una pala tipo cuchara, se recortó el suelo en forma de “V” hasta 30 cm de profundidad y se tajo una capa de 5 cm de tierra, luego se eliminó la tierra de los dos bordes, con un cuchillo dejando sobre la pala la parte central como una especie de lengua. Esta tierra se depositó en un balde.
- Se procedió de igual forma, la toma de otras sub muestras de suelo hasta concluir.
- Todas las submuestras se mezclaron en un balde y luego se colocaron sobre un plástico para desmenuzar y mezclar.
- Finalmente se cuarteó, eliminando los dos extremos y los otros dos se mezclaron para seguir cuarteando, así sucesivamente hasta obtener una muestra representativa de 1 kilo. Esta muestra de suelo, se depositó en una bolsa de plástico, acompañado de una etiqueta. En la etiqueta se anota los siguientes datos: Nombre del fundo, Nombre y dirección del tesista, nombre del lote, fecha de muestreo, cultivo anterior y cultivo a sembrar, el área y tipo de análisis (el análisis fue completo). La muestra de suelo debidamente etiquetado, se envió al Laboratorio de Análisis de Suelos del INIA-Salcedo-Puno, para su análisis correspondiente.

3.6.2. Interpretación de análisis de suelo

El análisis físico revela que la clase textural del suelo experimental es franco arenoso, recomendado para el cultivo de la papa, el pH 5,8 es ligeramente ácido y no hay presencia de carbonatos. En cuanto al contenido de elementos nutritivos se tiene que, el Nitrógeno total fue muy bajo, el fosforo bajo y el potasio de bajo a medio, con bajo contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica baja y sin carbonatos.

3.7. CONDICIONES CLIMATICAS

3.7.1. Clima del Centro Experimental de Tahuaco

Para evaluar las condiciones del tiempo durante la conducción del experimento, tenemos los registros climatológicos de los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo (Campaña agrícola 2017-1018). Los datos climatológicos se registraron por la Estación Meteorológica del CIP Tahuaco (Tabla 10).

En relación a las temperaturas, se observa que la mayor temperatura máxima se dio en el mes de noviembre (17.6°C); en temperaturas mínimas la más baja se registró en el mes de mayo (0.58°C). La mayor temperatura media se dio en el mes de noviembre (10.9°C) y la menor temperatura media se da en el mes de mayo (7.69°C). Los datos de temperatura y precipitaciones pluviales registrados en la caseta Meteorológica del CIP Tahuaco para la campaña agrícola 2017-2018, comparado con el promedio de los últimos 20 años, se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Características climáticas de la campaña agrícola 2017-2018 y normal de 20 años. Tahuaco-Puno.

PARAMETROS	AÑO 2017				AÑO 2018				MEDIA
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
CAMPAÑA AGRICOLA 2017-2018									
T° Máxima °C	16.45	17.6	16.6	14.3	14.7	14.8	15.8	14.8	15.63
T° Mínima °C	2.8	4.2	4.9	4.7	4.9	4.6	2.2	0.58	3.61
T° Media °C	9.625	10.9	10.75	9.5	9.8	9.7	9	7.69	9.62
Prec. Pluvial mm	61.6	35.7	88.9	176.9	220.5	190.9	16.6	2.1	99.15
NORMAL DE 20 AÑOS									
T° Máxima °C	15.6	15.9	15.6	14.5	14.8	14.8	14.7	14.5	15.1
T° Mínima °C	1.9	3.0	3.6	4.1	3.5	3.3	1.7	3.4	3.1
T° Media °C	8.8	9.4	9.6	9.3	9.2	9.1	8.2	9.5	9.1
Prec. Pluvial mm	52.1	75.9	115.0	192.8	140.3	138.4	54.5	78.9	106.0

FUENTE: Caseta Meteorológica del CIP-TAHUACO.

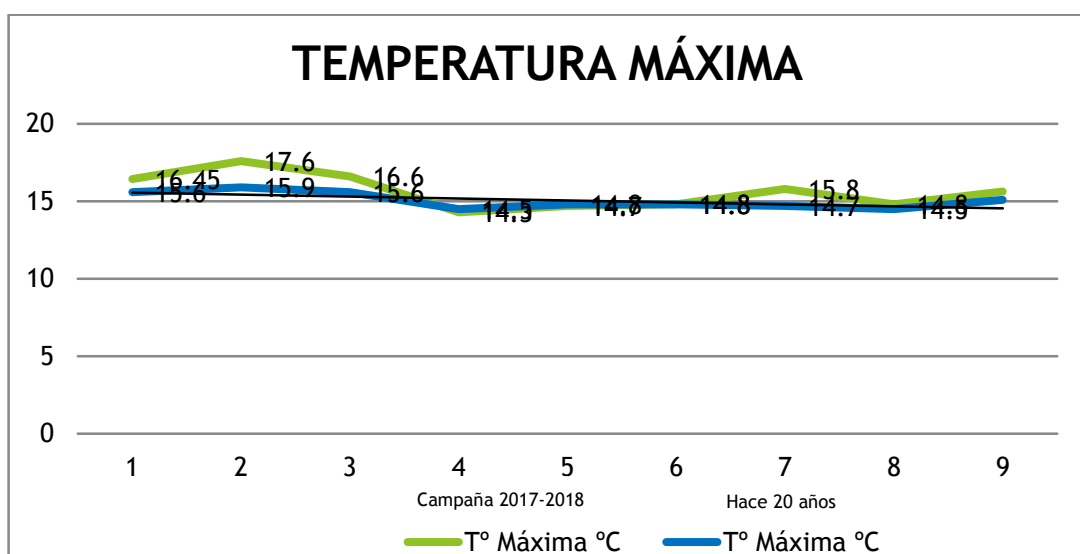


Figura 1: Temperatura Máxima (°C) del campo experimental.

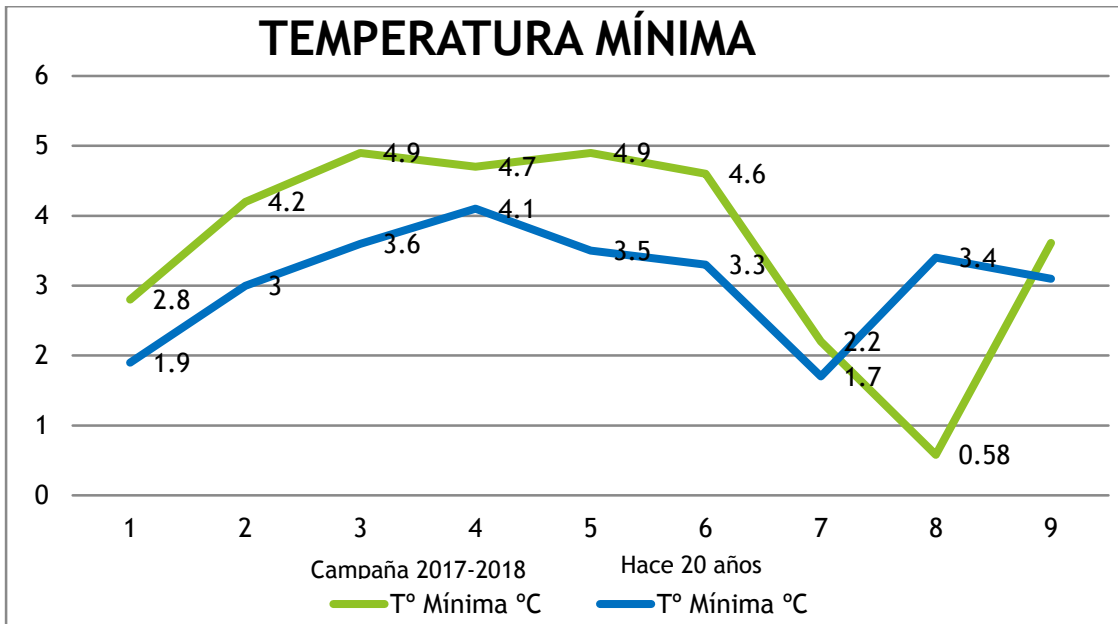


Figura 2: Temperatura Mínima (°C) del campo experimental.

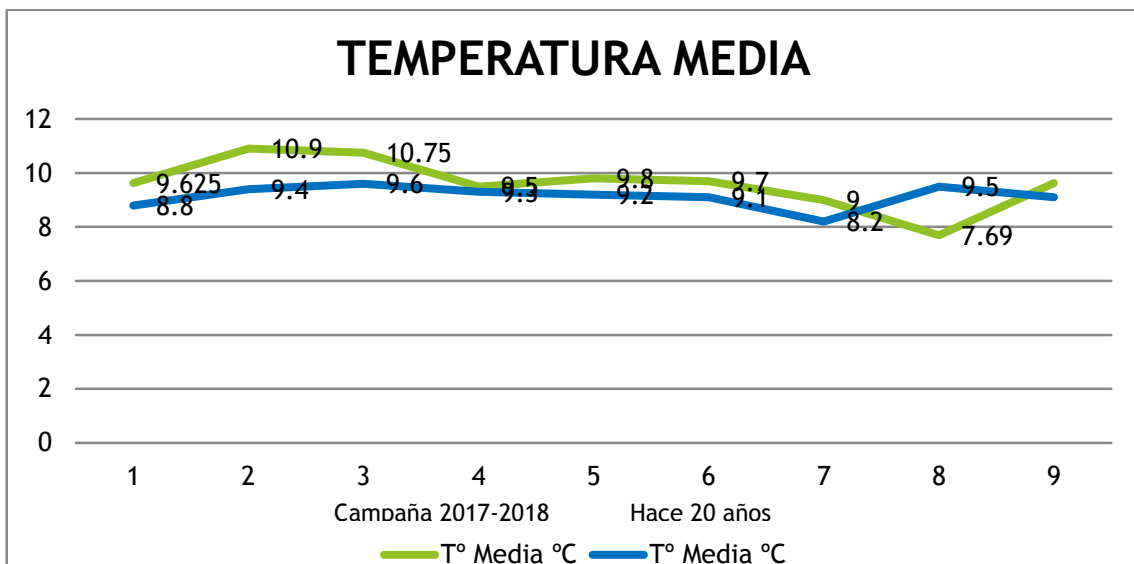


Figura 3: Temperatura Media (°C) del campo experimental.

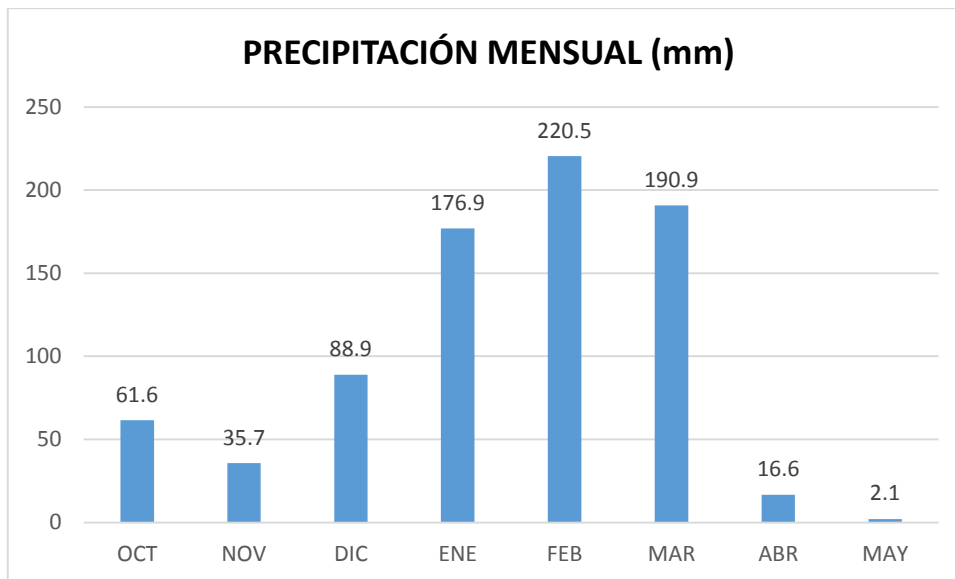


Figura 4: Precipitación pluvial (mm) para la campaña 2017-2018.

Las condiciones climáticas de la campaña agrícola 2017-2018 en comparación con la normal de 20 años del Anexo Experimental de Tahuaco, se presentan en la tabla 10, datos que fueron registrados por la estación meteorológica de Tahuaco y proporcionados por la Estación Experimental Illpa-Puno.

Durante la campaña agrícola las bajas temperaturas (tablas 33, 34 y 35 del Anexo II), se presentaron el 19 de febrero con -1.2°C , el 29 de marzo con 0.8°C , el 1 y 2 de abril con 0.6°C y 0.2°C que causaron daños ligeros entre 2 y 10%, mientras que las heladas de 4 y 5 de abril, donde la temperatura descendió a -0.6°C causaron daños entre 5 y 10%, limitando ligeramente el desarrollo y llenado de los tubérculos de papa; por lo que, se obtuvo predominantemente tubérculos de tamaño/mediano, situación que fue coadyuvado por la ocurrencia de periodos de sequía.

Los períodos de sequía durante el ciclo vegetativo de las plantas, se presentaron entre 9 y 27 de diciembre limitando el crecimiento inicial de las plantas, entre el 13 y 31 de Enero con excepción de los días 20 y 25, donde llovió 14.5 y 16.2 mm respectivamente. Este período de sequía perturbó la formación y crecimiento de los estolones e inicio de tuberización. Entre 19 y 28 de febrero con excepción del día 22 donde llovió 26.4mm, período que limitó la formación y crecimiento inicial de tubérculos. La sequía entre 1 y 3, 8 al 11 y de 21 a 31 de marzo, afectó el crecimiento y llenado de tubérculos y en el mes de abril, desde 1 al 23 no hubo lluvias, situación que limitó fuertemente el desarrollo y llenado de los tubérculos de papa. Las heladas leves y sequias, perturbaron ligeramente la formación y translocación de los fotosintatos desde las hojas a los tubérculos.



Durante la campaña agrícola, hubo granizadas persistentes, las que fueron controladas con disparos de cohetes de arranque y humaredas de azufre.

Durante el ciclo agrícola 2017-2018, las precipitaciones pluviales fueron sumamente inferiores en los meses de noviembre, diciembre y enero en 39.7, 29.1 y 14.5 mm, respectivamente. Esta situación retrasó la emergencia y desarrollo inicial de las plantas y la formación de estolones y tubérculos. En los meses de febrero y marzo las precipitaciones pluviales fueron superiores en 77.4 y 52.5 mm, lo que favoreció la tuberización, desarrollo y llenado inicial de los tubérculos. La escasez o falta de lluvias entre el 21 de marzo hasta el 27 de abril, limitó drásticamente el desarrollo y llenado de los tubérculos de papa en los diferentes clones y variedades; por lo que, no se tuvo tubérculos grandes mayores de 120 gramos.

3.8. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.8.1. Elección del terreno

Para la instalación del experimento de papa, se eligió un suelo en rotación después del cultivo de haba. Este suelo, según el historial y análisis realizado, está libre de nematodo rosario, verruga y carbón de la papa; así como, libre de gorgojo de los andes, polilla de la papa y ticuchis.

3.8.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno, se realizó en la segunda quincena del mes de agosto, en forma mecanizada consistiendo en una roturación con arado de discos a una profundidad de 30 cm y, el rastrado se efectuó en forma cruzada, empleando rastra de discos que dejó adecuada y uniformemente desterronado, quedando así apto para la siembra.

3.8.3. Selección y tratamiento de tubérculos-semillas

Cinco días antes de la siembra, se realizó la selección y conteo de tubérculos-semillas, desechando los dañados por plagas y enfermedades y eliminando los brotes, a fin de obtener un brotamiento uniforme y múltiple. Seguidamente, se realizó la desinfección de tubérculos-semilla, empleando Benlate a la dosis de 220 gramos por 200 litros de agua, para prevenir el ataque de Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Roña (*Spongopora subterranea*), verruga (*Synchytrium endobioticum*) y pudrición seca



(*Fusarium spp*) y otros. En la desinfección de los tubérculos-semilla, se empleó 120 gramos de Benlate para 150 kg de Semilla/Experimento.

3.8.4. Preparación de fertilizantes

La fertilización, se realizó de acuerdo a los resultados del análisis de suelo y consistió en el uso de la fórmula de fertilización calculada de 200-140-130 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, empleando 315.69 Kg de Urea, 304.35 Kg de Fosfato diamónico y 216.66 Kg de Cloruro de potasio por hectarea.

3.8.5. Surcado

El surcado se realizó con maquinaria agrícola, el día 10 de noviembre de 2017. La profundidad de surcado fue de 15 cm en promedio y 1.00 m de distanciamiento entre surcos.

3.8.6. Plantación

La plantación, se realizó el 10 de noviembre del 2017, en forma manual, distribuyendo los tubérculos-semilla en el fondo del surco, distanciados a 30 cm entre ellos se empleó 150 Kg de tubérculos-semilla por experimento, con un peso promedio de 60 gramos.

3.8.7. Fertilización y abonamiento

La fertilización, se realizó después del plantío, aplicando por golpes entre los tubérculos semilla, una mezcla de la mitad de nitrógeno y todo el fósforo y potasio, de acuerdo a la fórmula de fertilización de 200-140-130 kg/ha. de N-P₂O₅-K₂O, de acuerdo a los resultados de interpretación de análisis de suelo. Para el área experimental neta de 540 m² se empleó 8.525 kg de urea (mitad), 16.60 kg de fosfato diamonico y 11.70 kg de cloruro de potasio

3.8.8. Tapado de surcos

El tapado de surcos se realizó en forma manual, utilizando azadones, con una capa uniforme de 8 cm de tierra, a fin de favorecer la emergencia rápida y uniforme de plantas.



3.8.9. Labores culturales

3.8.9.1. Pilchado. Esta labor se efectuó con maquinaria agrícola a los 45 días después de la plantación, con la finalidad de favorecer el drenaje y eliminación y/o tapado de las malezas.

3.8.9.2. Deshierbo. El deshierbo se realizó en forma manual a los 50 días de la siembra y momentos antes del primer aporque. Entre la flora espontánea, se tuvo la presencia de chiriro (*Bidens pilosa* L.), mostaza (*Brassica campestris* L.), auja auja (*Erodium cicutarium* L.), avena (*Avena sativa* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y ayaras (*Chenopodium quinoa* var. *melanospermum*)

3.8.9.3. Control de Gorgojo de los Andes

A la emergencia de las plantas de papa, se aplicó Karate a la dosis de 20 mililitros por mochila de 15 litros de agua y la segunda aplicación, se realizó a los tres días, a fin de controlar eficientemente.

3.8.9.4. Fertilización complementaria

La mitad de la dosis restantes de urea (8.525 kg), se aplicó momentos antes del primer aporque, por golpes entre las plantas de papa.

3.8.9.5. Aporques

El primer aporque, se realizó a los 60 días de la siembra, colocando una capa de tierra de 6 a 8 cm de altura alrededor del cuello de las plantas de papa, con la finalidad de favorecer una adecuada formación de estolones y tubérculos, dificultar el ingreso de gorgojo de los andes y polilla, evitar la emergencia no deseada de estolones y favorecer buen drenaje.

El segundo aporque, se efectuó a los 25 días del primer aporque o cuando las plantas alcanzaron 50 cm de altura, depositando una capa de 8 a 10 cm. de tierra sobre el camellón, para evitar el escape de los estolones y favorecer buena formación y desarrollo de los tubérculos.

3.8.9.6. Abonamiento foliar y tratamientos fitosanitarios

Para evitar el ataque de plagas y enfermedades, se aplicaron pesticidas y abonos foliares al follaje de las plantas de papa en dos oportunidades; **el primero**, cuando las plantas tenían 8 a 10 cm de altura y antes del primer aporque y **el segundo**, cuando las plantas alcanzaban 40 a 45 cm de altura (inicio de floración), a fin de controlar las plagas (Epitrix, Trips y Polillas), enfermedades (Manchas foliares y Rizoctoniasis) y suministrar nutrientes para corregir algunas deficiencias nutricionales. Los productos comerciales y la dosis correspondiente, se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Dosis de pesticidas y abono foliar.

Producto comercial	Dosis por 200 litros de agua	
	Primera aplicación	Segunda aplicación
Lásser	250 mililitros	250 mililitros
Antracol	500 gramos	---
Dithane M-45	---	500 gramos
Cosechador Extra 35-10-10	800 gramos	---
Cosechador Extra 20-20-20	---	1.0 kilogramo
Agri-dex	300 mililitros	300 mililitros

FUENTE: Cahuana (1996-1997).

3.8.9.7. Plagas y enfermedades

Durante el desarrollo de las plantas de papa y especialmente, después de la emergencia e inicio de floración, se han detectado el ataque de plagas y enfermedades que se detallan en la tabla 12, por la ocurrencia de períodos cortos de sequía.

Tabla 12. Estados y formas de daño de plagas y enfermedades. Tahuaco, 2018.

PLAGAS/ENFERMEDADES	NOMBRE TÉCNICO	ESTADOS	FORMAS DE DAÑO
Plagas			
Gorgojo de los andes	<i>Premnotrypes spp</i>	Larva	Picadura en tubérculos
Enfermedades			
Verruga	<i>Synchytrium endobioticum</i>	Zoosporas	Formación de agallas
Roña	<i>Spongospora subterránea</i>	Zoosporas	Formación pústulas
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	Micelio	Formación de esclerotes

FUENTE: Elaboración propia (2018).



3.9. OBSERVACIONES REALIZADAS

3.9.1. Emergencia de plantas

Las primeras plántulas de papa emergieron a los 25 días de la siembra, alcanzando el 100% de emergencia a los 30 días. La emergencia de plantas fue casi uniforme por la siembra en un suelo con humedad a capacidad de campo y por el tapado manual y uniforme de los surcos.

3.9.2. Inicio de tuberización

La evaluación se realizó a los 60 días de la siembra, eligiendo al azar dos plantas por tratamiento. Para la evaluación se retiró la tierra del pie de la planta con mucho cuidado hasta encontrar los estolones con tubérculos ya formados, estableciéndose así el día de la tuberización.

3.9.3. Vigor de plantas

El vigor de las plantas es una manifestación de la estructura genética de las plantas y de su medio ambiente. Para su calificación se tomó en cuenta el grosor de los tallos y tamaño de hojas y folíolos. Se evaluó en dos oportunidades, a los 60 y 90 días de la siembra, empleando una escala de evaluación.

3.9.4. Altura de plantas (cm)

La altura de plantas, se evaluó a los 100 días de la siembra, midiendo cinco plantas al azar por tratamiento. La altura se determinó midiendo la longitud del tallo principal desde el cuello de la planta hasta su ápice, cuyos resultados se presentan en la tabla 27.

3.9.5. Estado sanitario de las plantas

Los clones y variedades de papa, mostraron buen estado sanitario, con excepción del clon 308552.7 y variedad Qompis que tuvieron 3 y 2 plantas con síntomas de virus del enrollamiento y PVY, respectivamente.

3.9.6. Intensidad de floración

Se evaluó cuando el 50% de las plantas se encontraba en floración, empleando la siguiente escala: No florea, escasa floración, regular floración y abundante floración.



3.9.7. Número de plantas cosechadas (N°)

Normalmente, debe ser el mismo número de tubérculos-semilla sembrados, pero no fue así, porque algunas plantas con brotes débiles y podridos por efecto de Rizoctoniasis, pudrición rosada y/o pudrición seca, no lograron emerger del suelo.

3.9.8. Número de tallos por planta (N°)

Está conformado por los tallos principales que nacen directamente de los tubérculos-semilla de papa. Los resultados se obtuvieron de un promedio de 5 plantas tomadas al azar al momento de la cosecha, cuyos resultados se presentan en la tabla 28.

3.9.9. Rendimiento de tubérculos/planta (Kg/planta)

El rendimiento de tubérculos por planta es el índice más importante para la selección de genotipos. El rendimiento por planta, se obtuvo dividiendo el peso total de la parcela entre el número de plantas cosechadas.

3.9.10. Número de tubérculos (N°)

El número de tubérculos/planta, depende del número de tallos principales del distanciamiento de siembra y de las características genéticas de los clones. Es componente importante del rendimiento para la selección de nuevas variedades.

3.9.11. Estado sanitario

El aspecto sanitario de los tubérculos, depende de la sanidad del suelo y de la incidencia de plagas y enfermedades que se presentaron durante la fase vegetativa.

3.9.12. Reacción a heladas

El daño de heladas se califica en forma visual a los dos días de ocurrido el fenómeno. La escala se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Escala de evaluación para el daño de heladas.

Grado de daño	Área foliar dañada %	Reacción de plantas
1	0-10	Altamente tolerante
2	11-20	Tolerante
3	21-30	Ligeramente tolerante
4	31-40	Ligeramente tolerante
5	41-50	Ligeramente susceptible
6	51-60	Ligeramente susceptible
7	61-70	Susceptible
8	71-80	Susceptible
9	> de 80	Muy Susceptible

FUENTE: CIP (1980)

3.9.13. Cosecha

La cosecha, se realizó el 30 de mayo del 2018 en forma manual utilizando lijuanas, cuando los tubérculos de papa ya no se pelaban a la fricción de los dedos y al manipuleo. El procedimiento de la cosecha consistió en:

- Primero se estableció el número total de plantas por tratamiento (clones y testigo) y por bloque.
- Se cosecharon las plantas en forma individual, colocando los tubérculos y sus tallos por separado, en todo el tramo del surco o parcela.
- Se frotaron los tubérculos con cuidado para desprender la tierra.
- Se contabilizaron el número de tubérculos y tallos por planta, tomando 5 plantas al azar por parcela experimental.
- Se juntaron todos los tubérculos de papa cosechados por parcela experimental.
- Se separaron al azar 50 tubérculos por cada clon, para la evaluación de plagas y enfermedades más importantes de la zona y para expresarlo en número y porcentaje.
- Se separaron 5 tubérculos de cada clon de papa para el registro de fotos y caracterización posterior.
- Finalmente, se efectuó la separación de semilla de los clones de papa seleccionados y se etiquetó para su almacenamiento en jabas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CLONES DE PAPA CON TOLERANCIA A HELADA Y SEQUÍA

4.1.1. Daño de heladas (%)

El daño de heladas en los 16 clones de papa y 02 variedades testigo expresados en porcentaje, se presentan en el Anexo 1, tabla 25 y sus resultados del análisis de varianza, se muestran en la tabla 14, donde se puede apreciar que hubo diferencias altamente significativas entre los clones de papa y variedades testigo; lo cual nos indica que, cada uno tuvo diferente reacción frente al efecto de las bajas temperaturas. El coeficiente de variabilidad fue de 12.43%.

Tabla 14. Análisis de varianza (ANVA) para el daño de heladas en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
BLOQUES	3	59.722	19.907	4.017	3.29	5.45	N.S.
CLONES	17	875.00	51.470	10.385	1.75	2.20	**
ERROR	51	252.778	4.956				
TOTAL	71	1,187.5					
		TC = 23,112.5	$\bar{X} = 17.915$	CV = 12.43%			

En la tabla 15, se presentan los resultados de la prueba de significación de Duncan para el daño de helada al 1% de probabilidad, donde se puede apreciar que el clon de papa RC 20-01-17 tuvo en promedio 11.25% de daño en el follaje de las plantas, resultando con menor daño por efecto de heladas de $-1,2^{\circ}\text{C}$ que se presentó el 19 de Febrero del 2018, seguido de Qompis y clones RC 2-96-43B, 308555.3 y RC 20-01-01 que tuvieron en promedio 13.75% de daño en el follaje de las plantas de papa, mientras que las variedades Andina y los demás clones de papa tuvieron daños entre 16.25% y 23.75%, resultando como los más sensibles al efecto de las bajas temperaturas. Posteriormente, la presencia de una lluvia de 26.4 mm que se presentó al tercer día (22-02-2018) de ocurrido las heladas, favoreció la recuperación rápida de las plantas de papa.

Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para el daño de heladas en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Orden de merito	Clones de papa	Daño heladas (%)	Significancia estadística
1	308552.7	23.75	a
2	308557.26	22.50	a b
3	308555.36	21.25	a b c
4	308555.15	21.25	a b c
5	RC 9-97-3A	21.25	a b c
6	308559.2	20.00	a b c d
7	RC 20-97-9	20.00	b c d e
8	308561.61	18.75	c d e
9	RC 22-97-70	18.75	c d e
10	308558.7	18.75	c d e
11	RC 23-03-35	17.5	d e f
12	308554.21	16.25	e f
13	Andina	16.25	f g
14	RC 20-01-01	13.75	g
15	308555.3	13.75	g
16	RC 2-96-43	13.75	g
17	Qompis	13.75	g
18	RC 20-01-17	11.25	h

Letras diferentes indican diferencias significativas.

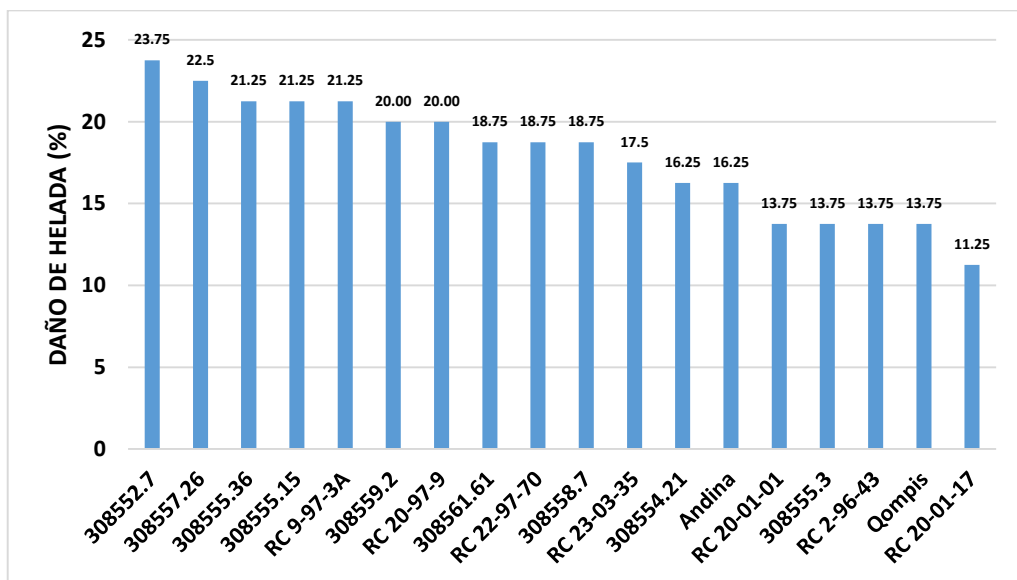


Figura 5: Daño de heladas en los clones de papa.

En la figura 5 y tabla 15 se observan que el clon de papa RC 20-01-17 muestra buena capacidad de tolerancia a las heladas de -1.2°C . Esta helada que se presentó el 19 de febrero del 2018, a pesar de causar disturbios momentáneos en la producción de



fotosintatos, translocación, acumulación y desarrollo de tubérculos, favoreció la producción de tubérculos medianos a grandes, por su buena capacidad de recuperación.

4.1.2. Daño de sequía (%)

En la tabla 26 del Anexo I, se presenta el resumen del daño de sequía, donde se puede apreciar que los clones de papa RC 20-01-01, RC 2-96-43, 308555.3, RC 20-01-17 y 308554.21, tuvieron menos de 20% de daño por efecto de los períodos de sequía que se presentaron entre 8 y 19 de diciembre del 2017, 21 al 31 de marzo y de 1 al 23 de abril del 2018, causando retrasos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, limitando la producción translocación y acumulación de fotosintatos en los tubérculos; sin embargo, se obtuvo rendimientos aceptables, por la adecuada capacidad de recuperación después del daño de sequía. Mientras que los demás clones y variedades testigo tuvieron mayores daños por efecto de la sequía y por ende los rendimientos fueron menores.

4.2. EFECTO DE HELADAS Y SEQUÍA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LOS CLONES DE PAPA

4.2.1. Altura de plantas (cm)

La altura de plantas de 18 clones de papa y variedades testigo, expresados en cm. por planta, se presentan en la tabla 27 del anexo.

Los resultados del análisis de varianza de altura de plantas, se presenta en la tabla 16, donde se puede apreciar que no existe diferencias significativas entre bloques; pero sí, existe alta significancia entre los clones de papa en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 7.84%, lo que nos indica que los resultados son aceptables.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para altura de plantas de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	3	58.0139	19.3379	0.4476	2.76	4.13	N.S.
Clones	17	10124.5	595.5588	13.785	1.84	2.35	**
Error	51	2203.3611	43.2031				
Total	71	12385.875					
$\bar{X}=83.875$		TC=506521.125		CV=7.84%			

Los resultados de la prueba de Significación de Duncan al 1% de probabilidad, se presenta en la tabla 17 y figura 6, donde se observa que los clones de papa 30 8558.7, RC 9-97-3A, RC 20-97-9, RC 2-96-43B, RC 23-03-35, 30 8555.15, 30 8555.3 y RC 20-01-17, registraron altura de plantas estadísticamente similares y superiores a los demás clones y variedades testigo, por su buena capacidad de desarrollo, con follaje denso y cerrado, por las condiciones adecuadas de suelo, manejo y ejecución oportuna de labores culturales, especialmente la fertilización, abonamiento orgánico, aporques y tratamientos fitosanitarios, a pesar de la presencia de periodos de sequía durante la fase de formación de estolones e inicio de tuberización, llenado y maduración de tubérculos. Mientras que los clones de papa 30 8561.61, 308554.21, 308555.36 y 308557.26 fueron de menor tamaño y de follaje compacto.

Tabla 17. Prueba de significación de Duncan ($P \leq 0.05$) para altura de plantas de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Orden de merito	Clones de papa	Altura planta (cm)	Significancia estadística
1	30 8558.7	103.250	a
2	RC 9-97-3A	101.000	a
3	RC 20-97-9	98.500	a b
4	RC 2-96-43B	95.875	a b c
5	RC 23-03-35	92.500	a b c d
6	30 8555.15	92.500	a b c d
7	30 8555.3	88.750	a b c d e
8	RC 20-01-17	86.250	a b c d e
9	30 8552.7	82.750	b c d e f
10	RC 20-01-01	82.250	b c d e f
11	Qompis	81.875	b c d e f
12	Andina	79.000	c d e f
13	RC 22-97-70	78.750	d e f
14	30 8559.2	75.750	d e f
15	30 8561.61	73.750	e f g
16	30 8554.21	72.000	e f g
17	30 8555.36	67.250	f g
18	30-8557.26	57.750	g

Letras diferentes indican diferencias significativas

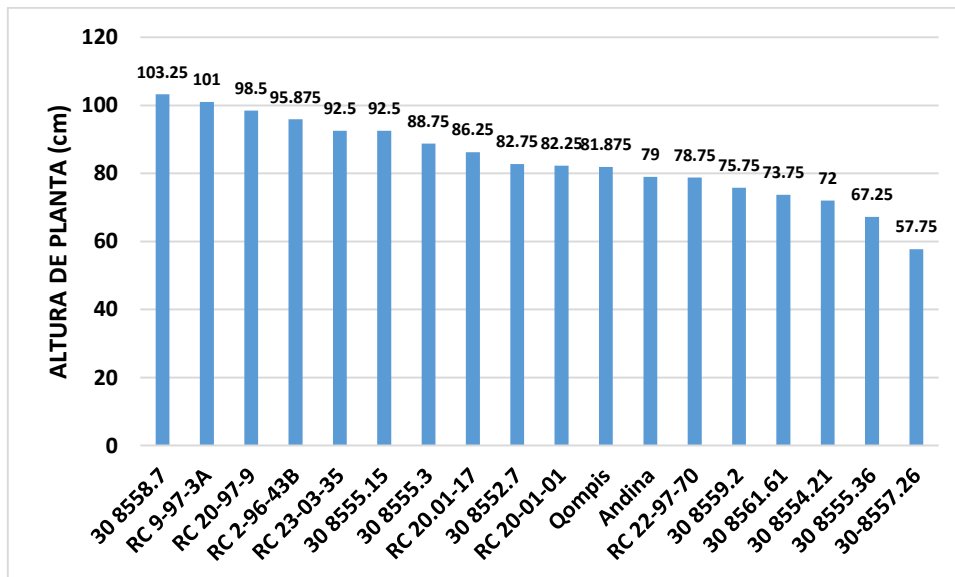


Figura 6: Altura de plantas de 16 clones y 2 variedades de papa.

4.2.2. Número de tallos (N°)

El número de tallos por planta de los 16 clones y 2 variedades de papa, se presentan en la tabla 28 del Anexo 1. Los resultados del análisis de varianza del número de tallos por planta, se presentan en la tabla 18, donde nos indica que hubo diferencia estadística significativa entre bloques; también hubo alta diferencia significativa entre los clones de papa y variedades testigo. El coeficiente de variabilidad fué de 14.35%, lo que nos indica que los resultados son aceptables.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANVA) para número de tallos/planta de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	3	1.9445	0.6482	2.9015	2.76	4.13	*
Clones	17	12.6578	0.74457	3.3329	1.84	2.35	**
Error	51	11.3955	0.2234				
Total	71	25.9978					
		TC = 781.442	$\bar{X} = 3.2944$	CV = 14.35 %			

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan ($P \leq 0.05$) para el número de tallos por planta de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Orden de merito	Clones de papa	N° Tallos/planta	N° tallos/m ²	Significancia Estadística
1	30 8555.3	4.0	13.332	a
2	RC 20-01-01	3.95	13.165	a b
3	308552.7	3.85	12.832	b c
4	308561.61	3.70	12.332	b c d
5	RC 23-03-35	3.65	12.165	c d e
6	308555.15	3.60	12.000	d e f
7	Qompis	3.50	11.665	d e f g
8	308555.36	3.40	11.332	e f g h
9	308554.21	3.30	11.000	e f g h
10	RC 9-97-3A	3.25	10.832	e f g h
11	RC 22-97-70	3.10	10.332	f g h
12	308558.7	3.05	10.166	f g h
13	RC 20-01-17	3.00	10.000	f g h
14	RC 2-96-43B	2.90	9.666	f g h
15	Andina	2.85	9.500	f g h
16	308559.2	2.80	9.332	g h
17	308557.26	2.70	9.000	h
18	RC 20-97-9	2.70	9.000	h

1 planta ocupa = 0.3m², N° plantas/m² = 3,333

Los resultados de la Prueba de Duncan al 1% de probabilidad, se presenta en la tabla 19, donde se puede apreciar que 2 clones de papa obtuvieron mayor número de tallos por

planta y fueron estadísticamente similares y mayores en comparación a los demás clones y variedades testigo Andina y Qompis, por presentar mayor número de tallos entre 4 y 3.95 por planta y entre 13.332 y 10.832 tallos/m².

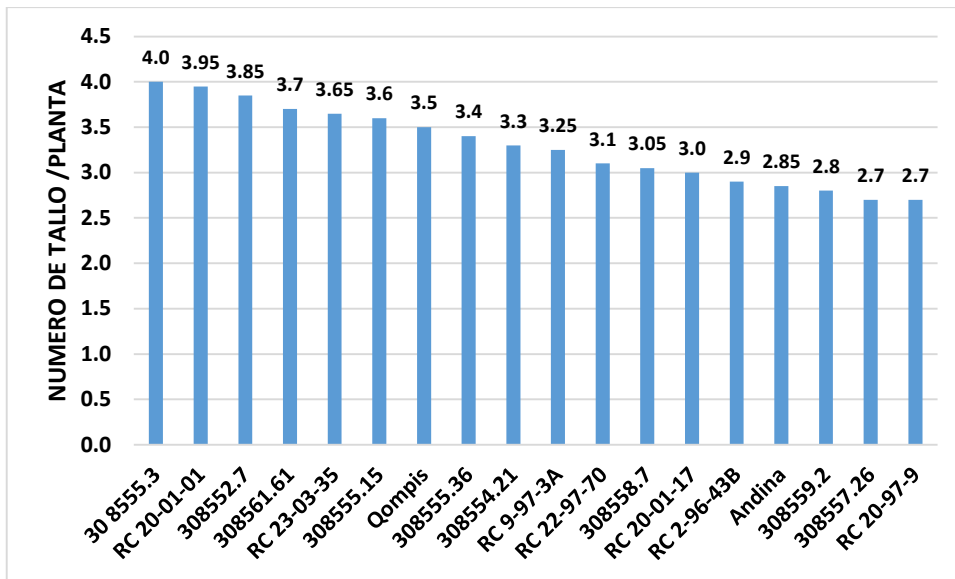


Figura 7: Número de tallos por planta de 16 clones y 2 variedades de papa.

4.2.3. Número de tubérculos (N°) por planta

Los resultados del análisis de varianza del número de tubérculos por planta, se presenta en la tabla 20, donde se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas entre los clones de papa y variedades testigo. El coeficiente de variabilidad de 20.13%, nos indica que los resultados son confiables.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANVA) para el número de tubérculos/planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	3	64.8404	21.61346	0.8665	2.76	4.13	N.S.
Clones	17	3 079.5107	181.14768	7.262	1.75	2.2	**
Error	51	1272.1121	24.94337				
Total	71	4416.4632					
	\bar{X} = 24,8097		CV= 20.13%	TC= 44,317.6068			

Tabla 21. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos/planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Orden de merito	Clones de papa	Número tubérc/planta	Significancia Estadística
1	RC 20-01-17	36.0	a
2	RC 20-01-01	31.975	a b
3	RC 2-96-43B	31.30	a b
4	RC 23-03-35	30.40	a b
5	308554.21	30.25	a b
6	Andina	28.55	a b
7	RC 9-97.3A	27.80	a b c
8	Qompis	26.95	a b c
9	308555.36	26.70	a b c
10	RC 22-97-70	25.40	a b c
11	RC 20-97-9	24.90	b c
12	30 8561.61	22.80	b c d
13	30 8558.7	22.20	b c d e
14	30 8555.15	21.40	b c d e f
15	30 8555.3	20.40	c d e f
16	30 8552.7	16.45	d e f
17	30-8557.26	12.00	f
18	30 8559.2	11.30	f

Letras diferentes indican diferencia significativa

Los resultados de la Prueba de Duncan al 1% de probabilidad, se presenta en la tabla 21 y figura 8, donde podemos apreciar que los 10 clones de papa y variedades testigo Andina y Qompis lograron producir mayor número de tubérculos por planta, estadísticamente similares y mayores en relación a los demás clones de papa, por producir mayor cantidad de tubérculos entre 36 y 25.4 por planta, por su mayor capacidad de formación de estolones y tuberización por unidad de tallos principales, a pesar de haber estado sujetos a periodos de sequía durante la fase de formación de estolones, crecimiento y llenado de tubérculos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cahuana et al (2009-2015), donde los clones de papa RC 20-01-17, RC 20-01-01, RC 23-03-35, RC 20-01-15 y Andina, alcanzaron 30, 29, 28, 33 y 30 tubérculos por planta, respectivamente, por su mayor capacidad genética para formar mayor número de tubérculos por tallo principal y por planta.

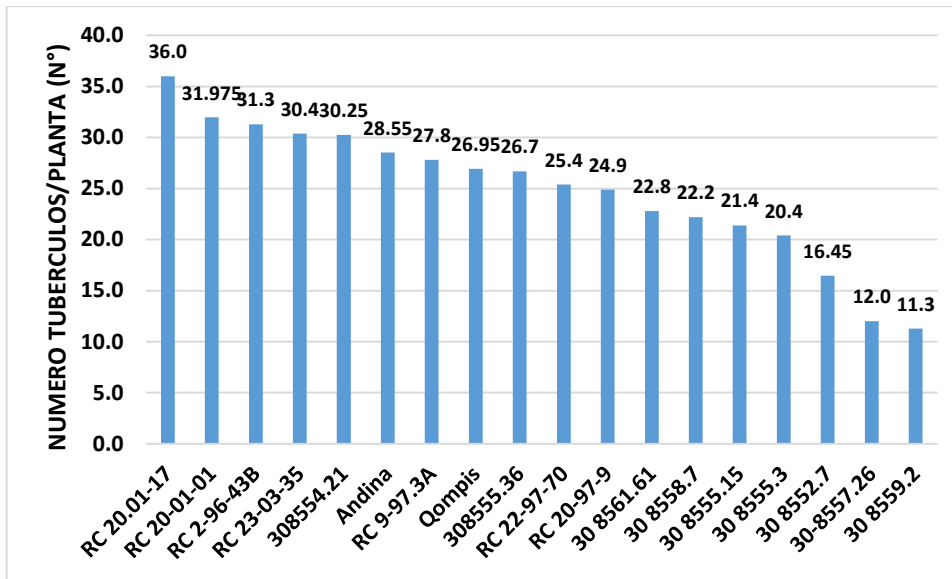


Figura 8: Número de tubérculos/planta.

4.2.4. Tamaño de tubérculos

Los resultados de la evaluación del tamaño de tubérculos de los 18 clones de papa y variedades testigo, se presentan en la tabla 22, donde podemos apreciar que 9 clones de papa lograron producir tubérculos grandes mayores de 120 gramos, los cuales son muy preferidos por la industria de papas en tiras para pollerías.

Tabla 22. Tamaño de tubérculos de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30 8555.3	30 8559.2	30 8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30 8552.7	RC22-97-70	RC20-01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPIS
I	M	G	G	M	G	MG	M	M	G	MG	G	M	G	M	G	G	M	M
II	G	MG	M	M	MG	G	M	MG	MG	G	G	M	G	M	M	MG	G	M
III	M	G	G	M	G	MG	M	G	G	G	G	M	G	M	M	G	G	M
IV	M	G	G	M	G	G	M	M	G	G	G	M	M	G	G	G	M	M
\bar{X}	M	G	G	M	G	G	M	M	G	G	G	M	G	M	MG	G	M	M

Fuente: Elaboración propia, según la escala de evaluación propuesta por el CIP, donde: G=Grandes, M=Mediano, MG=Medianos a Grandes.

4.3. RENDIMIENTO DE TUBERCULOS DE PAPA

4.3.1. Rendimiento de tubérculos de papa (Kg)

Los rendimientos totales de tubérculos de 16 clones y 2 variedades de papa, expresados en kilogramos por planta, se presentan en la tabla 29 del Anexo y los rendimientos transformados en kilogramos por hectárea se presentan en la tabla 37 del Anexo II.

Los resultados del análisis de varianza del rendimiento total de tubérculos de papa, expresado en kilogramos por planta se presentan en la tabla 23, donde se puede apreciar que hubo diferencias altamente significativas entre los clones de papa y variedades testigo. El coeficiente de variabilidad de 12.52%, nos indica que los resultados del trabajo de investigación son aceptables.

Tabla 23. Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento total de tubérculos (Kg/planta) de 16 clones y 2 variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	3	0.04209	0.01403	0.6113	2.76	413	N.S.
Clones	17	2.85765	0.168097	7.32448	1.75	2.2	**
Error	51	1.17038	0.02295				
Total	71	4.07013					
		$\bar{X} = 1.21035$	TC = 105.4757	CV = 12.52%			

Los resultados de la Prueba de Significación de Duncan al 1% de probabilidad, se presentan en la tabla 24 y figura 9, donde se puede visualizar que los clones de papa RC 20-01-17, RC 2-96-43B, RC 20-01-01, 308555.3 y 308554.21 registraron rendimientos estadísticamente similares y superiores a los demás clones y variedades testigo Andina y Qompis, por su buena capacidad productiva entre 51,899.48 y 45,366.213 Kg/ha, buen comportamiento en las condiciones climáticas irregulares, por la ocurrencia de heladas y periodos de sequía que se presentaron en el ámbito de la provincia de Yunguyo, buen estado sanitario y buena estructura y constitución foliar de las plantas.

Tabla 24: Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para rendimiento total de tubérculos (Kg/ha) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

Orden de merito	Clones de papa	Rdto kg/planta	Rdto kg/ha	Significación Estadística
1	RC20-01-17	1.557	51,907.814	a
2	RC2-96-43B	1.412	47,066.196	a
3	RC 20-01-01	1.411	47,032.863	a
4	30 8555.3	1.396	46,532.868	a b
5	308554.21	1.361	45,366.213	a b c
6	RC23-03-35	1.311	43,699.563	b c d
7	308558.7	1.281	42,699.573	b c d
8	30 8561.61	1.275	42,499.575	b c d
9	RC20-97-9	1.241	41,366.253	b c d e
10	RC9-97.3A	1.232	41,066.256	b c d e
11	308555.36	1.226	40,866.258	b c d e
12	30 8559.2	1.211	40,366.263	b c d e f
13	308555.15	1.131	37,699.623	c d e f
14	RC22-97-70	1.079	35,966.307	d e f
15	Andina	1.053	35,099.649	e f
16	30-8557.26	0.994	33,133.002	f g
17	30 8552.7	0.902	30,066.366	g h
18	Qompis	0.715	23833.095	h
N° plantas/ha = 33,333 plantas			$S\bar{X} = 0.07574$	

Estos resultados son similares en parte a los resultados obtenidos en los comparativos de clones de papa conducidos por el PNI en Raíces y Tuberosas en el CIP Tahuaco en las campañas agrícolas 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014 y 2014-2015, donde los clones de papa RC 20-01-01, RC 20-01-15, RC 23-03-35, RC 20-01-17, RC 22-97-10, RC 7-97-2 y RC 23-01-78, lograron rendimientos estadísticamente similares y superiores a los demás clones, por su buen comportamiento en las condiciones climáticas riesgosas del altiplano puneño y buena capacidad productiva entre 39,517.467 y 31,110.45 kg/ha. De este grupo de clones, los más promisorios seleccionados para la conducción de parcelas de comprobación en diferentes localidades de la Región Puno son RC 20-01-01 y RC 20-01-17 por sus rendimientos promedios 39,517.46 y 37,121.28 Kg/ha, respectivamente, mientras que el clon RC 2-96-43B que está en los tres primeros lugares en el presente trabajo de investigación, se liberara muy pronto, (Cahuana, 2015). Además, estos clones seleccionados de papa, podrán constituirse en nuevas variedades para incrementar el número de variedades

mejoradas de papa liberadas en el Perú, ya que hasta 2012 se han liberado y registrado solo 88 variedades (Cahuana, 2012)

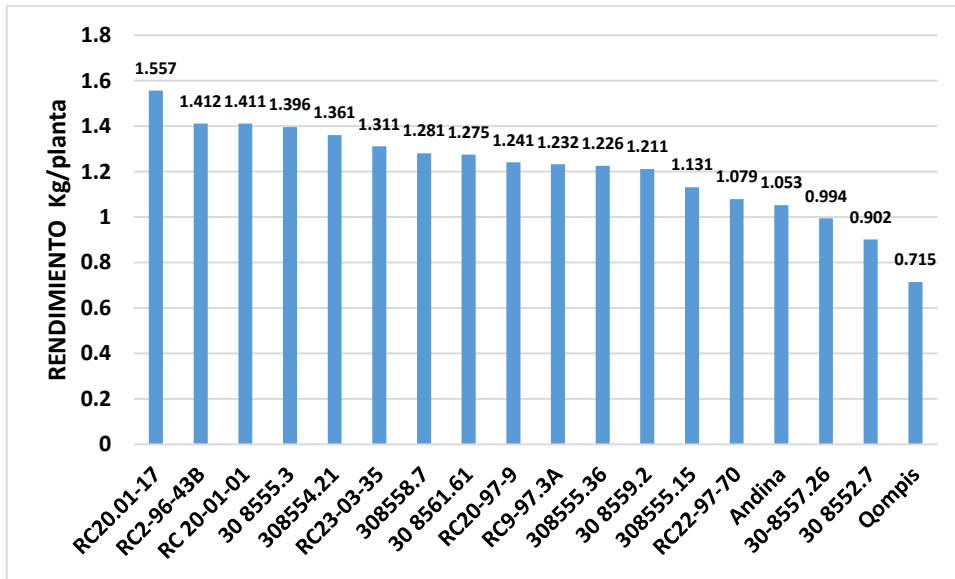


Figura 9: Rendimiento de tubérculos de papa en Kg/planta de 16 clones y variedades de papa.



V. CONCLUSIONES

1. Se ha seleccionado el clon RC 20-01-17 por su alta capacidad productiva (51,907.8 Kg/ha), buena tolerancia a heladas de -1.2°C y sequías que se presentaron en los meses de diciembre del 2017, marzo y abril del 2018 y por producir mayor número de tubérculos por planta y de tamaño grande.
2. En el comportamiento agronómico de los clones de papa, las heladas de menor intensidad y duración causaron efectos ligeros y transitorios entre 11.25 y 23.75% en las plantas y posteriormente, lograron reaccionar según su carácter genético, constituyendo plantas de buen crecimiento y área foliar, alcanzando mayor número de tallos, buena altura y por consiguiente mayor número de tubérculos y alta producción.
3. Los clones de papa RC 20-01-17, RC 2-96-43B y RC 20-01-01, lograron alcanzar los mejores rendimientos entre 51,907.8 y 47,032.9 Kg/ha, por su buena capacidad productiva, buena tolerancia a heladas y sequía, buen crecimiento y constitución foliar, mayor altura de plantas y con numerosos tubérculos.



VI. RECOMENDACIONES

Con los clones de papa seleccionados: RC 20-01-17, RC 2-96-43B, RC 20-01-01, 308555.3 y 308554.21, se recomienda:

- Realizar parcelas de comprobación en las diferentes zonas paperas más importantes de la Región Puno, para obtener una o dos variedades de papa.
- Liberar de enfermedades virosicas los clones más promisorios y producir semilla genética y otras categorías inferiores de semilla.
- Continuar con el desarrollo de nuevos clones de papa especialmente de amplia adaptabilidad en el marco del cambio climático que permiten elevar el actual rendimiento Regional.



VII. REFERENCIAS

- Barceló, J. Nicolás, G. Sabater, B. Sánchez, R. (2004). *Fisiología Vegetal*. (Ediciones). Madrid, España.
- Bravo, R. (2010). *Manejo Agroecológico de Plagas Andinas*. Puno, Perú.: 1ra. Ed. Altiplano EIRL.
- Cahuana, R., y Arcos, J. (1993). *Variedades de papa mas importantes en Puno y Lineamientos para su caracterización*. (Edit. CIMA). Puno, Perú.: PELT/INADE-IC/COTESU.
- Cahuana, R. Holguin, Ch. Ortega, F. (2014). *Epitrix, pulguilla de la papa*. (Año VII-Ed). Puno, Perú.: Revista visión Agraria.
- Cahuana, R. (2003). *Papa variedad Andina, todas sus características fenológicas*. Puno, Perú.: Revista Estación Experimental Ilpa-Puno. Año 2, N° 05.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (2004). *Variedades de Papa Nativa y Formas de Consumo en la Región Puno. Estación Experimental Agraria Illpa del INIA*. (Primera ed; E. E. A. I. del INIA, Ed.). Lima, Perú.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (2015). *Comparativo de Clones Avanzados de Papa tolerantes a Heladas y Factores Bioticos Adversos*. Puno, Perú.
- Cahuana, R., Arcos, J., Barreda, Q., Canihua, R., Quenallata, S., & Holguín, C. (2012). *Producción de Tubérculos Semillas de Buena Calidad de Papa*. Puno, Perú.: Serie Manual N° 01-2012.
- Cahuana, R., Barreda, W., & Flores, N. (2010). *Manejo de Tubérculos Semilla de Papa*. Puno-Peru: Serie Manual N° 01.
- Cahuana, R., Condori, T., Aruhuanca, E., & Holguin, C. (2011). *Orígen, evolución, diversidad y dispersión de la papa en el mundo*. Puno, Perú.: Revista Visión Agraria. Año II-Edición N° 12.
- Cahuana, R., Huanco, S., Arcos, J. (1995). San juan INIA. Nueva variedad de papa tolerante a heladas. In *Serie plegable N° 5-95*. Lima, Perú.: INIA-DGIA-PNR y.
- Cahuana, R., Mamani, H., & Cahuana, N. (2017). *Prevención, Mitigación y Adaptación*



- a los Efectos Negativos de la Sequía en el Cultivo de la Papa. *Revista Visión Agraria*. Año IX-Edición 43, 10, 12 pg.
- Calvache, H. (1986). Aspectos biológicos y ecológicos del gusano blanco de la papa: *Premnotrypes vorax* (Hustache). In *Valencia Ed.CIP-ICA*. (pp. 18–24). Colombia: En memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (1980). *Compendio de enfermedades de la Papa*. Lima, Perú.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (1999). *Así vive la polilla de la papa*. Lima, Perú.: Hoja divulgativa N° 3.
- Devore, J. (2008). *Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias*. Séptima Edición (C. L. Editores, Ed.). Mexico.
- Duarte, O. (1972). *Propagación sexual de las plantas*. Nets Editors.
- Egúsquiza, B. R. (2000). *La papa: Producción, transformación y comercialización*. Lima, Perú., Perú.
- Estrada, N. (1991). *Importancia genética de las papas amargas*. (Editores científicos: I. Rea J. y J. J. Vacher., Ed.). La Paz, Bolivia.: I mesa redonda. Perú-Bolivia.
- Estrada, N. (2000). La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. In *Información para el desarrollo , CID*. (p. 372). La Paz, Bolivia.
- FAO. (2004). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. In *Pérdida de la diversidad fitogenética*. FAO-SALAS de prensa.
- Frere, M., Rijks, J., & Rea, J. (1975). *Estudio agroclimatológico de la zona andina*. FAO, Roma, Italia.: Informe técnico.
- Harris, P. (1978). *The potato crop: The scientific basis for improvement*. London, United kindom.: Ed. Champan and Hall.
- Hijman, R., & Spooner, D. (2001). *Geografic distribution of wild potato especies*. 88.
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. (IICA. 2. E). San José, Costa Rica.



- Hooker, W. J. (1980). *Compendio de enfermedades de la papa*. Lima, Perú.
- Huamán, Z. (1986). *Botánica Sistemática y Morfología de la papa*. (Centro Internacional de la Papa (CIP), Ed.). Lima, Perú.
- IBPGR. (1981). *Lupin Descriptors*. FAO, Roma, Italia.: International Board For Plant Genetic Resources. División de Producción y Protección Vegetal.
- INIA. (2018). Ley General de Semillas-Reglamento General de la Ley General de Semillas y Reglamento Específico de Semilla de Papa. *Boletín*, (Serie N° 1), 89 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (1994). *Contribución de la Investigación en Papa y Camote al desarrollo Agrario en los últimos diez años. En Reunión Científica: Enfoque y Perspectivas de la Investigación Agraria al Año 2020*. Lima, Perú.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2002). *Papa: Compendio de Información Técnica*. Lima-Perú: Serie Manual R. I. N° 3.
- Kramer, P. (1983). *Water relations of plants* (Academic P). New York.
- Ledent, J. (2002). *Déficit hídrico y crecimiento de las plantas: Respuesta al déficit hídrico comportamiento morfológico manual*. Bélgica.
- López, P., Egúsqüiza, C., & Villagómez, V. (1980). *Cultivo de la papa*. Lima, Perú.: Convenio CENCIRA-AID.
- Lozano, S. (2014). *UF0006: Determinación del estado sanitario de las plantas, suelo e instalaciones y elección de los métodos de control* (Ed. Elearn). España.
- Martínez, C., Moreno, T., & Black, R. (1989). *Conductancia estomatal. Fotosíntesis y contenido de proteínas en dos variedades de papa sometidos a estrés hídrico*. Puerto Iguazu-Misiones-Argentina 6-B Setiembre: En reunión de la sanidad latinoamericana de fisiología vegetal.
- Mendoza, H. A. y Estrada, R. N. (1979). *Breeding potato for tolerance to stress and frost*. En: *Mussell, H., Staples, R.* ((eds.). In).
- Obregon, C. (2017). La semilla del futuro. In *AGRO NOTICIAS, Revista para el desarrollo*. Lima, Perú.: Edición N° 432. Año XXXVIII.
- ONERN. (1985). *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del*



- departamento de Puno, Cap. V Suelos*. Lima, Perú.: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Parson, D. (1989). *Papas*. México, DF.: Editorial Trillas.
- PROINPA. (1996). *Informe Anual Programa de Investigación de la papa PROINPA 1995-1996*. Cochabamba, Bolivia.
- Reyes, C. P. (1985). *Fitogenotecnia Básica y Aplicada*. México, DF.: 1ra Edición. Editor S.A. Progreso 202-Planta Alta.
- Ríos, G. (2007). *Distribución y Variabilidad de Ralstonia solanacearum ef Smith Agente Causal de Marchitamiento Bacteriano en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum L), en tres Departamentos del Norte de Nicaragua (Esteli, Matagalpa y Ginotega)*. Universidad Nacional Agraria Managua.
- Spooner, D., Mclean, K., Ramsay, G., Waugh, R., & Bryan, G. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 126, 126.
- Stark, J., Love, L., King, B., Marshal, J., Bohl, W., Salaiz, T. (2003). *Potato cultivar response to seasonal drought patterns* (American J).
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. CIP. Lima, Perú.
- Vallejo, F., Estrada, E. (2002). *Mejoramiento genético de plantas* (Feriva). Colombia.
- Vallejo, F., Estrada, E. (2016). *Mejoramiento genético de plantas: Segunda Edición* (Feriva). Colombia.
- Van Loon, D. (1981). *Drought a major constraint in potato production and possibilities for screening for drought resistance. In research station for arable farming and field production of vegetables lelystad*. The Netherlands.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 25: Daño de heladas (%) en los 16 clones y variedades de papa, expresados en porcentaje. Tahuaco, 2017-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30 8555.3	30 8559.2	30 8561.61	RC9-97.3 ^a	RC23-03-35	RC20-97-9	30 8552.7	RC22-97-70	RC20-01-17	308555,36	308558,7	308554,21	308555,15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPIS	Σ	\bar{X}
I	15	25	15	20	20	20	15	20	25	20	10	20	20	15	20	15	15	10	320	17,778
II	15	25	15	20	15	25	20	20	20	20	15	25	20	20	25	15	20	15	350	19,444
III	15	20	15	20	20	20	15	20	25	15	10	20	20	15	20	10	15	15	310	17,222
IV	10	20	10	20	20	20	20	20	25	20	10	20	15	15	20	15	15	15	310	17,222
Σ	55	90	55	80	75	85	70	80	95	75	45	85	75	65	85	55	65	55	1290	71,67
\bar{X}	13,75	22,5	13,75	20	18,75	21,25	17,5	20	23,75	18,75	11,25	21,25	18,75	16,25	21,25	13,75	16,25	13,75	17,917	17,917

Tabla 26: Daño de sequía (%) en los 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2018-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30 8555.3	30 8559.2	30 8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30 8552.7	RC22-97-70	RC20.01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPIS
I	20	40	20	40	35	45	25	35	40	40	20	40	30	15	40	20	35	40
II	20	40	20	45	40	40	25	40	45	40	15	40	30	20	40	20	40	40
III	20	40	20	45	35	45	25	45	40	40	20	40	25	20	40	20	45	45
IV	20	40	20	40	40	40	25	40	45	40	20	40	35	20	40	20	40	40
Σ	80	160	80	170	150	170	100	160	170	160	75	160	120	75	160	80	160	165
\bar{X}	20	40	20	42.5	37.5	42.5	25	40	42.5	40	18.75	40	30	18.75	40	20	40	41.25

Tabla 27: Altura de plantas (cm) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30 8555.3	30 8559.2	30 8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30 8552.7	RC22-97-70	RC20.01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPIS	N	\bar{X}
I	80	53	86	68	76	100	87	96	75	75	84	60	106	68	93	108	89	82	1486	82.556
II	75	56	80	75	72	103	100	110	83	68	95	74	108	73	98	90	78.5	77.5	1516	84.222
III	89	62	96	72	67	96	98	90	80	85	85	65	102	75	90	90.5	76	88	1506.5	83.694
IV	85	60	93	88	80	105	85	98	93	87	81	70	97	72	89	95	72.5	80	1530.5	85.028
Σ	329	231	355	303	295	404	370	394	331	315	345	269	413	288	370	383.5	316	327.5	6039	83.875
\bar{X}	82.25	57.75	88.75	75.75	73.75	101	92.5	98.5	82.75	78.75	86.25	67.25	103.25	72	92.5	95.88	79	81.875		81.875

Tabla 28: Número de tallos por planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco 2017-2018

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30-8555.3	30-8559.2	30-8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30-8552.7	RC22-97-70	RC20-01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPIS	N	\bar{X}
I	4.4	2.6	4.4	3.6	4.0	4.0	4.0	3.2	3.4	3.2	2.8	3.8	3.2	3.4	4.2	2.8	3.4	4.0	64.4	3.5778
II	4.4	2.6	3.4	2.6	4.6	3.0	4.2	2.4	4.6	2.0	3.0	3.0	3.2	3.0	3.2	2.6	2.2	3.6	57.6	3.2
III	3.4	3.0	4.0	2.4	3.0	2.4	3.4	2.4	3.8	4.2	3.0	3.2	3.0	3.4	3.2	2.8	3.2	3.4	57.2	3.1778
IV	3.6	2.6	4.2	2.6	3.2	3.6	3.0	2.8	3.6	3.0	3.2	3.6	2.8	3.4	3.8	3.4	2.6	3.0	58	3.2222
Σ	15.8	10.8	16	11.2	14.8	13	14.6	10.8	15.4	12.4	12	13.6	12.2	13.2	14.4	11.6	11.4	14	237.2	13.1776
\bar{X}	3.95	2.7	4	2.8	3.7	3.25	3.65	2.7	3.85	3.1	3	3.4	3.05	3.3	3.6	2.9	2.85	3.5	59.3	3.2944

Tabla 29: Número de tubérculos por planta de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30-8555.3	30-8559.2	30-8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30-8552.7	RC22-97-70	RC20.01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPI	Σ	\bar{X}
I	33.6	9.0	15.8	10.0	22.5	25.4	41.2	18.0	18.0	18.5	35.6	20.4	21.6	27.6	19.4	30.0	25.2	27.8	419.6	23.311
II	30.4	12.2	20.2	12.8	28.6	22.6	23.8	34.8	19.2	25.0	38.0	22.2	21.0	28.6	18.0	36.2	32.4	34.0	460	25.55556
III	28.4	14.6	25.4	11.2	15.8	36.4	31.6	22.6	10.0	33.2	30.4	25.8	22.8	34.8	18.2	32.0	30.0	21.0	444.2	24.67778
IV	35.5	12.2	20.2	11.2	24.2	26.8	25.0	24.2	18.6	24.8	40	38.2	23.2	30.0	29.8	27.0	26.6	25.0	462.5	25.6944
Σ	127.9	48.0	81.6	45.2	91.1	111.2	121.6	99.6	65.8	101.5	144.0	106.6	88.6	121	85.4	125.2	114.2	107.8	1786.3	99.2374
\bar{X}	31.975	12.0	20.4	11.3	22.8	27.8	30.4	24.9	16.45	25.4	36.0	26.7	22.2	30.25	21.4	31.3	28.55	26.95		24.8054

Tabla 30: Rendimiento total de tubérculos (kg) de 18 clones y variedades de papa. Tahuaco, 2017-2018.

BLOQUES	RC 20-01-01	30-8557.26	30 8555.3	30 8559.2	30 8561.61	RC9-97.3A	RC23-03-35	RC20-97-9	30 8552.7	RC22-97-70	RC20-01-17	308555.36	308558.7	308554.21	308555.15	RC2-96-43B	ANDINA	QOMPI	Σ	\bar{X}
I	1.583	0.900	1.417	1.100	1.248	1.233	1.450	0.924	1.008	0.805	1.380	1.080	1.44	1.200	1.05	1.478	1.120	0.650	21.066	1.17033
II	1.267	1.067	1.200	1.384	1.482	1.050	1.261	1.445	0.908	1.142	1.790	1.217	1.364	1.120	1.325	1.420	0.920	0.790	22.152	1.23067
III	1.492	1.00	1.565	1.175	1.105	1.325	1.240	1.304	0.740	1.39	1.492	1.295	1.200	1.574	0.950	1.350	1.172	0.740	22.109	1.22828
IV	1.300	1.010	1.400	1.183	1.263	1.320	1.292	1.292	0.950	0.980	1.567	1.313	1.120	1.548	1.200	1.400	1.00	0.680	21.818	1.21211
Σ	5.642	3.977	5.582	4.842	5.098	4.928	5.243	4.965	3.606	4.317	6.229	4.905	5.124	5.442	4.525	5.648	4.212	2.86	87.145	4.8414
\bar{X}	1.4105	0.9943	1.3955	1.2105	1.2745	1.232	1.3108	1.2413	0.9015	1.0793	1.5573	1.2263	1.281	1.3605	1.1313	1.412	1.053	0.715	21.786	1.21035

MAPA DE UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

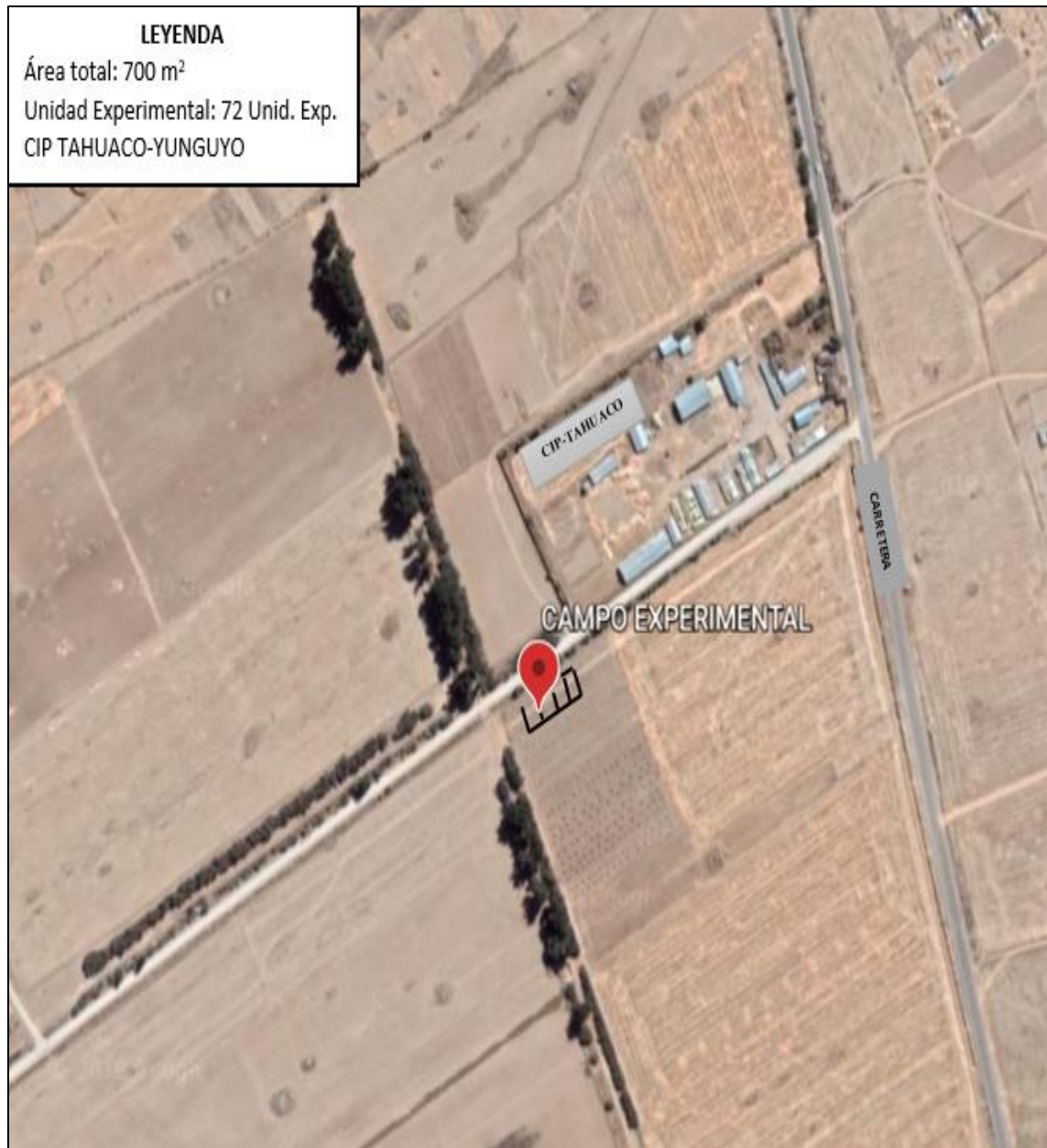


Figura 10: Mapa de ubicación del campo Experimental.

DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO

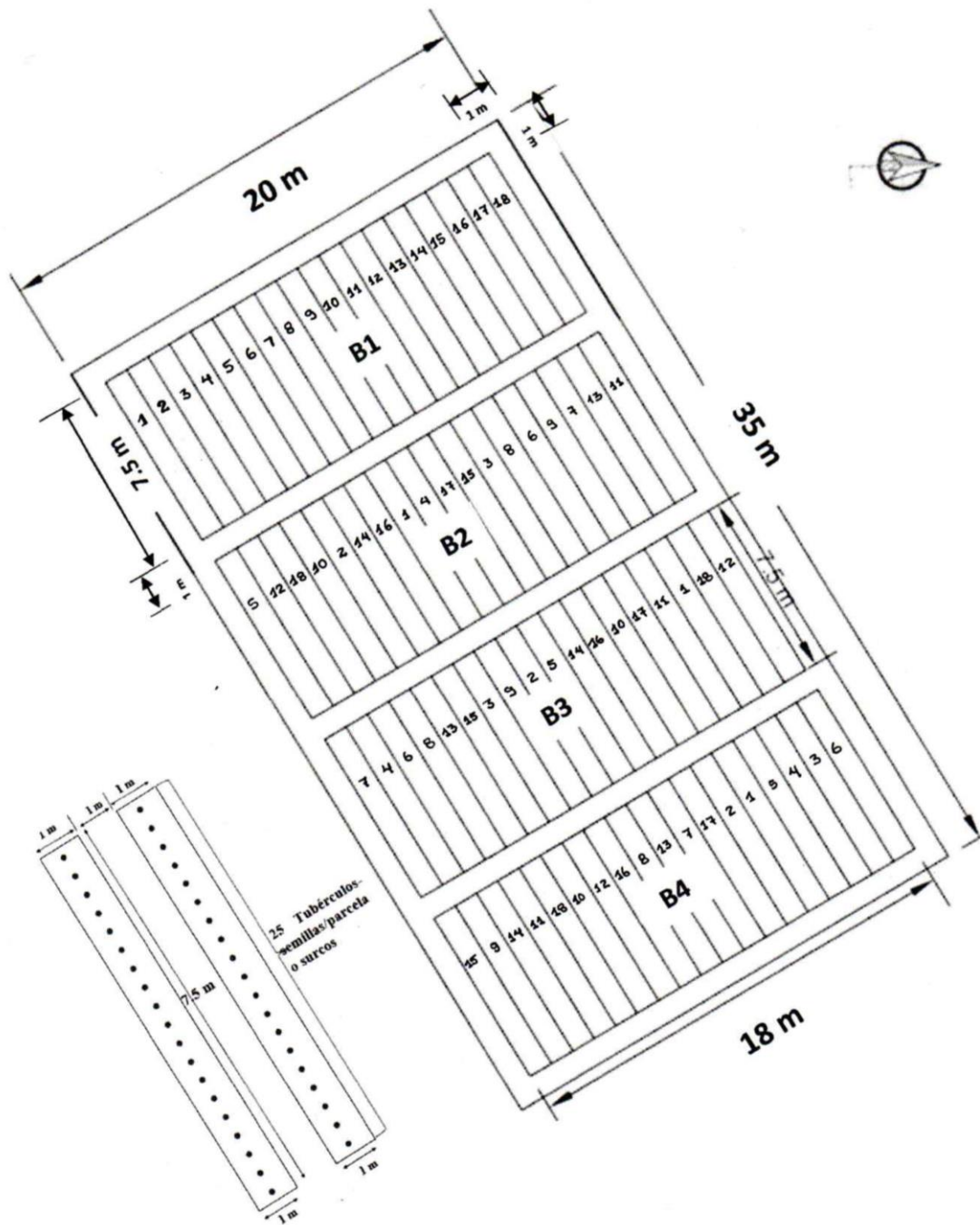


Figura 11: Distribución de los tratamientos.



Tabla 31: Tratamientos del experimento.

TRATAMIENTOS	CLONES Y VARIEDADES DE PAPA
T1	RC 20-01-01
T2	30-8557.26
T3	30 8555.3
T4	30 8559.2
T5	30 8561.61
T6	RC9-97-3A
T7	RC23-03-35
T8	RC 20-97-9
T9	308552.7
T10	RC22-97-70
T11	RC20-01-17
T12	308555.36
T13	308558.7
T14	308554.21
T15	308555.15
T16	RC2-96-43B
T17	ANDINA
T18	QOMPIS

FUENTE: Elaboración propia (2019)

ANEXO 2



Figura 12: Rastrado del terreno e incorporación de estiércol para la siembra.



Figura 13: Emergencia de plantas de papa.



Figura 14: Inicio formación de estolones.



Figura 15: Daño heladas en follaje de plantas.



Figura 16: Evaluación de daño de heladas.



Figura 17: Recuperación después daño heladas.



Figura 18: Evaluación altura de plantas.



Figura 19: Fase de senescencia de los clones de papa.



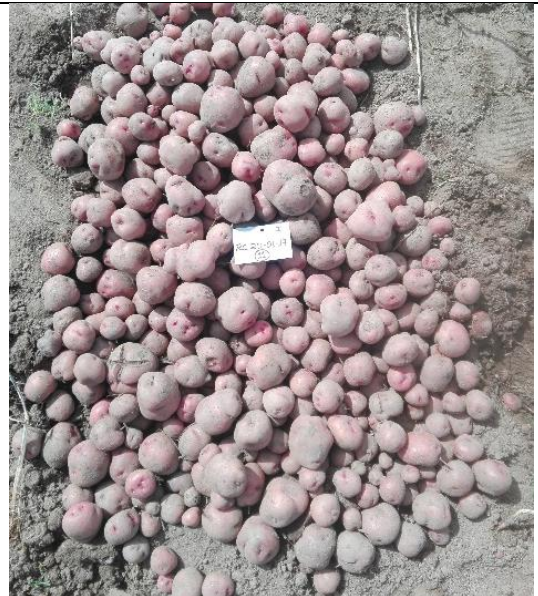
Figura 20: Evaluación en la cosecha de clones de papa.



Figura 21: Rendimiento de los clones de papa.



Figura 22: Clon de papa RC 20-01-17 de alto rendimiento y tolerante a heladas.





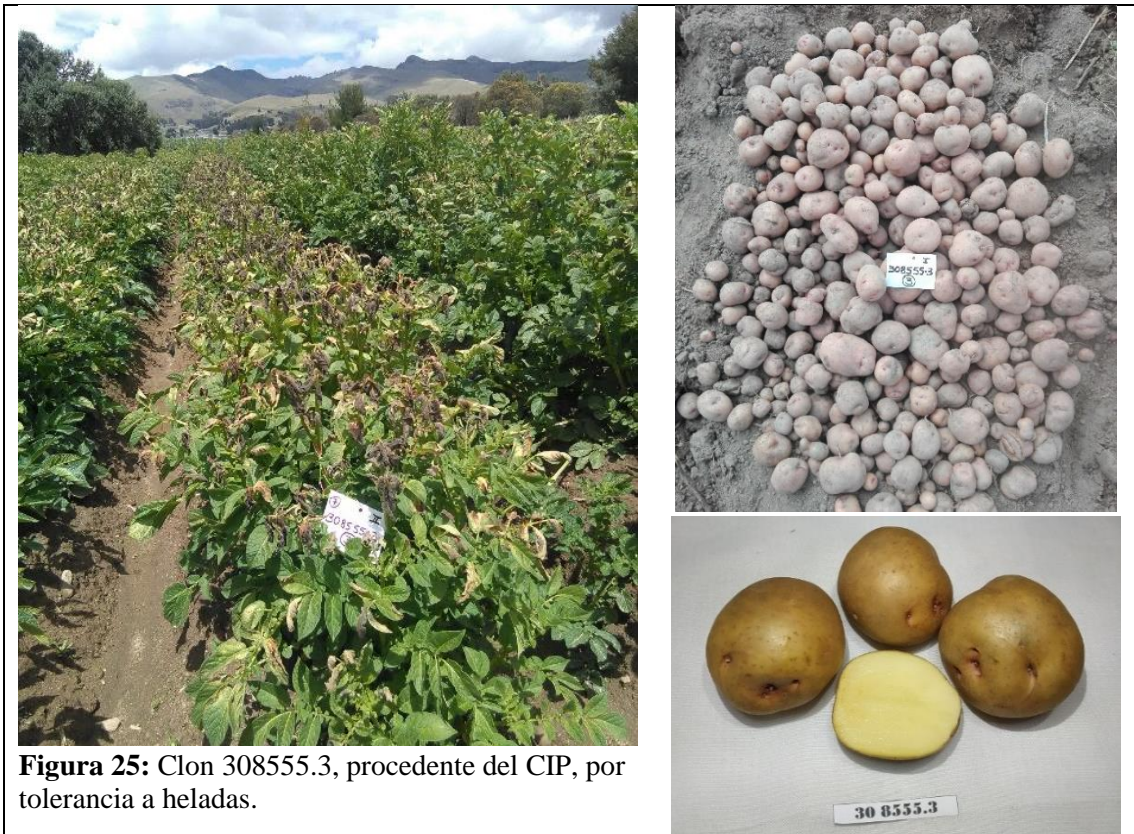


Figura 25: Clon 308555.3, procedente del CIP, por tolerancia a heladas.



Figura 26: Clon 308554.21, procedente del CIP, por tolerancia a heladas.

Tabla 32: Análisis del suelo experimental



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: Verónica Cahuana Laura.

Proyecto:

Fecha de Recepción: 04 de Septiembre del 2017

Fecha de Certificación: 11 de Septiembre del 2017.

Lugar : Yunguyo Tahuaco Lote 1

Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

N°	Cod. Lab.	MARCAS	ANALISIS MECANICO				CO ₃ Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena	Arcilla	Limo	Textura				
			%	%	%					
1	314A1	Calicata 1 Horizonte 1 (0-22cm)	53,44	9,28	37,28	FA	0,00		2,02	0,07
2	314A2	Calicata 1 Horizonte 2(22-39cm)	49,44	13,28	37,28	F	0,00		2,30	0,09
3	314A3	Calicata 1 Horizonte 3(39-84cm)	73,44	7,28	19,28	FA	0,00		1,11	0,04
4	314A4	Calicata 1 Horizonte 4(84cm a +)	51,44	17,28	31,28	F	0,00		0,58	0,01
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Caracterización del Estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

N°	Suelo: Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro Soluble (ppm)	CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P	K	Mn	Zn		Al	Ca	Mg	Na	K		
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)		me/100g	me/100g	me/100g	me/100g	me/100g		
1	5,69	0,113	9,80	136,84				2,50	2,20	1,20	0,70	14,60	22,80	21,20
2	5,89	0,035	8,60	19,54				0,88	3,40	2,00	1,90	20,30	26,90	28,48
3	6,14	0,021	4,00	19,54				0,00	3,80	0,80	1,80	30,10	35,00	36,50
4	6,51	0,032	1,03	117,29				0,00	3,90	1,20	1,20	11,00	20,60	28,10
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.(El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Los resultados son aplicables a estas muestras.



INGENIERO AGRÓNOMO
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

www.inia.gob.pe

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

Tabla 33: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de noviembre y diciembre del 2017. Tahuaco-Yunguyo-Puno.

MES NOVIEMBRE 2017				MES DICIEMBRE 2017			
FECHA	TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL	FECHA	TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL
	MAXIMA	MINIMA			MAXIMA	MINIMA	
1	15.8	2.0	-	1	18.0	3.2	-
2	18.2	3.4	-	2	19.2	4.8	-
3	17.8	7.4	-	3	18.2	6.4	-
4	17.0	5.0	-	4	15.8	4.6	7.8
5	16.8	4.4	3.6	5	13.2	5.6	-
6	17.0	7.2	-	6	16.2	3.8	5.3
7	16.8	5.4	7.3	7	15.8	7.4	-
8	18.4	3.6	-	8	16.0	4.4	8.5
9	17.2	4.8	-	9	16.4	5.0	-
10	18.6	5.4	-	10	18.0	3.2	0.5
11	18.0	4.4	-	11	18.2	1.8	-
12	15.8	5.4	3.0	12	18.6	4.2	-
13	16.6	4.0	-	13	20.0	5.0	-
14	19.4	2.8	-	14	18.8	6.2	-
15	19.2	7.2	-	15	16.4	4.6	-
16	16.4	5.0	8.3	16	18.0	3.4	-
17	18.0	4.8	-	17	18.8	4.2	-
18	19.2	0.6	-	18	15.6	4.6	-
19	18.0	1.4	-	19	15.6	5.8	7.8
20	18.6	0.0	-	20	17.2	6.0	-
21	19.6	4.0	-	21	14.6	6.4	6.6
22	18.4	2.2	-	22	13.0	6.2	9.0
23	19.6	2.0	-	23	16.8	5.6	-
24	20.8	3.8	-	24	17.2	4.2	-
25	20.4	3.6	-	25	16.4	7.2	-
26	19.0	5.2	-	26	16.4	6.0	-
27	13.0	4.4	5.3	27	16.4	4.4	-
28	16.2	6.6	-	28	14.0	5.2	11.5
29	14.4	5.0	8.2	29	13.8	3.4	20.5
30	15.0	5.4	-	30	13.8	6.2	11.4
				31	17.2	4.2	-
\bar{X}	17.6	4.2	35.7	\bar{X}	16.6	4.9	88.9

Tabla 34: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de enero y febrero 2018. Tahuaco-Yunguyo-Puno.

FECHA	MES ENERO 2018			FECHA	MES FEBRERO 2018		
	TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL.		TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL
	MAXIMA	MINIMA			MAXIMA	MINIMA	
1	16.2	5.6	-	1	13.2	6.4	-
2	14.8	7.2	-	2	14.0	5.6	13.7
3	15.4	3.4	-	3	15.4	6.2	3.7
4	12.4	4.2	19.0	4	15.0	6.4	13.6
5	16.4	4.4	-	5	18.0	6.2	4.2
6	17.2	6.4	-	6	16.0	7.2	-
7	14.6	4.2	11.8	7	15.0	6.4	9.5
8	13.0	4.6	15.6	8	14.6	6.2	16.7
9	13.4	5.0	10.0	9	14.4	4.2	2.5
10	14.4	5.4	12.0	10	14.2	5.2	7.9
11	13.4	4.4	10.7	11	12.6	5.0	37.3
12	13.0	4.2	23.6	12	11.6	6.4	7.0
13	13.2	5.0	3.5	13	15.6	6.2	6.0
14	13.6	3.4	-	14	14.6	6.2	11.0
15	13.2	5.0	6.3	15	14.8	5.2	5.3
16	14.0	5.4	4.9	16	13.8	5.4	14.0
17	14.6	4.8	0.5	17	15.6	5.0	16.8
18	14.0	5.0	2.5	18	16.4	3.2	7.1
19	14.0	5.2	1.7	19	16.0	-1.2	-
20	13.6	4.8	14.5	20	15.6	2.0	-
21	13.8	4.6	5.3	21	16.2	4.2	-
22	14.6	4.0	3.0	22	10.6	4.2	26.4
23	14.2	3.2	4.8	23	14.8	4.6	1.6
24	14.4	4.6	3.8	24	13.8	4.4	9.0
25	12.0	4.2	16.2	25	13.6	4.0	5.5
26	15.4	5.0	2.0	26	14.2	6.6	-
27	15.2	4.0	4.5	27	15.2	3.2	1.7
28	14.6	6.8	-	28	16.4	2.6	-
29	15.4	4.2	-				
30	15.0	5.4	-				
31	15.6	5.0	1.0				
\bar{X}	14.3	4.7	176.9	\bar{X}	14.7	4.9	220.5

Tabla 35: Temperaturas máxima, mínima y precipitación pluvial diaria de los meses de marzo y abril 2018 Tahuaco-Yunguyo-Puno.

FECHA	MES MARZO 2018			FECHA	MES ABRIL 2018		
	TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL		TEMPERATURA		PRECIP. PLUVIAL
	MAXIMA	MINIMA			MAXIMA	MINIMA	
1	13.6	6.2	-	1	14.8	0.6	-
2	15.2	4.8	-	2	14.8	0.2	-
3	15.0	5.0	-	3	15.4	1.6	-
4	15.0	5.2	10.7	4	15.4	-0.6	-
5	13.2	4.6	25.7	5	16.2	-1.2	-
6	13.8	4.4	19.3	6	15.2	1.0	-
7	11.6	5.4	18.7	7	16.4	1.8	-
8	14.2	6.2	3.0	8	16.8	2.2	-
9	15.8	3.8	1.0	9	16.8	3.6	-
10	15.4	5.0	-	10	16.8	2.4	-
11	17.4	3.4	-	11	17.6	1.2	-
12	13.6	5.4	8.5	12	18.2	2.2	-
13	15.8	6.6	0.7	13	15.6	3.6	-
14	14.6	6.4	5.6	14	16.6	2.6	-
15	13.8	4.8	8.3	15	16.8	2.4	-
16	11.8	6.4	19.7	16	16.8	0.2	-
17	15.6	6.0	2.5	17	17.2	1.0	-
18	15.8	4.6	13.5	18	14.8	4.6	-
19	14.6	5.8	-	19	16.0	2.4	-
20	14.8	6.0	10.0	20	16.8	0.4	-
21	15.4	4.0	2.7	21	16.2	2.0	-
22	16.4	4.6	-	22	16.4	2.2	-
23	16.2	4.4	-	23	15.0	4.4	-
24	17.4	3.4	-	24	14.0	5.0	5.5
25	15.8	4.0	4.0	25	14.0	4.0	3.0
26	15.4	3.6	3.0	26	13.0	5.0	-
27	15.2	2.6	-	27	16.4	2.4	7.0
28	15.6	1.6	1.0	28	13.6	5.2	1.1
29	14.4	0.8	-	29	15.0	2.8	-
30	13.8	3.0	3.0	30	16.4	2.0	-
31	13.4	3.2	-				
\bar{X}	14.8	4.6	160.9	\bar{X}	15.8	2.2	16.6

Tabla 36: Resumen de rendimiento y comportamiento agronómico de Clones de papa.

CLONES/PAPA	RDTO Kg/ha	Significación Estadística	Daño Helada %	Nº Tubér. Planta	Nº Tallos/ Planta	Altura Planta cm	Observación
RC 20-01-17	51,907.8	a	11.25	36.00	3.00	86.25	Seleccionado
RC 2-96-43B	47,066.2	a	13.75	31.30	2.90	95.88	Seleccionado
RC 20-01-01	47,032.9	a	13.75	31.97	3.95	82.25	Seleccionado
308555.3	46,532.9	ab	13.75	20.40	4.00	88.75	Seleccionado
308554.21	45,366.2	abc	16.25	30.25	3.30	72.00	Seleccionado
RC 23-03-35	43,699.6	bcd	17.50	30.40	3.65	92.00	Mantener
308558.7	42,699.6	bcd	18.75	22.20	3.05	103.25	Mantener
308561.61	42,499.6	bcd	18.75	22.80	3.70	73.75	Mantener
RC 20-97-9	41,366.3	bcde	20.00	24.90	2.70	98.50	Mantener
RC 9-97-3A	41,066.3	bcde	21.25	27.80	3.25	101.00	Mantener
308555.36	40,866.2	bcde	21.25	26.70	3.40	67.25	Mantener
308559.2	40,366.3	bcdef	20.00	11.30	2.80	75.75	Mantener
308555.15	37,699.6	cdef	21.25	21.40	3.60	92.50	Descartado
RC 22-97-70	35,966.3	def	18.75	25.40	3.10	78.75	Descartado
Andina	35,099.6	ef	16.25	28.55	2.85	79.00	Descartado
308557.26	33,133.0	fg	22.50	12.00	2.70	57.75	Descartado
308552.7	30,066.4	gh	23.75	16.45	3.85	82.75	Descartado
Qompis	23,833.1	h	13.75	26.95	3.50	81.87	Descartado