

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO EN LA FENOLOGÍA DE TUBERIZACIÓN DE TRECE
VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN CONDICIONES
EDAFOCLIMÁTICAS DE LA IRRIGACIÓN MAJES, AREQUIPA.**

Tesis presentada por el Bachiller:

Del Carpio Salas, Miguel Ángel

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Asesor: Torres Lizárraga, José

Arequipa – Perú

2018

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS
(Jurado)

Señor
Ing. FROY COLOMA DONGO
Director del P.P. de Ingeniería Agronómica
Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el BORRADOR de Tesis titulado:

"EFECTO DEL ESTRES HIDRICO EN LA FENOLOGIA DE TUBERIZACIÓN DE TRECE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), EN CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DE LA IRRIGACIÓN MAJES - AREQUIPA 2016"

Alumno: **DEL CARPIO SALAS MIGUEL ANGEL**
Asesor: **Ing. José Torres Lizarraga**

El jurado Dictaminador presidido por, **Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. Rigoberto López Portilla, Ing. José Torres Lizarraga**

DICTAMINAN

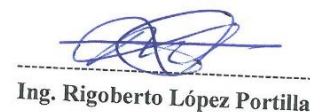
Procede a Sustentación

OBSERVACIONES

Arequipa, 03 de Julio de 2018



Ing. Jorge Zegarra Flores



Ing. Rigoberto López Portilla



Ing. José Torres Lizarraga

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen de Chapi, pilares de mi fe y mi devoción; en ellos fundamento cada paso y en ellos me sostengo; que, junto con mis abuelos, son estrellas que me guardan y me guían.

A mis padres y hermanas, mi fuente inagotable de amor, enseñanzas, valores y principios; a ellos, a ellos les debo todo.

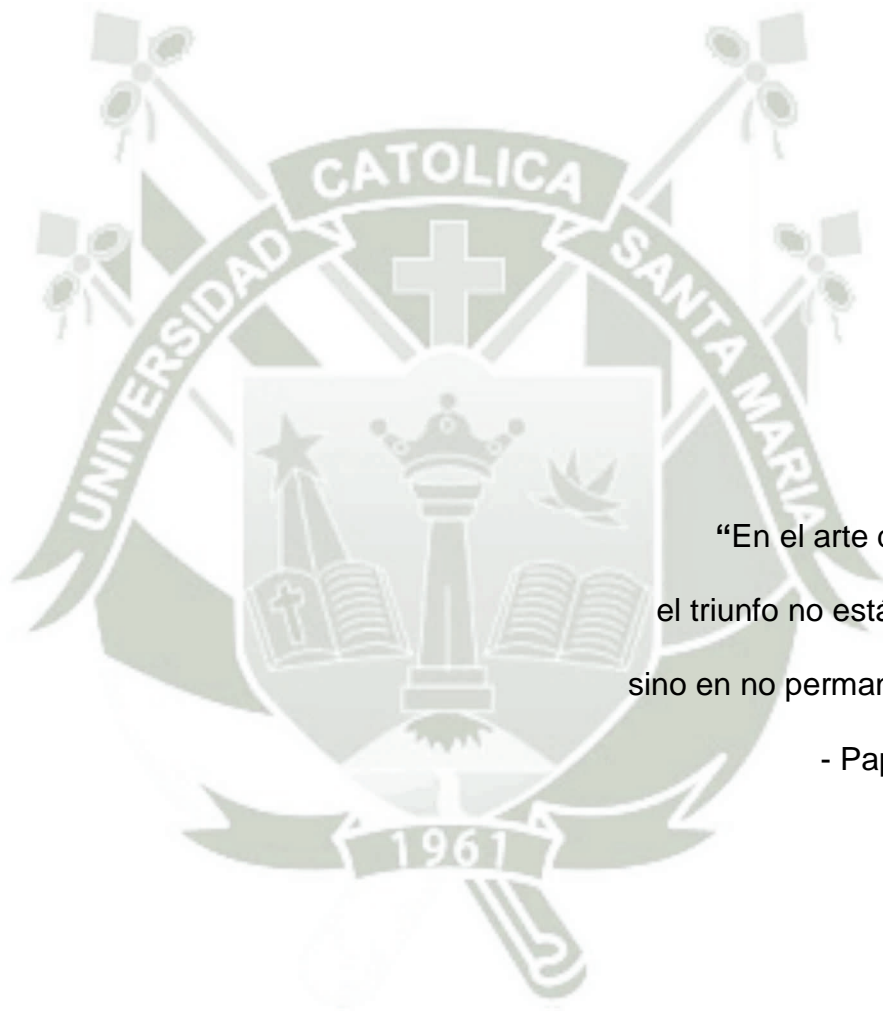
A Cielo, el motivo de mis mayores alegrías; mi principio y mi fin.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. José Torres Lizárraga, por su asesoría, apoyo total y desinteresado en mi trabajo de investigación; así como por todos sus años de amistad y por estar siempre dispuesto a darme un consejo.

Al Ing. Ladislao Palomino, por su vasta sabiduría, por su ayuda desinteresada, sus enseñanzas y por la gran calidad de persona que me demostró ser.

A mis verdaderos amigos, por cada reproche y por cada aliento, pero por sobre todo, por su inmenso cariño hacia mí.



“En el arte de ascender,
el triunfo no está en no caer,
sino en no permanecer caído.”

- Papa Francisco

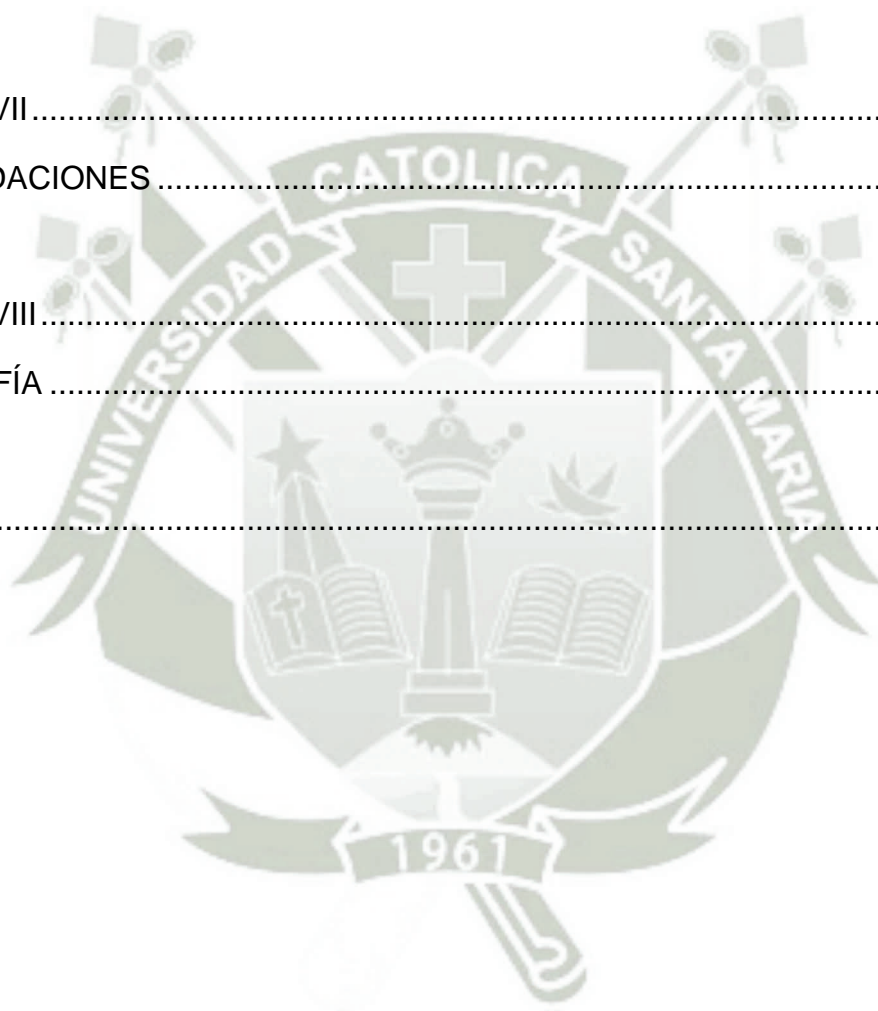
ÍNDICE

RESUMEN	XXIII
ABSTRACT	XXIV
CAPITULO I	1
GENERALIDADES.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPITULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosun L.).....	4
2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA	4
2.1.2. CARACTERISTICAS BOTÁNICAS	4
2.1.3. ETAPAS FISIOLÓGICAS DE LA PAPA	9
2.1.4. VARIEDADES	14
2.1.5. RIEGO.....	20
2.2. ESTRÉS HÍDRICO.....	21
2.2.1. ESTRÉS HÍDRICO EN EL CULTIVO DE PAPA.....	24
2.3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS.....	25

CAPITULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	29
3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	30
3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	30
3.1. CLIMATOLOGÍA	30
3.2. RECURSO SUELO	31
3.3. RECURSO AGUA	32
3.4. COMPONENTES EN ESTUDIO	34
3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	34
3.6. DISEÑO Y DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL.....	34
3.7. CROQUIS EXPERIMENTAL.....	35
3.11. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.11.1. MATERIALES.....	36
3.11.1. METODOLOGIA SEGUIDA.....	38
3.12. OBSERVACIONES DE CAMPO Y LABORATORIO.....	46
3.12.1. OBSERVACIONES DE CAMPO	46
3.12.2. OBSERVACIONES DE LABORATORIO.....	46
3.13. EVALUACIONES.....	46
3.13.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA	46
3.13.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	48
3.13.3. CALIDAD COMERCIAL	48
3.13.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	48
3.13.5. CORRELACIONES.....	50
3.14. PROCESAMIENTO DE DATOS	50

CAPITULO IV	51
RESULTADOS	51
4.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA.....	51
4.1.1. EMERGENCIA.....	51
4.1.2. ALTURA DE PLANTAS	58
4.1.3. NÚMERO DE TALLOS AÉREOS	64
4.1.4. INICIO DE TUBERIZACIÓN	66
4.1.5. ÁREA FOLIAR EN VARIEDADES DE PAPA.....	73
4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	75
4.2.1. PESO DE LOS TUBÉRCULOS POR PLANTA.....	75
4.3. CALIDAD COMERCIAL	77
4.3.1. DIÁMETRO DE LOS TUBÉRCULOS	77
4.3.2. TUBÉRCULOS COMERCIALES	81
4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	87
4.5. CORRELACIONES	89
 CAPITULO V	 96
DISCUSIÓN	96
5.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA.....	96
5.1.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA.....	96
5.1.2. ALTURA DE PLANTAS	97
5.1.3. NÚMERO DE TALLOS AÉREOS	98
5.1.4. INICIO DE TUBERIZACIÓN	98
5.1.5. ÁREA FOLIAR	99
5.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	100
5.2.1. RENDIMIENTO DEL CULTIVO PAPA.....	100
5.3. CALIDAD COMERCIAL	101

5.3.1. DIÁMETRO DE LOS TUBÉRCULOS	102
5.3.2. TUBÉRCULOS COMERCIALES DE PAPA.....	102
5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	103
5.5. CORRELACIONES.....	103
CAPITULO VI.....	105
CONCLUSIONES.....	105
CAPITULO VII.....	107
RECOMENDACIONES.....	107
CAPITULO VIII.....	108
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS	114



LISTA DE CUADROS

CUADRO 1: Valores de Kc para un cultivo de papa en diferentes etapas de crecimiento y condiciones climatológicas	21
CUADRO 2: Análisis de Suelo. Zona Especializada. FUNDO LA CATOLICA	32
CUADRO 3: Análisis de Agua de Riego. Irrigación Majes.....	33
CUADRO 4: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 20 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.....	52
CUADRO 5: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 27 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.....	53
CUADRO 6: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 34 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.....	55
CUADRO 7: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 41 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.....	57
CUADRO 8: Resumen de porcentaje de emergencia del cultivo papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.	58

CUADRO 9: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 20 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 59

CUADRO 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 35 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 61

CUADRO 11: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 50 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 63

CUADRO 12: Resumen de altura de planta (cm.) del cultivo de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 64

CUADRO 13: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tallos aéreos en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 65

CUADRO 14: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 30 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 67

CUADRO 15: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 35 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 68

CUADRO 16: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 40 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 69

CUADRO 17: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 45 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 71

CUADRO 18: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 50 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 72

CUADRO 19: Área foliar de variedades de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 74

CUADRO 20: Rendimiento de las variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) (t/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 76

CUADRO 21: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 78

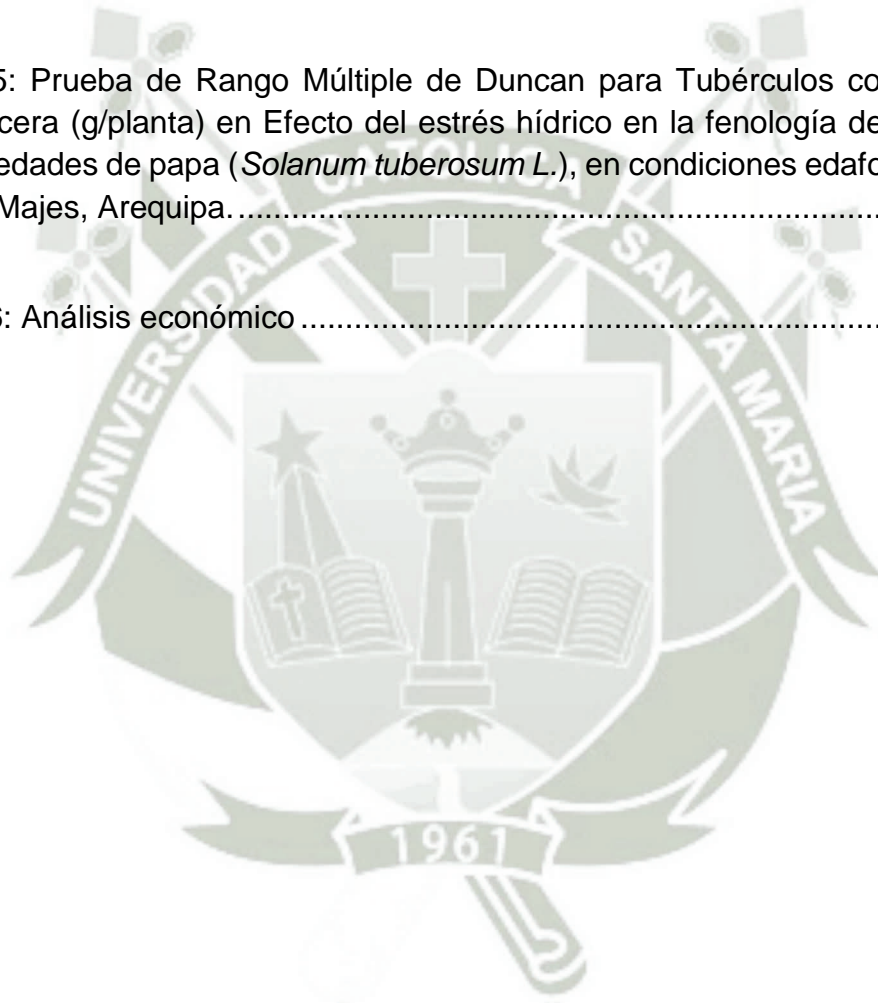
CUADRO 22: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro polar (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 80

CUADRO 23: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Primera (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 82

CUADRO 24: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Segunda (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 84

CUADRO 25: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Tercera (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 86

CUADRO 26: Análisis económico..... 87



LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Febrero 2016...	114
ANEXO 2: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Marzo 2016.	115
ANEXO 3: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Abril 2016.	116
ANEXO 4: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Mayo 2016.....	117
ANEXO 5: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Junio 2016.....	118
ANEXO 6: Análisis de suelo del trabajo de investigación.....	119
ANEXO 7: Análisis de agua del trabajo de investigación.....	120
ANEXO 8: Emergencia (%) de tubérculos de papa (20 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.	121
ANEXO 9: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (20 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.	121
ANEXO 10: Emergencia (%) de tubérculos de papa (27 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.	121

ANEXO 11: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (27 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 122

ANEXO 12: Emergencia (%) de tubérculos de papa (34 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 122

ANEXO 13: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (34 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 122

ANEXO 14: Emergencia (%) de tubérculos de papa (41 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 123

ANEXO 15: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (41 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 123

ANEXO 16: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 20 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 124

ANEXO 17: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm) de papa 20 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 124

ANEXO 18: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 35 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 125

ANEXO 19: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) 35 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 125

ANEXO 20: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 50 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 126

ANEXO 21: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de papa (cm).. 50 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 126

ANEXO 22: Tallos aéreos el Cultivo de papa (unidades) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 127

ANEXO 23: Análisis de Varianza (ANVA) para Tallos aéreos el Cultivo de papa (unidades) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 127

ANEXO 24: Inicio de tuberización a 30 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.. 128

ANEXO 25: Inicio de tuberización a 35 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 128

ANEXO 26: Inicio de tuberización a 40 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 128

ANEXO 27: Inicio de tuberización a 45 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 129

ANEXO 28: Inicio de tuberización a 50 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 129

ANEXO 29: Área foliar en plantas de papa (dm²) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 130

ANEXO 30: Análisis de Varianza (ANVA) para Área foliar en plantas de papa (dm²) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 130

ANEXO 31: Rendimiento de tubérculos de papa (t/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 131

ANEXO 32: Análisis de Varianza (ANVA) para el Rendimiento de tubérculos de papa (Kg/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 131

ANEXO 33: Diámetro ecuatorial de tubérculos de papa (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 132

ANEXO 34: Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro ecuatorial (mm) de tubérculos de papa Rendimiento de tubérculos de papa (Kg/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 132

ANEXO 35: Diámetro polar de tubérculos de papa (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 133

ANEXO 36: Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro polar (mm) de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 133

ANEXO 37: Tubérculos comerciales de Primera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa. 134

ANEXO 38: Análisis de Varianza (ANVA) para tubérculos comerciales de Primera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 134

ANEXO 39: Tubérculos comerciales de Segunda (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 135

ANEXO 40: Análisis de Varianza (ANVA) para Tubérculos comerciales de Segunda (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 135

ANEXO 41: Tubérculos comerciales de Tercera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 136

ANEXO 42: . Análisis de Varianza (ANVA) para tubérculos comerciales de Tercera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 136

ANEXO 43: Costo de Producción del cultivo de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..... 137

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Flor de papa (*Solanum tuberosum* L.).....7

FIGURA 2: Fruto de papa (*Solanum tuberosum* L.)8

FIGURA 3: Estoloneo de papa (*Solanum tuberosum* L.)..... 12



LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Humedad, temperaturas máximas, mínimas y promedios. (febrero-junio 2016).....	31
GRÁFICO 2: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 20 días después de la siembra	52
GRÁFICO 3: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 27 días después de la siembra	54
GRÁFICO 4: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 34 días después de la siembra	55
GRÁFICO 5: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 41 días después de la siembra	57
GRÁFICO 6: Altura de plantas (cm.) a 20 días después de emergencia.....	60
GRÁFICO 7: Altura de plantas (cm.) a 35 días después de emergencia.....	61
GRÁFICO 8: Altura de plantas (cm.) a 50 días después de emergencia.....	63
GRÁFICO 9: Número de tallos aéreos (unidades)	66
GRÁFICO 10: Inicio de tuberización a 30 días después de la emergencia	67
GRÁFICO 11: Inicio de tuberización a 35 días después de la emergencia	68

GRÁFICO 12: Inicio de tuberización a 40 días después de la emergencia	70
GRÁFICO 13: Inicio de tuberización a 45 días después de la emergencia	71
GRÁFICO 14: Inicio de tuberización a 50 días después de la emergencia	73
GRÁFICO 15: Área foliar(dm ²) de variedades de papa	75
GRÁFICO 16: Rendimiento de las variedades de papa (t/ha)	77
GRÁFICO 17: Diámetro ecuatorial de las variedades de papa (mm)	79
GRÁFICO 18: Diámetro polar de las variedades de papa (mm).....	81
GRÁFICO 19: Tubérculos comerciales de papa de primera (g/planta)	83
GRÁFICO 20: Tubérculos comerciales de papa de segunda (g/planta)	85
GRÁFICO 21: Tubérculos comerciales de papa de tercera (g/planta)	86

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: Ubicación del campo experimental.....	29
FOTOGRAFÍA 2: Preparación del campo experimental	38
FOTOGRAFÍA 3: Labranza del suelo	39
FOTOGRAFÍA 4: Marcado y siembra de variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	40
FOTOGRAFÍA 5: Aporque del cultivo papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	41
FOTOGRAFÍA 6: Fertilización del cultivo papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	42
FOTOGRAFÍA 7: Riego por goteo en papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	43
FOTOGRAFÍA 8: Cosecha de las variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	45

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Fundo “La Católica”, Distrito de Majes, Provincia de Caylloma y Región Arequipa; la instalación del área experimental se dio entre enero y julio del 2016, con el objeto de comparar trece variedades de papa (*S. tuberosum* L.) sometidas a estrés hídrico durante 10 días solo en la etapa de tuberización. Los tratamientos fueron Mactillo, Qcompis, Moro Huayro, Peruanita, Puca Soncco, Duraznillo, CICA, Yungay, Canchán, Serranita, Revolución, UNICA y Antañita. Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar con trece tratamientos y tres repeticiones. Para la evaluación de altura de planta, a 20 días después de la emergencia (dde), resalta Revolución (4.27 cm), Antañita (4.03 cm.) y Canchán (3.80 cm.); a 35 (dde), UNICA (23.03 cm.) y a 50 (dde), UNICA (78.73 cm.) y Canchán (76.47 cm.), logrando significancia respecto a las otras. En número de tallos aéreos, sobresalieron Duraznillo 4.67 (unids.), Pucca Soncco (4.33 unids.) y Antañita (4.33 unids.) sin existir significancia entre ellas. En tuberización, a 30 días de la emergencia (dde), solo iniciaron su tuberización Revolución y UNICA, a 35 dde, se sumaron Antañita, Serranita y Canchán, a 40 dde, Qcompis, CICA y Yungay y pasado los 50 dde, todas las variedades tuberizaron. En área foliar, sobresalen CICA (41.17 dm²), Canchan (40.24 dm²) y UNICA (39.72 dm²) sin presentar significancia entre ellas. En diámetro ecuatorial, sobresalió Canchán (67.30 mm); en diámetro polar, UNICA (124.70 mm) logró significancia. En rendimiento, resaltan Canchan (50.46 t/ha) y UNICA (49.23 t/ha), no habiendo significación entre ellas. En calidad comercial para primera, resaltan UNICA (973.7 g.) y Canchán (900.3 g.) no habiendo significancia entre ellas y para segunda, CICA (1 228.67 g.). El costo de producción fue S/. 16 794.51; en el análisis económico, los mayores valores fueron para la variedad UNICA, su beneficio neto fue S/.2 881.41, su tasa de retorno marginal 81.19 %, su ingreso neto fue S/. 2881.41 y la Relación Beneficio (B/C) fue 0.81.

PALABRAS CLAVE: Papa, variedades, estrés hídrico.

ABSTRACT

This investigation was carried out in the Fundo "La Católica", District of Majes, Province of Caylloma and Arequipa Region; the installation of the experimental area occurred between January and July 2016, in order to compare thirteen varieties of potato (*S. tuberosum* L.) subjected to water stress for 10 days only in the tuberization stage. The treatments were Mactillo, Qcompis, Moro Huayro, Peruanita, Puca Soncco, Duraznillo, CICA, Yungay, Canchán, Serranita, Revolution, UNICA and Antañita. The Design of Complete Blocks at Random was used with thirteen treatments and three repetitions. For the evaluation of plant height, 20 days after emerge (dae), highlights Revolution (4.27 cm), Antañita (4.03 cm.) And Canchán (3.80 cm.); to 35 (dae), UNICA (23.03 cm.) and to 50 (dae), UNICA (78.73 cm.) and Canchán (76.47 cm.), achieving significance with respect to the others. In number of aerial stems, Duraznillo 4.67 (units), Pucca Soncco (4.33 units) And Antañita (4.33 units) Stood out without any significance between them. In tuberización, to 30 days after emerge (dae), only began their tuberización Revolution and UNICA, to 35 dae, they were added Antañita, Serranita and Canchán, to 40 dde, Qcompis, CICA and Yungay and past the 50 dae, all the varieties tuberized. In foliar area, stand CICA (41.17 dm²), Canchan (40.24 dm²) and UNICA (39.72 dm²) without showing significance between them. In equatorial diameter, Canchán (67.30 mm) stood out; in polar diameter, UNICA (124.70 mm) achieved significance. In performance, Canchan (50.46 t / ha) and UNICA (49.23 t / ha) stand out, and there is no significance between them. In commercial quality for the first, stand out UNICA (973.7 g.) And Canchán (900.3 g.), There being no significance between them and for the second, CICA (1 228.67 g.). The cost of production was S / . 16 794.51; in the economic analysis, the highest values were for the UNICA variety, its net profit was S / .2 881.41, its marginal rate of return was 81.19%, its net income was S / . 2881.41 and the Benefit Ratio (B / C) was 0.81.

KEY WORDS: Potato, varieties, water stress.

CAPITULO I

GENERALIDADES

La papa es el tercer cultivo más importante después del trigo y el arroz a nivel mundial. Sin embargo, poco se conoce de la importancia que tiene este tubérculo para la salud y la alimentación humana.

Gran parte de las papas que se producen en el país provienen de variedades mejoradas, pero las variedades nativas aún mantienen su importancia por su alto consumo entre la población indígena de la sierra. La población de las grandes ciudades del país consume principalmente variedades mejoradas.

De acuerdo con el MINAGRI (2015) el Perú es el principal productor de papa en América Latina. Perú produce 4.6 millones de toneladas métricas, seguido de Brasil (3.5 millones), Colombia (2.13 millones), Argentina (2 millones), mientras en el mundo nuestro país ocupa el 14 lugar, que lideran India, Rusia y Ucrania.

También indicó que, en el año 2014, la producción del tubérculo se extendió en una superficie sembrada de 317,648 hectáreas, con un rendimiento promedio de 14.7 toneladas/hectárea, lo que genera de modo directo más de 110 mil puestos de trabajo permanente.

Agregó que más de 700 mil familias se dedican al cultivo del tubérculo andino. También comentó que el consumo per cápita de papa en el país alcanza actualmente 85 kilos al año.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), nuestro país tiene la mayor diversidad de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el mundo, al contar con ocho especies nativas domesticadas y 2 mil 301 de las más de 4 mil variedades que existen en Latinoamérica. Asimismo, Perú posee 91 de las 200 especies que crecen en forma silvestre en casi todo nuestro continente.

JUSTIFICACIÓN

En Perú, así como en muchas otras partes del mundo, los efectos del cambio climático amenazan los rendimientos esperados de los cultivos agrícolas, originando un grave riesgo para la seguridad alimentaria del mundo. La escasez de agua y la contaminación suponen un riesgo cada vez mayor para los principales sistemas de producción de alimentos en todo el mundo. Además, la agricultura, tal y como la practicamos hoy en día, es también una de las causas de este fenómeno, ya que representa el 70 por ciento del total del uso de agua dulce. (Da Silva, 2012)

Según el informe elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático tras la Cumbre del Clima de París, para el 2050 podríamos vivir en un planeta dos grados centígrados más cálido. Entre éstas amenazas se encuentran sequías e inundaciones cada vez más severas y frecuentes, aumento en la población de insectos y aparición de enfermedades (GIPB, 2009). Algunos de los impactos más fuertes del cambio climático en la agricultura se evidenciaría en los “pequeños agricultores” o de “agricultura de subsistencia” de países en desarrollo. (Morton, 2007)

El desarrollo de los cultivos bajo los efectos del inminente cambio climático, básicamente aquellos producidos en condiciones de sequía, presentarán reducciones en los rendimientos, incremento de los costos de producción y, por consiguiente, hambre y migraciones de personas.

Precisamente, en la presente investigación se someterá a trece variedades de papa a condiciones de estrés hídrico restringiendo el riego por un espacio de 10 días en la fenología de tuberización, etapa muy sensible al estrés para evaluar cómo reaccionan y poder encontrar aquellas variedades que a pesar del estrés sobresalgan entre otras cosas, por su rendimiento.

En tal sentido, el cultivo de papa en el Perú, es un actor trascendental para la alimentación de la población tanto nacional como mundial; por todos los motivos antes mencionados, surge la necesidad de enfocar la investigación en este cultivo y la

búsqueda de variedades tolerantes al estrés hídrico que puedan afrontar los cambios climáticos venideros y así disminuir los problemas de la seguridad alimentaria mundial.

HIPÓTESIS

Dado que estas 13 variedades de papa serán sometidas a condiciones de estrés hídrico en la fenología de tuberización, es probable que, con la prueba comparativa, se encuentre al menos una que sobresalga de las demás, presentando las mejores características de desarrollo en condiciones de la Irrigación de Majes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la capacidad productiva de trece variedades de papa.
- Evaluar el rendimiento de cada una de las trece variedades de papa.
- Precisar la calidad comercial de cada tratamiento.
- Realizar un análisis económico comparativo.
- Realizar correlaciones entre las evaluaciones.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

Hawkes, Hjerting (1969), y Hawkes (1990), mencionan la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase:		Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	<i>Solanum</i>
Especie	:	<i>S. tuberosum</i>

2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.1.2.1. RAÍZ

Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos, producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones. Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo su desarrollo de que el suelo este más o menos mullido. Normalmente, la planta de patata enraíza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40 a 50 centímetros, aunque a veces se han encontrado en suelos muy homogéneos y relativamente sueltos, a una profundidad de hasta 1 m. (Arce, 2002)

El sistema radicular está formado por raíces adventicias. En las primeras etapas del cultivo el sistema radicular se limita a la zona superficial del suelo, extendiéndose las raíces hacia abajo después de haberse extendido horizontalmente hacia una cierta distancia; esto deja el subsuelo que esta justamente debajo de la planta, casi libre de sus propias raíces.” (Arce, 2002)

2.1.2.2. TALLO

El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. (Pumisacho y Sherwood, 2002)

Los tallos son gruesos, fuertes y angulosos, alcanzan una altura en el momento del máximo desarrollo de entre 0,5 a 1m, originándose en las yemas del tubérculo madre. Los tallos aéreos, normalmente son de color verde, ramificados y el corte de la sección es hueco y triangular. La parte más baja del tallo es redonda y sólida. Los tallos son herbáceos aunque en etapas avanzadas del desarrollo, la parte inferior puede ser relativamente leñosa. (Arce, 2002)

Las ramas laterales que salen del tallo principal se llaman tallos secundarios. Los tallos secundarios pueden salir de muy cerca del tubérculo semilla, en cuyo caso su formación o la producción de estolones y tubérculos será parecido a la del tallo principal o bien puede desarrollarse ramas apicales sucesivamente, varias veces durante el crecimiento de la planta. (Arce, 2002)

2.1.2.3. HOJAS

Las hojas adultas son pinnado compuestas, pero las hojas primarias de plántulas así como también las primeras hojas provenientes del tubérculo pueden ser simples. Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Hay una gran variabilidad en la

forma de las hojas entre las muchas especies y variedades de papa. Las hojas que se originan en el tallo subterráneo son pequeñas, en forma de escamas y de sus yemas axilares emergen los estolones. Los estomas son más numerosos en la superficie inferior de las hojas. (Ames De Icochea, 1980)

Las hojas son imparipinadas, constando de 9 o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuando más alejado se encuentra del nudo de inserción. Las hojas maduras son compuestas y consisten en un pecíolo con un folíolo terminal, folíolos laterales, folíolos secundarios y, a veces, folíolos terciarios. Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Hay más estomas en la superficie inferior de las hojas que en la superior. (Arce, 2002)

La parte baja del tallo incluido las hojas, y hasta la primera flor se llama el primer nivel. Las secciones comprendidas entre las flores de primera y segunda generación se llaman segundo nivel y la sección comprendida entre las flores de segunda y tercera generación se llama tercer nivel. El número de niveles y la longitud del tallo de cada nivel depende de la variedad, horas de luz diaria, abonado, etc. Las variedades de ciclo corto tienen menos niveles y los tallos más cortos, mientras que las variedades de ciclo largo y la longitud de los tallos en cada nivel son mayores. Hay diferencias varietales en la forma, número, tamaño y color de los folíolos, la forma de la hoja puede verse modificada de manera muy sustancial por la temperatura y el número de horas de luz. (Arce, 2002)

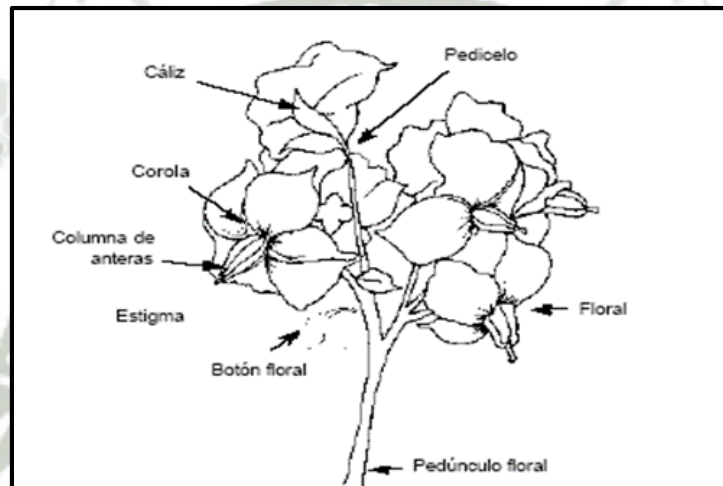
2.1.2.4. FLORES

Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperiodo y la temperatura, estimulan la floración. Las flores nacen en racimos y por lo general son terminales. Cada flor contiene órganos masculinos (Androceo) y femenino (Gineceo), son pentámeras (poseen cinco pétalos) y sépalos que pueden ser de variados colores, pero comúnmente blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores

después de la fecundación. La autopolinización se realiza en forma natural.” (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Las flores son pentámeras y los colores son diversos variando desde el blanco al morado; las flores tienen estilo y estigma simples y el ovario es bilocular. La dispersión del polen es llevada a cabo por el viento. La polinización cruzada en los tetraploides es rara, realizándose en forma natural una autopolinización. El número de flores es variable y depende mucho de la variedad de la que se trate, lo mismo se puede decir de los frutos originados a partir de esas flores (Arce, 2002) (Figura 01)

FIGURA 1: Flor de papa (*Solanum tuberosum* L.)



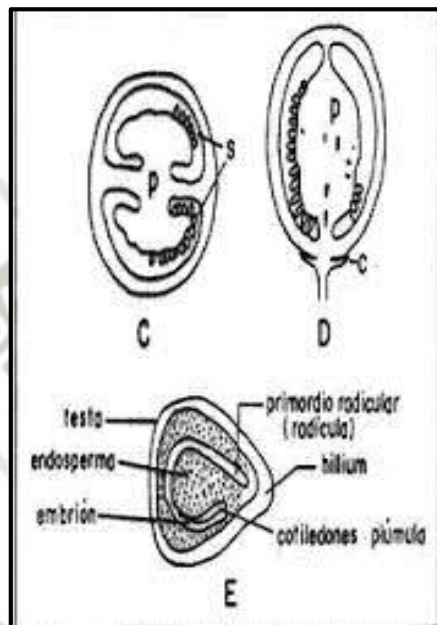
Fuente: Pumisacho, M y S. Sherwood (2002)

2.1.2.5. FRUTOS

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene la semilla sexual. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. En la actualidad, los mejoradores esperan uniformizar la progenie con el fin de obtener una papa con características determinadas. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

El fruto maduro es una baya de forma redonda u oval, variando el color desde verde a amarillo, o incluso a violeta; su tamaño suele variar entre uno y tres centímetros de diámetro y consta de dos cavidades o lóculos en los que se alojan las semillas; el número de semillas de cada fruto es muy variable y puede ir desde ninguna hasta más de trescientas. (Arce, 2002) (Figura 02)

FIGURA 2: Fruto de papa (*Solanum tuberosum* L.)



Fuente: Pumisacho, M Y S. Sherwood (2002)

2.1.2.6. TUBÉRCULO

En un corte transversal del tubérculo encontramos las siguientes capas:

- La epidermis o parte superficial del tubérculo.
- El peridermo o zona más interior, que junto con la epidermis constituyen la piel.
- El parénquima cortical o cortex.
- El anillo vascular formado por los vasos que constituyen el floema externo y el xilema; normalmente tiene una coloración deferente, más oscura.
- El parénquima medular, situado entre la medula y el anillo vascular.
- La medula o tejido medular, habitualmente es de aspecto vítreo o traslucido. (Arce, 2002)

Los tubérculos tienen una forma variada, desde completamente alargada a ovalada o cilíndrica dependiendo de la variedad. En cuanto a la profundidad de ojos, existen variedades con ojos profundos y otras con ojos superficiales. En la mayoría de mejoras genéticas se va buscando ojos superficiales. Respecto al color de la piel es debido a la presencia de pigmento en las células del peridermo. La textura va de lisa a áspera, jaspeada o rugosa y por último el color de la carne también tiene una amplia gama de colores como: blanco, amarillo, violeta, etc. (Arce, 2002)

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. El tejido vascular de los tallos, estolones y tubérculos toma inicialmente la forma de haces bicolaterales, con grupos de células floemáticas de pared delgada en la parte externa del xilema (floema externo) y hacia el centro en la parte interna del xilema (floema interno). A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. (Pumisacho y Sherwood, 2002)

2.1.3. ETAPAS FISIOLÓGICAS DE LA PAPA

2.1.3.1. BROTACIÓN

El número de brotes que se desarrollan en un tubérculo es un carácter varietal. Con las mismas condiciones en cuanto a preparación de la semilla, los tubérculos grandes producen más brotes que los pequeños. (Arce, 2002)

Las patatas brotadas con luz dan unos brotes con clorofila y que son más cortos y más fuertes que los que se han producido en la oscuridad. Una humedad relativa alta estimula la formación de raíces en los brotes. (Arce, 2002)

A veces se produce necrosis subapical en el extremo del brote; sobre todo se da esta circunstancia en brotes que crecen rápidamente en la oscuridad y se debe a la imposibilidad del brote de aportar el suficiente calcio hasta el extremo del brote. (Arce, 2002)

Dentro del estado de brotación ocurren varios eventos, antes de que el tubérculo esté en condiciones ideales para dar origen a una nueva planta. Como son:

- Estado de reposo o dormancia.
- Dominancia apical.
- Brotación. (CEVIPAPA,2005)

Por otro lado, la duración de las etapas fenológicas de las plantas de papa, dependen de la variedad y del clima del sitio de siembra. Los componentes del clima, la temperatura y el brillo solar, son los factores más importantes para definir la duración del ciclo de cultivo. (Bolaños, 2001)

La duración del periodo entre la siembra y la emergencia de las plantas en el campo, depende de varios factores, como por ejemplo, el vigor de los brotes, la edad de la semilla y la temperatura del suelo. En condiciones de buena sanidad de los tubérculos y cuando los brotes tienen un desarrollo apreciable, las plantas emergen entre 24 y 28 días después de la siembra. (Bolaños, 2001)

2.1.3.2. CRECIMIENTO

Después de la siembra o incluso antes de producirse esta operación, el tubérculo madre produce brotes y raíces. Si se ha producido una brotación anterior a la siembra es decir si se siembran tubérculos pre-brotados, después de la plantación se inicia inmediatamente la formación de raíces en el tubérculo plantado y se verá acelerada la emergencia de la planta. (Arce, 2002)

Es necesaria una adecuada humedad en el suelo para que haya producción de raíces. La conjunción de dos factores como son alta humedad del suelo y bajas temperaturas no solo retrasa la emergencia de la planta, sino que favorece el desarrollo de problemas fitosanitarios, principalmente *Rhizoctonia*. Una vez producida la emergencia de la planta, el crecimiento de la vegetación o parte aérea por una parte y de las raíces por otra, están correlacionados. (Arce, 2002)

2.1.3.3. ESTOLONEO

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones largos son comunes en papas silvestres, y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos. (Huamán, 1996).

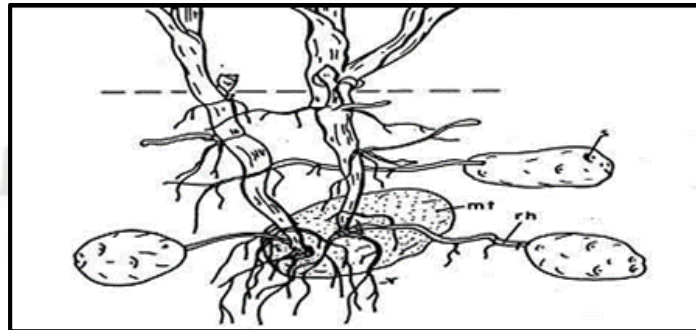
Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal. (Huamán, 1996).

El tubérculo se forma en el extremo del estolón (rizoma) como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que resulta de un rápido desarrollo y división celular; este desarrollo constituye aproximadamente 64 veces el aumento en el volumen de la célula. (Ames De Cochea, 1980).

La unión del estolón con el tubérculo generalmente se rompe durante la cosecha o muere cuando la planta alcanza su madurez, quedando evidente ya sea como un fragmento corto remanente o como una pequeña cicatriz. (Ames De Cochea, 1980)

A medida que el estolón se alarga para formar el tubérculo, el parénquima que se desarrolla entre los haces vasculares tiende a separarlos, de tal forma que el anillo vascular se extiende. (Ames De Cochea, 1980). (Figura 03).

FIGURA 3: Estoloneo de papa (*Solanum tuberosum* L.)



Fuente: Huaman (1996).

2.1.3.4. TUBERIZACIÓN

La tuberización de la papa es un proceso complejo de desarrollo que involucra varios procesos. En el proceso de tuberización intervienen estímulos externos como el fotoperiodo, la temperatura, el agua y los nutrientes y factores internos como fitohormonas. (CEVIPAPA, 2005)

Condiciones para que haya tuberización.

- Percepción de Fotoperiodo.
- Respuesta adaptativa a condiciones.
- Generación y transporte de señales inductivas.
- Formación de tubérculos.
- Respuestas del desarrollo del tubérculo. (CEVIPAPA, 2005)

Los niveles altos de giberelinas en los puntos de crecimiento de los estolones favorecen la elongación de los estolones, mientras la condición contraria, es decir bajos niveles de giberelinas, se requieren para la iniciación de la tuberización. Por otra parte, se conoce que el fitocromo B es regulador de un inhibidor de la tuberización. (CEVIPAPA, 2005)

Los fenómenos de la tuberización se desarrollan en tres etapas sucesivas: inducción, iniciación y crecimiento radical de los tubérculos. La inducción es la detección de la elongación de los estolones después de un período de crecimiento cuya duración es variable en función de las condiciones ambientales y del genotipo. El estadio de tuberización comprende la formación de los esbozos de los tubérculos por crecimiento radical del primer entrenudo situado por debajo de la yema apical del estolón. Los procesos de multiplicación celular, el engrosamiento de los esbozos de los tubérculos se efectúa por acumulación en los tejidos de sustancias de reserva sintetizadas por las hojas. (Rouselle, et al. 1999).

La planta de patata llega a ser capaz de tuberizar cuando ha alcanzado el estado llamado de inducción de la tuberización. Este factor de tuberización o ese conjunto de factores hormonales pueden ser elaborados por el follaje y por el tubérculo madre. La iniciación de formación de los tubérculos es retardada cuando las partes aéreas de la planta están sometidas a temperaturas elevadas. (Rouselle, et al., 1999)

2.1.3.5. INICIO DE LA TUBERIZACIÓN

El sitio de mayor percepción de señales del fotoperiodo está en las hojas. Bajo condiciones inductivas de día corto y temperaturas bajas, las hojas perciben la señal del ambiente y activan la señal de inducción. Esta señal es transmitida vía floema al estolón ya formado y al punto de crecimiento del tubérculo. La señal genera cambios en la actividad de las células en la región subapical del ápice del estolón, cambios que incluyen una reorientación de crecimiento: de división transversal a división longitudinal de las células. (CEVIPAPA, 2005)

Las células en la médula y la corteza del estolón se agrandan y dividen longitudinalmente. En resumen estos cambios resultan en la retardación de la elongación del estolón y un incremento en la expansión radial del extremo del estolón llevando a la formación del tubérculo. (CEVIPAPA, 2005).

La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días. Esta etapa dura unos 30 días. (Román y Hurtado, 2002).

Calidad comercial: Clasificación de los tubérculos por su tamaño y peso

Categoría	Diámetro	Descripción
1	90 mm	Comercial de primera
2	80-70 mm	Comercial de segunda
3	60 mm	Papa de descarte

Clasificación	Peso aprox./ tubérculo
Super	>0.4536 Kg.
Primera	0.1134 a 0.4536 Kg.
Segunda	0.027 a 0.1134 Kg.
Tercera	< 0.027 Kg.

Fuente: Copoulos et al., 2008

Elaboración: Propia

2.1.4. VARIEDADES

2.1.4.1. UNICA

En general, la planta de la variedad UNICA es herbácea con hábito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 metros. (Gutiérrez, Espinoza, Bonierbale, 2007)

Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo. El período de dormancia de la semilla alcanza los 40 a 50 días, presenta ligera dominancia apical. El período vegetativo es precoz (70 a 90 dds) en condiciones de trópico alto o Sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla. Presenta características de semi-precoz (90 a 110 dds) en condiciones de trópico bajo como la Costa o los Valles Interandinos (0 a 1.500 msnm). (Gutiérrez, Espinoza, Bonierbale, 2007)

Debido a su gran estabilidad en diferentes épocas de siembra y en diferentes localidades, mantiene el rendimiento a diferencia de otras variedades como Canchán y Tomasa (CIP, 1998).

Alto rendimiento potencial (50 t · ha⁻¹). Para el invierno en zonas de Costa Peruana (trópico bajo) y en épocas húmedas de la zona Sierra (trópico alto) se puede alcanzar el rendimiento potencial. En la primavera y en la época seca de las respectivas zonas se reduce el rendimiento. Comercialmente se pueden lograr rendimientos promedios de hasta 40 t · ha⁻¹. (Gutiérrez, Espinoza, Bonierbale, 2007)

2.1.4.2. QOMPIS

Pertenece a *S. tuberosum*, subespecie andigena (2n = 48). Su origen está en el sur (Cusco). Plantas semirobustas, tallos con alas rectas, follaje verde oscuro, flores blancas; de 0.70 m de altura, de bajo a mediano rendimiento (15 a 30 t/ha), tubérculos redondos, cáscara rosado claro, pulpa blanca uniforme; ojos profundos. Brotes rosado intenso. Muy buena calidad culinaria, con 28% de materia seca. Susceptible a rancia, verruga, roña y heladas. Adaptación, sierra sur hasta 3,800 m. Se siembra especialmente en Cusco y Puno. (Seminario, 2008)

2.1.4.3. MORO HUAYRO

Proviene del grupo Chaucha, tiene un hábito de crecimiento semi erecto, el tubérculo tiene una forma oblonga alargado, tanto la cáscara como la pulpa es de color crema y sus brotes de color rosado. (CIP, 2015)

Tiene un rendimiento relativo entre 1.83 – 2.93 kg/planta, 22 tubérculos por planta y es susceptible a racha y a helada. Su tiempo de almacenamiento es de 4 meses aproximadamente y su rango de adaptación es en zonas altas. (CIP, 2015)

Los agricultores señalan que actualmente no se usa, ni se intercambia por estar en vía de extinción. Los tubérculos son agradables y harinosos. (CIP, 2015)

2.1.4.4. PERUANITA

Es de la especie *Solanum goniocalyx*, posee un hábito de crecimiento de tipo decumbente, sus tubérculos son de forma oblonga y posee un color primario rojo pálido y un color secundario amarillo (como anteojos), mientras que su pulpa es de color amarillo. (CIP, 2006)

En cuanto al rendimiento, se sabe que por planta es de 0.4 – 0.9 kg., con 15-20 tubérculos por planta aproximadamente. Es susceptible a racha y a helada; su almacenamiento es de un periodo corto, menor a 3 meses. Su rango de adaptación es entre 3000 y 4000 msnm. (CIP, 2006)

Es una variedad con demanda comercial. A veces se cultiva en chacra mezclada con otras variedades o sola. La combinación de los colores de la epidermis del tubérculo se asemeja a la bandera del Perú, de ahí el nombre de Peruanita o Banderita. (CIP, 2006)

2.1.4.5. PUCA SONCCO

Proviene de la especie *Solanum chaucha*, y su nombre significa “Corazón rojo”; posee un hábito de crecimiento decumbente, con una forma de tubérculo de tipo oblongo alargado; su color primario de la epidermis del tubérculo es rojo morado (pálido) y no posee color secundario, mientras que el color de la pulpa es crema. (CIP, 2006)

En cuanto al rendimiento (Kg. por planta) es entre 0.5-0.9, con 20-28 tubérculos por planta aproximadamente. Es susceptible a racha y a la helada. Su tiempo de almacenamiento es intermedio, variando de 3 a 5 meses; mientras que su rango de adaptación es entre 3300 y 4000 msnm. (CIP, 2006)

Por ser una variedad harinosa es apreciada para “papa regalo” y trueque por otros productos. Se reconoce fácilmente por la pigmentación de tallo y el color de la flor. (CIP, 2006)

2.1.4.6. DURAZNILLO

Proviene de la especie *Solanum tuberosum subesp. andígena*, posee un hábito de crecimiento tipo decumbente, con una forma de tubérculo tipo comprimido; el color primario de la epidermis del tubérculo es rosado (intenso) y su color secundario es rojo (jaspeado), mientras que el color de la pulpa del tubérculo es blanco. (CIP, 2006)

En lo referido al rendimiento (kg. por planta) es de 0.5-1.0, con 11 a 34 tubérculos por planta. Es resistente a la ranchara y tolerante a las heladas. Su almacenamiento puede ser mayor a 5 meses y su rango de adaptación es entre 3400 y 4100 msnm. (CIP, 2006)

Por la forma del tubérculo y la combinación de colores de la epidermis se asemeja a un durazno, de ahí su nombre. Esta variedad es apreciada por su rusticidad y capacidad de producir en años malos con exceso de lluvias o heladas. (CIP, 2006)

2.1.4.7. CICA

Origen: clon 65-196 x Ccompis. Cruzamiento y selección de Oscar Blanco de la UNSAAC. Difundida desde 1981. Recomendable para la sierra sur, desde los 2000 m. Plantas altas, follaje verde oscuro, tallos oscuros, abundante floración y fructificación, flores moradas. Tubérculos redondeados, epidermis morada, ojos semiprofundos a profundos, pulpa cremosa, brotes morado oscuro. De periodo intermedio (5 meses). Tolera condiciones de sequía, pero es susceptible a la ranchara. Buena calidad culinaria. (Seminario, 2008)

2.1.4.8. YUNGAY

La papa Yungay, variedad liberada por el programa de papa de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM) en 1971. Se caracteriza por su forma oval chata, peridermis amarillenta con pigmentación rojiza en sus ojos superficiales.

El color de su pulpa también es amarillenta. Posee un período vegetativo tardío (6-7 meses). (CIP, 2008)

En condiciones de campo alcanza entre 30-40 t/ha.

2.1.4.9. MACTILLO

Se siembra en el sur del Perú, posee formas alargadas, ligeramente arriñonadas; mientras que sus ojos son apenas visibles.

En cuanto al color, varían entre rojas y negras, la mayoría tienen moteado fino con crema y la pulpa de color blanca. Principalmente es usado para wathiya y sancochar.

Esta variedad es muy poco conocida dada su reciente creación y no cuenta con mucho material bibliográfico.

2.1.4.10. CANCHAN

La papa Canchan-INIAA, es una variedad mejorada, como se mencionó liberada en 1990 por un trabajo conjunto entre el CIP y el INIA. Esta variedad se caracteriza por su forma redonda con ojos superficiales, epidermis rojiza clara y pulpa blanca cremosa. Tiene un periodo vegetativo intermedio (4 a 5 meses) y posee buenas aptitudes para la fritura y como papa de mesa. (CIP, 2008)

2.1.4.11. SERRANITA

Proviene de la especie *Solanum tuberosum* (Grupo andigenum), y fue liberada en el 2005 en los departamentos de Junín, Huánuco, Cusco, Ayacucho y Cajamarca. (INIA, 2012)

Posee un hábito de crecimiento semi erecto, con una forma de tubérculo tipo oblongo (aplanado). El color primario de la epidermis del tubérculo es rojo-morado (intenso) sin color secundario; mientras que el color de su pulpa es amarillo. Es resistente a la racha, pero susceptible a las heladas y tiene un tiempo de almacenamiento entre 3 a 4 meses. Los tubérculos de esta variedad son agradables, harinosos y buenos para la fritura. (CIP, 2015)

En cuanto a su rendimiento, se obtienen valores entre 40-50 t/ha, y se adapta a la costa y la sierra, principalmente entre los 2000 y 3800 msnm. (INIA, 2012)

2.1.4.12. REVOLUCIÓN

Desarrollada por: Fermín de la Puente, Gustavo Javier, Manuel Quijandría. Liberada en 1971. Adaptación: Se comporta bien en las condiciones de sierra baja y costa central y sur. De posible desarrollo en ceja de selva. Planta: Tallos vigorosos, de tamaño mediano, hojas grandes y con foliolos anchos, flores con corola lila claro, de poca floración y fructificación. Tubérculo: Redondos a redondo chatos, epidermis lisa de color amarillento, con manchas de color rojo o rosado alrededor de los ojos, ojos superficiales y pulpa de color blanco uniforme. Brotes blancos. Período de crecimiento: 110 a 120 días. Rendimiento: Bueno, 30 a 40 t/ha, producción de tubérculos uniforme y de tamaño mediano. Calidad culinaria: Muy buena, con 23 a 24% de materia seca, textura semiharinosa. Otras características: Tolerante a la rancha, gangrena, podredumbre rosada. Soporta excesos de humedad y tiene buena capacidad de almacenamiento y para transporte. Requiere aporques tempranos. Moderadamente tolerante al nemátode del nudo y nemátode del quiste. Densidad de siembra: De 0.80 a 0.90 m entre surcos y 0.20 a 0.30 m entre plantas. (Seminario, 2008)

2.1.4.13. ANTEÑITA

Fue liberada en el 2009, en el departamento de Cusco; posee un hábito de crecimiento erecto, una forma de tubérculo redondo con su epidermis de color rosado y su pulpa de color crema. Se adapta en la sierra, entre los 2200 y 3800 msnm. (INIA, 2012)

Esta variedad requiere pocas aplicaciones de fungicida por ser resistente a la rancha y tolerantes a la roña. Por ello permite ahorros económicos donde existe alta presión de la enfermedad. La variedad no requiere mucho abonamiento nitrogenado y produce bien bajo condiciones de fertilización orgánica. (INIA, 2012)

2.1.5. RIEGO

El cultivo de la papa prospera satisfactoriamente en lugares donde hay abundancia de lluvia o disponibilidad de agua para riego, ya que el sistema radical efectivo de la papa se encuentra entre los 0.20 a 0.60 m de profundidad necesitando de 500 a 700 mm de agua durante su período vegetativo. En época seca el cultivo demanda la aplicación de riegos frecuentes y ligeros, para tratar de mantener el suelo a capacidad de campo, debido a que los niveles bajos de humedad afectan negativamente el rendimiento, tamaño y calidad de la papa. (Román y Hurtado, 2002)

Los cambios bruscos en el contenido de humedad en el suelo causan deformaciones en los tubérculos y mayor ataque de larvas de polillas de la papa. Los excesos de humedad favorecen la diseminación de bacterias (*Ralstonia solanacearum*), hongos, (*Phytophthora infestans*), recomendándose mantener el agotamiento permisible entre el 30 al 35% del agua útil en el suelo. (Román y Hurtado, 2002)

Las modalidades de riego utilizadas son: por gravedad (en surcos rectos y corrugaciones): aplicando el agua por medio de canales y tubos sifones; aspersión: en el cual se utilizan aspersores comerciales y artesanales; estos últimos tienen el inconveniente que las descargas (caudal) y la presión de operación varían en la línea de riego.

En suelos planos, donde se cultive papa, es recomendable nivelarlos y dejarlos con una pendiente muy suave de 1:1000, dependiendo del tipo de suelo; empleando para ello maquinaria adecuada para este fin; además debe diseñarse el sistema de distribución del agua dentro de la parcela, por ejemplo: canales, surcos y drenes.

La papa es relativamente sensible a los déficit de agua, por lo que ésta no debe agotarse más de un 30 a 35% del total disponible, especialmente durante la formación y crecimiento de los tubérculos. Se recomienda el uso de tensiómetros para determinar el momento que debe regarse; calibrando estos según el tipo de suelo y la localidad. (Cuadro 1)

CUADRO 1: Valores de Kc para un cultivo de papa en diferentes etapas de crecimiento y condiciones climatológicas

Días	Etapa de crecimiento	H.R. mínima mayor		H.R. mínima mayor	
		70%	70%	70%	70%
		Viento m/s		Viento m/s	
		0.0 – 5.0	5.0 – 8.0	0.0 – 5.0	5.0 – 8.0
1 – 14	Inicial	0.40	0.45	0.50	0.50
15 – 30	Desarrollo	0.80	0.85	0.90	0.95
31 – 75	Crecimiento	1.05	1.10	1.15	1.20
76 – 90	tubérculo Madurez	0.70	0.70	0.75	0.75

Fuente: Ekanayaque (1994)

2.2. ESTRÉS HÍDRICO

La falta de agua o déficit hídrico se representa como la tensión o estrés que actuaría sobre las plantas, y toda tensión produce dos tipos de respuesta en los organismos: respuestas que tienden a evitar o prevenir la tensión (mecanismos evitadores) y mecanismos o adaptaciones que permiten soportar o resistir el estrés (mecanismos de tolerancia). Mientras todas las estrategias de tolerancia conllevan una limitación mayor o menor del crecimiento, solo la estrategia de ahorro de agua conlleva un crecimiento limitado en el caso de la evitación del estrés. (Valladares et al., 2004)

Las especies que derrochan agua son en general más productivas y tienen mecanismos que les permiten una eficaz extracción del agua del sustrato y una elevada conductividad hidráulica interna para abastecer con rapidez toda la parte aérea de la planta. Esto les confiere una gran competitividad, pero no es siempre una estrategia viable en medios secos, particularmente cuando la carencia de agua es crónica. En estas condiciones predominan las especies tolerantes del estrés hídrico. (Valladares et al., 2004)

El estrés se define como un factor externo que ejerce una influencia desventajosa sobre la planta. En la mayoría de los casos, el estrés se mide en relación con la supervivencia

de las plantas, crecimiento, rendimiento, o los procesos primarios de asimilación (CO₂ y la absorción de minerales), que están relacionados con el crecimiento en general (Bosco de Oliveira et al., 2013).

El estrés hídrico por déficit se define como una situación en la que el potencial de agua y turgencia de la planta se reducen lo suficiente para interactuar con las funciones normales. El estrés hídrico se considera que es una pérdida moderada de agua, lo que conduce a cierre de estomas y limita el intercambio de gases. El estrés hídrico se caracteriza por la reducción del contenido de agua, turgencia, potencial de agua total, marchitamiento, cierre de estomas, y la disminución de la ampliación y el crecimiento celular. Estrés hídrico severo puede resultar en la detención de la fotosíntesis, alteración del metabolismo, y muerte de la planta. El término salinidad se refiere a la presencia en el suelo y el agua de solutos minerales electrolíticos en concentraciones que son perjudiciales para muchos cultivos agrícolas (Bosco de Oliveira et al., 2013).

Entre los factores abióticos, el estrés por déficit hídrico es considerado uno de los más relevantes, tanto desde una perspectiva ecológica como agronómica. Respecto a los cultivos, aunque ha sido señalado que no siempre es el factor central, está claro que el déficit hídrico es el principal factor abiótico que limita la distribución geográfica y el rendimiento de la mayoría de los cultivos (Karamanos et al., 1983).

Desde el punto de vista de la extracción por las plantas del agua del terreno, más que el contenido de humedad interesa conocer la energía con que el agua es retenida. De nada sirve que un suelo contenga agua abundante si las raíces no tienen la fuerza de succión necesaria para extraerla. El agua del suelo está sometida a la succión de una serie de factores que tienden a retenerla o a expulsarla. El concepto de potencial hídrico del suelo o potencial del agua del suelo, se puede considerar como la cantidad de trabajo que es preciso aplicar para transportar reversible e isotérmicamente la unidad de cantidad de agua desde una situación estándar de referencia hasta el punto del suelo considerado.

El potencial hídrico del suelo ψ , tiene cuatro componentes: (Pizarro, 1987)

ψ_m = potencial mátrico

ψ_o = potencial osmótico

ψ_g = potencial gravitacional

ψ_p = potencial de presión

$$\psi = \psi_m + \psi_o + \psi_g + \psi_p \text{ (Pizarro, 1987).}$$

El potencial gravitacional (ψ_g) es el debido a la altura geométrica del punto considerado respecto al plano de referencia.

El potencial de presión (ψ_p) sólo se presenta en el caso de suelos saturados, y corresponde a la presión ejercida sobre el punto considerado por el agua que satura el suelo.

El potencial mátrico (ψ_m) es el generado por los mecanismos de retención de agua por el suelo (adhesión y cohesión).

El potencial osmótico (ψ_o). El agua del suelo es una solución salina y por lo tanto puede dar lugar al fenómeno de ósmosis: cuando dos soluciones de distinta concentración están separadas por una membrana semipermeable, se produce un movimiento del agua desde la solución más diluida a la más concentrada. La presión que origina este movimiento es la presión osmótica, que equivale en magnitud al potencial osmótico, (Pizarro, 1987).

El agua de riego debe aplicarse mientras el potencial hídrico del suelo, es todavía lo suficientemente alto, para que el suelo pueda proporcionar agua con la rapidez suficiente para satisfacer las demandas atmosféricas locales, sin imponer a las plantas una tensión que disminuya el rendimiento o la calidad de la producción. La disponibilidad decreciente del agua en el suelo, afecta el crecimiento antes de que se produzca el agostamiento, (Santayana, 2000).

La tensión hídrica influye en forma distinta diversos procesos vegetales, es así que afecta el rendimiento total de materia seca, es disminuida por una tensión hídrica aunque sea moderada, mientras que la producción de semillas puede verse poco afectado, (Santayana, 2000).

Para que un riego sea efectivo, debe tender a proporcionar el agua a ciertos intervalos o frecuencias, como para producir el crecimiento deseado del cultivo, suministrar agua que reemplace las pérdidas de agua por evaporación y transpiración, evitando las pérdidas del agua por conducción y aplicación, finalmente, el riego y las prácticas de cultivo estén adaptados a las condiciones locales. (Santayana, 2000).

Ante la escasez permanente del recurso hídrico, con proyecciones más críticas en los años venideros, se debe pensar en cultivar plantas para resolver la hambruna que se va a sufrir, y que éstos sean atractivos económicamente, de manera de producir más Kg del producto por cada m³ de agua utilizado, empleando sistemas de riegos tecnificados.

El déficit hídrico es uno de los principales factores limitantes para la mayoría de las plantas cultivadas, debido a que impide que estas alcancen el rendimiento máximo determinado genéticamente. (Mittra, 2001)

2.2.1. ESTRÉS HÍDRICO EN EL CULTIVO DE PAPA

El cultivo de papa es conocido por su sensibilidad a la sequía y su efecto en la productividad depende de la intensidad, duración del periodo de estrés y de la etapa fenológica en la que se presenta, así como del genotipo. (Gabriel et al., 2011)

Varios estudios han demostrado que un estrés drástico, tiene un efecto en los rasgos morfológicos y fisiológicos de la planta de papa, como el área foliar, número de hojas, longitud de los tallos, tasa de fotosíntesis, número y tamaño del tubérculo y por tanto rendimiento. (Dalla Costa et al., 1997)

El efecto del estrés hídrico en el rendimiento del tubérculo depende de la suma de procesos morfo-fisiológicos, como la fotosíntesis, la expansión y duración del área foliar, la asignación de asimilados, la iniciación de la tuberización, aumento de volumen y

crecimiento del tubérculo. Además, el momento y la duración del estrés durante el período de crecimiento, así como el clima y las condiciones del suelo son factores que afectan este cultivo. (Jefferies, 1995)

El efecto de la sequía temprana (sequía pre-tuberización) ocasionaba tubérculos más pequeños tanto en variedades sensibles como en tolerantes, en referencia a una sequía tardía (sequía aplicada un mes después de la tuberización). (Mamani, 2000)

Los estados fenológicos más susceptibles a la sequía en papa fueron la emergencia y el inicio de la formación de estolones cuando el daño a la parte aérea de la planta fue superior al 50%. Asimismo, encontró que una sequía temprana (sequía pre-tuberización) ocasionaba tubérculos más pequeños tanto en variedades sensibles como en tolerantes con respecto a una sequía tardía (sequía aplicada un mes después de la tuberización). (Mamani, 2000)

Por otra parte, en un trabajo de investigación se observó que, aunque la papa puede soportar hasta un mes de sequía en condiciones de campo, un período de diez días de estrés hídrico puede causar mucho daño cuando es aplicado en macetas en invernadero. Gabriel et al. (2011)

Adicionalmente, fueron determinados dos periodos críticos de necesidades hídricas en el cultivo de la papa: inmediatamente después de la emergencia y durante la tuberización (Balasimha & Virk, 1978; Martinez, 1988).

2.3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS

- a) **RODRIGUEZ, L.** (2015), en su trabajo de investigación sostuvo que, el objetivo fue determinar el comportamiento fisiológico, bioquímico y de fenología de plantas de tres variedades colombianas de *S. tuberosum* L. frente a déficit hídrico y la rehidratación. El experimento se estableció en invernadero, y los tratamientos se dispusieron en el arreglo de parcelas divididas bajo el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; el estrés hídrico se aplicó en un período corto de tiempo, 4 a 6 días, hasta alcanzar en el suelo valores cercanos a -45 Kilopascuales, que son considerados como causantes de estrés hídrico en papa,

después de lo cual las plantas fueron rehidratadas. Así mismo, se demostró que las variedades de papa evaluadas desplegaron mecanismos de defensa antioxidante de carácter enzimático y no enzimático para proteger moléculas y estructuras celulares e igualmente activaron mecanismos de ajuste osmótico mediante la síntesis de prolina y azúcares reductores para reducir la pérdida de agua bajo condiciones de déficit hídrico. Se concluye que entre las variedades de *S. tuberosum* L. evaluadas existen diferencias en los mecanismos de respuesta al déficit hídrico, que se explican mediante las variaciones en el comportamiento de parámetros fisiológicos, bioquímicos, de crecimiento, fenología y rendimiento potencial; así como por la diferente capacidad de tolerancia al déficit hídrico por períodos de tiempo diferente. Así mismo, las diferencias en tolerancia al déficit hídrico entre variedades de papa son debidas a las variaciones en la respuesta de parámetros relacionados con el estado hídrico, la fotosíntesis, el ajuste osmótico y la defensa antioxidante principalmente. Del mismo modo, se determinó que uno de los primeros efectos del período de déficit hídrico fue la reducción en la fotosíntesis neta, la cual fue causada principalmente por la reducción en la conductancia estomática.

- b) **INGA, M.** (2014), en su trabajo menciona que, la investigación se realizó en invernaderos de la Estación experimental del CIP- Huancayo, desarrollándose en dos fases: i) Utilizando tubos de PVC, ii) Utilizando maceteros; las variables evaluadas fueron: marchitez, grado de postrado, capacidad de recuperación, concentración de clorofila, número de estomas y área estomática, materia seca (follaje, tubérculos y raíces), longitud radicular, componentes de rendimiento (peso y número de tubérculos). Los resultados mostraron que: El efecto del estrés por déficit hídrico fue más severo en la 11 Fase y menos severo en la 1 Fase. Todos los genotipos resultaron con valores altos de marchitez, grado de postrado y pocos se recuperaron, existió una disminución significativa para materia seca de follaje, tubérculos, concentración de clorofila a y b y peso de tubérculos a la cosecha, existió un aumento significativo para materia seca de raíces y longitud radicular, mientras no existió ninguna variación significativa para número de

estomas y número de tubérculos. Los mecanismos de tolerancia al estrés hídrico en genotipos de papa estarían asociados a una mayor longitud radicular y mayor peso de tubérculos a la cosecha. Los genotipos que destacaron superando al genotipo Tacna (tolerante) en la 1 Fase fueron: Luqui morada y Compis para materia seca de raíces y longitud radicular. Choquepito, Luqui morada y Waca corota para peso de tubérculos a la cosecha y en la 11 Fase fueron: Luqui morada y Ccompis para materia seca de raíces y longitud radicular. G501 065.1 y Ccompis para peso de tubérculos a la cosecha.

- c) **DÍAZ, P.** (2016), en su trabajo de investigación menciona que, el objetivo fue evaluar en dos variedades de papa criolla el efecto de diferentes periodos de déficit hídrico en la etapa de tuberización, con el propósito de identificar el número de días en déficit hídrico que pueden tolerar genotipos de esta especie. La respuesta se evaluó a partir de parámetros fisiológicos tales como: temperatura de la hoja, potencial hídrico foliar, contenido relativo de agua y rendimiento. Los resultados permitieron identificar en ambos genotipos que periodos entre 13 y 16 días de déficit hídrico disminuyen el rendimiento entre el 43% y 73%. Los parámetros temperatura de la hoja, contenido relativo de agua y rendimiento permitieron diferenciar el efecto de los periodos en déficit hídrico, sin embargo, el potencial hídrico foliar no presentó diferencias significativas entre las plantas con déficit hídrico y sin déficit. Se concluyó que periodos de déficit hídrico bajo condiciones de invernadero entre 13 y 16 días, permite realizar estudios de tolerancia y de selección de genotipos al déficit hídrico en esta especie.
- d) **GABRIEL, J. et al.** (2011), en su trabajo de investigación menciona que, con el objetivo de seleccionar clones resistentes a sequía en condiciones de invernadero, se evaluaron nueve familias de cruzamientos interespecíficos con un total de 563 clones. Las familias fueron sometidas a sequía durante 10 días en el inicio de tuberización (a los 76 días después de la siembra). Las variables respuesta fueron la severidad (S), recuperación (R), grado de postrado (P), volumen de raíz (VR), peso seco de raíz (PSR), longitud de raíz (LR), eficiencia

de uso de agua (WUE), peso (PT) y número de tubérculos (NT). En base a los parámetros evaluados fueron seleccionados 19 clones con mayor resistencia a estrés hídrico por sequía. La familia 02-208 (YH - blb x phu) mostró el menor S y mayor R con respecto a las demás familias. Hubo alta correlación de la variable R versus P, VR, LR y WUE. Por otra parte, los componentes de varianza genética mostraron que los efectos aditivos y dominantes son igualmente importantes en la resistencia al estrés hídrico por sequía en la mayoría de las variables evaluadas. El progenitor masculino [phu x blb 21] mostró una alta aptitud combinatoria general (ACG) para las variables mencionadas y las cruces A (blb x phu) x NKD – 164 (stn) y [Chulina 3 (phu)] x (phu x blb21) mostraron las más alta aptitudes combinatorias específicas (ACE).

- e) **LOZANO, F.** (2015), en su trabajo "Eficiencia de uso de agua en quince genotipos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de estrés Hídrico por sequía", indica que el experimento se llevó a cabo en invernadero con condiciones controladas, para caracterizar la respuesta y entender la relación entre la EUA, el rendimiento y la tolerancia en 15 genotipos de papa de la población avanzada de mejoramiento del Centro Internacional de la Papa (CIP). El experimento fue llevado a cabo bajo el diseño experimental de parcelas divididas teniendo como factor principal dos tipos de riego, sequía regulada y riego normal y como factor secundario los quince genotipos. A través del experimento se evaluaron variables morfológicas y fisiológicas tales como contenido relativo de clorofila (SPAD), contenido relativo de agua (CRA), Potencial Osmótico (PO), Área foliar (AF), transpiración y parámetros de rendimiento tales como el peso de la biomasa, Índice de Cosecha (IC) e Índice de tolerancia a la reducción de agua (TRA). Los resultados de la investigación muestran diferencias significativas entre tratamientos, y en general las plantas sometidas a limitaciones de agua muestran un rendimiento menor, existiendo una reducción en la biomasa y el área foliar. Los genotipos, CIP398190.89, CIP397077.16, CIP392797.22, CIP398208.620 mostraron una mayor eficiencia en el uso de agua bajo condiciones de sequía sin que esto produzca una reducción drástica en su rendimiento.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

Este experimento se instaló en el Fundo La Católica de la Universidad Católica de “Santa María”, en la Zona Especializada del Proyecto Majes, en la Sección “B” de la Irrigación Majes, ubicada a una Latitud $16^{\circ} 21' 39''$ S, Longitud $72^{\circ} 11' 27''$ O, 1410 msnm., en el Distrito Majes, Provincia Caylloma, Región Arequipa. (Fotografía 1)

FOTOGRAFÍA 1: Ubicación del campo experimental



Fuente: Google Earth(2016)

3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

La preparación del campo experimental empezó en enero 2016, la siembra se realizó el 22 de febrero de 2016 y la cosecha el 14 de junio de 2016.

3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

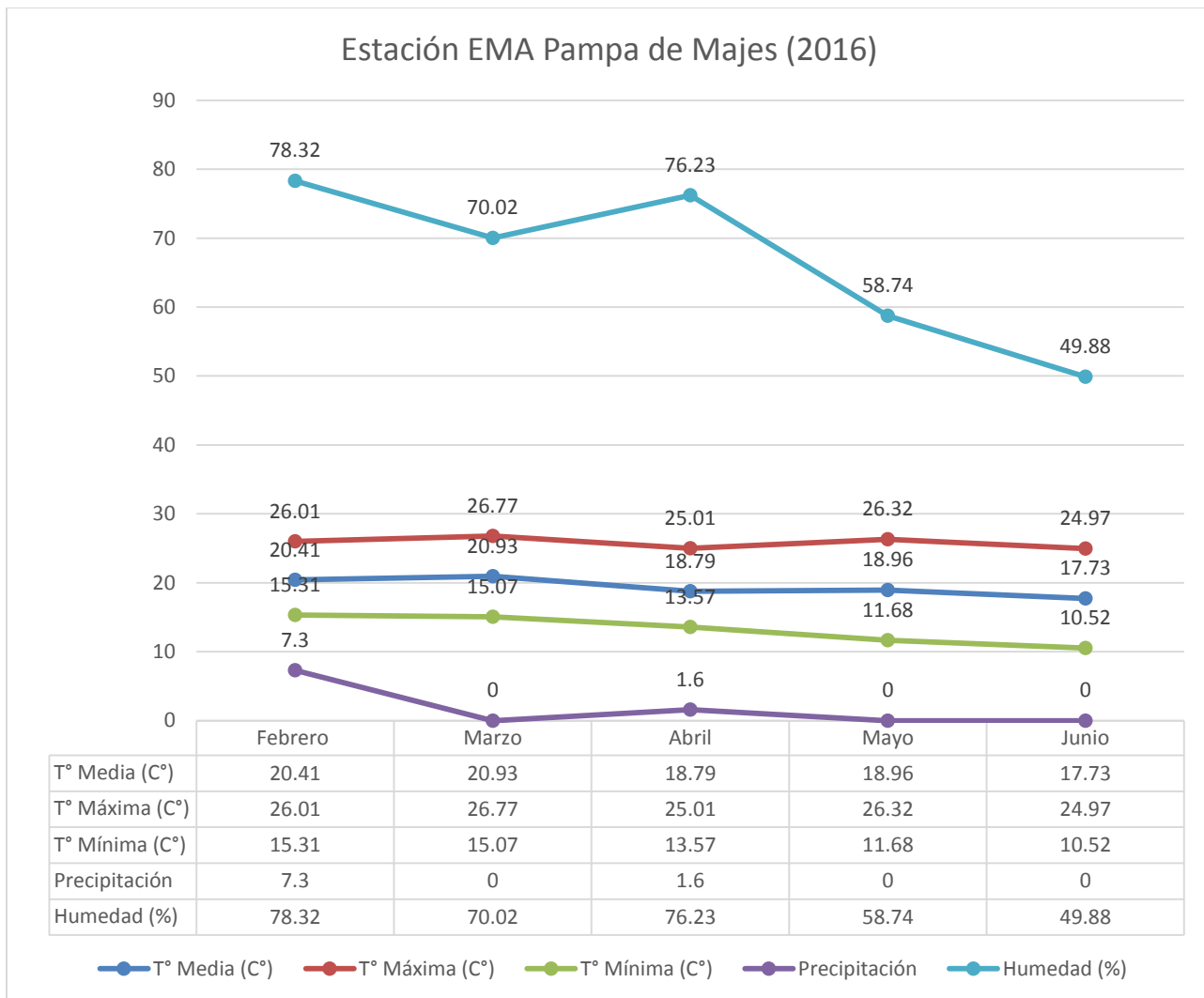
El campo experimental donde se instaló el trabajo de investigación, es un terreno que estuvo cultivado con tara por 8 años; luego de este periodo, se procedió a retirar dicha plantación y el terreno quedó en barbecho.

3.1. CLIMATOLOGÍA

Los datos climatológicos se obtuvieron de la Estación EMA Pampa de Majes – 4729E39A, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); la Estación Meteorológica es de tipo Automática – Sutron. Se encuentra ubicada a una latitud de 16 20'8.35" S y una longitud de 72 9'9.56" W.

Para hacer una revisión a mayor detalle, en los Anexos 1,2,3,4 y 5 y la representación gráfica de las temperaturas máximas y mínimas en el Gráfico 1, para los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2016.

GRÁFICO 1: Humedad, temperaturas máximas, mínimas y promedios. (febrero-junio 2016)



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2016).

3.2. RECURSO SUELO

El análisis de suelo de la estación experimental, se muestran en el Anexo 6, donde se observa que son suelos de textura franco arenosa, con un 1.42 % de Materia orgánica, 0.07% de Nitrógeno C/N, 75.10 ppm de fósforo, 1225.87 y 7.16% de COC3.

Es un suelo con reacción moderadamente alcalina en pH (7.90) y muy salino en conductividad eléctrica (3.92 dS/m). (Cuadro 2)

CUADRO 2: Análisis de Suelo. Zona Especializada. FUNDO LA CATOLICA

Parámetro	Unidad	Valor
Arena	%	63.6
Arcilla	%	13.0
Limo	%	23.4
Textura		Franco arenoso
Porosidad	%	38.0
Capacidad de campo	%	11.3
Punto de Marchitez	%	3.4
Agua disponible	%	7.9
Materia Orgánica	%	1.42
Nitrógeno	%	0.07
Fósforo	ppm	75.10
Potasio	ppm	1224.87
CO ₃ Ca	%	7.16
Conductividad Eléctrica	dS/m	3.92
pH		7.90
Ca	meq/100gr	40.800
Mg	meq/100gr	2.400
Sodio	meq/100gr	1.261
Potasio	meq/100gr	5.128
Sulfatos	meq/100gr	
Cloruros	meq/100gr	
Bicarbonatos	meq/100gr	

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos, aguas y semillas. INIA-Arequipa (2016)

3.3. RECURSO AGUA

Las aguas que abastecen a la Irrigación Majes, provienen del Río Sigwas (Bocatoma de Pitay), luego de ser trasvasadas del Río Colca, a través de 100 Km. entre túneles y canales. Las muestras de agua han sido obtenidas en el desarenador terminal, y que abastecen a toda la irrigación.

El análisis de esta muestra se indica en el Cuadro 3, donde podemos verificar que para la conductividad eléctrica arrojó un resultado de 782 $\mu\text{S}/\text{cm}$. a 25°C, lo que indica conductividad baja; para una mayor comprensión podemos encontrar el análisis de agua en el Anexo 7. En cuanto al pH, es de reacción alcalina al presentar 8,10. (Cuadro 03)

CUADRO 3: Análisis de Agua de Riego. Irrigación Majes

Determinación	Símbolo	Unidad de Medida	Resultado
Conductividad eléctrica	C.E.	$\mu\text{S}/\text{cm}$. a 25°C	782
Reacción	pH	pH	8,10
Cationes			
Calcio	Ca ⁺⁺	meq/l	2.36
Magnesio	Mg ⁺⁺	meq/l	0.98
Sodio	Na	meq/l	4.39
Potasio	K ⁺	meq/l	0.25
Aniones			
Alcalinidad		meq/l	1.35
Cloruros	Cl	meq/l	2.90
Nitratos	NO ₃ ⁻	meq/l	<0.16
Sulfatos	SO ₄	meq/l	1.94
Metales Totales			
Hierro	Fe	mg/l	0.27
Manganeso	Mn	mg/l	<0.05
Zinc	Zn	mg/l	<0.05
Metales Solubles en ácido			
Boro	B	mg/l	0.71
Cobre	Cu	mg/l	<0.05

Fuente: Laboratorio AGQ Perú S.A.C. (2016)

3.4. COMPONENTES EN ESTUDIO

- Variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.).
- Estrés hídrico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

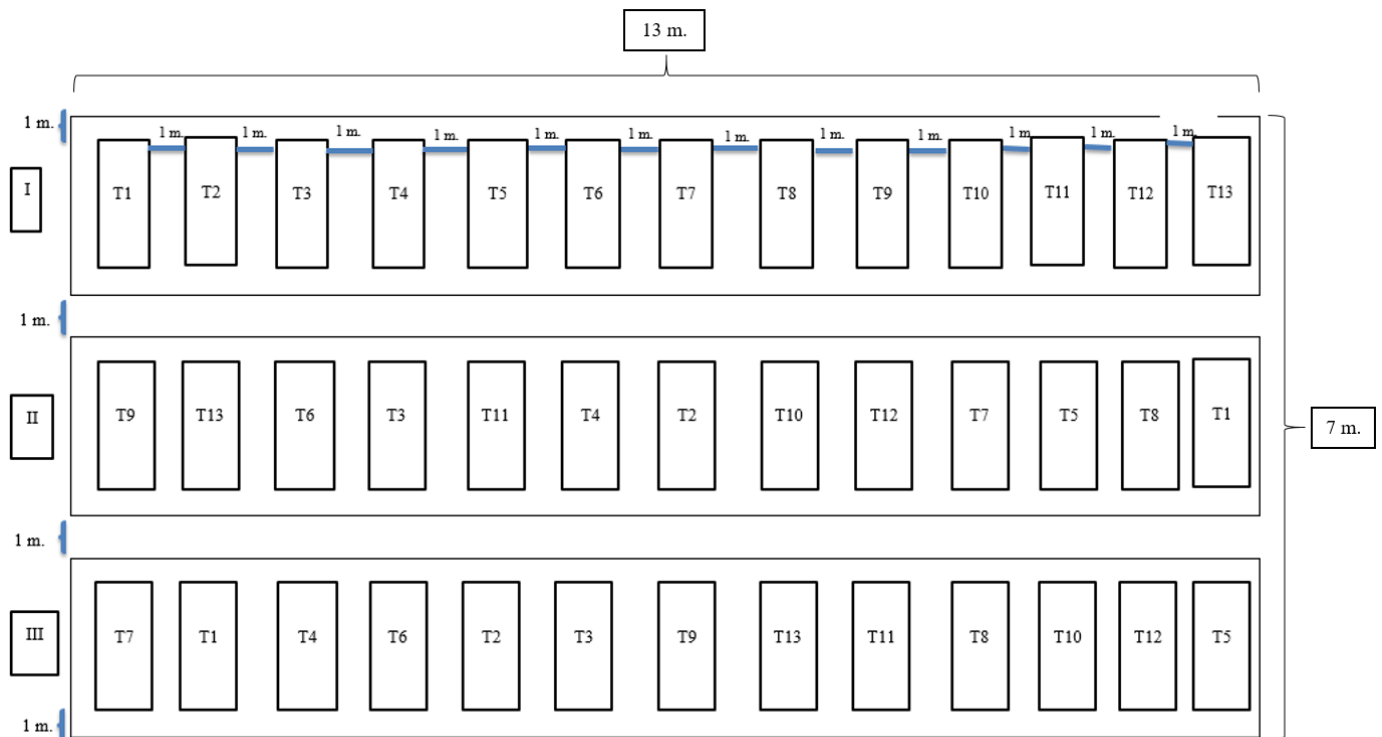
3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

- T1: Papa variedad Mactillo
- T2: Papa variedad Qompis
- T3: Papa variedad Moro Huayro
- T4: Papa variedad Peruanita
- T5: Papa variedad Puca Soncco
- T6: Papa variedad Duraznillo
- T7: Papa variedad CICA
- T8: Papa variedad Yungay
- T9: Papa variedad Canchan
- T10: Papa variedad Serranita
- T11: Papa variedad Revolución
- T12: Papa variedad UNICA
- T13: Papa variedad Antañita

3.6. DISEÑO Y DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar con 13 Tratamientos y 3 repeticiones. El área total de la zona de investigación fue de 91 m² , mientras que la unidad experimental tuvo un área de 2.1 m².

3.7. CROQUIS EXPERIMENTAL



Características del área experimental

- Área bruta:

Largo: 13 m

Ancho: 7 m

Área total: 91 m²

- Área Bloque:

Largo: 13 m

Ancho: 2.1 m

Área total: 27.3 m²

Distanciamiento entre bloques: 1 m

N° de bloques: 3

- Área Unidad Experimental:

Largo: 2.1 m

Ancho: 1 m

Área total: 2.1 m²

N° de surcos por parcela: 13

N° de tubérculos por parcela: 6

N° de plantas por surco: 6

Distanciamiento entre tubérculos: 0.35 m

Distanciamiento entre surcos: 1 m

N° total de tubérculos del experimento: 234

3.11. MATERIALES Y MÉTODOS

3.11.1. MATERIALES

3.11.1.1. Material de campo

- Sistema de riego por aspersión: 4 aspersores y 5 tubos galvanizados
- Equipo de riego (“Cabeza” o Centro de Control).
- 1 Rollo de cinta de riego, 16 mm de diámetro, goteros cada 20 cm.
- 100 conectores.16 mm de diámetro
- 50 conectores iniciales 16 mm. de diámetro
- 1 válvula de 2".
- 1 niple 2" x 6".

- 1 unión universal 2".
- Tubería galvanizada. 2"
- Fertilizantes químicos
- Herramientas
- Libreta de campo.
- Mochila fumigadora
- Estacas y letreros.
- Planillas.
- Tractor
- Mallas
- Cinta métrica

3.11.1.2. Material Biológico

- Semillas tubérculos de papa, proporcionadas por la Estación Experimental Andenes. INIA - Cuzco.

3.11.1.3. Laboratorio

- Balanza de precisión
- Regla
- Bisturí
- Vernier
- Papel toalla
- Bandejas

3.11.1.4. Material de Escritorio

- Computador personal
- Útiles de escritorio

- Calculadora
- Papelería en general
- Impresora y escáner
- Software Image J y SAS

3.11.1. METODOLOGIA SEGUIDA

3.11.2.1. Preparación del terreno

Se procedió a regar el terreno para estimular la germinación de semillas de malezas luego ingresó el tractor con rígidos para limpiar malezas y restos de troncos provenientes del cultivo de tara. Posteriormente, se procedió con el abonamiento empleando 5 TM. de guano de vacuno, que fueron incorporadas y luego se realizó un riego con aspersión, con la finalidad de lavar el suelo salino y descomponer el estiércol. (Fotografía 2)

FOTOGRAFÍA 2: Preparación del campo experimental



Finalmente, se procedió a la roturación del suelo con el uso del arado de discos, rígidos, nivelación y para concluir, se surcó el terreno con un distanciamiento de 1 m. (Fotografía 3)

FOTOGRAFÍA 3: Labranza del suelo



3.11.2.2 Marcado del campo

Se realizó el marcado del terreno de acuerdo al diseño planificado para el trabajo experimental. Se utilizó estacas, cinta métrica, rafia y letreros.

3.11.2.3. Siembra

Para la siembra, se utilizó semilla tubérculo de papa procedente de la Estación Experimental Andenes (INIA) del Cuzco; los tubérculos fueron sembrados a una profundidad de 10 cm aproximadamente y a la vez, se realizó la fertilización de fondo. Dicha actividad se realizó el 22/02/2016, se utilizó 6 tubérculos por unidad experimental, siendo la distancia entre plantas de 0.35 m y de 1 m de distancia entre surcos. (Fotografía 4).

Para eliminar el efecto borde, se sembró tubérculos de papa variedad UNICA alrededor del área de investigación para que de esta manera se puedan contrarrestar algunos efectos negativos sobre el trabajo de investigación.

FOTOGRAFÍA 4: Marcado y siembra de variedades de papa (*Solanum tuberosum*)



3.11.2.4. Aporque

El aporque se realizó a los 50 dds, cuando el promedio, las plantas de papa alcanzaron una altura de 25 cm.; cabe precisar que esto dependerá también de la variedad.

Esta labor cultural es importante por sus múltiples beneficios, uno de ellos es impedir que los estolones emerjan a la superficie y formen estructuras vegetativas y no nuevos tubérculos, reduciendo así el rendimiento del cultivo. Otro beneficio es aislar a la parte radicular de las posibles plagas y enfermedades. (Fotografía 5).

FOTOGRAFÍA 5: Aporque del cultivo papa (*Solanum tuberosum*)**3.11.2.5. Control de malezas**

Dicha labor es muy importante, consiste en eliminar todas aquellas plantas diferentes a la del cultivo principal. Las malezas son plantas no deseadas, que compiten por recursos como: agua, luz y nutrientes; además de ser hospederas de plagas y enfermedades que terminan por dañar al cultivo y generan un perjuicio económico.

3.11.2.6. Fertilización

Se realizaron dos fertilizaciones: la primera, fertilización de fondo, se efectuó junto con la siembra de la semilla asexual de papa; y la segunda, momentos antes del aporque. Para la fertilización se utilizó la fórmula (200-180-200); como fuente de nitrógeno se utilizó al nitrato de amonio (33.5 % de N) y fosfato diamónico (18% de N); a su vez, el fosfato diamónico (42% P₂O₅) sirvió también como fuente de fósforo y finalmente, se utilizó el sulfato de potasio (50% y 18% Ca O).

Para el caso estrictamente del área del trabajo de investigación, se utilizó 3.41 Kg. de nitrato de amonio, 4.1 Kg. de fosfato diamónico y 3.64 Kg. de sulfato de potasio. (Fotografía 6).

Adicionalmente, tal como lo habíamos mencionado anteriormente, se incorporó 5 TM de guano de ganado vacuno al momento de la preparación del terreno, etapa en la cual se procedió a su descomposición gracias al uso de riego por aspersión.

FOTOGRAFÍA 6: Fertilización del cultivo papa (*Solanum tuberosum*)



3.11.2.7. Riego

Para la investigación, se realizaron dos tipos de riego: inicialmente se utilizó riego por aspersión para la descomposición de la materia orgánica aplicada y también desde la siembra hasta la emergencia, luego riego por goteo. (Fotografía 7).

La papa, es un cultivo muy importante, es exigente en agua y muy sensible al déficit hídrico (5000-7000 m³ /ha/campaña en Costa). (MINAGRI, 2012)

Bajo las condiciones del trabajo, el riego se realizó por espacio de 1 hora por día (fraccionado en dos tiempos de riego de 30 min. cada uno), con goteros de 16 mm de diámetros y 1 litro de caudal por hora. En toda el área de investigación, se utilizó por día 475 litros de agua; es decir, que al ser 234 las plantas evaluadas, cada planta recibía 2.03 litros de agua por día.

Para aquellas plantas que fueron cosechadas a los 105 dds, su consumo debió de ser 213.15 litros, pero al someter a las plantas a 10 días de estrés hídrico, cada planta dejó de percibir 20.3 litros, es decir se le restó casi un 10% de su consumo normal; mientras que aquellas variedades que fueron cosechadas a los 130 dds., su consumo debió de ser 263.9 litros y de la misma forma, luego de ese periodo de estrés hídrico, estas plantas también dejaron de percibir 20.3 litros.

FOTOGRAFÍA 7: Riego por goteo en papa (*Solanum tuberosum*)



3.11.2.8. Tolerancia a la sequía

Para este estudio fueron escogidas trece variedades de papa, enviadas directamente de la estación Andenes INIA del Cuzco; los tubérculos- semilla de las trece variedades fueron sembrados en el campo experimental y fueron sometidas al estrés hídrico,

interrumpiendo el riego justo al inicio de la tuberización por un periodo de 10 días, transcurridos estos días, las plantas regresaron a ser regadas con normalidad.

Cuando las plantas estuvieron en plena tuberización, que dependía de la variedad, se interrumpió el riego en todas las variedades, a fin de someter a las plantas a un periodo de 10 días de estrés hídrico. Finalizado el periodo de estrés, las plantas fueron recuperadas retornando el riego. (Martínez y Moreno, 1992)

Adicionalmente, en un estudio sobre estrés hídrico en variedades de papas se menciona: “Las familias fueron sometidas a sequía durante 10 días en el inicio de tuberización (a los 76 días después de la siembra). (Gabriel et al., 2012)

En tal sentido, se concluyó que periodos de déficit hídrico bajo condiciones de invernadero entre 13 y 16 días, permite realizar estudios de tolerancia y de selección de genotipos al déficit hídrico en esta especie. (Díaz, 2016)

Por otro lado, fueron determinados dos periodos críticos de necesidades hídricas en el cultivo de la papa: inmediatamente después de la emergencia y durante la tuberización. (Martínez y Moreno 1992)

3.11.2.9. Control sanitario

Se tuvo presencia de Tizón tardío, a finales de marzo 2016, enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, y fue controlada con dos aplicaciones de Mancozeb-Benalaxyl (50 gr/mochila de 20 l).

En plagas se presentaron áfidos (*Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*), Loritos (*Russelliana solanícola*) y polilla de la papa (*Phthorimaea operculata*) y se controlaron con dos aplicaciones de cipermetrina (20 ml/mochila de 20 l).

Hubo presencia de controladores biológicos como crisopas y crisomélidos, que en su primer momento controlaron a pulgones, por su baja población.

3.11.2.10. Cosecha

Previamente a la cosecha, una semana antes, se realizó el corte de la parte aérea de la planta y/o follaje. De acuerdo al ciclo fenológico de cada variedad, la cosecha se realizó a los 105 dds; y la segunda, a los 130 dds.

La cosecha se realizó manualmente planta por planta, evitando dañar los tubérculos de cada una de los tratamientos evaluados. (Fotografía 8)

Al concluir la cosecha, se procedió a evaluar los tubérculos con los materiales mencionados anteriormente; la balanza fue usada para temas relacionados al peso, mientras que el vernier fue utilizado para identificar el diámetro polar y ecuatorial de cada uno de los tubérculos cosechados; todas las evaluaciones se realizaron en base a la revisión bibliográfica anteriormente mencionada.

FOTOGRAFÍA 8: Cosecha de las variedades de papa (*Solanum tuberosum*)



3.12. OBSERVACIONES DE CAMPO Y LABORATORIO

3.12.1. OBSERVACIONES DE CAMPO

- Periodo vegetativo

3.12.2. OBSERVACIONES DE LABORATORIO

- Análisis de agua
- Análisis de suelo

3.13. EVALUACIONES

3.13.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA

- **Emergencia**

Se evaluó el tiempo promedio que tarde en emerger cada variedad de papa; se tomó la totalidad de las plantas (6 plantas por tratamiento). La evaluación se realizó a partir de la plantación de forma semanal. La unidad se expresa en porcentaje.

$$\% \text{ Emergencia} = (\text{N}^\circ \text{ de plantas emergidas} / \text{N}^\circ \text{ de tubérculos plantados}) \times 100$$

- **Altura de planta**

Es la distancia comprendida entre el cuello de la planta y el ápice de la hoja más alta; se tomó la totalidad de las plantas (6 plantas por tratamiento). Se realizaron mediciones quincenales hasta llegar a floración con la ayuda de una cinta métrica. Las unidades se expresan en cm.

- **Número de tallos aéreos**

Se tomó la totalidad de las plantas (6 plantas por tratamiento). El conteo se realizó a la llegada de la floración. La unidad se expresa en unidades.

- **Inicio de tuberización**

Es un período corto, de 10 a 14 días de duración, en el cual se inicia la formación de tubérculos en las extremidades del estolón. Este período coincide generalmente con el inicio de la floración. (VANDER ZAAG, 1990, RANDALL y GARY, 1993 y SIERRA et al., 2002)

Se tomaron muestras representativas de plantas (1 planta por repetición) y se le dio seguimiento por a partir de la floración (30,35,40,45 y 50 días después de la emergencia); se tomaba la planta muestra y se escarbaba con sumo cuidado para evitar dañar a la planta y se observaba el desarrollo de dicho proceso.

- **Área foliar en plantas de papa**

Las determinaciones de área foliar son muy importantes en investigación. Para su cuantificación existen equipos automáticos, pero costosos y de escasa disponibilidad. Para superar estos limitantes, en esta investigación se acoplaron el uso de escáner y un software libre para análisis de imágenes (ImageJ), con el fin de determinar el área foliar en forma simple, precisa y a bajo costo. Las unidades se expresan en dm^2 .

3.13.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

- **Peso de tubérculos por planta**

Después de la cosecha, se realizó el conteo de tubérculos por planta, clasificación por diámetro con el vernier, considerando los parámetros establecidos y el rendimiento; con fines académicos, los resultados se extrapolaron a la unidad de Kg/ha.

3.13.3. CALIDAD COMERCIAL

- **Diámetro de tubérculos**

Para el diámetro de tubérculos por planta, se midió el diámetro de los tubérculos obtenidos en la cosecha haciendo uso del vernier, posteriormente se clasificó por tamaños en tres grupos según rangos establecidos. Las unidades se expresan en mm.

- **Tubérculos comerciales**

Para los tubérculos comerciales, se pesó los tubérculos cosechados por planta haciendo uso de la balanza, posteriormente se clasificó en 3 calidades según rangos establecidos. Posteriormente, se evaluó cada uno de los tubérculos cosechados por planta, se sumó y se clasificó según rango comercial

3.13.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

- **Ingreso o Beneficio Bruto.** El beneficio Bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que tiene en el mercado.

$$BB = R * P$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento (Kg/ha)

P = Precio (Bs/kg)

- **Beneficio Neto.** La estimación de los Beneficios Netos se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{BN} = \text{BB} - \text{CT}$$

Dónde:

BN = Beneficio Neto

BB = Beneficio Bruto (Bs/ha)

CT = Costo total (Bs/ha)

- **Tasa de Retorno Marginal.** La Tasa de Retorno Marginal se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{TRM} = \text{BM} / \text{CM} * 100\%$$

Dónde:

TRM = Tasa de Retorno Marginal

BM = Beneficio Marginal o Ingreso Bruto (beneficio superior próximo inferior) (Bs/ha)

CM = Costo Marginal o Producción (Bs/ha)

- **Ingreso neto del cultivo**

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{CP}$$

Dónde:

IB= Ingreso Bruto

CP=Costo de producción

- **Relación beneficio/costo**

$$\text{B/C} = \text{IB} / \text{CP}$$

Dónde:

B=Beneficio

C=Costo

3.13.5. CORRELACIONES

La correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. Para el caso de la presente investigación, se realizarán las siguientes correlaciones: entre altura de planta y rendimiento, tallos aéreos y rendimiento, área foliar y rendimiento, tallos aéreos y papa calidad primera, tallos aéreos y papa calidad segunda, finalmente, tallos aéreos y papa calidad tercera.

3.14. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se hizo uso del Método Automatizado, recopilando datos utilizando equipos de sumariación y cálculos electrónicos o de cómputo. Con el apoyo de estos se hace una concentración más rápida de resultados a través de tabulaciones y clasificaciones más confiables de los datos, también se gana en profundidad y el tiempo invertido es menor, además de que se logra una mejor calidad en la presentación de los resultados.

Este método automatizado abarca desde las actividades matemáticas y estadísticas que se realizan con diversos equipos electromecánicos y electrónicos de cálculo hasta los modernos sistemas de cómputo. En estos últimos existen programas excelentes y dispositivos electrónicos muy útiles para concentrar datos, realizar gráficas y tabular automáticamente.

Los datos analizados son tiempo de emergencia, altura de plantas, número de tallos aéreos por planta, inicio de tuberización, área foliar, peso de tubérculos comerciales diámetro de tubérculos y rendimiento. Se utilizó el DBCA y los datos a la computadora para posteriormente utilizar el Sistema SAS, sistema que ayudará a realizar los cálculos y análisis de varianza; en caso de que haya significación, se hizo la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% de significancia.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA

4.1.1. EMERGENCIA

4.1.1.1. Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a 20 días después de la siembra (dds)

En el Anexo 8, se muestra todos los resultados de campo para la emergencia a 20 días después de la siembra (dds.), donde se observa que el tratamiento T9 (Canchán) presenta el mayor porcentaje de plantas emergidas con 22.22 % y los porcentajes más bajos son de los Tratamientos T4 (Peruanita) y T5 (Puca Soncco) con 0% de emergencia en ambos casos.

En el Anexo 9, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de emergencia a 20 días después de la siembra (dds.), donde puede observarse que no existe diferencia significancia entre tratamientos ni entre bloques para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 96.5 %.

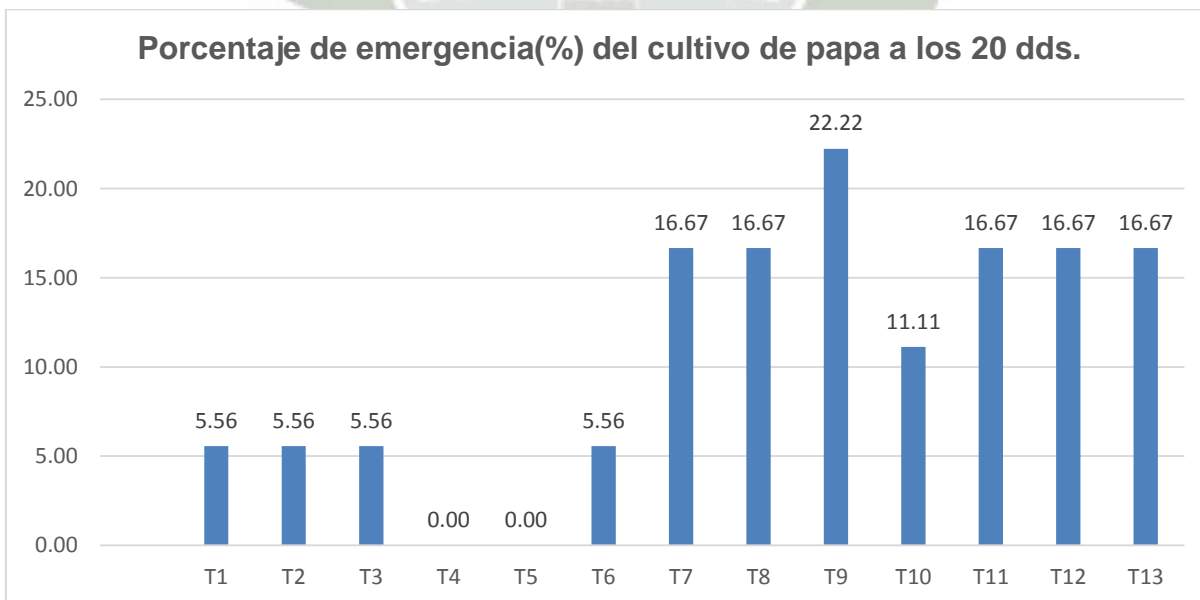
En el Cuadro 4, se muestra el promedio de los porcentajes obtenidos en las diferentes variedades.

En el Gráfico 2, se muestra su representación gráfica.

CUADRO 4: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 20 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Promedio % emergencia
1	T9	Canchán	22.22
2	T7	CICA	16.67
3	T8	Yungay	16.67
4	T11	Revolución	16.67
5	T12	UNICA	16.67
6	T13	Anteñita	16.67
7	T10	Serranita	11.11
8	T1	Mactillo	5.56
9	T2	Qompis	5.56
10	T3	Moro Huayro	5.56
11	T6	Duraznillo	5.56
12	T4	Peruanita	00
13	T5	Puca Sonco	00

GRÁFICO 2: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 20 días después de la siembra



4.1.1.2. Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a 27 días después de la siembra (dds)

En el Anexo 10, se muestra los resultados de campo para la emergencia a 27 días después de la siembra (dds.), donde se observa que el mayor porcentaje es de 44.44% para los tratamientos T9 (Canchán), T12(UNICA) y T11(Revolución); siendo T4 (Peruanita) y T5(Puca Soncco) los porcentajes más bajos con 5.56 %.

En el Anexo 11, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de emergencia a 27 días después de la siembra (dds.), donde puede observarse que existe diferencia significancia entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 32.10 %.

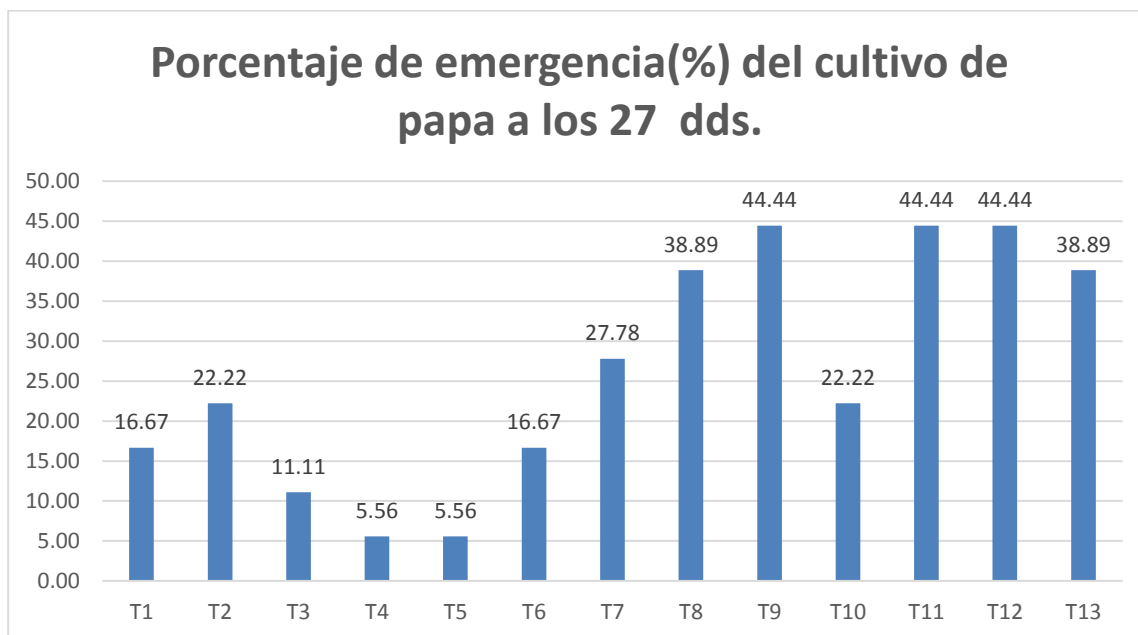
En el Cuadro 5, se muestra los porcentajes obtenidos en las diferentes variedades.

En el Gráfico 03 se muestra su representación gráfica.

CUADRO 5: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 27 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Promedio % de emergencia
1	T9	Canchan	44.44
2	T11	Revolución	44.44
3	T12	UNICA	44.44
4	T8	Yungay	38.89
5	T13	Anteñita	38.89
6	T7	CICA	27.78
7	T2	Qompis	22.22
8	T10	Serranita	22.22
9	T1	Mactillo	16.67
10	T6	Duraznillo	16.67
11	T3	Moro Huayro	11.11
12	T4	Peruanita	5.56
13	T5	Puca Soncco	5.56

GRÁFICO 3: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 27 días después de la siembra



4.1.1.3. Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a 34 días después de la siembra (dds)

En el Anexo 12, se muestra los resultados de campo para la emergencia a 34 días después de la siembra (dds.), donde se observa que el mayor porcentaje es de 100% para el tratamiento T12 (UNICA) y el porcentaje más bajo es de 50% para los tratamientos T1 (Mactillo), T3 (Moro Huayro) y T4 (Peruanita) con 50.00%.

En el Anexo 13, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de emergencia a 34 días después de la siembra (dds.), donde puede observarse que existe diferencia significancia entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 12.50 %.

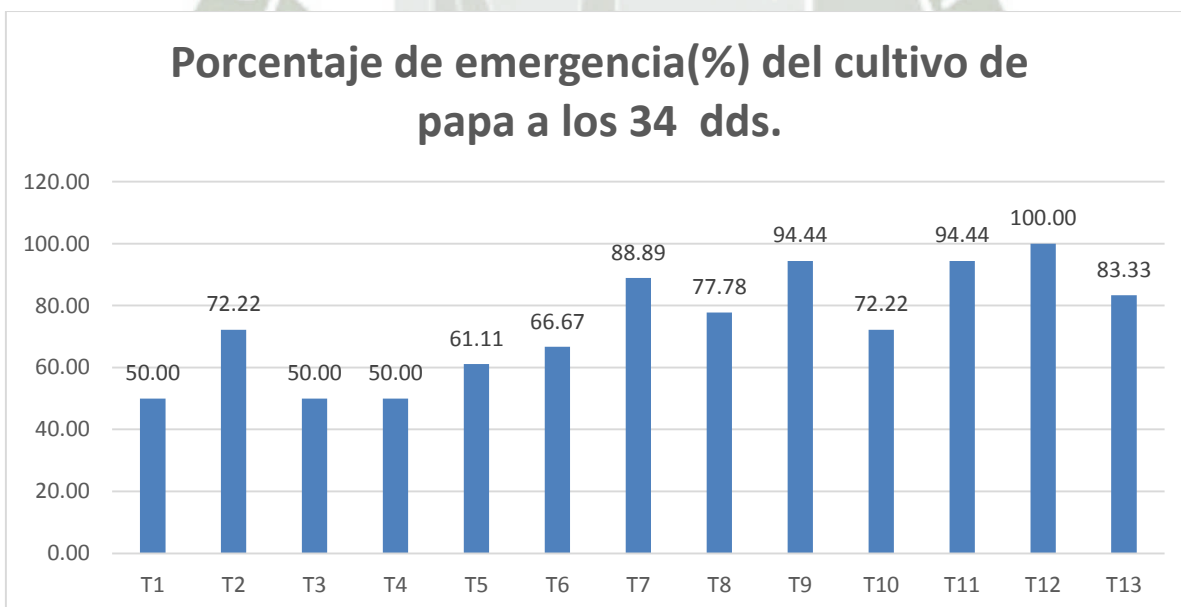
En el Cuadro 06, se muestra los porcentajes obtenidos en las diferentes variedades.

En el Gráfico 04 se muestra su representación gráfica.

CUADRO 6: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 34 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Promedio % de emergencia
1	T12	UNICA	100.00
2	T11	Revolución	94.61
3	T9	Canchan	94.61
4	T7	CICA	88.89
5	T13	Anteñita	88.33
6	T8	Yungay	77.78
7	T2	Qcompis	72.22
8	T10	Serranita	77.22
9	T6	Duraznillo	66.67
10	T5	Puca Soncco	61.11
11	T1	Mactillo	50.00
12	T3	Moro Huayro	50.00
13	T4	Peruanita	50.00

GRÁFICO 4: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 34 días después de la siembra



4.1.1.4. Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a 41 días después de la siembra (dds)

En el Anexo 14, se muestra los resultados de campo para la emergencia a 41 días después de la siembra (dds.), donde se observa que los tratamientos T2 (Qcompis), T3 (Moro Huayro), T7 (CICA), T8 (Yungay), T9 (Canchan), T10 (Serranita), T11 (Revolución), T12 (UNICA) y 13 (Anteñita) lograron el 100 % de plantas emergidas; mientras que el porcentaje más bajo fue del tratamiento T4 (Peruanita) con 72.22%.

En el Anexo 15, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de emergencia a 41 días después de la siembra (dds.), donde puede observarse que existe diferencia significancia entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 por ciento, con un CV de 12.50 %.

En el Cuadro 07, se muestra los porcentajes obtenidos en las diferentes variedades.

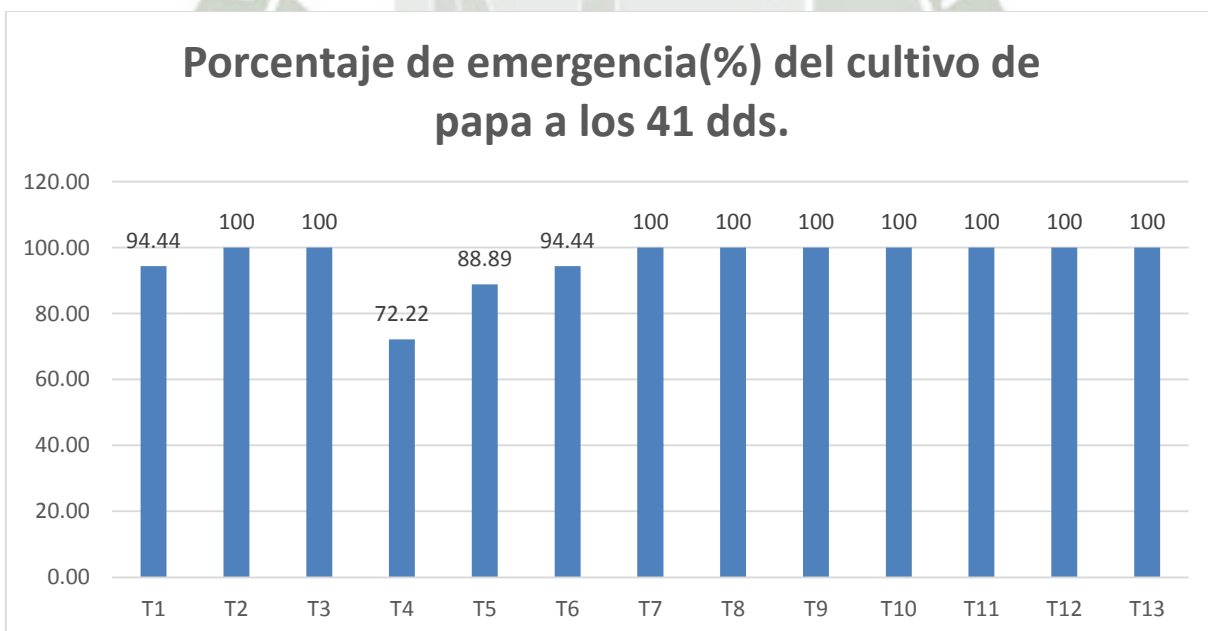
En el Gráfico 05 se muestra su representación gráfica.

Adicionalmente, en el Cuadro 08, se muestra un cuadro resumen del resultado de todas las evaluaciones para porcentaje de emergencia.

CUADRO 7: Porcentaje de emergencia del cultivo papa a los 41 días después de la siembra en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Promedio % de emergencia
1	T12	UNICA	100.00
2	T11	Revolución	100.00
3	T9	Canchan	100.00
4	T7	CICA	100.00
5	T13	Anteñita	100.00
6	T8	Yungay	100.00
7	T2	Qcompis	100.00
8	T10	Serranita	100.00
9	T6	Duraznillo	100.00
10	T5	Puca Soncco	94.44
11	T1	Mactillo	94.44
12	T3	Moro Huayro	88.89
13	T4	Peruanita	72.22

GRÁFICO 5: Porcentaje de emergencia del cultivo de papa a los 41 días después de la siembra



CUADRO 8: Resumen de porcentaje de emergencia del cultivo papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Tratamientos	Variedades	Porcentaje de emergencia (%)			
		20 dds.	27 dds.	34 dds.	41 dds.
T1	Mactillo	5.56	16.67	50.00	94.44
T2	Qompis	5.56	22.22	72.22	100.00
T3	Moro Huayro	5.56	11.11	50.00	100.00
T4	Peruanita	0.00	5.56	50.00	72.22
T5	Puca Soncco	0.00	5.56	61.11	88.89
T6	Duraznillo	5.56	16.67	66.67	94.44
T7	CICA	16.67	27.78	88.89	100.00
T8	Yungay	16.67	38.89	77.78	100.00
T9	Canchan	22.22	44.44	94.44	100.00
T10	Serranita	11.11	22.22	72.22	100.00
T11	Revolución	16.67	44.44	94.44	100.00
T12	UNICA	16.67	44.44	100.00	100.00
T13	Anteñita	16.67	38.89	83.33	100.00

4.1.2. ALTURA DE PLANTAS

4.1.2.1. Altura de plantas a los 20 días después de la emergencia

En el Anexo 16, se muestra los resultados de campo para altura de plantas de papa a los 20 días después de la emergencia, donde se observa que el valor más alto lo obtiene el Tratamiento T11 (Revolución) con 4.27 cm. y el más bajo el Tratamiento T6 (Duraznillo) con 1.13 cm., sin considerar los Tratamientos T4 (Peruanita) y T5 (Puca Soncco), que no emergieron.

En el Anexo 17, se indica el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 24.51%

En el Cuadro 09, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los Tratamientos T11 (Revolución), T13 (Anteñita) y T9 (Canchan) presentan diferencia significativa con relación a los Tratamientos T4(Peruanita) y T5(Puca Soncco) para un nivel de significación de 0.05.

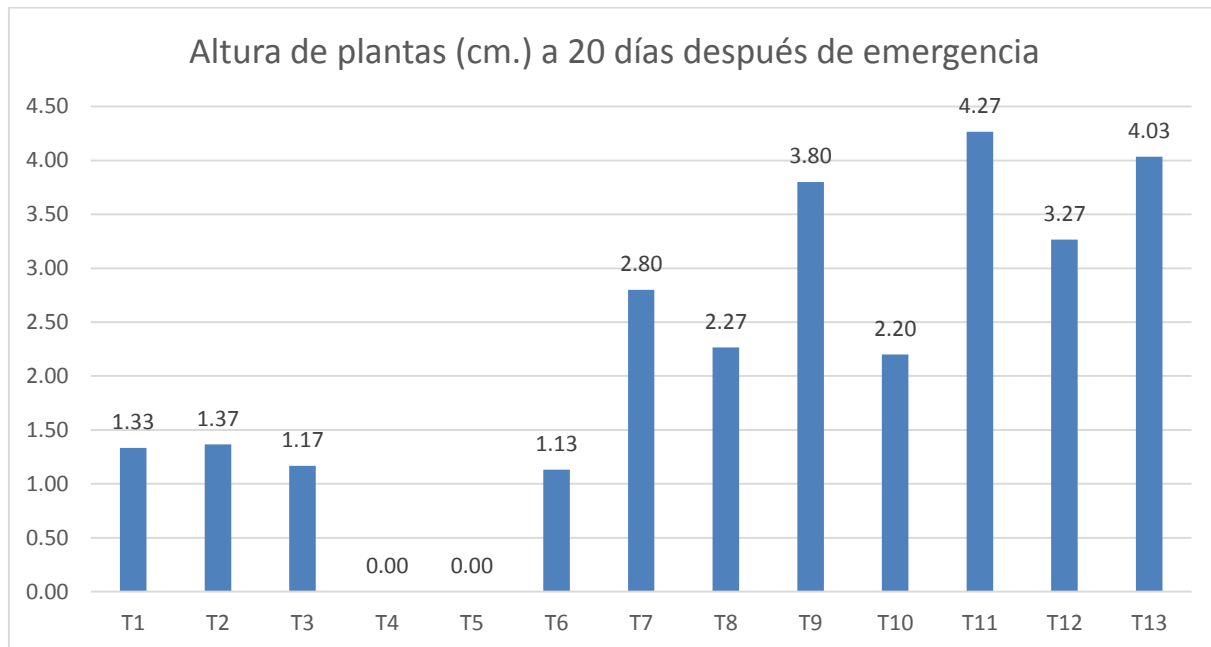
En el Gráfico 06, se muestra su representación gráfica.

CUADRO 9: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 20 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Altura de plantas cm	Significación a= 0.05
1	T11	Revolución	4.27	a
2	T13	Anteñita	4.03	a
3	T9	Canchan	3.80	a
4	T12	UNICA	3.26	a b
5	T7	CICA	2.80	a b
6	T8	Yungay	2.27	a b
7	T10	Serranita	2.20	a b
8	T2	Qcompis	1.37	a b
9	T1	Mactillo	1.33	a b
10	T3	Moro Huayro	1.17	a b
11	T6	Duraznillo	1.13	a b
12	T4	Peruanita	00	c
13	T5	Puca Soncco	00	c

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 6: Altura de plantas (cm.) a 20 días después de emergencia



4.1.2.2. Altura de plantas a los 35 días después de la emergencia

En el Anexo 18, se muestra los resultados de campo para altura de plantas de papa a los 35 días después de la emergencia, donde se observa que el valor más alto lo obtiene el Tratamiento T12 (UNICA) con 23.03 cm. y el más bajo el Tratamiento T6 (Duraznillo) con 13.83 cm.

En el Anexo 19, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 7.65 %.

En el Cuadro 10, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que el Tratamiento T12 (UNICA), presenta diferencia significativa con relación a los Tratamientos T8(Yungay), T3(Moro Huayro), T9(Canchan), T13(Anteñita), T1(Mactillo), T10(Serranita), T5(Puca Soncco), T4(Peruanita) y T6(Duraznillo) para un nivel de significación de 0.05.

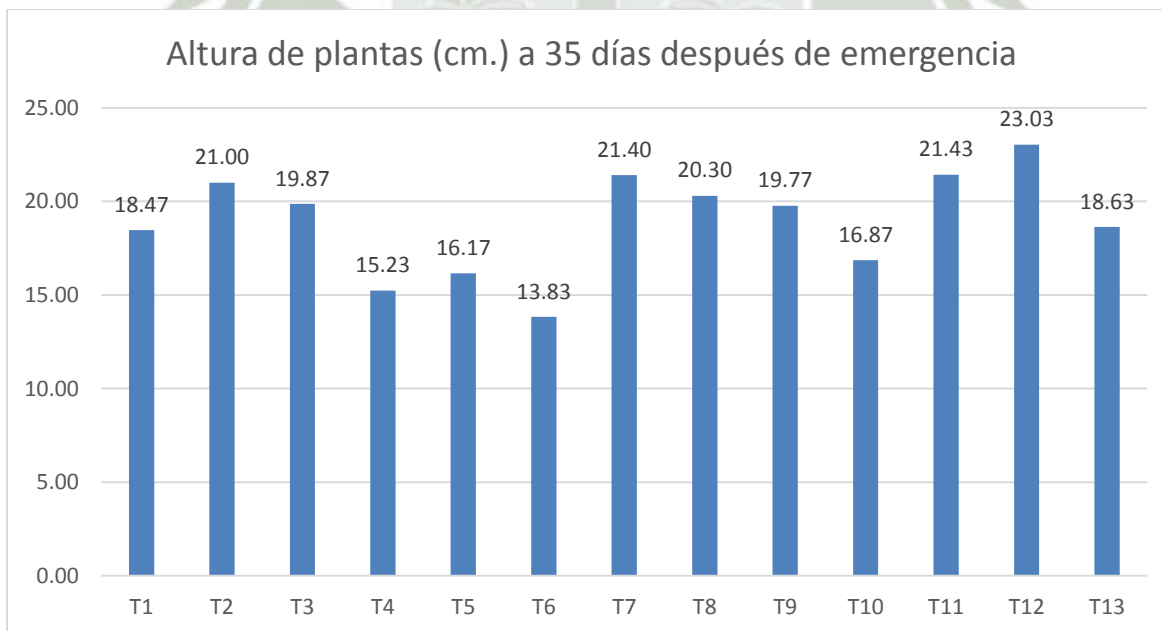
En el Gráfico 7, se muestra su representación gráfica.

CUADRO 10: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 35 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Varietades	Altura de plantas (cm)	Significación $\alpha=0.05$
1	T12	UNICA	23.03	a
2	T11	Revolución	21.43	a b
3	T7	CICA	21.40	a b
4	T2	Qcompis	21.00	a b c
5	T8	Yungay	20.30	b c
6	T3	Moro Huayro	19.87	b c
7	T9	Canchan	19.77	b c
8	T13	Anteñita	18.63	c d
9	T1	Mactillo	18.47	c d
10	T10	Serranita	16.87	d e
11	T5	Puca Soncco	16.17	d e f
12	T4	Peruanita	15.23	e f
13	T6	Duraznillo	13.83	f

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 7: Altura de plantas (cm.) a 35 días después de emergencia



4.1.2.3. Altura de plantas a los 50 días después de la emergencia

En el Anexo 20, se muestra los resultados de campo para altura de plantas de papa a los 50 días después de la emergencia, donde se observa que el valor más alto lo obtiene el Tratamiento T12 (UNICA) con 78.73 cm. y el más bajo el Tratamiento T6 (Duraznillo) con 38.37 cm.

En el Anexo 21, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos y entre Bloques, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 3.96 %.

En el Cuadro 11, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los Tratamientos T12 (UNICA) y T9 (Canchan), presentan diferencia significativa con relación a los Tratamientos T8(Yungay), T11(Revolución), T10(Serranita), T2(Qompis), T1(Mactillo), T13(Ateñita), T3(Moro Huayro), T4(Peruanita), T5(Puca Soncco),y T6(Duraznillo) para un nivel de significación de 0.05.

En el Gráfico 8, se muestra su representación gráfica.

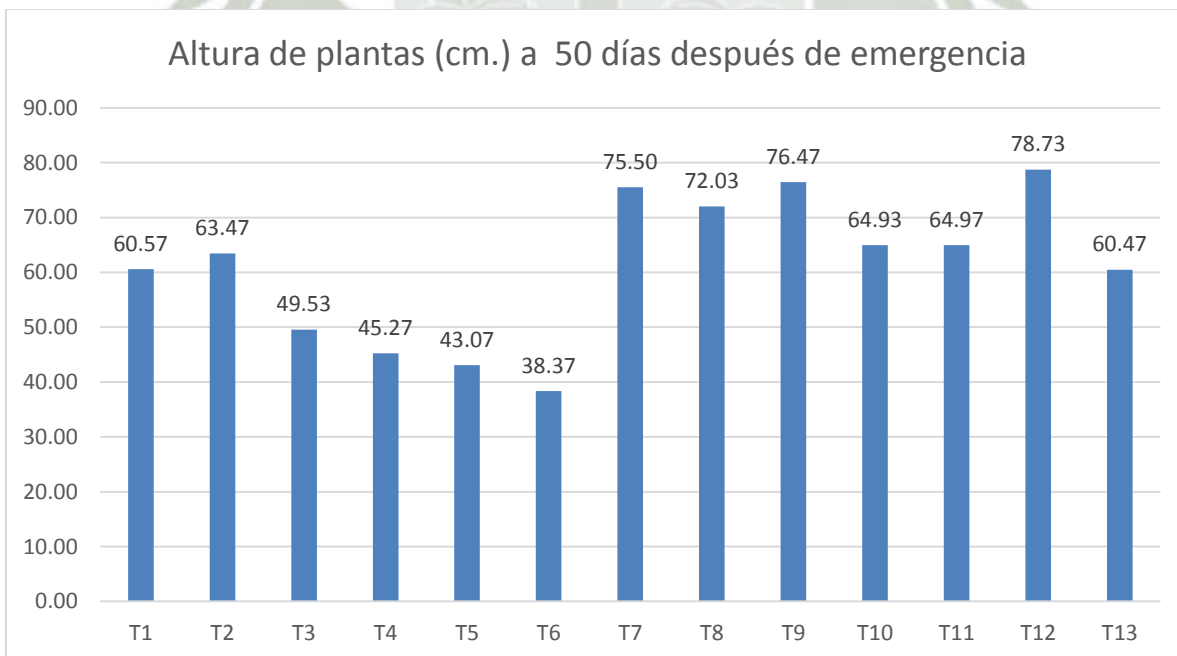
Adicionalmente, en el Cuadro 12, se muestra un cuadro resumen del resultado de todas las evaluaciones para altura de planta.

CUADRO 11: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas (cm.), 50 días después de emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Altura de plantas (cm)	Significación $\alpha = 0.05$
1	T12	UNICA	78.73	a
2	T9	Canchan	76.47	a
3	T7	CICA	75.50	a b
4	T8	Yungay	72.03	b
5	T11	Revolución	64.97	c
6	T10	Serranita	64.93	c
7	T2	Qcompis	63.47	c d
8	T1	Mactillo	60.57	d
9	T13	Anteñita	60.47	d
10	T3	Moro Huayro	49.53	e
11	T4	Peruanita	45.27	f
12	T5	Puca Soncco	43.07	f
13	T6	Duraznillo	38.37	g

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 8: Altura de plantas (cm.) a 50 días después de emergencia



CUADRO 12: Resumen de altura de planta (cm.) del cultivo de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Tratamientos	Variedades	Altura de planta (cm.)		
		20 dds.	35 dds.	50 dds.
T1	Mactillo	1.33	18.47	60.57
T2	Qompis	1.37	21.00	63.47
T3	Moro Huayro	1.17	19.87	49.53
T4	Peruanita	0.00	15.23	45.27
T5	Puca Soncco	0.00	16.17	43.07
T6	Duraznillo	1.13	13.83	38.37
T7	CICA	2.80	21.40	75.50
T8	Yungay	2.27	20.30	72.03
T9	Canchan	3.80	19.77	76.47
T10	Serranita	2.20	16.87	64.93
T11	Revolución	4.27	21.43	64.97
T12	UNICA	3.27	23.03	78.73
T13	Anteñita	4.03	18.63	60.47

4.1.3. NÚMERO DE TALLOS AÉREOS

En el Anexo 22, se muestra los resultados de campo para número de tallos en plantas de papa, donde se observa que el valor más alto lo obtiene el Tratamiento T6 (Duraznillo) con 4.67 unidades y el más bajo el Tratamiento T4 (Peruanita) con 2.00 unidades.

En el Anexo 23, se indica el Análisis de Varianza (ANVA), donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 22 %.

En el Cuadro 13, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los Tratamientos T6 (Duraznillo), T5 (Puca Soncco), T13 (Anteñita), presentan diferencia significativa con relación a los Tratamientos T1(Mactillo) y T4(Peruanita) para un nivel de significación de 0.05.

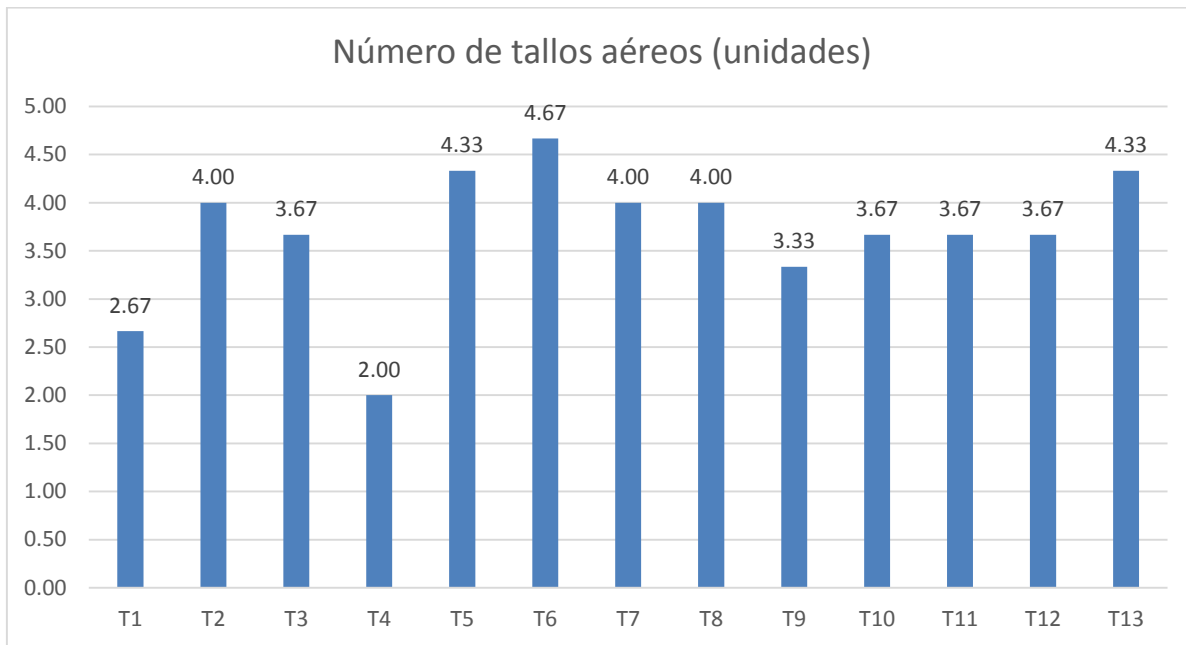
En el Gráfico 9, se muestra su representación gráfica.

CUADRO 13: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Número de tallos aéreos en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Número de tallos (unid.)	Significación $\alpha = 0.05$
1	T6	Duraznillo	4.67	a
2	T5	Puca Soncco	4.33	a
3	T13	Anteñita	4.33	a
4	T8	Yungay	4.0	a b
5	T7	CICA	4.0	a b
6	T2	Qompis	4.0	a b
7	T3	Moro Huayro	3.67	a b
8	T12	UNICA	3.67	a b
9	T11	Revolución	3.67	a b
10	T10	Serranita	3.67	a b
11	T9	Canchán	3.33	a b c
12	T1	Mactillo	2.67	b c
13	T4	Peruanita	2.00	c

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 9: Número de tallos aéreos (unidades)



4.1.4. INICIO DE TUBERIZACIÓN

4.1.4.1. Inicio de tuberización a 30 días después de la emergencia

En el Anexo 24 se muestran los resultados de las evaluaciones de Inicio de tuberización a los 30 días después de la emergencia, donde se observa que han iniciado la tuberización los tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA).

En el Cuadro 14, se muestra el inicio de la tuberización a los 30 días después de la emergencia, observándose que los Tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA), empezaron a tuberizar para dicha evaluación.

En el Gráfico 10, la representación gráfica.

CUADRO 14: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 30 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Inicio tuberización 30 días de emergencia
1	T11	Revolución	Si
2	T12	UNICA	Si

GRÁFICO 10: Inicio de tuberización a 30 días después de la emergencia



4.1.4.2. Inicio de tuberización a 35 días después de la emergencia

En el Anexo 25 se muestran los resultados de las evaluaciones de Inicio de tuberización a los 35 días después de la emergencia, donde se observa que han iniciado la tuberización los tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA), T13 (Anteñita), T9 (Cancha) y T10 (Serranita).

En el Cuadro 15, se muestra el inicio de la tuberización a los 35 días después de la emergencia, observándose que los Tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA), T13 (Anteñita), T9 (Canchan) y T10 (Serranita) empezaron a tuberizar las plantas de papa.

En el Gráfico 11, la representación gráfica.

CUADRO 15: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 35 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Inicio tuberización 35 días de emergencia
1	T9	Canchan	Si
2	T10	Serranita	Si
3	T11	Revolución	Si
4	T12	UNICA	Si
5	T13	Anteñita	Si

GRÁFICO 11: Inicio de tuberización a 35 días después de la emergencia



4.1.4.3. Inicio de tuberización a 40 días después de la emergencia

En el Anexo 26 se muestran los resultados de las evaluaciones de Inicio de tuberización a los 40 días después de la emergencia, donde se observa que han iniciado la tuberización los tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA), T13 (Anteñita), T9 (Canchan), T10 (Serranita), T7 (CICA), T8 (Yungay) y T2 (Qcompis) T11 (Revolución), T12 (UNICA), T13 (Anteñita), T9 (Cancha) y T10 (Serranita).

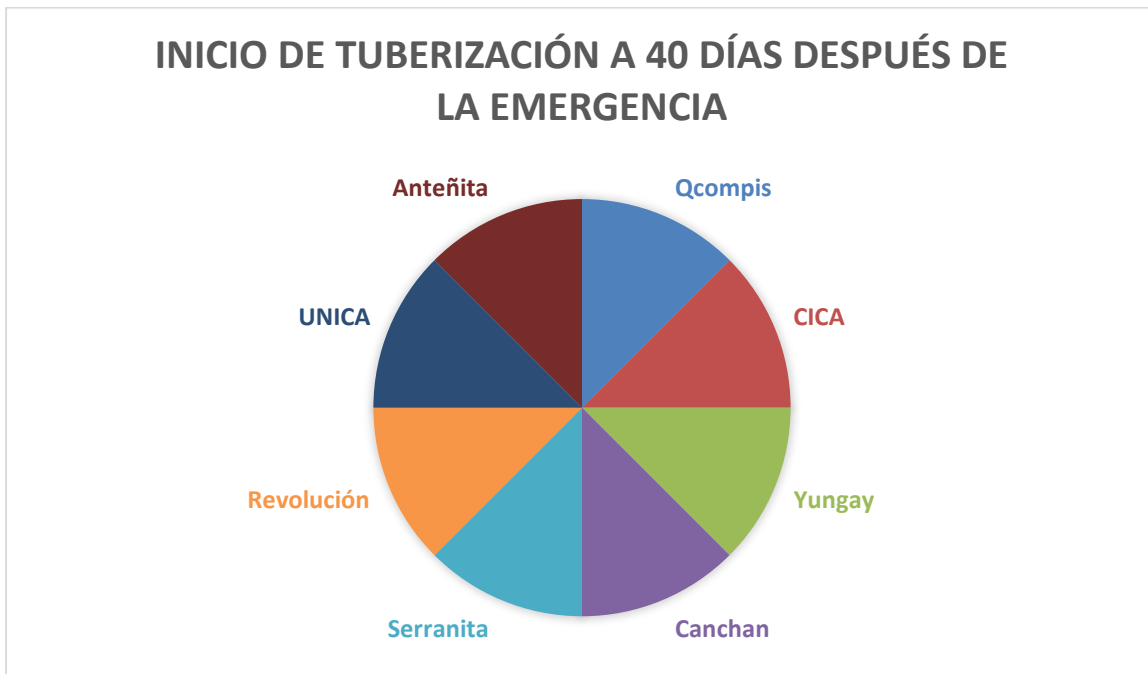
En el Cuadro 16, se muestra el inicio de la tuberización a los 40 días después de la emergencia, observándose que los Tratamientos T11 (Revolución), T12 (UNICA), T13 (Anteñita), T9 (Canchan), T10 (Serranita), T7 (CICA), T8 (Yungay) y T2 (Qcompis) empezaron a tuberizar las plantas de papa.

En el Gráfico 12, la representación gráfica.

CUADRO 16: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 40 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Inicio tuberización 40 días de emergencia
1	T2	Qcompis	Si
2	T7	CICA	Si
3	T8	Yungay	Si
4	T9	Canchan	Si
5	T10	Serranita	Si
6	T11	Revolución	Si
7	T12	UNICA	Si
8	T13	Anteñita	Si

GRÁFICO 12: Inicio de tuberización a 40 días después de la emergencia



4.1.4.4. Inicio de tuberización a 45 días después de la emergencia

En el Anexo 27, se muestran los resultados de las evaluaciones de Inicio de tuberización a los 45 días después de la emergencia, donde se observa que no han iniciado la tuberización los tratamientos T1 (Mactillo), T4 (Peruanita) y T5 (Puca Soncco),

En el Cuadro 17, se muestra el inicio de la tuberización a los 40 días después de la emergencia, observándose que todos los Tratamientos empezaron a tuberizar, a excepción de T1 (Mactillo), T4 (Peruanita) y T5 (Puca Soncco).

En el Gráfico 13, la representación gráfica.

CUADRO 17: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 45 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Inicio tuberización 45 días de emergencia
1	T2	Qcompis	Si
2	T4	Peruanita	Si
3	T6	Duraznillo	Si
4	T7	CICA	Si
5	T8	Yungay	Si
6	T9	Canchan	Si
7	T10	Serranita	Si
8	T11	Revolución	Si
9	T12	UNICA	Si
10	T13	Anteñita	Si

GRÁFICO 13: Inicio de tuberización a 45 días después de la emergencia



4.1.4.5. Inicio de tuberización a 50 días después de la emergencia

En el Anexo 28, se muestran los resultados de las evaluaciones de Inicio de tuberización a los 50 días después de la emergencia, donde se observa que todas las variedades estudiadas, iniciaron la tuberización.

En el Cuadro 18, se muestra el inicio de la tuberización a los 50 días después de la emergencia, observándose que todos los tratamientos tuberizaron.

En el Gráfico 14, la representación gráfica.

CUADRO 18: Inicio de tuberización en el cultivo papa a los 50 días después de la emergencia en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Inicio tuberización 50 días de emergencia
1	T1	Mactillo	Si
2	T2	Qcompis	Si
3	T3	Moro Huayro	Si
4	T4	Peruanita	Si
5	T5	Puca Soncco	Si
6	T6	Duraznillo	Si
7	T7	CICA	Si
8	T8	Yungay	Si
9	T9	Canchan	Si
10	T10	Serranita	Si
11	T11	Revolución	Si
12	T12	UNICA	Si
13	T13	Anteñita	Si

GRÁFICO 14: Inicio de tuberización a 50 días después de la emergencia



4.1.5. ÁREA FOLIAR EN VARIEDADES DE PAPA

En el Anexo 29, se muestran los resultados de las evaluaciones de Área foliar de las variedades de papa, donde se observa que el Tratamiento T7 (CICA) es el que obtuvo mayor área foliar con 41.17 dm^2 , mientras que el área foliar más baja fue de 25.10 cm^2 para el tratamiento T5 (Puca Soncco).

En el Anexo 30, se señala el Análisis de Varianza (ANVA) para el área foliar, donde se observa que existe diferencias significativas entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 6.79 %.

En el Cuadro 19, se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los Tratamientos T7(CICA), T9(Canchan) y T12(UNICA), presentan diferencia significativa con relación a los Tratamientos T10(Serranita, T2(Qompis), T8(Yungay), T13(Anteñita), T3(Moro Huayro), T4(Peruanita), T1(Mactillo) y T6(Duraznillo) para un nivel de significación de 0.05.

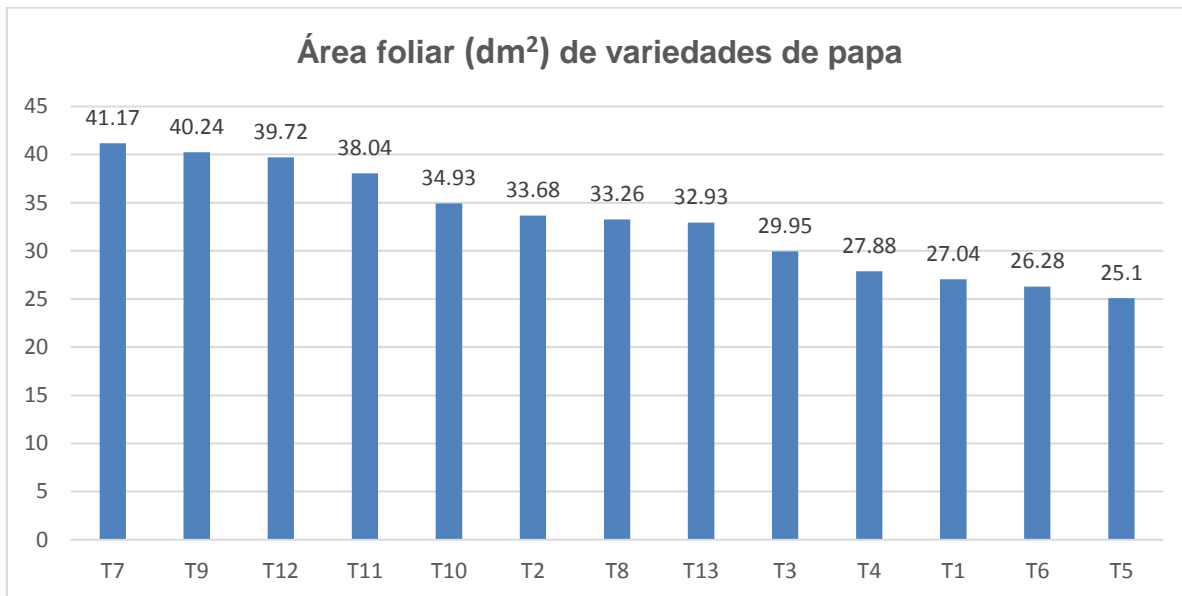
En el Gráfico 15, su representación gráfica.

CUADRO 19: Área foliar de variedades de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamiento	Variedad	Área foliar (dm ²)	Significación $\alpha = 0.05$
1	T7	CICA	41.17	a
2	T9	Canchan	40.24	a
3	T12	UNICA	39.72	a
4	T11	Revolución	38.04	a b
5	T10	Serranita	34.93	b c
6	T2	Qcompis	33.68	c d
7	T8	Yungay	33.26	c d
8	T13	Anteñita	32.93	c d
9	T3	Moro Huayro	29.95	d e
10	T4	Peruanita	27.88	e f
11	T1	Mactillo	27.04	e f
12	T6	Duraznillo	26.28	e f
13	T5	Puca Soncco	25.10	f

Nota: Letras iguales indican que no existe significación

GRÁFICO 15: Área foliar(dm²) de variedades de papa



4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.2.1. PESO DE LOS TUBÉRCULOS POR PLANTA

En el Anexo 31, se muestra los resultados de campo de las variedades de papa, alcanzando el rendimiento más alto el Tratamiento T9 (Canchán) con 50.46 t/ha y el más bajo el Tratamiento T5 (Puca Soncco) con 5.44 t/ha.

En el Anexo 32, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para los Rendimientos, donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos y entre bloques, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 3.68%.

En el Cuadro 20, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los Tratamientos T9(Canchan) y T12(UNICA), presentan diferencia significativa con relación a los demás Tratamientos, para un nivel de significación de 0.05.

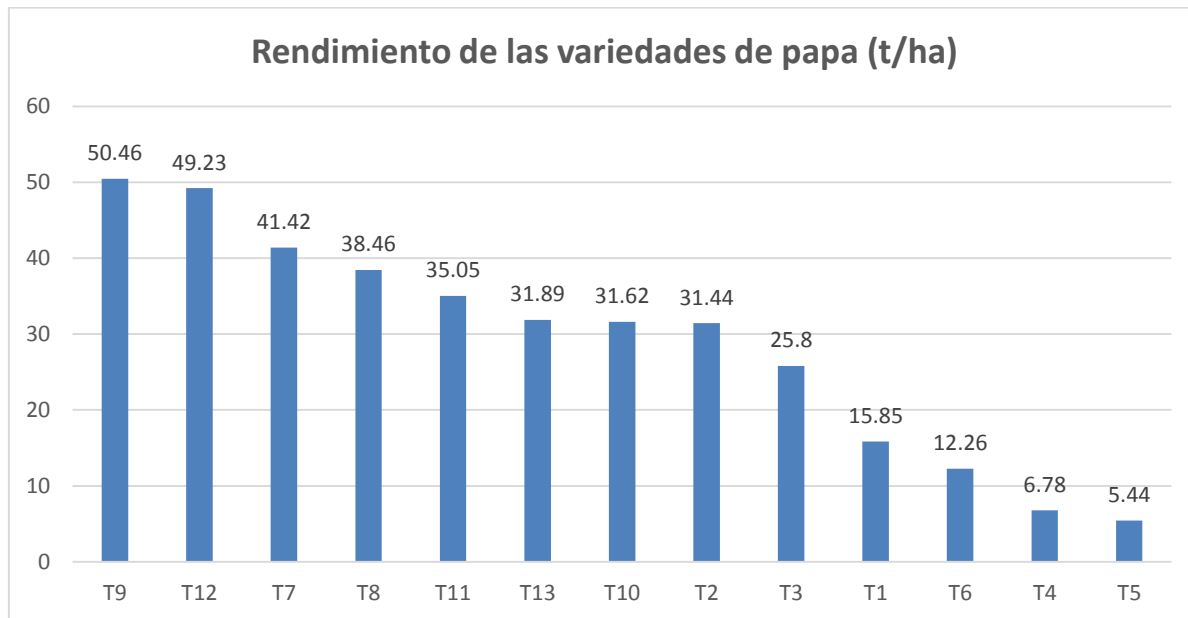
En el Gráfico 16, su representación gráfica.

CUADRO 20: Rendimiento de las variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) (t/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Rendimientos (t/ha)	Significación a= 0.05
1	T9	Canchan	50.46	a
2	T12	UNICA	49.23	a
3	T7	CICA	41.42	b
4	T8	Yungay	38.46	c
5	T11	Revolución	35.05	d
6	T13	Anteñita	31.89	e
7	T10	Serranita	31.62	e
8	T2	Qcompis	31.44	e
9	T3	Moro Huayo	25.80	f
10	T1	Mactillo	15.85	g
11	T6	Duraznillo	12.26	h
12	T4	Peruanita	6.78	i
13	T5	P. Soncco	5.44	i

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 16: Rendimiento de las variedades de papa (t/ha)



4.3. CALIDAD COMERCIAL

4.3.1. DIÁMETRO DE LOS TUBÉRCULOS

- **Diámetro ecuatorial en los tubérculos de papa**

En el Anexo 33, se muestra los resultados de campo para el diámetro ecuatorial de las variedades de papa, alcanzando el mayor valor el Tratamiento T9 (Canchán) con 67.30 mm y el más bajo el Tratamiento T4 (Peruanita) con 34.70 mm.

En el Anexo 34, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para los diámetros ecuatoriales, donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 6.02%.

En el Cuadro 21, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que el Tratamiento T9 (Canchán), presenta diferencia significativa con relación a todos los Tratamientos excepto con el Tratamiento T13 (Anteñita), para un nivel de significación de 0.05.

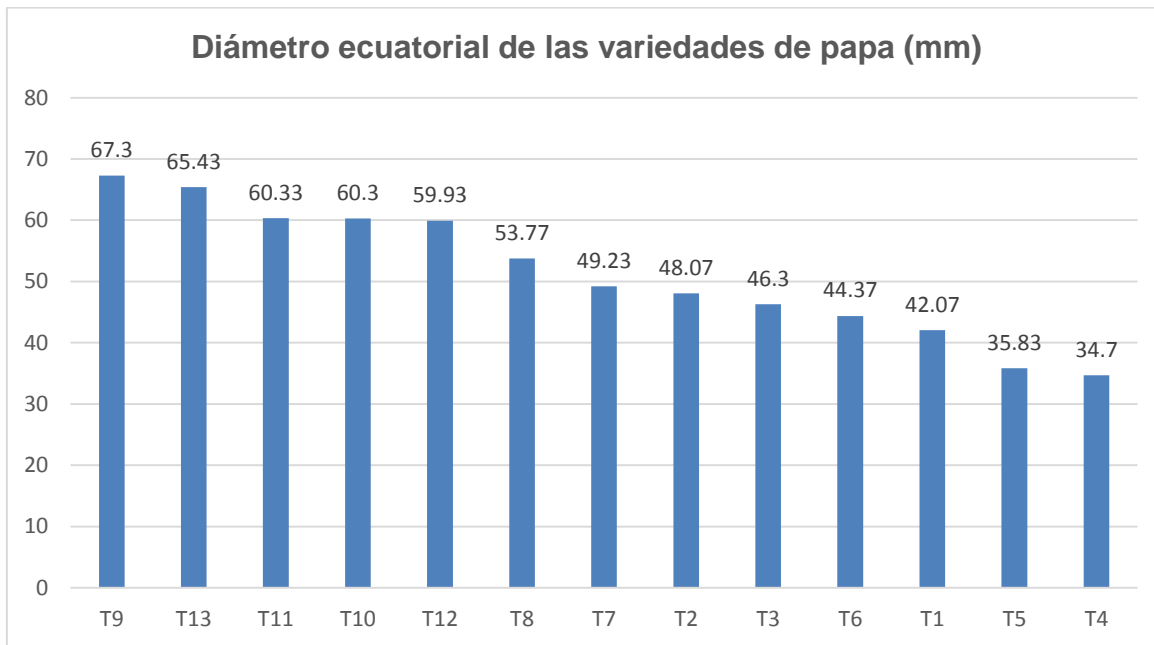
En el Gráfico 17, su representación gráfica.

CUADRO 21: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Diá. ecuatorial (mm.)	Significación $\alpha=$ 0.05
1	T9	Canchan	67.30	a
2	T13	Anteñita	65.43	a b
3	T11	Revolución	60.33	b
4	T10	Serranita	60.30	b
5	T12	UNICA	59.93	b
6	T8	Yungay	53.77	c
7	T7	CICA	49.23	c d
8	T2	Qcompis	48.07	d
9	T3	Moro Huayro	46.30	d e
10	T6	Duraznillo	44.37	e
11	T1	Mactillo	42.07	e
12	T5	Puca Soncco	35.83	f
13	T4	Peruanita	34.70	f

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 17: Diámetro ecuatorial de las variedades de papa (mm)



- **Diámetro polar en los tubérculos de papa**

En el Anexo 35, se muestra los resultados de campo para el diámetro polar de las variedades de papa, alcanzando el mayor valor el Tratamiento T12 (UNICA) con 124.t0 mm y el más bajo el Tratamiento T4 (Peruanita) con 42.77 mm.

En el Anexo 36, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para los diámetros polares, donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 12.68%.

En el Cuadro 22, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que el Tratamiento T2 (UNICA), presenta diferencia significativa con relación a todos los demás Tratamientos, para un nivel de significación de 0.05.

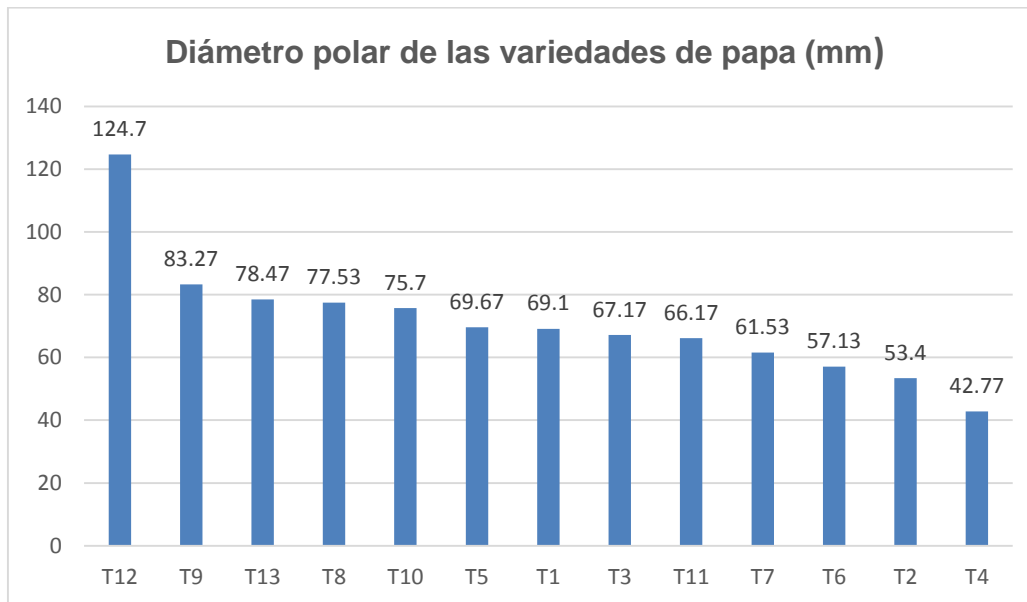
En el Gráfico 18, su representación gráfica.

CUADRO 22: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro polar (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Diámetro polar (mm.)	Significación $\alpha=0.05$
1	T12	UNICA	124.70	a
2	T9	Canchan	83.27	b
3	T13	Anteñita	78.47	b c
4	T8	Yungay	77.53	b c
5	T10	Serranita	75.70	b c
6	T5	Puca Soncco	69.67	b c d
7	T1	Mactillo	69.10	b c d
8	T3	Moro Huayro	67.17	b c d
9	T11	Revolución	66.17	b c d
10	T7	CICA	61.53	c d
11	T6	Duraznillo	57.13	d e
12	T2	Qcompis	53.40	d e
13	T4	Peruanita	42.77	e

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 18: Diámetro polar de las variedades de papa (mm)



4.3.2. TUBÉRCULOS COMERCIALES

4.3.2.1. Tubérculos comerciales de papa de primera (g/planta)

En el Anexo 37, se muestra los resultados de campo para Tubérculos de Primera de las variedades de papa, alcanzando el mayor valor el Tratamiento T12 (UNICA) con 973.7 g. y los más bajos, los Tratamientos T2 (Qcompis), T7 (CICA), T4 (Peruanita) y T5 (Puca Soncco) con 00 gr/planta..

En el Anexo 38, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para Papa de Primera, donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 24.89 %.

En el Cuadro 23, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa los Tratamientos T12 (UNICA) y T9 (Canchan), presentan diferencia significativa con relación a todos los demás Tratamientos, para un nivel de significación de 0.05.

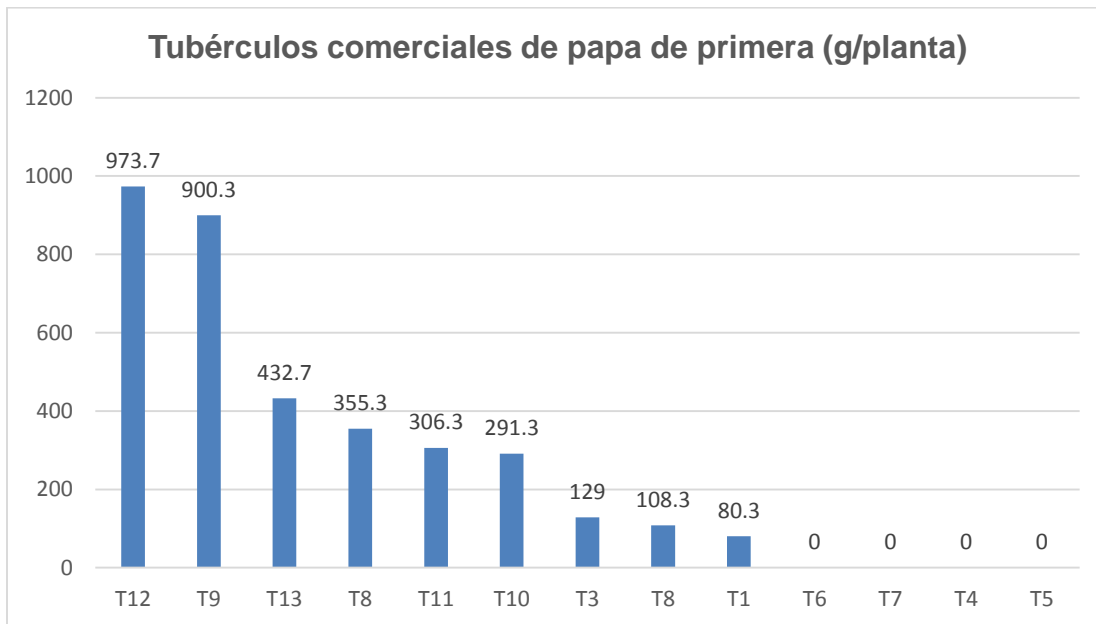
En el Gráfico 19, su representación gráfica.

CUADRO 23: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Primera (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Peso g/planta	Significación $\alpha=0.05$
1	T12	UNICA	973.7	a
2	T9	Canchan	900.3	a
3	T13	Anteñita	432.7	b
4	T8	Yungay	355.3	b
5	T11	Revolución	306.3	b c
6	T10	Serranita	291.3	b c
7	T3	Moro Huayro	129.0	c d
8	T8	Yungay	108.3	c d
9	T1	Mactillo	80.3	c d
10	T6	Duraznillo	00	d
11	T7	CICA	00	d
12	T4	Peruanita	00	d
13	T5	Puca Soncco	00	d

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 19: Tubérculos comerciales de papa de primera (g/planta)



4.3.2.2. Tubérculos comerciales de papa de segunda (g/planta)

En el Anexo 39, se muestra los resultados de campo para Tubérculos de Segunda de las variedades de papa, alcanzando el mayor valor el Tratamiento T7 (CICA) con 1228.67 g. y el más bajo, el Tratamiento T9 (Canchán), con 122.33 gr/planta.

En el Anexo 40, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para Papa de Segunda, donde se observa que existe diferencia significativa entre Tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 26.27 %.

En el Cuadro 24, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que el Tratamiento T7 (CICA), presenta diferencia significativa con relación a todos los demás Tratamientos, para un nivel de significación de 0.05.

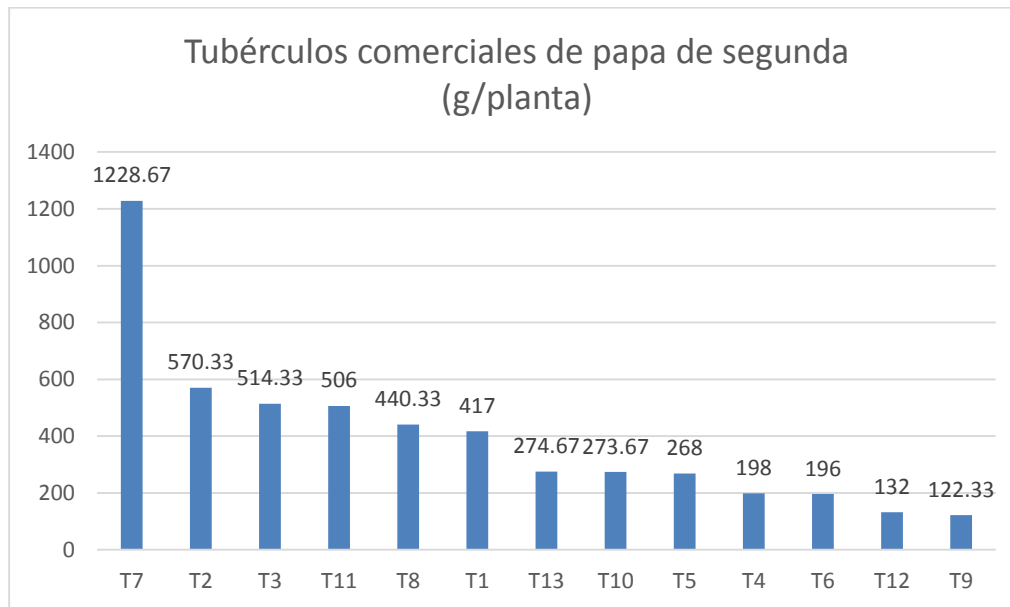
En el Gráfico 20, su representación gráfica.

CUADRO 24: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Segunda (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Variedades	Peso g/planta	Significación a= 0.05
1	T7	CICA	1228.67	a
2	T2	Qcompis	570.33	b
3	T3	Moro Huayro	514.33	b
4	T11	Revolución	506.00	b
5	T8	Yungay	440.33	b c
6	T1	Mactillo	417.00	b c
7	T13	Anteñita	274.67	c d
8	T10	Serranita	273.67	c d
9	T5	Puca Soncco	268.00	c d
10	T4	Peruanita	198.00	c d
11	T6	Duraznillo	196.00	d
12	T12	UNICA	132.00	d
13	T9	Canchan	122.33	d

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 20: Tubérculos comerciales de papa de segunda (g/planta)



4.3.2.3. Tubérculos comerciales de papa de tercera (g/planta)

En el Anexo 41, se muestra los resultados de campo para Tubérculos de Tercera de las variedades de papa, alcanzando el mayor valor el Tratamiento T4 (Peruanita) con 22.00 g/planta. y los demás Tratamientos con 00 g/planta, a excepción de T6 (Duraznillo), T1 (Mactillo) y T5 (Puca Soncco).

En el Anexo 42, se indica el Análisis de Varianza (ANVA) para Papa de Segunda, donde se observa que existe diferencia significativa entre Bloques, para un nivel de significancia del 5 %, con un CV de 21.05 %.

En el Cuadro 25, se señala la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, donde se observa que los TratamientoS T4 (Peruanita), T6 (Duraznillo), T1 (Mactillo) y T5 (Puca Soncco), presenta diferencia significativa con relación a todos los demás Tratamientos, para un nivel de significación de 0.05.

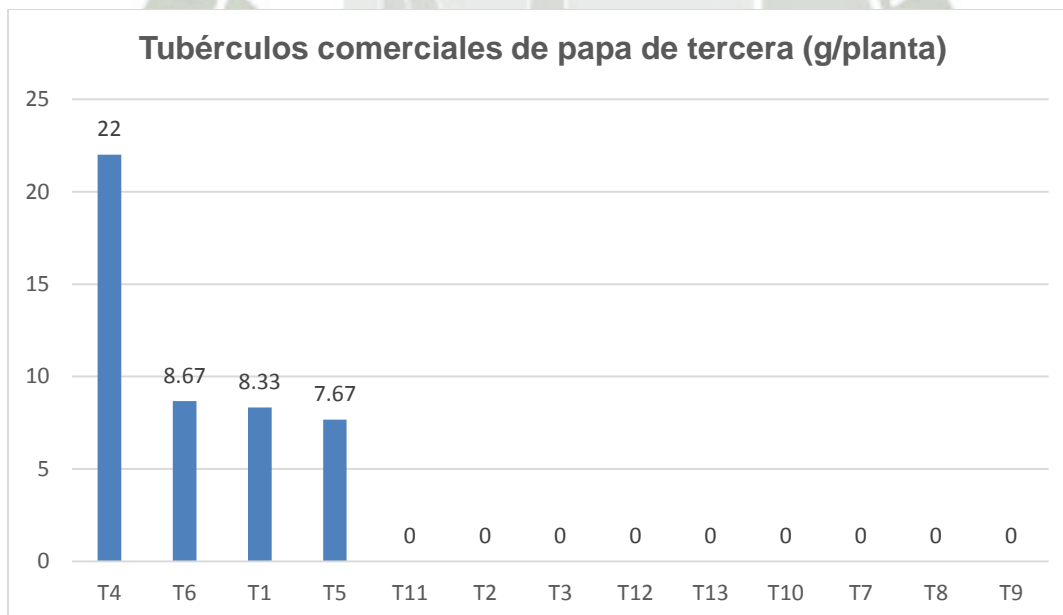
En el Gráfico 21, su representación gráfica.

CUADRO 25: Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tubérculos comerciales de papa de Tercera (g/planta) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

Orden	Tratamientos	Varietades	Peso g/planta	Significación $\alpha=0.05$
1	T4	Peruanita	22.00	a
2	T6	Duraznillo	8.67	a
3	T1	Mactillo	8.33	a
4	T5	Puca Soncco	7.67	a
5	T11	Revolución	00	b
6	T2	Qcompis	00	b
7	T3	Moro Huayro	00	b
8	T12	UNICA	00	b
9	T13	Anteñita	00	b
10	T10	Serranita	00	b
11	T7	CICA	00	b
12	T8	Yungay	00	b
13	T9	Canchan	00	b

Nota: Letras iguales indican que no existe significación estadística

GRÁFICO 21: Tubérculos comerciales de papa de tercera (g/planta)



4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el Anexo 43, se muestra el Costo de Producción del Cultivo papa y en el Cuadro 26, el análisis económico.

CUADRO 26: Análisis económico

a) Ingreso bruto

TRAT.	Kg/ha Primera	Precio	Ingreso	kg/ha Segunda	Precio	Ingreso	kg/ha tercera	Precio	Ingreso	INGRESO BRUTO
T1	2311.08	0.8	1848.864	5392.54	0.45	2426.64	7703.63	0.1	770.36	5045.87
T2	2462.2	0.8	1969.76	14465.41	0.45	6509.43	13849.86	0.1	1384.99	9864.18
T3	2859.97	0.8	2287.976	9879.9	0.45	4445.96	13259.87	0.1	1325.99	8059.92
T4	356.48	0.8	285.184	1283.32	0.45	577.49	5489.76	0.1	548.98	1411.65
T5	126.67	0.8	101.336	569.99	0.45	256.50	5636.61	0.1	563.66	921.49
T6	955.55	0.8	764.44	6153.71	0.45	2769.17	5631.35	0.1	563.14	4096.74
T7	3259.22	0.8	2607.376	26888.62	0.45	12099.88	10592.49	0.1	1059.25	15766.50
T8	2740.71	0.8	2192.568	23629.4	0.45	10633.23	10666.56	0.1	1066.66	13892.45
T9	5416.33	0.8	4333.064	28057.59	0.45	12625.92	15321.89	0.1	1532.19	18491.17
T10	3457.96	0.8	2766.368	16592.17	0.45	7466.48	10282.9	0.1	1028.29	11261.13
T11	4208.84	0.8	3367.072	25709.04	0.45	11569.07	5155.84	0.1	515.58	15451.72
T12	5404	0.8	4323.2	31499	0.45	14174.55	11781.7	0.1	1178.17	19675.92
T13	1152.66	0.8	922.128	19261.47	0.45	8667.66	9918.9	0.1	991.89	10581.68

b) Beneficio Neto

Tratamientos	Variedades	Beneficio bruto S/.	Costo total S/.	Beneficio neto S/.
T1	Mactillo	5 045.87	16 794.51	- 11 748.64
T2	Qcompis	9 864.18	16 794.51	- 6 930.33
T3	Moro Huayro	8 059.92	16 794.51	- 8 734.59
T4	Peruanita	1 411.65	16 794.51	- 15 382.85
T5	Puca Soncco	921.49	16 794.51	- 15 873.01
T6	Duraznillo	4 096.74	16 794.51	- 12 697.76
T7	CICA	15 766.50	16 794.51	- 1 028.00
T8	Yungay	13 892.45	16 794.51	- 2 902.05
T9	Canchan	18 491.17	16 794.51	1 696.66
T10	Serranita	11 261.13	16 794.51	- 5 533.37
T11	Revolución	15 451.72	16 794.51	- 1 342.78
T12	UNICA	19 675.92	16 794.51	2 881.41
T13	Anteñita	10 581.68	16 794.51	- 6 212.83

c) Tasa de Retorno Marginal

Trat.	Variedades	Beneficio neto (S/.)	Costo producción (S/.)	Tasa de retorno marginal (%)
T1	Mactillo	- 995.32	16 794.51	-5.93
T2	Qcompis	3 822.99	16 794.51	22.76
T3	Moro Huayro	2 018.73	16 794.51	12.02
T4	Peruanita	- 4 629.54	16 794.51	-27.57
T5	Puca Soncco	- 5 119.70	16 794.51	-30.48
T6	Duraznillo	- 1 944.44	16 794.51	-11.58
T7	CICA	9 725.31	16 794.51	57.91
T8	Yungay	7 851.26	16 794.51	46.75
T9	Canchan	12 449.98	16 794.51	74.13
T10	Serranita	5 219.95	16 794.51	31.08
T11	Revolución	9 410.53	16 794.51	56.03
T12	UNICA	13 634.73	16 794.51	81.19
T13	Anteñita	4 540.49	16 794.51	27.04

d) Ingreso neto del cultivo

Trat.	Variedades	Ingreso bruto (S/.)	Costo producción (S/.)	Ingreso neto (S/.)
T1	Mactillo	5 045.87	16 794.51	-11 748.64
T2	Qcompis	9 864.18	16 794.51	-6 930.33
T3	Moro Huayro	8 059.92	16 794.51	-8 734.59
T4	Peruanita	1 411.65	16 794.51	-15 382.85
T5	Puca Soncco	921.49	16 794.51	-15 873.01
T6	Duraznillo	4 096.74	16 794.51	-12 697.76
T7	CICA	15 766.50	16 794.51	- 1 028.00
T8	Yungay	13 892.45	16 794.51	-2 902.05
T9	Canchan	18 491.17	16 794.51	1 696.66
T10	Serranita	11 261.13	16 794.51	-5 533.37
T11	Revolución	15 451.72	16 794.51	-1 342.78
T12	UNICA	19 675.92	16 794.51	2 881.41
T13	Anteñita	10 581.68	16 794.51	-6 212.83

e) Relación Beneficio/ Costo (B/C)

Trat.	Variedades	Beneficio (S/.)	Costo producción (S/.)	Relación B/C
T1	Mactillo	-995.32	16 794.51	-0.06
T2	Qcompis	3 822.99	16 794.51	0.23
T3	Moro Huayro	2 018.73	16 794.51	0.12
T4	Peruanita	-4 629.54	16 794.51	-0.28
T5	Puca Soncco	-5 119.70	16 794.51	-0.30
T6	Duraznillo	-1 944.44	16 794.51	-0.12
T7	CICA	9 725.31	16 794.51	0.58
T8	Yungay	7 851.26	16 794.51	0.47
T9	Canchan	12 449.98	16 794.51	0.74
T10	Serranita	5 219.95	16 794.51	0.31
T11	Revolución	9 410.53	16 794.51	0.56
T12	UNICA	13 634.73	16 794.51	0.81
T13	Anteñita	4 540.49	16 794.51	0.27

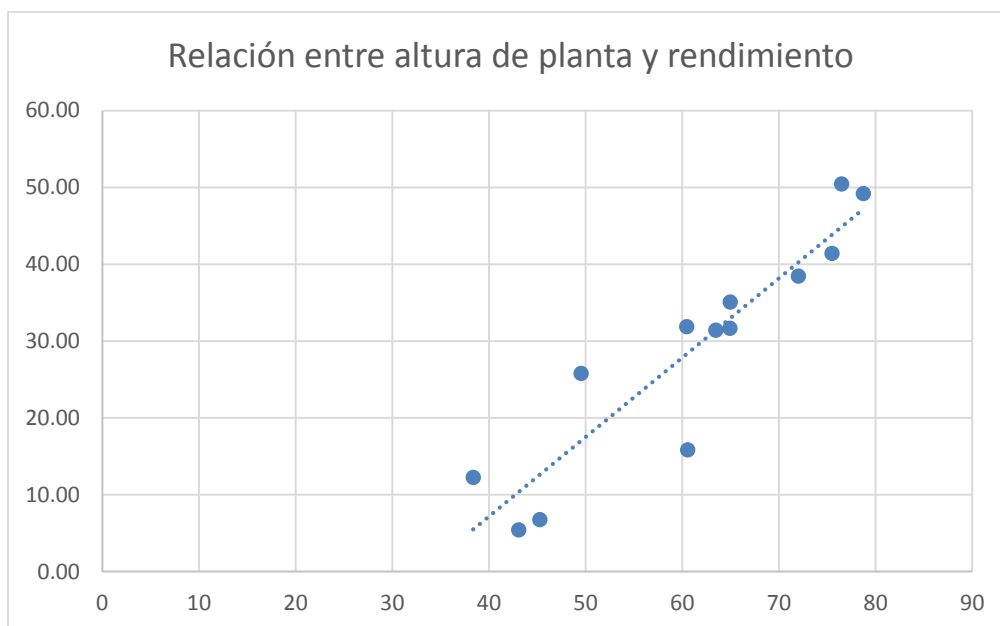
4.5. CORRELACIONES

4.5.1. CORRELACIÓN ENTRE ALTURA DE PLANTA Y RENDIMIENTO

- **Coeficiente de correlación**

	<i>Rendimiento (t/ha)</i>	<i>Altura de planta (cm)</i>
Rendimiento (t/ha)	1	
Altura de planta (cm)	0.921904142	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = 1.0333x - 34.156$$

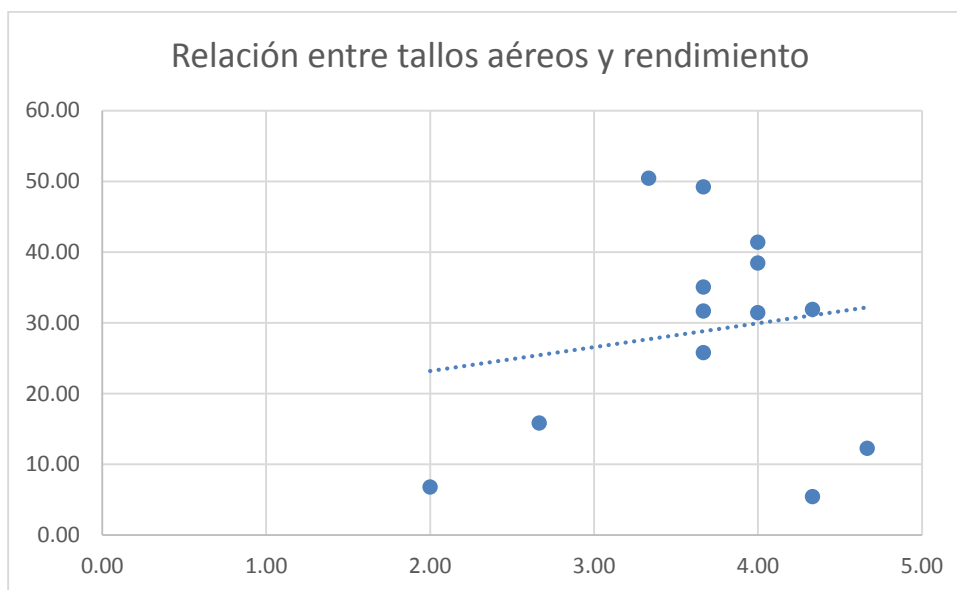
$$R^2 = 0.8499$$

4.5.2. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y RENDIMIENTO

- **Coefficiente de correlación**

	Tallos aéreos (unid.)	Rendimiento (t/ha)
Tallos aéreos (unid.)	1	
Rendimiento (t/ha)	0.161305141	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = 3.3825x + 16.418$$

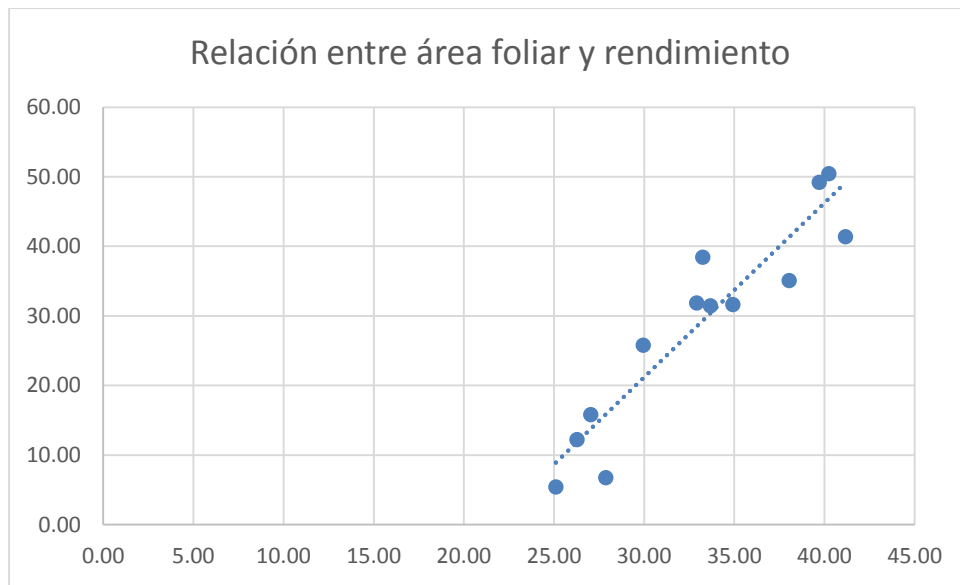
$$R^2 = 0.026$$

4.5.3. CORRELACIÓN ENTRE ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO

- **Coefficiente de correlación**

	Área foliar (dm ²)	Rendimiento (t/ha)
Área foliar (dm ²)	1	
Rendimiento (t/ha)	0.933262778	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = 2.505x - 53.995$$

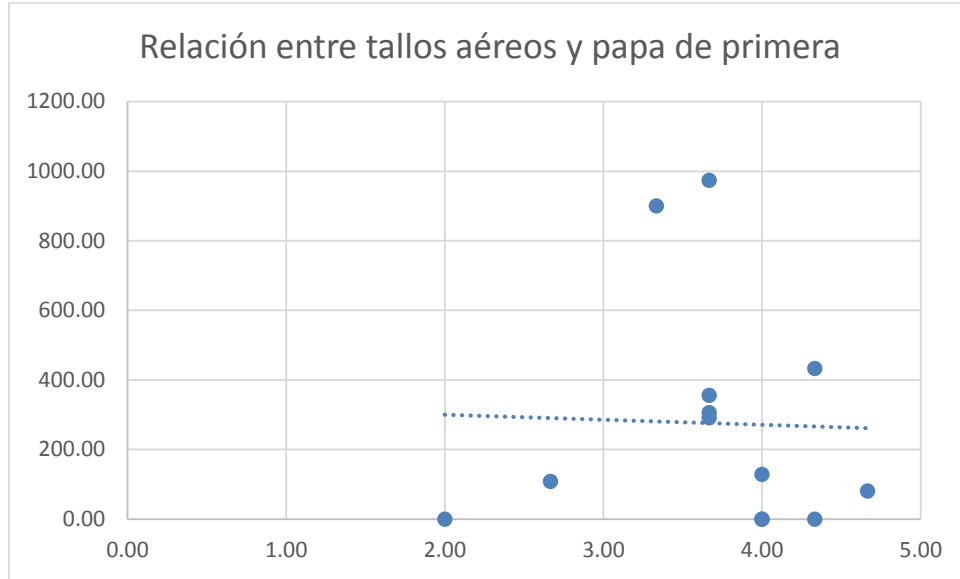
$$R^2 = 0.871$$

4.5.4. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD PRIMERA

- **Coeficiente de correlación**

	<i>Tallos aéreos (unid.)</i>	<i>Peso g/planta</i>
Tallos aéreos (unid.)	1	-
Peso g/planta	0.031365164	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = -14.483x + 328.63$$

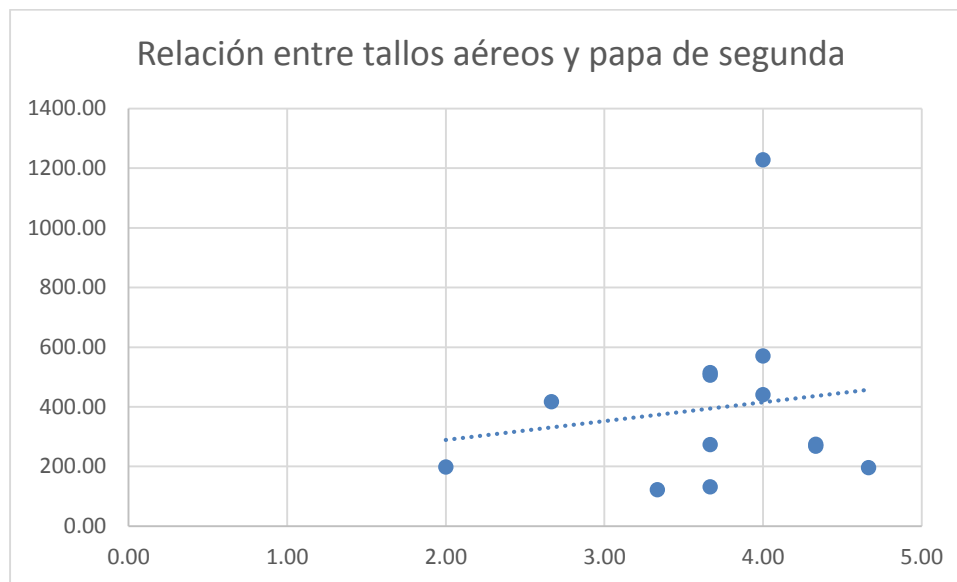
$$R^2 = 0.001$$

4.5.5. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD SEGUNDA

- **Coeficiente de correlación**

	Tallos aéreos (unid.)	Peso g/planta
Tallos aéreos (unid.)	1	
Peso g/planta	0.15400136	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = 63.025x + 162.78$$

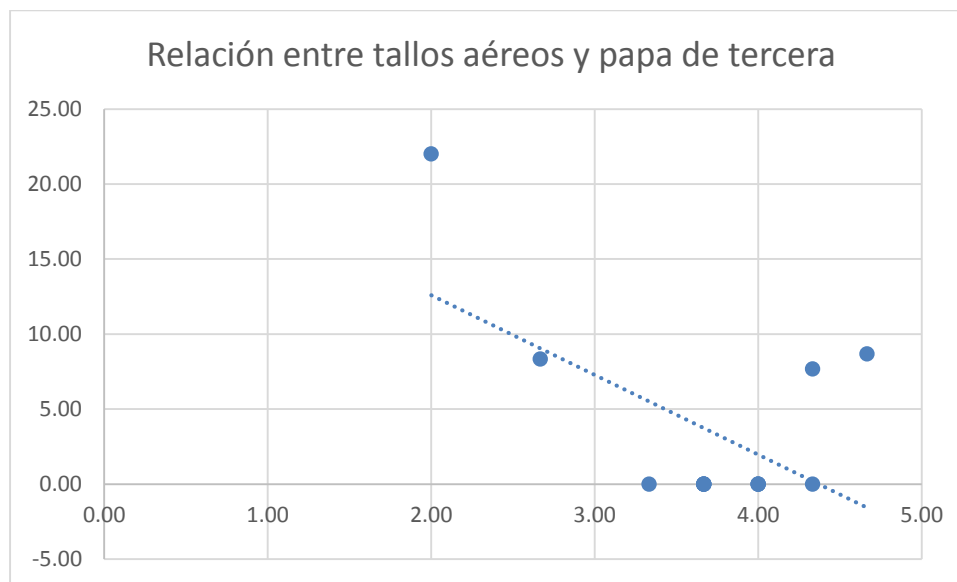
$$R^2 = 0.0237$$

4.5.6. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD TERCERA

- **Coefficiente de correlación**

	Tallos aéreos (unid.)	Peso g/planta
Tallos aéreos (unid.)	1	-
Peso g/planta	0.575595871	1

- **Gráfica de dispersión**



- **Ecuación**

$$y = -5.3123x + 23.204$$
$$R^2 = 0.3313$$

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1. CAPACIDAD PRODUCTIVA

5.1.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Aldabe y Dogliotti (2001) mencionan que, los cultivos comerciales de papa se instalan utilizando tubérculos como 'semilla asexual'. Los tubérculos, mientras se forman y aún luego de la senescencia de la planta tienen una alta concentración de inhibidores del crecimiento que impiden que las yemas broten. Este período de dormancia tiene una duración variable (7-12 semanas aprox.) y depende fundamentalmente de la variedad y de las condiciones de temperatura, humedad y luz a las que se almacenan los tubérculos. El tubérculo pasa del estado de dormancia a un estado que llamamos de brotación apical, en el cuál la yema apical del tubérculo comienza a brotar mientras que las otras aún están inhibidas. Si en este estado los tubérculos son plantados y puestos en condiciones de buena disponibilidad de agua y 17-20 °C de temperatura de suelo, la yema apical crecerá y se desarrollará rápidamente, produciéndose por cada tubérculo semilla uno o varios tallos, que luego se ramificará intensamente.

Se ha determinado dos periodos críticos de necesidades hídricas en el cultivo papa, una de ellas es inmediatamente después de la germinación. (Martinez, 1988).

En este estudio, a los 20 días de la siembra (dds), el Tratamiento T9 (Canchan) logró un 22.22%, de emergencia, que siendo el valor más alto; a los 34 días de la siembra (dds), solo el Tratamiento T12 (UNICA) alcanzó el 100% de emergencia, mientras que a los 41 días de la siembra (dds), todos los tratamientos lograron el 100% de emergencia, a excepción de los Tratamientos T1 (Mactillo), T4 (Peruanita), T5 (Puca Soncco), y T6 (Duraznillo), con valores por debajo del 100 %.

El ligero retraso en la emergencia de los tubérculos podría deberse también a una de las características más resaltantes del campo de investigación: el alto grado de salinidad (3.92 dS/m); pues Levy (1992) evaluó la tolerancia de catorce cultivares de papa en soluciones de CaCl_2 y NaCl , con concentraciones de 3.90 a 4.41 g L⁻¹ y reportó un retraso en la emergencia de plántulas, la formación de tubérculos pequeños y que las variedades tempranas toleraron más la salinidad que las tardías.

Adicionalmente, Sánchez y Ortega (2011) en su investigación hallaron que la salinidad produjo un efecto osmótico-tóxico que prolongó el periodo de emergencia y disminuyó la tasa de emergencia de brotes de tubérculos respecto del testigo.

Se puede señalar que, durante esta etapa, el cultivo en general recibió agua de manera uniforme y la diferencia del porcentaje de germinación, es debida posiblemente al estado de los tubérculos-semilla o a las características inherentes de las variedades.

5.1.2. ALTURA DE PLANTAS

Bedogni y Capezio (2010), en su investigación sobre el comportamiento frente a estrés hídrico de variedades nativas y especies silvestres de papa, encontraron un efecto significativo del genotipo y del estrés hídrico sobre la altura de las plantas y sobre número y peso de tubérculos, ellos concluyeron que existe variabilidad entre los genotipos evaluados con respecto a su comportamiento bajo estrés hídrico.

Transcurridos 20 días de la emergencia (dde), la mayor altura se alcanzó con el tratamiento T11 (Revolución) con 4.27 cm, a los 35 y 50 días después de emergencia, la mayor altura fue con el Tratamiento T12 (UNICA) con 23.03 cm y 78.73 cm, respectivamente. Al llegar a los 50 días después de la siembra (dde), se observa que solo los Tratamientos T12 (UNICA) y T9 (Canchan), presentan diferencia significativa con relación a todos los tratamientos excepto al tratamiento T7(CICA).

Así mismo, es posible que exista una relación directa entre la altura de planta y el área foliar de la misma, pues en la evaluación para altura de planta a los 50 días después de emergencia (dde), los tratamientos más sobresalientes fueron T12(UNICA), T9(Canchan) y T7(CICA) con 78.73 cm, 76.47 y 75.50 cm respectivamente; en tal sentido, para la evaluación del área foliar sobresalieron los tratamientos T7(CICA), T9(Canchan) y T12(UNICA) con 41.17 dm², 40.24 dm² y 39.72 dm² respectivamente.

Esta altura alcanzada se debe posiblemente a las características inherentes de las variedades y al estrés hídrico al que fueron sometidos los tratamientos.

5.1.3. NÚMERO DE TALLOS AÉREOS

El menor número de tallos aéreos se dieron por parte de los tratamientos T4(Peruanita) y T1(Mactillo) con 2 y 2.67 unidades respectivamente; por otra parte, los que emitieron mayor número de tallos aéreos fueron los tratamientos T6(Duraznillo), T5(Puca Soncco) y T13 (Anteñita).

Es posible que un número muy bajo o muy alto de tallos aéreos guarde una relación directa con el rendimiento pues los tratamientos T4(Peruanita), T1(Mactillo), T6(Duraznillo) y T5(Puca Soncco) representan los cuatro rendimientos más bajos obtenidos, así como los cuatro tratamientos con los valores más bajos para tubérculos comerciales de primera y los únicos cuatro tratamientos que presentan valores para los tubérculos comerciales de tercera evaluados en el presente trabajo de investigación.

5.1.4. INICIO DE TUBERIZACIÓN

Es un período corto, de 10 a 14 días de duración, en el cual se inicia la formación de tubérculos en las extremidades del estolón. Este período coincide generalmente con el inicio de la floración. En esta etapa del crecimiento es muy importante mantener un adecuado contenido de humedad en el suelo (80 a 90% de la humedad

aprovechable) Los cultivos que tienen suficiente agua producen más follaje y empiezan a tuberizar más rápido que los cultivos que no han tenido disponibilidad del agua que han necesitado. (VANDER ZAAG, 1990, RANDALL y GARY, 1993 y SIERRA et al., 2002)

Martínez (1988), señala que en el cultivo papa se presentan dos periodos críticos de necesidades hídricas y una de ellas es durante la tuberización. Diversos cambios metabólicos son inducidos en plantas sometidas a estrés hídrico.

A los 30 días de la emergencia (dde), empezó la tuberización solo en los Tratamientos T11 (Revolución) y T12 (UNICA); a los 35 días de la emergencia (dde), se sumaron los Tratamientos T13(Anteñita), T9(Canchan), T10 (Serranita) y T11 (Revolución); a los 40 días de la emergencia (dde), se sumaron los Tratamientos T2 (Qcompis), T7 (CICA) y T8 (Yungay) y pasado los 50 días, todas las variedades tuberizaron.

El inicio de la tuberización, está ligada a caracteres genéticos de las variedades estudiadas y los datos fueron usados para someter a dichas variedades a estrés hídrico representado por la suspensión del riego durante 10 días con posterior rehidratación.

5.1.5. ÁREA FOLIAR

El estrés es la presencia de un factor externo a la planta provocado por el medio ambiente cambiante, que ejerce una influencia negativa sobre su desarrollo óptimo. A lo largo de su periodo vegetativo, el cultivo ha estado expuesto a un gran número de condiciones o factores estresantes, que son los factores bióticos y abióticos. Dentro de los abióticos está la sequía (Estrés hídrico), para los cuales la planta ha desarrollado mecanismos como el enrollamiento foliar, acumulación de osmóticos (alto peso molecular: fructanos y RFOs – oligosacáridos de la familia rafinosa y bajo peso molecular: prolina, sacarosa y poliaminas), finalmente deshidrina, (Hernández, 2000).

En cuanto al enrollamiento foliar en situación de estrés, que ha influido en el área foliar, reduce la transpiración, la deshidratación y el área expuesta a la luz en las hojas. El enrollamiento no solo viene dado como respuesta al déficit hídrico sino también como respuesta a altas y bajas temperaturas, Irradiación, insectos y virus, hongos y bacterias. (Hernández, 2000).

En este estudio, los tratamientos que alcanzaron mayor área foliar fueron T7 (CICA) con 41.17 dm², T9 (Canchan) 40.24 dm², T12 (UNICA) con 39.72 dm² y T11 (Revolución) con 38.04 dm², variedades bastante comerciales en nuestro medio. Martínez y Moreno (1992), reportan para Revolución con estrés 20.1 dm² y con riego 65.8 dm² y para Yungay, 25.4 dm² con estrés y 30.6 dm² bajo riego, habiendo significación entre ellas.

5.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

5.2.1. RENDIMIENTO DEL CULTIVO PAPA

Jeffery (1995) menciona que, la magnitud de su efecto en los procesos fisiológicos y su consecuente impacto en los componentes del rendimiento dependen del momento de ocurrencia del déficit hídrico, duración y severidad del mismo.

Estadísticamente los rendimientos más altos se obtuvieron con los tratamientos T9 (Canchan) con 50.46 t/ha y T12 (UNICA) con 49.23 t/ha; logrando los dos tratamientos diferencias significativas sobre el resto de tratamientos estudiados. Es posible que los rendimientos obtenidos en estas variedades, estén relacionados con la mayor resistencia ligada a su capacidad para acumular prolina, aminoácido que representa un mecanismo compensatorio para la mejor sobrevivencia de las plantas durante el periodo de estrés durante el periodo de estrés, actuando como un regulador osmótico (Aspinall y Paleg, 1981), un protector contra la desnaturación enzimática (Paleg, et al., 1984), una reserva de carbono y nitrógeno (Fukutaku y Yamada, 1984) y como un estabilizador de la maquinaria para la síntesis de proteína (Kardpal y Rao, 1985). En plantas de papa, la variación en el contenido de prolina ha sido poco investigada. En experimentos de invernadero, se han determinado

diferencias varietales, con gran incremento de prolina en variedades resistentes a la sequía frente a variedades sensibles, (Martínez, 1988).

En un estudio sobre expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo (La Molina, Lima), en peso seco (g) de tubérculos, con Revolución obtuvo 42.3 con estrés y con riego 96.4 g, mientras con Yungay con estrés 84.6 g y con riego 105.9 g, habiendo significación estadística (Martínez y Moreno, 1992).

Particularmente en este caso, Martínez y Moreno, (1992), concluyen que la mayor habilidad de Yungay para acumular prolina y de ajustar su fisiología estomática durante el estrés y de recuperarse mejor luego del estrés, se tradujo también una menor reducción de su rendimiento en comparación a Revolución, variedad que acumuló menos prolina y que sufrió mayores efectos deletéreos del estrés sobre su rendimiento.

En tal sentido, de acuerdo a los resultados de la investigación, se tiene un rendimiento mayor del tratamiento T8(Yungay) con 38.46 t/Ha sobre el tratamiento T11(Revolución) que solo llega a 35.05 t/Ha.

5.3. CALIDAD COMERCIAL

Spollen et al. (1993), consideran que una de las primeras respuestas al déficit hídrico es la reducción del crecimiento de la planta debido a la inhibición de la expansión celular; fundamentalmente porque disminuye la presión de turgor requerida para la expansión celular y consecuentemente se reduce el crecimiento de las hojas, tallos y raíces. Es importante destacar que la papa cultivada es sensible a la sequía particularmente durante el periodo de tuberización y llenado de tubérculos. Restricciones en la disponibilidad hídrica en estas etapas se expresa en pérdidas significativas en los rendimientos y también en la calidad de los tubérculos (Weisz et al, 1994).

El déficit de agua también provoca desórdenes en el desarrollo de los tubérculos que afectan su comercialización al disminuir su calidad. (Struik et al, 1989).

5.3.1. DIÁMETRO DE LOS TUBÉRCULOS

- **DIÁMETRO ECUATORIAL**

El Tratamiento T9 (Canchan), con 67.30 mm. de diámetro ecuatorial, presenta diferencia significativa con relación a todos los Tratamientos excepto con el Tratamiento T13 (Anteñita), que obtuvo en promedio el valor de 65.43 mm., para un nivel de significación de 0.05. Estos valores están directamente relacionados con las características inherentes de las variedades y al efecto deletéreo del estrés.

- **DIÁMETRO POLAR**

Solo el Tratamiento T12 (UNICA), con 124.70 mm. de diámetro polar, alcanzó diferencia significativa en relación a las otras variedades evaluadas en el presente trabajo de investigación. Al igual que el diámetro ecuatorial, este valor está relacionado directamente con las características inherentes de la variedad y al efecto deletéreo del estrés.

5.3.2. TUBÉRCULOS COMERCIALES DE PAPA

Estadísticamente para tubérculos de Primera, se concluye que existe diferencia significativa para los Tratamientos T12 (UNICA) y T9 (Canchan), con 973.7 g y 900.3 g., respectivamente; para tubérculos de Segunda significativamente destacó el Tratamiento T7 (CICA), con 1228.67 g. y para los tubérculos de Tercera, los Tratamientos T4 (Peruanita) con 22.00 g, T6 (Duraznillo) con 8.67 g, T1 (Mactillo) con 8.33 g y T5 (Puca Soncco) con 7.67 g. no habiendo significación entre ellos, pero diferente a los demás tratamientos estudiados. Se observa que en tratamientos donde han destacado en tubérculos de primera y segunda, muestran que los índices de crecimiento han sido menores los efectos deletéreos por efecto del estrés hídrico.

5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo de producción del cultivo papa para todas las variedades asciende a S/. 16 794.51. El mayor beneficio neto se obtiene con el Tratamiento T12 (UNICA) con S/. 2 881.41. La mayor Tasa de retorno marginal se logra con el Tratamiento T12 (UNICA) con 1.19 %. En cuanto al Ingreso Neto del cultivo se observa en el Tratamiento T12 (UNICA), con S/. 2 881.41.

Finalmente, la Relación Beneficio (B/C) más alta es en el Tratamiento T12, con 0.81.

5.5. CORRELACIONES

4.5.1. CORRELACIÓN ENTRE ALTURA DE PLANTA Y RENDIMIENTO

Existe una correlación directa entre altura de planta y rendimiento. Así mismo, existe una relación alta entre ambas variables.

4.5.2. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y RENDIMIENTO

Existe una correlación directa entre tallos aéreos y rendimiento. Así mismo, existe una relación débil en la correlación lineal.

4.5.3. CORRELACIÓN ENTRE ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO

Existe una correlación directa entre área foliar y rendimiento. Así mismo, se tiene una relación alta entre ambas variables.

4.5.4. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD PRIMERA

Existe una correlación inversa entre tallos aéreos y papa calidad primera. Así mismo, hay una debilidad en la correlación lineal de las dos variables.

4.5.5. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD SEGUNDA

Existe una correlación directa entre tallos aéreos y papa calidad segunda. Así mismo, hay una debilidad en la correlación lineal de las dos variables.

4.5.6. CORRELACIÓN ENTRE TALLOS AÉREOS Y PAPA CALIDAD TERCERA

Existe una correlación inversa entre tallos aéreos y papa calidad tercera. Así mismo, hay una debilidad en la correlación lineal de las dos variables.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- a) En cuanto a la capacidad productiva de las variedades, se puede indicar que la emergencia, a los 20 días de la siembra (dds), el Tratamiento T9 (Canchan) logró un 22.22%, de emergencia, que es el valor más alto. A los 34 dds el Tratamiento T12 (UNICA) alcanzó el 100% de emergencia y a los 41 dds, todos los tratamientos lograron el 100% de emergencia, a excepción de los Tratamientos T1 (Mactillo), T4 (Peruanita), T5 (Puca Soncco), y T6 (Duraznillo), con valores por debajo del 100 %. En altura de plantas, transcurridos 20 días de la emergencia (dde), la mayor altura se alcanzó con el tratamiento T11 (Revolución) con 4.27 cm, a los 35 y 50 días después de emergencia, la mayor altura fue con el Tratamiento T12 (UNICA) con 23.03 cm y 78.73 cm, respectivamente. En número de tallos aéreos, el mayor número se obtuvo en el Tratamiento T6 (Duraznillo). En tuberización, a los 30 días de la emergencia (dde), empezó la tuberización en los Tratamientos T11 (Revolución) y T12 (UNICA), Luego a los 35 dde los Tratamientos T9 (Cancha), T10 (Serranita) y T11 (Revolución), Enseguida a los 40 dde, los Tratamientos T2 (Qcompis), T7 (CICA) y T8 (Yungay) y pasado los 50 días, todas las variedades tuberizaron. En área foliar, los Tratamientos que alcanzaron mayor área foliar fueron T7 (CICA) con 41.17 dm², T9 (Canchan) 40.24 dm², T12 (UNICA) con 39.72 dm² y T11 (Revolución) con 38.04 dm². En diámetro ecuatorial, los Tratamientos T9 (Canchan) y T10 (Serranita), con 67.30 mm y 65.43 mm, respectivamente, alcanzaron estadísticamente los mayores valores, no habiendo significación entre ellos. En diámetro polar, el Tratamiento T12 (UNICA) con 124.70 mm, alcanzó estadísticamente el mayor valor, habiendo significación con los demás tratamientos estudiados.

- b) En lo que respecta al rendimiento, estadísticamente los valores más altos se obtuvieron con los tratamientos T9 (Canchan) con 50.46 t/ha y T12 (UNICA) con 49.23 t/ha, quienes lograron significancia estadística sobre el resto de variedades estudiadas.
- c) En cuanto a la calidad comercial de los tubérculos, estadísticamente para Primera sobresalen los Tratamientos T12 (UNICA) y T9 (Canchan), con 973.7 g y 900.3 g., respectivamente; para tubérculos de Segunda significativamente destacó el Tratamiento T7 (CICA), con 1 228.67 g. y para Tercera, los Tratamientos T4 (Peruanita) con 22.00 g, T6 (Duraznillo) con 8.67 g, T1 (Mactillo) con 8.33 g y T5 (Puca Soncco) con 7.67 g. no habiendo significación entre ellos, pero diferente a los demás tratamientos estudiados.
- d) El costo de producción del cultivo papa para todas las variedades asciende a S/. 16 794.51. El mayor beneficio neto se obtiene con el Tratamiento T12 (UNICA) con S/.2 881.41. La mayor Tasa de retorno marginal se logra con el Tratamiento T12 (UNICA) con 1.19 %. En cuanto al Ingreso Neto del cultivo se observa en el Tratamiento T12 (UNICA), con S/. 2 881.41. Finalmente, la Relación Beneficio (B/C) más alta es en el Tratamiento T12, con 0.81.
- e) Para el punto de las correlaciones, podemos determinar que, para altura de planta y rendimiento, existe una correlación directa y una relación alta de ambas variables; para tallos aéreos y rendimiento, se determinó que existe una correlación directa y una relación débil entre ambas variables; para área foliar y rendimiento, se determinó que existe una correlación directa y una relación alta entre ambas variables; para tallos aéreos y papa calidad primera, se concluye que existe una correlación inversa y una débil relación entre ambas variables; para tallos aéreos y papa calidad segunda, se determinó que existe una correlación directa y una débil relación entre ambas variables; finalmente, para tallos aéreos y papa calidad tercera, se determinó que existe una correlación inversa y una relación débil entre ambas variables.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- a) Repetir este estudio por ser de suma importancia, pues la sequía constituye uno de los problemas más serios para la agricultura, sugiriendo el empleo de aparatos para medir la conductancia foliar, la tasa de fotosíntesis neta, el potencial de agua y las variaciones del contenido de prolina en las hojas de las plantas de papa.
- b) Ampliar el estudio a otras variedades y/o genotipos que existan, así como la realización del trabajo investigativo en otros cultivos que sean fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria.
- c) Hacer uso de herramientas tecnológicas para la realización de las evaluaciones en trabajos de investigación futuros, para que de esta forma se puedan identificar los datos con mayor precisión, así como la medición de otros componentes mucho más complejos.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALDABE, L. y DOGLIOTTI** (2001). El cultivo de papa. Fac. de Agronomía Ciclo de Formación Central Agronómica. Universidad de la República, Uruguay
2. **AMES DE ICOCHEA, T.** (1980). Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Perú.
3. **ARCE, F.** (1996). El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Prensa. España
4. **ARCE, F.** (2002). El cultivo de la patata, 2da. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.
5. **ASPINALL, D Y PALEG, L.**,1981. Proline accumulation: Physiological Aspects. Academic Press. P. 205-241.
6. **BALASIMHA, D. Y VIRK, M.S.**(1978). Effects of water stress on tuber yield and metabolism in potato. J. Indian Potato Assoc
7. **BEDOGNI, M. CAPEZIO S.** (2010). Evaluación del comportamiento frente a sequia de genotipos pertenecientes a siete especies de papa. XXIV Congreso de la asociación Latinoamericana de la Papa ALAP- 2010. p 111-112.
8. **BOLAÑOS, A.** (2001). Introducción a la Olericultura. Editorial Universidad Estatal a distancia San José, Costa Rica.
9. **BOSCO DE OLIVEIRA, A.; MENDES, N. Y GOMES-FILHO, E.** (2013). Comparison between the water and salt stress effects on plant growth and development. En Agricultural and Biological Sciences. Ed. Sener Akinc.
10. **CENTRO INTERACIONAL DE LA PAPA (CIP).** (1998). Informe Técnico Anual 1.997-1.998 del Proyecto PROMESPA “Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa”. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 54 p.
11. **CENTRO INTERACIONAL DE LA PAPA (CIP).** (2006). Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica, Perú.

12. **CENTRO INTERACIONAL DE LA PAPA (CIP).** (2008). Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas pobres del Perú. Consultado el 15 de junio del 2018. Disponible en: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004259.pdf>
13. **CENTRO INTERACIONAL DE LA PAPA (CIP).** (2015). Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad, Perú.
14. **CEVIPAPA.** (2005). Memorias “I Taller Nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa”. Colombia. Consultado 12 julio 2015.(En línea). Disponible en: http://cevipapa.org.co/publicaciones/Memorias/Memorias_Suelos.pdf
15. **COPOULOS, T.M; ARIAS, S. Y ÁVILA, H.** (2008). Manual de Producción de la papa. MCA-Honduras, EDA, La Lima-Perú, (Oficinas de la FHIA).
16. **DA SILVA, J.** (2012). Las sequías recurrentes subrayan la necesidad de gestionar mejor los recursos hídricos y salvaguardar la seguridad alimentaria. FAO. Consultado 12 julio del 2015 (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/154924/icode/>
17. **DALLA COSTA, L. Y V. DELLE.** (1997).Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress.
18. **DÍAZ, P.** (2016). Evaluación de la tolerancia al estrés hídrico en genotipos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) (tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
19. **EKANAYAQUE, I.** (1994). Estudios sobre el estrés por sequía y necesidades de riego de la papa. CIP. Perú.
20. **FUENTES, K.** (2014). Evaluación de veintitrés clones de papas precoces, bajo condiciones eda climáticas de Arequipa. Arequipa.
21. **FUKUTAKU, Y. y YAMADA, Y.** (1984). Sources of proline nitrogen in wáter-stressed soybean (*Glicine max L.*). Physiolog
22. **GABRIEL, J.; ANCASI, G.; ANGULO, A.; MAGNE, J.; LA TORRE, J. Y MAMANI, P.** (2011). Resistencia genética de híbridos de papa (*Solanum tuberosum L.*) al estrés hídrico por sequía. Consultado el 16 de junio del 2018

- (Artículo científico). Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5512157.pdf>
23. **GIPB.** (2009). Tackling climate change through plant breeding and better use of plant genetic resources. Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building (GIPB).
 24. **GUTIÉRREZ, R.; ESPINOZA, J. Y BONIERBALE M.** (2007). UNICA: variedad peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. Consultado el 15 de junio del 2018. Disponible en: <http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/143/146>
 25. **HANSON, A.**, 1980. Interpreting the metabolic responses of plants to water stress. HortScience. 623-629.
 26. **HAWKES, J.G. Y HJERTING, J.P.** (1969). The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. A biosystematic study. Oxford. Oxford University Press, PP. 525.
 27. **HAWKES, J.G.** (1990). The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Londres: Belhaven Press.
http://www.interciencia.org/v36_08/614.pdf
 28. **HUAMAN Z.** (1996). Botánica Sistemática y morfología de la papa, 2ª. Edición, Centro Internacional de la Papa. Perú.
 29. **HUAMAN, Z.** (1983). Botánica Sistemática, Identificación, Distribución y Evolución de la Papa Cultivada. En Manual sobre el manejo de germoplasma de la papa CIP. Lima.
 30. **INGA, M.** (2014). Respuesta al estrés por déficit hídrico en variedades de papa (*Solanum sp.*) en condiciones de invernadero (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú.
 31. **INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA (INIA).** (2012). Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano
 32. **JEFFERIES, R.** (1993). Responses of potato genotypes to drought. I. Expansion of individual leaves and osmotic adjustment. Ann App. Biol.

33. **JEFFERY, R.A.** (1995). Physiology of crop response to drought. In: Potato Ecology and Modeling of Crops Under Conditions Limiting Growth, Haverkort, A.J. and MacKerron D.K.L. (Eds.). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 61–74.
34. **KARAMANOS, T.; NIJENSOHN, L.; MIHAJLOVICH, D. Y GRASSI, C.** (1983). Respuesta de la cebolla (cv «Valenciana») a diferentes regímenes de riego. RIA Serie 2. Vol IV, N° 7.
35. **KARDPAL, R. Y RAO, N., 1985.** Alteration in the biosynthesis of protein and nucleic acid in finger millet. Plant Science 73-79.
36. **LEVY, D.** (1992). The response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to salinity: plant growth and tuber yields in the arid deserts of Israel. Ann. App. Biol. 120: 547-555.
37. **LOZANO, F.** (2015). "Eficiencia de uso de agua en quince genotipos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de estrés Hídrico por sequía" (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
38. **MAMANI, P.** (2000). Effect de la secheresse sur six variétés de pomme de terre dans les andes boliviennes. Tesis M.Sc., Université Catholique de Louvain Faculté des Sciences Agronomiques, Belgique.
39. **MARTINEZ C. Y MORENO U.** (1992). Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía de dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. Revista Brasileira de fisiológica vegetal 4(1): 33-38
40. **MARTINEZ, C.** (1988). Expresiones metabólicas de resistencia a la sequía en dos clones de papa sometidas a estrés hídrico (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
41. **MINAGRI.** (2012). La Eficiencia De Uso De Agua (Eua) En El Cultivo De Papa. Programa Sub Sectorial De Irrigaciones. Perú
42. **MITRA, J.** (2001). Genetics and genetic improvement resistance in crop plants. Current Science.
43. **MORTON, J. F.** (2007). The impact of the climate change on smallholder and subsistence agricultura. PNAS 104: 19697-19704

44. **PALEG, I., STEWARD, C., Y BRADBEER, J.** (1984). Proline and glycine betaine influence protein solvation. *Plant Physiology*. 974-978.
45. **PALENCIA, R.** (1989). Curso sobre producción de papa. CIP. Fondo Nacional DE Investigación, Mérida.
46. **PIZARRO, F.** (1987). Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF). Goteo, microaspersión, exudación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.
47. **PUMISACHO, M. Y SHERWOOD, S.** (2002). El cultivo de papa en el Ecuador, INIAP y CIP. Ecuador.
48. **QUINTERO, I.; MONTERO, F.; ZAMBRANO, J.; MEZA, N.; MAFFEI, M.; VALERA A. Y ALVAREZ, R.** (2009). Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. I Crecimiento, desarrollo y rendimiento Venezuela. Consultado 12 jul 2015. (Artículo Científico). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182009000300004&script=sci_arttext
49. **RANDALL, R y GARY, S.** (1993). Managing potato health from emergence to harvest. In: Randall, R (ed). *Potato health management*. St. Paul, MN, U.S.A. American Phytopathological Society Press. pp: 35-40.
50. **RODRIGUEZ, L.** (2015). Caracterización de la respuesta fisiológica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de estrés por déficit hídrico (tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
51. **ROMÁN, M. Y HURTADO, G.** (2002). Guía Técnica del Cultivo de Papa. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
52. **ROUSELLE, P; ROBERT, Y; Y CROSNIER, J.C.** (1999) *La Patata*, INRA, versión española, Ediciones Mundi-Prensa. España.
53. **SÁNCHEZ, E. Y ORTEGA, M.** (2011). Emergencia de brotes de tubérculos de papa en condiciones salinas. Consultado el 15 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n2/2395-8030-tl-29-02-00153.pdf>
54. **SANTAYANA, S.** (2000). Aguas subterráneas. Curso de Actualización Profesional. Perú.

55. **SEMINARIO, J.** (2008). Diversidad y variabilidad de papa, con énfasis en el norte peruano. Consultado el 15 de junio del 2018. Disponible en: <http://investigacionyacademia.blogspot.com/2011/05/variedades-de-papa-nativa-y-mejorada.html>
56. **SIERRA, C ; ROJAS, J y KALAZICH, J.** (2002). Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Boletín N° 76.
57. **SOLANO, J; ACUÑA, I; DIÉGUEZ, P. Y MORALES, D.** (2011). Comportamiento de variedades nativas y comerciales de Papa (*Solanum tuberosum L.*) a infecciones naturales de tizón tardío, manejadas en base a sistemas de alerta temprana. Venezuela. Consultado 13 jul 2015. (Artículo Científico). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921395009>
58. **SPOLEN, W. G., SHARP, R. E., SAAB, I. N., & WU, Y.** (1993). Regulation of cell expansion in roots and shoots at low water potentials. In: Water deficits: plant responses from cell to community. Smith, J.A.C. and Griffiths, H. (Eds.). Oxford Bios Scientific Publishers, 37-52.
59. **STRUIK P, GEERTSEMA J, CUSTERS C.** (1989) Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum L.*) plant. III. Development of tubers. *Potato Res* 32 (2): 151-158
60. **VALLADARES, F; VILAGROSA, A; PEÑUELAS, J; OGAYA, R; JULIO, J; CORCUERA, L; SISÓ, S.** (2004). Estrés hídrico: eco fisiología y escalas de la sequía. 163-190.
61. **VANDER ZAAG, D.E.** (1990). La patata y su cultivo en los países bajos. Instituto consultativo holandés sobre la patata. La Haya, Holanda. 76 p.
62. **WEISZ, R.; KAMINSKI, J.; SMILOWITZ, Z.** (1994). Water deficit effects on potato leaf growth and transpiration: utilizing fraction extractable soil water for comparison with other crops. *American Potato Journal* 71: 829-840.

ANEXOS

ANEXO 1: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Febrero 2016.

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			1-Feb-16	25.3	13.2	16.2	24.2	18.2	14.2	16.8		
2-Feb-16	26.6	14.8	17.7	26.4	17	13.8	18.6	14.6	0	0	SW	6
3-Feb-16	25.6	14	19	25.2	17.2	14.6	17.4	14.6	0	0	SW	4
4-Feb-16	26	14.4	19.2	25.8	18	15.4	18	15	0	0	SW	6
5-Feb-16	26	15	18.6	25.8	18.3	15.8	17.2	15.4	0	0	S	8
6-Feb-16	26.8	15.2	19	25.6	17.6	16	17.8	15.2	0	0	SW	5
7-Feb-16	25.8	15	16	25.6	18.4	15	18.8	16.4	0	0	SW	6
8-Feb-16	24.2	15	15	23.4	16.8	15	19.2	15.6	0	0	SW	6
9-Feb-16	26.8	14.4	17	25.8	17	15.6	19.6	15.4	0	0	SW	6
10-Feb-16	25.2	15	19	24.2	18.6	16	18.8	16.4	0	0	SW	4
11-Feb-16	25.4	17.8	18.8	24.8	18.4	16.2	19.2	16.4	0	0	S	4
12-Feb-16	25.8	15.8	21	23.8	16.8	17.2	18.6	16	0	0	NW	4
13-Feb-16	25	15	17.8	25	17.4	16.4	19.8	15.8	0	0	S	8
14-Feb-16	26.2	14.4	18.2	25.6	17.4	16.6	19.6	16.2	0	0	SW	6
15-Feb-16	26.8	14	17	25	19	16.2	19.6	17.2	0	0	SW	7
16-Feb-16	27.6	15.6	19.4	26.2	18.8	16.8	20.2	16.8	0	0	WSW	3
17-Feb-16	26	14	16.8	25	18.2	15.6	19.8	16.7	0	0	SW	6
18-Feb-16	27.6	17.2	17.8	27.4	20	16.2	20.2	17.6	0	0	S	3
19-Feb-16	27.4	17	18.2	27	20.7	16.8	20.8	17.2	0	0	SW	8
20-Feb-16	26	16.8	18.4	25.2	19.4	16.2	20	16.2	0	0	SW	4
21-Feb-16	26.4	18.5	19.2	23.8	18.4	15.8	18.6	17	0	0	SW	8
22-Feb-16	22.6	12	17.2	22	19.8	17.2	19.6	19	0	0.4	SW	3
23-Feb-16	23.8	16.4	17.2	23	18.8	17.2	19.2	18.4	6	0.1	SW	3
24-Feb-16	25	17.1	18	23.8	18.8	16.4	20.2	17.8	0.8	0	SW	7
25-Feb-16	27	17.2	18.4	27	18.8	17.6	20.8	17.8	0	0	W	7
26-Feb-16	26.2	17.8	18.2	25.6	17.4	17.4	20	16.6	0	0	SW	8
27-Feb-16	25.9	15.3	18.4	25.2	18.6	17.2	18.8	16.8	0	0	SW	6
28-Feb-16	27.6	16.4	19.2	26.8	18.6	17	19.4	16.8	0	0	S	6
29-Feb-16	27.6	15.4	18.4	27.6	19.2	17	19.8	16.6	0	0	S	7

Fuente: Senamhi (2017).

ANEXO 2: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Marzo 2016.

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			1-Mar-16	27	15.4	18	26.4	17.6	16	19.4		
2-Mar-16	25.2	16.6	17.2	23.6	16.8	16.2	19	16.2	0	0	SW	4
3-Mar-16	25.8	16.4	20.6	24.8	18	16.4	19.8	16.6	0	0	SW	6
4-Mar-16	26	16	17.8	24.4	18.8	17	17.8	16.8	0	0	SW	4
5-Mar-16	25.6	14.2	17.4	24.8	17	15.8	19	15.4	0	0	SW	6
6-Mar-16	26.8	16.2	19	25.4	18.6	16.6	18.8	16.4	0	0	SW	8
7-Mar-16	25.6	15.6	18.2	25.4	17.4	16.4	19	16	0	0	SW	8
8-Mar-16	25.2	15.3	18	25	18.6	16.2	19	16.2	0	0	SW	6
9-Mar-16	28.9	15.8	19	27.4	19.2	17.2	18.8	16.8	0	0	NW	5
10-Mar-16	28	15	17.4	27.2	20	15.4	18.4	15.4	0	0	W	3
11-Mar-16	27.8	15.4	19.2	25.8	16.8	16.2	19	15.4	0	0	SW	7
12-Mar-16	27.8	14	18.6	27.2	18.4	16.2	18	15.8	0	0	SW	8
13-Mar-16	27.2	14.8	17.4	26.4	19.4	15.4	18.4	15.8	0	0	SW	6
14-Mar-16	27.2	13.6	15.2	27.2	18.4	14.4	19	16.2	0	0	SW	5
15-Mar-16	26.6	15.4	19.5	26	18	16.6	18.4	16	0	0	SW	6
16-Mar-16	26.2	14.8	18.4	25.4	16	16.2	18.4	14.6	0	0	SW	6
17-Mar-16	26	15	19.2	24.6	15.6	15.8	18.4	14.8	0	0	S	7
18-Mar-16	26	14	19.2	24.8	16.2	15.2	17.8	15	0	0	SW	8
19-Mar-16	26.2	13.8	18	25.2	18.4	15.4	18.4	15.6	0	0	S	8
20-Mar-16	27.8	14	17.6	26.6	17.6	15.4	18.6	15	0	0	W	5
21-Mar-16	28.4	16.4	20.8	27.6	17.6	17.4	19	15.6	0	0	SW	7
22-Mar-16	26.5	14.8	18.2	25.2	19.6	16.2	19	17	0	0	W	4
23-Mar-16	25.2	15	18	24.2	17.2	16.2	18.6	15.6	0	0	W	3
24-Mar-16	25.8	14.4	17.6	22.8	17.6	15.8	18.2	15.4	0	0	W	5
25-Mar-16	27.3	14.6	18	25.6	18.8	15.8	19	16	0	0	SW	8
26-Mar-16	27.8	15.8	19	26.4	21.2	16.2	18	17	0	0	SW	7
27-Mar-16	27.2	15.6	18.8	26.8	19.8	15.4	19.4	16.8	0	0	S	6
28-Mar-16	27.2	16.2	18.8	26.2	19	16	19.4	16.4	0	0	SW	6
29-Mar-16	27	16	18.6	25.8	18.4	15.8	19.6	16.8	0	0	S	10
30-Mar-16	26.8	13.8	17.4	25.8	18.8	15.5	19	16	0	0	S	6
31-Mar-16	27.8	13.4	17.8	26.4	18.8	15.4	18	15.4	0	0	SW	7

Fuente: Senamhi (2017).

ANEXO 3: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Abril 2016.

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
1-Abr-16	27.3	15.1	18.2	26	17.2	15.4	19	15.4	0	0	S	8
2-Abr-16	26.6	16	17.2	25.8	16.8	15.8	19.4	15	0	0	SW	8
3-Abr-16	25.8	16.2	18.2	24.6	18	16.4	19.4	16.4	0	0	NW	3
4-Abr-16	25	15.5	16.8	24.6	17.2	15.8	19.4	15.8	0	0	SW	3
5-Abr-16	24.8	15.8	17.8	22.8	15.8	16.8	19.4	17.2	0	0	S/D	2
6-Abr-16	25	15.2	18	25	18	16.8	19.6	16.6	0	0	SW	3
7-Abr-16	25.1	15.8	18.4	24.6	20.4	16.8	19.2	17.4	0	0	S	4
8-Abr-16	24.6	14	20	24.2	15.2	17.2	19.6	14.8	0	0	SSW	6
9-Abr-16	22.8	12.8	13.6	22	15.8	13.6	19	15.2	0	0	W	4
10-Abr-16	24.8	13	17.8	23	15.6	15.4	17.2	14.6	0	0	SW	6
11-Abr-16	24.8	15.2	16.6	24.2	16.8	15.2	19.2	15.8	0	0	S	6
12-Abr-16	22.4	13.4	15.8	21	16.6	15.6	17.2	15.4	0	0	S	4
13-Abr-16	25.6	13.2	14.2	25.4	16.4	14	17.8	14.6	0	0	W	2
14-Abr-16	24.4	11.8	16.8	24	17.2	14	17.6	14.8	0	0	S	4
15-Abr-16	26	12.8	16.6	25.6	17	15.2	17.6	14.2	0	0	S	5
16-Abr-16	25.8	15	17.6	25.6	18.2	15.2	17.4	14.4	0	0	S	6
17-Abr-16	25	16.2	18.6	23.8	16.6	14.6	17	14	0	0	SW	7
18-Abr-16	25	15.4	20.4	22	15.6	15.8	16.6	15.4	0	0.4	S	6
19-Abr-16	20.8	12.8	13	17	14	13	16	13.8	0.5	0	SW	4
20-Abr-16	24.6	12.8	12.8	24.6	18	12.8	17.8	15.8	0.7	0	SW	6
21-Abr-16	24	10.4	13	23.2	17.6	12	16.8	14.2	0	0	SW	4
22-Abr-16	27	14	17.4	27	17	13.2	16.6	15.8	0	0	W	4
23-Abr-16	25.2	11.4	16	25.2	16.6	14.6	19.2	15.4	0	0	SW	2
24-Abr-16	24.2	12	15.8	20.4	17.4	15	17.2	14.6	0	0	S	6
25-Abr-16	24.9	11.6	15.5	22.2	14	13.4	17.4	13.4	0	0	S	7
26-Abr-16	25	11	14.4	24	17.2	13.4	17.4	13.6	0	0	S	4
27-Abr-16	25.8	12.2	16.8	24.8	16.2	13.6	17.2	13.8	0	0	W	2
28-Abr-16	24.8	10.8	14.2	23	15.8	12.2	17.4	13.8	0	0	SW	4
29-Abr-16	26	12.2	15.4	25.2	16.8	13.2	17.6	13	0	0	W	3
30-Abr-16	27.3	13.4	16.6	27	17.2	13.4	18.4	12.8	0	0	W	6

Fuente: Senamhi (2017).

ANEXO 4: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Mayo 2016.

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
1-May-16	26.9	12.6	16	24.4	17.2	12.8	18	14.6	0	0	SW	6
2-May-16	27	13.6	16.8	24	17	13.6	18.2	11.8	0	0	W	7
3-May-16	26.1	12.1	15	25.8	17.8	13.2	17.6	14.4	0	0	SW	7
4-May-16	26.2	13.9	15.8	26	18.8	13.6	17.8	13.8	0	0	SW	7
5-May-16	25	13	16.8	24.2	17.8	14	19.2	15	0	0	SW	6
6-May-16	27.8	13.2	17	25.8	18.6	14.4	18.3	15.3	0	0	S	6
7-May-16	24.9	13.2	16.2	23.4	16.2	13.2	18.8	15	0	0	SW	6
8-May-16	23	12	15.6	22.6	15.8	14	17.4	14.2	0	0	SW	6
9-May-16	24.4	11.4	15	23.8	16.4	13.6	17	14.8	0	0	SW	6
10-May-16	24.6	12	14.4	23.8	15.8	13.8	17.4	14.2	0	0	W	3
11-May-16	25.4	11.2	13.4	25.2	16.4	12.2	16.2	13.8	0	0	SW	6
12-May-16	28.2	11.8	15.8	28.2	19	11.6	15.8	13.6	0	0	SW	4
13-May-16	27.8	13.4	16.4	27.2	18	12	16.6	14.5	0	0	W	6
14-May-16	26.8	13.8	17.8	25.6	17	14	16	13	0	0	SW	6
15-May-16	27.2	11	14.4	25.4	18.8	12	17.8	14.6	0	0	SW	6
16-May-16	27.2	12.4	15.4	25	17	10.4	17.4	12.4	0	0	SW	4
17-May-16	25.2	11.6	15	24.4	17.8	11	15.8	12.6	0	0	SW	5
18-May-16	23.5	9	13	22.8	14.8	9	15	11.8	0	0	SW	6
19-May-16	25.8	10.6	13.4	24.2	15.6	10.4	16	12.6	0	0	SW	6
20-May-16	26	10	13.2	23.6	15.8	10.4	15.2	11.4	0	0	SW	6
21-May-16	27	11.4	13.6	26.4	16.6	8.6	14.4	12.6	0	0	SW	6
22-May-16	28.7	11.2	14	28.4	18	7.2	16.4	12.6	0	0	SW	4
23-May-16	28.4	13	15.2	27.8	18.4	9.2	15.2	11	0	0	W	3
24-May-16	28	12.8	15.6	27	17	8	15.4	11	0	0	SW	6
25-May-16	28	11.4	15.6	27.4	14.8	9	14.4	10.8	0	0	SW	6
26-May-16	28	11	14.8	24.8	15.4	7.8	17.8	10.2	0	0	W	5
27-May-16	25.2	11	14.2	25	16	8	16.6	11.6	0	0	SW	5
28-May-16	26.2	10	14	25.8	16.6	8.4	17.4	12.6	0	0	SW	6
29-May-16	25.6	10	16	21.4	15	9.4	14.4	9.6	0	0	SW	5
30-May-16	26.6	9.4	12.2	25.8	15	8	15	9	0	0	SW	4
31-May-16	25.2	9	12.6	25.2	14.6	7.4	15	8.6	0	0	SW	5

Fuente: Senamhi (2017).

ANEXO 5: Datos meteorológicos de la Estación Pampa Majes. Junio 2016.

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad Del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
1-Jun-16	26.2	9.7	13	26.2	17	7	15.4	9.2	0	0	S	3
2-Jun-16	28	11	13.6	27.8	17	6.4	13.8	8.2	0	0	SW	4
3-Jun-16	26.8	9.8	13.4	26.2	15	6.8	15.2	8.2	0	0	SW	7
4-Jun-16	26.4	10.6	12	25.6	16.2	5.8	15.6	9	0	0	SW	6
5-Jun-16	25	9.8	12	24	16.2	6	14.2	10.4	0	0	SW	7
6-Jun-16	25	10.8	13.2	22.2	14.8	6	14	10.6	0	0	SW	6
7-Jun-16	25.4	11	12.8	25	15	6.6	16	12	0	0	SW	3
8-Jun-16	26.2	11.2	13.4	25.6	16	7	16.8	10.6	0	0	S	4
9-Jun-16	25.8	10.4	13.8	24	13.6	6.8	16.6	10.6	0	0	SW	7
10-Jun-16	25.2	10.4	13.4	24.8	15.4	8.3	15.8	11	0	0	SW	6
11-Jun-16	24.8	10.2	12.4	24.8	14.4	8.6	16.8	10.4	0	0	S	6
12-Jun-16	26.2	10.4	13	25.4	16.8	9.8	17.4	12.3	0	0	SW	7
13-Jun-16	24	12	14.2	23.4	17	10.2	15	11.8	0	0	SW	5
14-Jun-16	26.2	12.4	14.2	15.2	16.4	9.4	14.4	10.8	0	0	SW	6
15-Jun-16	25.8	12.6	15	24.8	17.8	10	14.8	12	0	0	SW	6
16-Jun-16	27.4	11.6	14.2	27	16.2	10.2	18.8	12.4	0	0	SW	4
17-Jun-16	23.6	10	13.2	22.4	14.4	9.2	15.4	10.8	0	0	SW	6
18-Jun-16	24.4	10	12	23.4	15.4	7.6	14.4	9.8	0	0	SW	6
19-Jun-16	24	9.9	12	23.2	16	8	13.6	10.6	0	0	SW	6
20-Jun-16	24	11	13.2	22.2	12.8	8.9	15.2	9.8	0	0	SW	7
21-Jun-16	25	9.6	16	24.4	16.2	10	16.6	11.2	0	0	SW	4
22-Jun-16	26.2	9.7	10	25.8	14.8	5.8	13.8	9.4	0	0	SW	6
23-Jun-16	24	9	12	23.4	12.8	7	15.8	9.8	0	0	SW	3
24-Jun-16	20	9.8	12	17.2	8.4	7	12.8	8	0	0	SW	6
25-Jun-16	17.4	5.8	7.6	15.4	9.6	6.4	11	9	0	0	S	6
26-Jun-16	21	5.8	5.8	21	13.4	5.8	12.2	5.4	0	0	SW	4
27-Jun-16	25.4	8.4	11.4	25.2	17.2	6.8	11.2	8.4	0	0	S	3
28-Jun-16	27	15.4	20.6	24.2	23	11.6	15	14	0	0	SW	6
29-Jun-16	26	12	14.2	25.4	17.8	11	19.2	14.4	0	0	SW	4
30-Jun-16	26.8	14.6	16.4	25.4	18.4	10.6	17	13.8	0	0	SW	4

Fuente: Senamhi (2017).

ANEXO 6: Análisis de suelo del trabajo de investigación

PERÚ	Ministerio de Agricultura	Instituto Nacional de Innovación Agraria	EEA Santa Rita Arequipa
------	---------------------------	--	-------------------------

**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS
ESTACION EXPERIMENTAL - AREQUIPA INIA**

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE		MIGUEL DEL CARPIO			
PROCEDENCIA		PEDREGAL			
MUESTRA		SUELO			

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	N° DE INFORME
6483	08/06/2016	PEDREGAL	0-30	CARACTERIZACION	6413

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
63.6	23.4	13.0	FRANCO ARENOSO	38.0	11.3	7.9	3.4

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	1.42	██████████				
Nitrogeno : C/N	%	0.07	██████████				
Fosforo : P	ppm	75.10	██████████				
Potasio : K	ppm	1224.87	██████████				
CO3Ca	%	7.16	██████████				
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	3.92	██████████				
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD. ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2.5	7.90	██████████				
BORO	mg/Kg						

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
40.800	2.400	1.261	5.128	49.589	49.589	2.543	Muy alto

ANALISIS FISICO : INTERPRETACION

CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Suelo de textura moderadamente gruesa, deficiente en retencion de humedad. buena capacidad de aireacion del suelo; para mejorar la calidad del suelo agricola incorporar materia organica previom lavado de salinidad con abundante agua dulce.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
		Es un suelo con reaccion moderadamente alcalino en pH, muy salino en conductividad eléctrica, deficiente en contenido de materia orgánica y bajo en nitrogeno, muy alto en concentracion de fosforo y potasio respectivamente; Para efectuar la recomendacion de nutrientes considerar la incorporacion de materia organica previo lavado de salinidad del suelo y fertilizantes en base de sulfatos de acuerdo a los resultados de analisis, con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC, la interpretacion es Muy alto.

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
EEA SANTA RITA - AREQUIPA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
ING. JAVIER JAIME RAMOS TELLO
DIRECTOR
EEA. SANTA RITA - AREQUIPA

ANEXO 7: Análisis de agua del trabajo de investigación

INFORME DE ENSAYO - AGUA

Nº de Referencia: A-16/44861	Registrada en: AGQ Perú	AGQ Perú
Análisis: A-0001-PE	Centro Análisis: AGQ Perú	
Tipo Muestra: AGUA RIEGO	Fecha/Hora: 10/09/2016	Fecha Recepción: 12/09/2016
	Muestreo: 12/09/2016	Fecha Fin: 14/09/2016
	Fecha Inicio: 12/09/2016	Contrato: PE16-3063-AGR
Muestreado por: Cliente	Cliente 3º: ----	
Descripción: 6 / BOCATOMA PITAY AREQUIPA	Domicilio: JR.TNTE.EMILIO FERNANDEZ NRO.130URB.SANTA BEATRIZ LIMA LIMA LIMA LIMA	
Cliente: PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES-PSI		

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	782	µS/cm a 25°C		750		1 500		Electrometría	PEC-002
pH	8,10			6,50		7,50		Electrometría	PEC-001

CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	47,4	2,36		2,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	11,9	0,98		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	9,93	0,25		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	101	4,39		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009

ANIONES -

Parámetro	mg/L CO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	82,4	1,35		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	103	2,90		0,60		4,00		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Nitratos	< 10,0	< 0,16		0,00		0,80		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Sulfatos	93,2	1,94		0,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009

METALES TOTALES

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Hierro	0,27	mg/L		0,50		0,50		Espect ICP-OES	PC-200
Manganeso	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,71	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

NOTA
Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN: 14/09/2016

P.A.
 Yoel Iñigo CQP 826
 Resp. Lab. Inorgánico

AGQ PERU, S.A.C.
Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima, Lima, PERU
T: (511) 710 27 00 F: (511) 718 30 94 operacionesperu@agq.com.pe
www.agqlabs.com

1/1

ANEXO 8: Emergencia (%) de tubérculos de papa (20 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	00	00	00	00	00	16.67	00	33.33	16.67	16.67	16.67	00	00
II	16.67	00	16.67	00	00	00	33.33	16.67	33.33	00	16.67	33.33	16.67
III	0	16.67	00	00	00	00	16.67	00	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67
TOTAL	16.67	16.67	16.67	00	00	16.67	50.00	50.00	66.67	33.34	50.01	50.00	33.34
PROMEDIO	5.56	5.56	5.56	00	00	5.56	16.67	16.67	22.22	11.11	16.67	16.67	16.67

ANEXO 9: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (20 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	1937.51	161.46	1.52	2.18	0.1847	N.S
Bloques	2	227.84	113.92	1.07	3.40	0.3581	N.S
Error	24	2549.83	106.24				
Total	38	4715.17					

CV: 96.5 % y r^2 : 0.46

ANEXO 10: Emergencia (%) de tubérculos de papa (27 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	16.67	16.67	0	0	0	16.67	16.67	50	50	16.67	33.33	33.33	33.33
II	16.67	16.67	16.67	16.67	0	16.67	33.33	33.33	50	16.67	50	50	50
III	16.67	33.33	16.67	0	16.67	16.67	33.33	33.33	33.33	33.33	50	50	33.33
TOTAL	50.01	66.67	33.34	16.67	16.67	50.01	83.33	116.66	133.33	66.67	133.33	133.33	116.66
PROMEDIO	16.67	22.22	11.11	5.56	5.56	16.67	27.78	38.89	44.44	22.22	44.44	44.44	38.89

ANEXO 11: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (27 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	7847.38	653.95	9.34	2.18	<.0001	*
Bloques	2	356.10	178.04	2.54	3.40	0.0997	N.S
Error	24	1681.09	70.04				
Total	38	9884.57					

CV: 32.10 % y r^2 : 0.83

ANEXO 12: Emergencia (%) de tubérculos de papa (34 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	50.0	66.7	50.0	50.0	50.0	83.3	83.3	83.3	83.8	66.6	83.8	100.0	83.3
II	50.0	83.8	50.0	50.0	50.0	50.0	83.3	66.6	100.0	66.6	100.0	100.0	83.3
III	50.0	66.6	50.0	50.0	83.3	66.6	100.0	83.3	100.0	83.3	100.0	100.0	83.3
TOTAL	150.0	216.6	150.0	150.0	183.3	200.0	266.6	233.3	283.8	216.6	283.3	300.0	249.9
PROMEDIO	50.00	77.22	50.00	50.00	61.11	66.67	88.89	77.78	94.61	77.22	94.61	100.0	83.33

ANEXO 13: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (34 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	11366.90	947.24	11.09	2.18	<.0001	*
Bloques	2	356.14	178.07	2.08	3.40	0.1464	N.S
Error	24	2050.79	85.45				
Total	38	13773.82					

CV: 12.50 % y r^2 : 0.85

ANEXO 14: Emergencia (%) de tubérculos de papa (41 dds) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	83.3	100.0	100.0	83.3	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
II	100.0	100.0	100.0	83.3	100.0	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
III	100.0	100.0	100.0	50.0	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
TOTAL	283.3	300.0	300.0	216.6	266.6	283.3	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PROMEDIO	94.44	100.0	100.0	77.22	88.89	94.44	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ANEXO 15: Análisis de Varianza (ANVA) para emergencia (%) de tubérculos de papa (41 dds.) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	2293.89	191.15	3.66	2.18	0.0033	*
Bloques	2	42.73	21.36	0.41	3.40	0.6689	N.S
Error	24	1253.64	52.24				
Total	38	3590.26					

CV: 7.52 % y r^2 : 0.65

ANEXO 16: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 20 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	00	4.0	00	4.0	1.33
T2	00	00	4.1	4.1	1.37
T3	00	3.5	00	3.5	1.17
T4	00	00	00	00	00
T5	00	00	00	00	00
T6	3.4	00	00	3.4	1.13
T7	00	4.6	3.8	8.4	2.80
T8	3.6	3.2	00	6.8	2.27
T9	3.3	4.4	3.7	11.4	3.80
T10	3.0	00	3.6	6.6	2.20
T11	4.7	3.8	4.3	12.8	4.27
T12	00	5.0	4.8	9.8	3.27
T13	3.6	4.4	4.1	12.1	4.03

ANEXO 17: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm) de papa 20 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	74.86	6.24	1.93	2.18	0.0819	N.S
Bloques	2	4.98	2.49	0.77	3.40	0.4735	N.S
Error	24	77.45	3.23				
Total	38	157.29					

CV: 24.51 % y r^2 : 0.51

ANEXO 18: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 35 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	17.6	20.0	17.8	55.4	18.47
T2	19.6	22.3	21.1	63.0	21.00
T3	18.4	20.2	21.0	59.6	19.87
T4	15.3	14.8	15.6	45.7	15.23
T5	17.3	17.0	14.2	48.5	16.17
T6	14.1	13.9	13.5	41.5	13.83
T7	25.2	19.7	19.3	64.2	21.40
T8	22.8	18.9	19.2	60.9	20.30
T9	19.8	20.3	19.2	59.3	19.77
T10	16.7	18.1	15.8	50.6	16.87
T11	21.3	22.2	20.8	64.3	21.43
T12	24.1	22.9	22.1	69.1	23.03
T13	18.6	20.4	16.9	55.9	18.63

ANEXO 19: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (cm.) 35 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	266.34	22.20	10.59	2.18	<.0001	*
Bloques	2	10.41	5.21	2.48	3.40	0.1046	N.S
Error	24	50.31	2.10				
Total	38	327.07					

CV: 7.65 % y r^2 : 0.85

ANEXO 20: Altura de plantas en el Cultivo de papa (cm.) 50 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	59.9	61.7	60.1	181.7	60.57
T2	66.2	62.4	61.8	190.4	63.47
T3	50.6	52.4	45.6	148.6	49.59
T4	45.1	51.0	39.7	135.8	45.27
T5	40.2	44.8	44.2	129.2	43.07
T6	43.2	38.5	33.4	115.1	38.37
T7	76.3	74.8	75.4	226.5	75.50
T8	71.8	73.2	71.1	216.1	72.03
T9	76.3	78.1	75.0	229.4	76.47
T10	64.7	68.2	61.9	194.8	64.93
T11	62.6	68.2	64.1	194.9	64.97
T12	80.1	79.9	76.2	236.2	78.73
T13	63.1	60.4	57.9	181.4	60.47

ANEXO 21: Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de papa (cm).. 50 dds. en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	6408.96	534.08	91.65	2.18	<.0001	*
Bloques	2	90.92	45.46	7.80	3.40	0.0025	*
Error	24	139.86	5.82				
Total	38	6639.74					

CV: 3.96 % y r^2 : 0.98

ANEXO 22: Tallos aéreos el Cultivo de papa (unidades) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	3	2	3	8.0	2.67
T2	4	4	4	12.0	4.00
T3	3	4	4	11.0	3.67
T4	2	1	3	6.0	2.00
T5	5	2	6	13.0	4.33
T6	5	5	4	14.0	4.67
T7	4	4	4	12.0	4.00
T8	4	4	4	12.0	4.00
T9	3	4	3	10.0	3.33
T10	3	4	4	11.0	3.67
T11	4	4	4	12.0	3.67
T12	4	4	3	11.0	3.67
T13	4	5	4	13.0	4.33

ANEXO 23: Análisis de Varianza (ANVA) para Tallos aéreos el Cultivo de papa (unidades) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	18.31	1.53	2.31	2.18	0.0390	*
Bloques	2	0.15	0.08	0.12	3.40	0.8905	N.S
Error	24	15.85	0.66				
Total	38	34.31					

CV: 22 % y r^2 : 0.54

ANEXO 24: Inicio de tuberización a 30 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa..

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	No
II	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	No
III	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	No

ANEXO 25: Inicio de tuberización a 35 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No
II	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No
III	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	No

ANEXO 26: Inicio de tuberización a 40 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
II	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
III	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No

ANEXO 27: Inicio de tuberización a 45 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	No	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
II	No	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
III	No	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

ANEXO 28: Inicio de tuberización a 50 días después de la emergencia de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

BLOCK	TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
II	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
III	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

ANEXO 29: Área foliar en plantas de papa (dm^2) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	29.27	28.10	23.76	81.13	27.04
T2	33.15	31.28	36.62	101.05	33.68
T3	30.11	31.04	28.70	89.85	29.95
T4	25.88	29.62	28.13	83.63	27.88
T5	26.32	25.53	23.46	75.31	25.10
T6	28.74	25.87	24.43	79.04	26.28
T7	40.83	43.11	39.56	123.5	41.17
T8	33.54	32.06	34.17	99.77	33.26
T9	40.05	41.93	38.75	120.73	40.24
T10	35.02	38.82	30.94	104.78	34.93
T11	38.77	37.43	37.92	114.12	38.04
T12	40.98	42.72	35.47	119.17	39.72
T13	35.19	29.83	33.76	98.78	32.93

ANEXO 30: Análisis de Varianza (ANVA) para Área foliar en plantas de papa (dm^2) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	1117.35	93.11	18.46	2.18	<.0001	*
Bloques	2	25.11	12.56	2.49	3.40	0.1041	N.S
Error	24	121.04	5.04				
Total	38	1263.51					

CV: 6.79 % y r^2 : 0.90

ANEXO 31: Rendimiento de tubérculos de papa (t/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	15.41	17.26	14.89	47.56	15.85
T2	30.78	31.44	32.12	94.34	31.45
T3	25.99	24.89	26.52	77.40	25.80
T4	7.13	5.89	7.33	20.35	6.78
T5	6.33	4.06	5.93	16.32	5.44
T6	12.74	12.11	11.93	36.78	12.26
T7	40.74	41.39	42.12	124.25	41.42
T8	37.04	38.02	40.33	115.39	38.46
T9	48.79	52.38	50.21	151.38	50.46
T10	30.33	31.13	33.52	94.98	31.66
T11	35.07	34.19	35.98	105.14	35.05
T12	48.68	48.88	50.12	147.68	49.23
T13	30.33	32.76	32.57	95.66	31.89

ANEXO 32: Análisis de Varianza (ANVA) para el Rendimiento de tubérculos de papa (Kg/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	8050309661	670859138	593.95	2.18	<.0001	*
Bloques	2	7967614	3983807	3.53	3.40	0.0454	*
Error	24	27107756	1129490				
Total	38	8085385031					

C.V. = 3.68 % y r^2 : 0.99

ANEXO 33: Diámetro ecuatorial de tubérculos de papa (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	41.6	42.5	42.1	126.2	42.1
T2	49.4	47.5	47.3	144.2	48.1
T3	48.0	46.6	44.3	138.9	46.3
T4	32.9	34.2	37.0	104.1	34.7
T5	37.3	35.0	35.2	107.5	35.8
T6	42.1	45.0	46.0	133.1	44.4
T7	48.3	49.1	50.3	147.7	49.2
T8	54.9	50.6	55.8	161.3	53.8
T9	63.3	62.2	66.4	191.9	64.0
T10	55.7	62.8	62.4	180.9	60.3
T11	62.2	60.5	58.2	180.9	60.3
T12	61.6	64.4	53.8	179.8	59.9
T13	62.2	68.6	64.5	195.3	65.1

ANEXO 34: Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro ecuatorial (mm) de tubérculos de papa Rendimiento de tubérculos de papa (Kg/ha) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft	Ft. a = 0.05	Sig.
Tratamientos	12	4160.2759	346.6897	36.23	2.18	<.0001	*
Bloques	2	1.2159	0.6079	0.06	3.40	0.9386	N.S
Error	24	229.6841	9.5702				
Total	38	4391.18					

C.V. = 6.02 % y r^2 : 0.94

ANEXO 35: Diámetro polar de tubérculos de papa (mm) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	73.5	64.5	69.3	207.3	69.1
T2	53.2	54.4	52.6	160.2	53.4
T3	67.8	67.8	65.9	201.5	67.2
T4	41.7	51.6	35.0	128.3	42.8
T5	72.9	69.7	66.4	209.0	69.7
T6	50.6	60.6	60.2	171.4	57.1
T7	61.4	60.1	63.1	184.6	61.5
T8	76.8	74.0	81.8	232.6	77.5
T9	74.4	82.6	92.8	249.8	83.3
T10	75.1	78.9	73.1	227.1	75.7
T11	66.2	68.9	63.4	198.5	66.2
T12	126.4	152.4	95.3	374.1	124.7
T13	77.4	79.3	78.7	235.4	78.5

ANEXO 36: Análisis de Varianza (ANVA) para el Diámetro polar (mm) de tubérculos de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft	Ft. a = 0.05	Sig.
Tratamientos	12	13757.75	1146.4791	14.03	2.18	<.0001	*
Bloques	2	183.4523	91.7262	1.12	3.40	0.3418	N.S
Error	24	1960.5277	81.6887				
Total	38	15901.7292					

C.V. = 12.68 % y r^2 : 0.87

ANEXO 37: Tubérculos comerciales de Primera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	207.0	00	118.0	325	108.3
T2	00	00	00	0	00
T3	217.0	384.0	273.0	874	291.3
T4	00	00	00	0	00
T5	00	00	00	0	00
T6	00	125.0	116.0	241	80.3
T7	00	00	00	0	00
T8	265.0	00	122.0	387	129.0
T9	1041.0	796.0	864.0	2701	900.3
T10	158.0	521.0	239.0	918	306.3
T11	208.0	547.0	311.0	1066	355.3
T12	1232.0	896.0	793.0	2921	973.7
T13	330.0	572.0	396.0	1298	432.7

ANEXO 38: Análisis de Varianza (ANVA) para tubérculos comerciales de Primera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	3903616.41	325301.37	21.24	2.18	<.0001	*
Bloques	2	15021.69	7510.85	0.49	3.40	0.6184	N.S
Error	24	367624.97	15317.71				
Total	38	4286263.08					

CV: 24.98 % y r^2 : 0.91

ANEXO 39: Tubérculos comerciales de Segunda (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	327.0	529.0	395.0	1251	417.00
T2	572.0	548.0	591.0	1711	570.33
T3	517.0	501.0	525.0	1543	514.33
T4	198.0	217.0	179.0	594	198.00
T5	289.0	292.0	223.0	804	268.00
T6	337.0	251.0	00	588	196.00
T7	1131.0	1211.0	1344	3686	1228.67
T8	344.0	460.0	517.0	1321	440.33
T9	00	195.0	172.0	367	122.33
T10	471.0	186.0	164.0	821	273.67
T11	520.0	395.0	603.0	1518	506.00
T12	00	164.0	232.0	396	132.00
T13	317.0	200.0	247.0	764	274.67

ANEXO 40: Análisis de Varianza (ANVA) para Tubérculos comerciales de Segunda (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	3066289.08	255524.09	23.68	2.18	<.0001	*
Bloques	2	1626.82	813.41	0.08	3.40	0.9276	N.S
Error	24	259023.85	10792.66				
Total	38	3326939.74					

CV: 26.27 % y r^2 : 0.92

ANEXO 41: Tubérculos comerciales de Tercera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	00	00	25.0	25	8.33
T2	00	00	00	0	00
T3	00	00	00	0	00
T4	25	25.0	41.0	91	22.00
T5	00	00	23.0	23	7.67
T6	00	00	26.0	26	8.67
T7	00	00	00	0	00
T8	00	00	00	0	00
T9	00	00	00	0	00
T10	00	00	00	0	00
T11	00	00	00	0	00
T12	00	00	00	0	00
T13	00	00	00	0	00

ANEXO 42: . Análisis de Varianza (ANVA) para tubérculos comerciales de Tercera (g) en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	Ft $\alpha=$ 0.05%	Sig.
Tratamientos	12	1559.44	129.95	2.06	2.18	0.0632	N.S
Bloques	2	562.82	281.41	4.47	3.40	0.0224	*
Error	24	1511.18	62.97				
Total	38	3633.44					

CV: 21.05 % y r^2 : 0.58

ANEXO 43: Costo de Producción del cultivo de papa en Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la Irrigación Majes, Arequipa.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

UBICACIÓN	Arequipa	PERIODO VEGETATIVO	4 MESES
CULTIVO	Papa	SISTEMA DE RIEGO	GOTEO
VARIEDAD	Única	NIVEL TECNOLÓGICO	MEDIO
FECHA DE SIEMBRA		RENDIMIENTO ESPERADO (Kg)	35000
FECHA DE COSECHA		ÁREA (Ha.)	1
TIPO DE CAMBIO	3.23		

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	COSTO TOTAL
					(\$)
I.- COSTOS DIRECTOS					
A. GASTOS DE CULTIVO					
1. Mano de Obra:				5050	1563.47
1.1 Preparación de terreno					
Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	3	50	150	46.44
Incorporación materia orgánica	Jor.	3	50	150	46.44
1.2 Siembra					0.00
Desinfección de semilla	Jor.	1	50	50	15.48
Distribución y tapado de semilla	Jor.	7	50	350	108.36
1.3 Abonamiento					

1er. Abonamiento	Jor.	1	50	50	15.48
2do. Abonamiento	Jor.	1	50	50	15.48
Labores Culturales					
Deshierbo	Jor.	9	50	450	139.32
Aporque	Jor.	18	50	900	278.64
Riegos	Jor.	12	50	600	185.76
1.4 Control Fitosanitario					
- Aplicación pesticidas	cilindros	10	50	500	154.80
1.5 Cosecha					
- Corte de follaje	Jor.	4	50	200	61.92
- Recolección y selección	Jor.	30	50	1500	464.40
- Encostalado y carguío	Jor.	2	50	100	30.96
2. Maquinaria Agrícola:				1330	411.76
2.1 Polidisco	hora/tractor	4	70	280	86.69
	hora/tractor	3	70	210	65.02
2.1 Disco	hora/tractor	6	70	420	130.03
2.3 Rastra con tablón	hora/tractor	3	70	210	65.02
2.4 Surcado	hora/tractor	3	70	210	65.02
3. Insumos:				6015.8	1862.48
3.1 Semilla	Kg.	2500	0.65	1625	503.10
3.2 Fertilizantes (200-180-200)					
- Nitrato de Amonio	Kg.	606	1.3	787.8	243.90
- Fosfato Di Amónico	Kg.	500	1.96	980	303.41
- Sulfato de potasio	Kg.	400	2.2	880	272.45
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.26	1040	321.98

3.4 Pesticidas					
- Activol	Pastillas	2	10	20	6.19
- Clorphyrifos	Lt.	2	25	50	15.48
- Zuxion	Lt.	1	100	100	30.96
- Mancozeb	Kg.	2	30	60	18.58
- Trigger	Lt.	2	98	196	60.68
- Alfa cipermetrina	Lt.	1	35	35	10.84
- Packard	Lt.	4	35	140	43.34
- Adherente	Lt.	1	22	22	6.81
- Abono Foliar	Lt.	4	20	80	24.77
4. Otros				3300	1021.67
Sacos	Und.	250	0.8	200	61.92
Alquiler de terreno	Ha	1	3000	3000	928.79
Costo de uso de agua (ha)			100	100	30.96
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				15695.8	4859.38

II. COSTOS INDIRECTOS					
Gastos Generales (4%)				627.83	194.38
Gastos Administrativos (3%)				470.87	145.78
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1098.71	340.16

COSTO TOTAL				16794.51	5199.54
--------------------	--	--	--	-----------------	----------------