



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRÍA EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO

SOSTENIBLE

TESIS

**EVALUACIÓN DE OCHO PROGENIES HÍBRIDAS DE PAPA (*Solanum* sp.)
CON INTROGRESIÓN DE UNA ESPECIE SILVESTRE (*Solanum
commersonii.*), PARA LA TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS EN
LA COMUNIDAD DE OCCOPATA- DISTRITO DE SANTIAGO- REGIÓN
CUSCO**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

AUTOR

Br. EVELYN ZARATE ALLER

ASESOR

Msc. LUIS JUSTINO LIZARRAGA

VALENCIA

ORCID (0000-0001-5600-7998)

CUSCO-PERÚ

2023

-INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DE OCHO PROGENIES HÍBRIDAS DE PAPA (*Solanum sp.*) CON INTROGRESIÓN DE UNA ESPECIE SILVESTRE (*Solanum commersonii.*), PARA LA TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS EN LA COMUNIDAD DE OCCOPATA-DISTRITO DE SANTIAGO- REGIÓN CUSCO

presentado por: EVELYN ZARATE ALLER con DNI Nro.: 71140152, para optar el título profesional/grado académico de Maestro EN CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 vez, mediante elSoftware Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 15 de agosto de 2023



Firma

Post firma Luis Justino Lizarraga Valencia

Nro. de DNI. 23902170

ORCID del Asesor. 0000-0001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID: 27259:222852623

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis Post Grado - Evelyn Zarate Aller .pdf

RECUENTO DE PALABRAS

52932 Words

RECUENTO DE CARACTERES

253741 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

222 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

11.9MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 12, 2023 6:33 PM CST

FECHA DEL INFORME

Apr 12, 2023 6:38 PM CST**● 1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Base de datos de publicaciones
- Material bibliográfico
- Material citado

DEDICATORIA

Que nunca cese mi fuerza para decir que gracias a ti, mi Señor, que hoy veo cumplir un sueño más, en mi vida profesional.

“Mas a Dios gracias, el cual nos lleva siempre en triunfo en Cristo Jesús, y por medio de nosotros manifiesta en todo lugar el olor de su conocimiento”. 2 Corintios 2:14

A mis padres Zenón y Edelmira; hermanos Fabiola, Fiorela, Margot, Orlando y Diego, quienes fueron la motivación más grande para concluir con éxito este proyecto de investigación, gracias por su comprensión, cariño y amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, por el apoyo brindado a través del proyecto CONCYTEC, gracias por haberme brindado la oportunidad de ser parte del equipo de investigación.

Al Dr. Alfonso Del Río de la universidad de Wisconsin-Madison -EE. UU, quien a través de convenios viene apoyando la investigación científica en la región de Cusco.

Al CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina), por otorgarme el grato honor de ser parte del equipo investigador

Al Dr. Raymundo Gutiérrez, quien, con paciencia, constancia de trabajo y perseverancia, apoyo en la elaboración de la presente investigación, muchas gracias por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas.

Al Msc. Luis Justino Lizárraga Valencia por su apoyo a lo largo de mi formación profesional.

Mi gratitud a la Sra. Lucila Melgar Merma y familia por abrir las puertas de su hogar en la comunidad de Occopata y permitirme realizar la investigación

A la familia Huamán Torres por el tiempo compartido, quiero en estas líneas agradecer de manera especial al Ing. Alex Fernando Huamán Torres por haber sido parte importante de mi crecimiento profesional, mil gracias por su apoyo, paciencia, consejos y sus múltiples palabras de aliento para seguir adelante en momentos de dificultad.

A mis cuñados, sobrinos, tíos, abuelos por ser parte importante de mi vida, gracias por la motivación que siempre me brindaron para perseguir mis sueños.

A Neysi Quiñonez Montalvo, mis amigos y compañeros de estudios con quienes compartí maravillosos momentos, mi agradecimiento por estar allí siempre.

Índice general

Resumen.....	14
Abstract.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Problema general	19
1.2.2 Problemas específicos.....	19
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1 Justificación teórica	20
1.3.2 Justificación practica.....	20
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4.1 Objetivo general de la Investigación.....	21
1.4.2 Objetivos específicos de la investigación	21
II MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	22
2.1 BASES TEÓRICAS	22
2.1.1 Progenie	22
2.1.2 Híbrido.....	22
2.1.3 Introgresión.....	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1 Cultivo de papa	22
2.2.2 Rendimiento del cultivo de papa.....	23
2.2.3 Clasificación y taxonomía de la papa	23
2.2.4 Papas Nativas.....	24
2.2.5 Papas Cultivadas	25
2.2.6 Origen de (<i>Solanum commersonii</i>).....	25
2.2.7 Helada meteorológica	26
2.2.7.1 Clasificación de las heladas por el origen climatológico.....	26
2.2.7.1.1 Heladas por advección	26
2.2.7.1.2 Heladas por radiación	26
2.2.7.2 Clasificación de heladas por su efecto visual	27
2.2.7.2.1 Helada blanca.....	27
2.2.7.2.2 Helada negra	27
2.2.8 Mejoramiento Genético de papa	27
2.2.9 Resistencia genética a heladas	29
2.2.10 Cambio climático.....	29
2.3 ANTECEDENTES EMPÍRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
2.3.1 Antecedentes Nacionales	30
2.3.2 Antecedentes Locales	32
III . HIPOTESIS	33
3.1 . HIPÓTESIS 33	
3.1.1 Hipótesis general.....	33
3.1.2 Hipótesis específicas.....	33
3.2 . IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	34
3.3 . OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.3.1 Variable dependiente	34
3.3.2 Variable independiente	34
IV . METODOLOGIA	35
4.1 . ÁMBITO DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA	35
4.1.1 Ubicación política.....	35
4.1.2 Ubicación geográfica	36
4.1.3 Ubicación temporal.....	36
4.1.4 Materiales	36

4.1.5	Materiales de campo.....	37
4.1.6	Herramientas.....	37
4.1.7	Equipos.....	37
4.2	. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
4.2.1	Primera campaña Agrícola 2020.....	38
4.2.1.1	Etapa de laboratorio.....	38
4.2.1.2	Etapa de fitotoldo.....	40
4.2.1.3	Etapa de campo definitivo.....	41
4.2.1.4	Manejo del Cultivo.....	41
4.2.1.4.1	Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.....	41
4.2.1.4.2	Trazado del campo experimental.....	42
4.2.1.4.3	Preparación del terreno.....	42
4.2.1.4.4	Trasplante de plántulas a campo definitivo.....	43
4.2.1.4.5	Primer aporque.....	44
4.2.1.4.6	Control de plagas y enfermedades.....	44
4.2.1.4.7	Instalación de Data logger en campo definitivo.....	44
4.2.1.4.8	Evaluación de respuesta a bajas temperaturas y heladas.....	45
4.2.1.4.9	Evaluación de potencial de recuperación y crecimiento.....	45
4.2.1.4.10	Cosecha.....	46
4.2.1.4.11	Evaluación de rendimiento.....	48
4.2.2	Segunda campaña agrícola 2020-2021.....	48
4.2.2.1	Manejo del cultivo.....	48
4.2.2.1.1	Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.....	48
4.2.2.1.2	Trazado del campo experimental.....	48
4.2.2.1.3	Preparación del terreno.....	48
4.2.2.1.4	Siembra de tuberculillos.....	49
4.2.2.1.5	Primer aporque.....	50
4.2.2.1.6	Control de plagas y enfermedades.....	50
4.2.2.1.7	Instalación de Data logger en campo definitivo.....	50
4.2.2.1.8	Evaluación de respuesta a bajas temperaturas y heladas.....	50
4.2.2.1.9	Evaluación de potencial de recuperación y crecimiento.....	51
4.2.2.1.10	Cosecha.....	51
4.2.2.1.11	Evaluación de rendimiento.....	53
4.2.3	Siembra tercera campaña agrícola 2021-2022.....	54
4.2.3.1	Manejo del Cultivo.....	54
4.2.3.1.1	Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.....	54
4.2.3.1.2	Trazado del campo experimental.....	54
4.2.3.1.3	Preparación del terreno.....	55
4.2.3.1.4	Siembra de tubérculos.....	55
4.2.3.1.5	Primer aporque.....	56
4.2.3.1.6	Control de plagas y enfermedades.....	56
4.2.3.1.7	Cosecha.....	56
4.2.3.1.8	Evaluación de rendimiento.....	58
4.3	. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	58
4.4	. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	59
4.5	. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	59
4.6	. TAMAÑO DE MUESTRA.....	59
4.7	. TÉCNICAS DE SELECCIÓN DE MUESTRA.....	59
4.8	. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	59
4.9	. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	60
4.10	TÉCNICAS PARA DEMOSTRAR LA VERDAD O FALSEDADE DE LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS.....	60
V	. RESULTADOS Y DISCUSION.....	61
5.1	. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
5.1.1	Primera campaña agrícola.....	61
5.1.1.1	. Germinación de semillas botánicas primera campaña agrícola 2020.....	61

5.1.1.2	Lectura de temperatura registrada en datalogger primera campaña agrícola 2020.....	62
5.1.1.3	. Data de grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020.....	63
5.1.1.4	. Pruebas de normalidad a datos de grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020....	65
5.1.1.5	. Análisis de frecuencia para grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020.....	70
5.1.1.6	. Resultados de evaluación del grado de daños por heladas para progenies primera campaña agrícola 2020.....	73
5.1.1.7	Data de grado del potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.....	75
5.1.1.8	. Pruebas de normalidad a datos de grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.....	77
5.1.1.9	. Análisis de frecuencia para grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.....	94
5.1.1.10	Resultados de evaluación del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies primera campaña agrícola 2020.....	96
5.1.1.11	Resumen de evaluación del nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.....	97
5.1.1.12	Data de cosecha de progenies campaña 2020.....	98
5.1.1.13	Correlación múltiple mediante método Spearman primera campaña 2020.....	99
5.1.2	Segunda campaña agrícola.....	101
5.1.2.1	. Germinación de tubérculos segunda campaña agrícola 2020-2021.....	101
5.1.2.2	. Lectura de temperatura registrada por el datalogger segunda campaña agrícola 2020-2021.....	102
5.1.2.3	. Data de grado daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021.....	103
5.1.2.4	. Pruebas de normalidad a datos de grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021.....	105
5.1.2.5	. Análisis de frecuencia para grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021..	111
5.1.2.6	. Resultados de evaluación del grado de daño por heladas para progenies segunda campaña 2020-2021.....	113
5.1.2.7	. Data de grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021.....	115
5.1.2.8	. Pruebas de normalidad de la variable potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021.....	117
5.1.2.9	. Análisis de frecuencia para grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021.....	138
5.1.2.10	Resultados de evaluación del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies segunda campaña agrícola 2020-2021.....	140
5.1.2.11	Resumen de evaluación del nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020-2021.....	141
5.1.2.12	Data de cosecha de progenies campaña 2020-2021.....	141
5.1.2.13	Prueba de normalidad cosecha de progenies campaña 2020-2021.....	143
5.1.2.14	Evaluación de rendimiento en T/ha por progenies segunda campaña 2020-2021.....	145
5.1.2.15	Correlación múltiple mediante método Spearman segunda campaña 2020-2021.....	147
5.1.3	Tercera campaña agrícola.....	150
5.1.3.1	. Germinación de tubérculos tercera campaña agrícola 2021-2022.....	150
5.1.3.2	. Lectura de temperatura registrada por el datalogger.....	151
5.1.3.3	. Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022.....	152
5.1.3.4	. Prueba de normalidad a datos de cosecha de progenies campaña 2021-2022.....	153
5.1.3.5	. Evaluación de rendimiento en T/ha por progenies tercera campaña 2021-2022.....	155
5.2	. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	158
	VI . CONCLUSIONES.....	162
6.1	. CONCLUSIONES.....	162
6.1.1	En relación con el objetivo específico 1.....	162
6.1.2	En relación con el objetivo específico 3.....	163
	VII. RECOMENDACIONES.....	164

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación citológica y taxonómica de la papa según Huamán, Z. (1986). Citado por (Inca Benites, 2015).	24
Tabla 2 Antecedentes Nacionales.....	30
Tabla 3 Antecedentes locales	32
Tabla 4 Progenies (<i>Solanum commersonii</i>).....	37
Tabla 5 Grado de evaluación de daños producto de una helada.....	45
Tabla 6 Grado de evaluación del potencial de recuperación y crecimiento	46
Tabla 7 Porcentaje de germinación de semillas de progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii</i>), primera campaña agrícola 2020	61
Tabla 8 Data de daño por heladas primera campaña agrícola 2020.	63
Tabla 9 Análisis de frecuencias para grado de daño por heladas campaña agrícola 2020.....	71
Tabla 10 Análisis de grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020	71
Tabla 11 Recuento del grado de daño por helada primera campaña 2020.....	73
Tabla 12 Data de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.	75
Tabla 13 Análisis de frecuencias para grado de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020	94
Tabla 14 Análisis de grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020	94
Tabla 15 Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies primera campaña agrícola 2020.....	96
Tabla 16 Evaluación de nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento, según prueba de Benjamini-Yekutieli, primera campaña agrícola 2020.....	97
Tabla 17 Data de cosecha de progenies campaña 2020	98
Tabla 18 Porcentaje de germinación, progenies segunda campaña agrícola 2020-2021	101
Tabla 19 Daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021	103
Tabla 20 Análisis de frecuencias para grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021	111
Tabla 21 Análisis de grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021	111
Tabla 22 Recuento del grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021	113
Tabla 23 Data de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021	115
Tabla 24 Análisis de frecuencias de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020-2021.....	138
Tabla 25 Análisis de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020-2021.....	138
Tabla 26 Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies segunda campaña agrícola 2020-2021.....	140
Tabla 27 Evaluación de nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento, según prueba de Benjamini-Yekutieli, primera campaña agrícola 2020-2021	141
Tabla 28 Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022	142
Tabla 29 Prueba de normalidad de datos de rendimiento segunda campaña agrícola 2020-2021	143
Tabla 30 ANOVA de Kruskal-Wallis de rendimiento en t/ha según progenies segunda campaña agrícola 2020-2021	144
Tabla 31 Estadística Descriptiva de rendimiento en T/ha segunda campaña agrícola 2020-2021	145
Tabla 32 Evaluación de nivel del número de tubérculos por planta, peso de un tubérculo (g) y rendimiento (t/ha), según prueba de Benjamini-Yekutieli, en Progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii</i>), segunda campaña agrícola 2020-2021.....	146

Tabla 33	Porcentaje de germinación progenies tercera campaña agrícola 2021-2022	150
Tabla 34	Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022	152
Tabla 35	Prueba de normalidad de datos de rendimiento tercera campaña 2021-2022	154
Tabla 36	ANOVA de Kruskal-Wallis de rendimiento en t/ha según progenies tercera campaña 2021-2022.....	154
Tabla 37	Estadísticos descriptivos de rendimiento en T/ha tercera campaña agrícola 2021-2022	155
Tabla 38	Evaluación de nivel del número de tubérculos por planta, peso de un tubérculo (g) y rendimiento (t/ha), según prueba de Benjamini-Yekutieli, en Progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>), tercera campaña agrícola 2021-2022	156
Tabla 39	Lectura de hobo data logger en días con heladas de la primera campaña agrícola 2020	171
Tabla 40	Lectura de hobo data logger en días con heladas de la segunda campaña agrícola 2020-2021	183
Tabla 41	Daño por heladas primera campaña agrícola 2020	184
Tabla 42	Potencial de recuperación primera campaña agrícola 2020	186
Tabla 43	Daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021	188
Tabla 44	Potencial de recuperación segunda campaña agrícola 2020-2021	190

Índice de figuras

Figura 1	Mapa de Ubicación	35
Figura 2	Imagen satelital, ubicación del proyecto.....	35
Figura 3	Conteo y selección de semillas de la familia de (<i>Solanum commersonii</i> .).....	39
Figura 4	Germinación de semillas genotipos de familia (<i>Solanum commersonii</i> .)	39
Figura 5	Traspasso de plántulas germinadas a jiffys	40
Figura 6	Etapa fenológica de cuatro hojas verdaderas de progenies de (<i>Solanum commersonii</i> .)	40
Figura 7	Planta con cuatro hojas verdaderas lista para pasar a campo definitivo	41
Figura 8	Área de parcela de observación	42
Figura 9	Proceso de plantación primera campaña agrícola 2020.....	43
Figura 10	Transplante de progenies de (<i>Solanum commersonii</i> .).....	43
Figura 11	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i>) genotipo (cb adg 41 x cmm fus)	46
Figura 12	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 16 x cmm fus)	47
Figura 13	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 13 x cmm fus).	47
Figura 14	Área de parcela de observación	49
Figura 15	Siembra de tuberculillos de genotipos de (<i>Solanum commersonii</i> .)	49
Figura 16	Etiquetado de genotipos de (<i>Solanum commersonii</i> .)	50
Figura 17	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 41 x cmm fus)	51
Figura 18	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).	52
Figura 19	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).	52
Figura 20	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).	52
Figura 21	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) progenie (cb adg 13 x cmm fus).	53
Figura 22	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).	54
Figura 23	Área de parcela de observación	55
Figura 24	Siembra de genotipos de (<i>Solanum commersonii</i> .)	55
Figura 25	Proceso de trasplante de (<i>Solanum commersonii</i> .).....	56
Figura 26	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 41 x cmm fus).	57
Figura 27	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).	57
Figura 28	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).	57
Figura 29	Cosecha de (<i>Solanum commersonii</i> .) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).	58
Figura 30	Porcentaje de germinación de semillas de progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii</i> .), primera campaña agrícola 2020	61
Figura 31	Histograma de la variable grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020 ..	66
Figura 32	Figura de normalidad Crawley (2013) grado de evaluación de daño por helada primera campaña agrícola 2020	67
Figura 33	Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio daño por helada primera campaña agrícola 2020.....	67
Figura 34	Figura de normalidad con qqplot del grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020	68
Figura 35	Prueba de distribución Kruskal-Wallis daño por heladas primera campaña agrícola 2020	68
Figura 36	Tabla de frecuencias de progenies mediante Krukal-Wallis para daño por heladas primera campaña agrícola 2020	69
Figura 37	Resultados en RStudio de la variable grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020	70
Figura 38	Análisis de frecuencia de grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020 ..	72
Figura 39	Recuento del grado de daño por helada primera campaña 2020	73

Figura 40 Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana -campaña agrícola 2020.....	80
Figura 41 Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana -campaña agrícola 2020.....	80
Figura 42 Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana -campaña agrícola 2020.....	81
Figura 43 Figura de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana- campaña agrícola 2020	81
Figura 44 Prueba de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020	82
Figura 45 Prueba de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020.....	82
Figura 46 Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio del potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020	83
Figura 47 Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020	84
Figura 48 Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020	85
Figura 49 Distribución de datos por progenies grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020	86
Figura 50 Figura de normalidad con qqplot del grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020	86
Figura 51 Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020	87
Figura 52 Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020.....	87
Figura 53 Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020.....	88
Figura 54 Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020	88
Figura 55 Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020.....	89
Figura 56 Tabla de frecuencias de progenies mediante Krukal-Wallis para grado potencial de recuperación y crecimiento primera semana -campaña agrícola 2020.....	89
Figura 57 Tabla de frecuencias de progenies mediante Krukal-Wallis para grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana -campaña agrícola 2020.....	90
Figura 58 Tabla de frecuencias de progenies mediante Krukal-Wallis grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020	90
Figura 59 Resultados en RStudio de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020	92
Figura 60 Resultados en RStudio de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020.....	93
Figura 61 Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020	93
Figura 62 Análisis de frecuencia de grado de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020.....	95
Figura 63 Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies de la primera campaña agrícola 2020	96
Figura 64 Data de cosecha de progenies campaña 2020.....	98
Figura 65 Correlación múltiple primera campaña agrícola 2020.....	99

Figura 66	Grado de correlación múltiple primera campaña agrícola 2020.....	100
Figura 67	Porcentaje de germinación de progenies segunda campaña agrícola 2020-2021	101
Figura 68	Histograma de frecuencia de la variable grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021	106
Figura 69	Figura de normalidad Crawley (2013) grado de evaluación de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021.....	106
Figura 70	Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021.....	107
Figura 71	Figura de normalidad con qqplot grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021.....	108
Figura 72	Prueba de distribución Kruskal-Wallis daño por heladas segunda campaña agrícola 2020 – 2021	108
Figura 73	Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021	109
Figura 74	Resultados en RStudio de la variable grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021.....	110
Figura 75	Análisis de frecuencia de grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021	112
Figura 76	Recuento del grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021	113
Figura 77	Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana - campaña agrícola 2020-2021	121
Figura 78	Histograma de la variable grado de potencial de crecimiento y recuperación de daño por helada segunda semana - campaña agrícola 2020-2021.....	121
Figura 79	Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana - campaña agrícola 2020-2021	122
Figura 80	Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada primera semana- campaña agrícola 2020-2021	122
Figura 81	Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada segunda semana- campaña agrícola 2020-2021.....	123
Figura 82	Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada tercera semana- campaña agrícola 2020-2021	123
Figura 83	Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio del potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020-2021.....	124
Figura 84	Prueba de distribución con paquete RStudio variable grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021.....	125
Figura 85	Prueba de distribución con paquete RStudio variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021	126
Figura 86	Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020-2021	127
Figura 87	Visualización con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021.....	127
Figura 88	Visualización con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021.....	128
Figura 89	Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020 – 2021	129
Figura 90	Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020 – 2021	129
Figura 91	Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020 – 2021	130

Figura 92 Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento primera semana- campaña agrícola 2020-2021	130
Figura 93 Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021	131
Figura 94 Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021	131
Figura 95 Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020-2021	136
Figura 96 Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021	137
Figura 97 Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021	137
Figura 98 Análisis de frecuencia de grado de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020-2021	139
Figura 99 Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies de la segunda campaña agrícola 2020-2021	140
Figura 100 Diagrama de cajas, rendimientos en t/ha segunda campaña agrícola 2020-2021	144
Figura 101 Promedio de rendimiento T/ha según progenies segunda campaña agrícola 2020-2021	146
Figura 102 Correlación múltiple segunda campaña agrícola 2020-2021	147
Figura 103 Grado de correlación múltiple segunda campaña agrícola 2021	148
Figura 104 Grado de correlación múltiple segunda campaña agrícola 2021	149
Figura 105 Porcentaje de germinación de progenies tercera campaña 2021-2022	150
Figura 106 Diagrama de cajas, rendimientos en t/ha tercera campaña agrícola 2021-2022	154
Figura 107 Promedio de rendimiento en T/ha según progenie tercera campaña agrícola 2021-2022	156
Figura 108 Incidencia de heladas fecha 19 de mayo del 2020	192
Figura 109 Incidencia de heladas fecha 25 de mayo del 2020	192
Figura 110 Incidencia de heladas fecha 26 de mayo del 2020	193
Figura 111 Incidencia de heladas fecha 27 de mayo del 2020	193
Figura 112 Incidencia de heladas fecha 28 de mayo del 2020	194
Figura 113 Incidencia de heladas fecha 29 de mayo del 2020	194
Figura 114 Incidencia de heladas fecha 30 de mayo del 2020	195
Figura 115 Incidencia de heladas fecha 31 de mayo del 2020	195
Figura 116 Incidencia de heladas fecha 01 de junio del 2020	196
Figura 117 Incidencia de heladas fecha 02 de junio del 2020	196
Figura 118 Incidencia de heladas fecha 03 de junio del 2020	197
Figura 119 Incidencia de heladas fecha 04 de junio del 2020	197
Figura 120 Incidencia de heladas fecha 11 de junio del 2020	198
Figura 121 Incidencia de heladas fecha 12 de junio del 2020	198
Figura 122 Incidencia de heladas fecha 13 de junio del 2020	199
Figura 123 Incidencia de heladas fecha 16 de junio del 2020	199
Figura 124 Incidencia de heladas fecha 17 de junio del 2020	200
Figura 125 Incidencia de heladas fecha 18 de junio del 2020	200
Figura 126 Incidencia de heladas fecha 19 de junio del 2020	201
Figura 127 Incidencia de heladas fecha 20 de junio del 2020	201
Figura 128 Incidencia de heladas fecha 21 de junio del 2020	202
Figura 129 Incidencia de heladas fecha 22 de junio del 2020	202
Figura 130 Incidencia de heladas fecha 23 de junio del 2020	203
Figura 131 Incidencia de heladas fecha 24 de junio del 2020	203

Figura 132	Incidencia de heladas fecha 25 de junio del 2020	204
Figura 133	Incidencia de heladas fecha 26 de junio del 2020	204
Figura 134	Incidencia de heladas fecha 28 de junio del 2020	205
Figura 135	Incidencia de heladas fecha 29 de junio del 2020	205
Figura 136	Incidencia de heladas fecha 07 de enero del 2021	206
Figura 137	Incidencia de heladas fecha 08 de enero del 2021	206
Figura 138	Incidencia de heladas fecha 09 de enero del 2021	207
Figura 139	Incidencia de heladas fecha 12 de enero del 2021	207
Figura 140	Incidencia de heladas fecha 23 de enero del 2021	208
Figura 141	Incidencia de heladas fecha 25 de enero del 2021	208

Resumen

El presente trabajo de investigación, fue impulsado a través del proyecto: “Mejoramiento genético mediante introgresión de (*solanum commersonii.*) en papas nativas, para incrementar tolerancia a bajas temperaturas como alternativa frente al cambio climático en la región andina y el altiplano”; mediante convenios con el CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina) y la unidad de investigación en agricultura de la Universidad de Wisconsin -Madison EE.UU. El objeto de investigación fue seleccionar las progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) que presenten tolerancia a heladas y tengan buenas características agronómicas, bajo las condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco. La metodología consistió en evaluar las progenies en estudio durante tres campañas agrícolas 2020, 2020-2021 y 2021-2022, en una zona que presenta heladas frecuentemente. Se evaluaron tres indicadores fundamentales para el cumplimiento del objetivo que fueron determinar el grado de daño afectado por heladas, el potencial de recuperación y crecimiento y finalmente el rendimiento al final del periodo vegetativo. De los resultados obtenidos en la primera campaña agrícola 2020 la progenie Superior Haploid + cmm fus, fue la más afectada por heladas, con un grado de daño 5 que significa que tuvo el 75% de daño en el follaje y grado 6 que significa el 100% de daño en el follaje. Para la segunda campaña agrícola la progenie Puno III gen (Puno cold breed) alcanzo un daño de grado 4 que se vio reflejado en el 50% de hojas afectadas. En tanto respecto al mejor potencial de recuperación y crecimiento de la primera y segunda campaña lo obtuvieron las progenies cb adg 21 x cmm fus, y cb adg 13 x cmm fus.

En la tercera campaña agrícola se determinó que el mejor rendimiento obtuvo la progenie cb adg21 x cmm fus con 22 t/ha, en promedio.

Palabras claves: Papa, Tolerancia a heladas, Progenie, (*Solanum commersonii.*), introgresión, papas nativas.

Abstract

This research work was promoted through the project: "Genetic improvement through introgression of (*Solanum commersonii*.) in native potatoes, to increase tolerance to low temperatures as an alternative to climate change in the Andean region and the highlands"; through agreements with the CRIBA (Regional Center for Research in Andean Biodiversity) and the agricultural research unit of the University of Wisconsin-Madison USA. The object of the investigation was to select the progenies with introgression of (*Solanum commersonii*.) that present frost tolerance and have good agronomic characteristics, under the conditions of the community of Occopata, district of Santiago-Cusco. The methodology consisted of evaluating the progenies under study during three agricultural campaigns 2020, 2020-2021 and 2021-2022, in an area that frequently presents frosts. Three fundamental indicators were evaluated for the fulfillment of the objective, which were to determine the degree of damage affected by frost, the potential for recovery and growth, and finally the yield at the end of the vegetative period. From the results obtained in the first agricultural campaign of 2020, the Superior Haploid + cmm fus progeny, was the most affected by frost, with a degree of damage 5, which means that it had 75% damage to the foliage and degree 6, which means 100%. % damage to foliage. For the second agricultural campaign, the Puno III gen progeny (Puno cold breed) reached a grade 4 damage that was reflected in 50% of affected leaves. While the best potential for recovery and growth in the first and second campaign was obtained by the progenies cb adg 21 x cmm fus, and cb adg 13 x cmm fus.

In the third agricultural campaign, it was determined that the best performance was obtained by the cb adg21 x cmm fus progeny with 22 t/ha, on average.

Keywords: Potato, Frost tolerance, Progeny, (*Solanum commersonii*.), Introgression, native potatoes.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático viene afectando a los parámetros de temperaturas y precipitaciones que influyen negativamente en el rendimiento de los cultivos (Quispe, 2015), en el futuro por el cambio climático la vulnerabilidad y las condiciones de vida serán afectadas en principal la actividad agropecuaria (Sanabria et al., 2009), estudios de (SENAMHI, 2020), indican que se presentarán incrementos en el número de días con heladas en las zonas altoandinas del altiplano y zonas adyacentes. Debido a ello las afectaciones del cambio de clima serán directas a altitudes por encima de los 3800 msnm con rendimientos de producción de papa cada vez más bajos (Quispe, 2015).

Así mismo, los andes peruanos y bolivianos son el centro de origen de la papa, a su vez cultivo principal en varias regiones del país; en la región del Cusco es el cultivo de mayor producción según reporte de (INEI, 2022), se tiene una producción de 33717 toneladas elevando su producción en 23.7% respecto al año anterior en ese sentido es fuente importante de la seguridad alimentaria y de generación de ingresos económicos para las familias productoras.

Existen diversos eventos meteorológicos como las heladas que se presentan con mayor frecuencia, en consecuencia, vienen afectado negativamente la producción y productividad del cultivo, haciendo que este, sea cada vez menos rentable. Un estudio evaluó las pérdidas en cantidad y valor del producto de papa para productores de Ecuador y Perú, así mismo se determinó que el 72% indicaron tener pérdidas antes de la cosecha, los mismos que fueron asociados a elementos climáticos, siendo un 26% por heladas en Perú (Velasco et al., 2020).

Por otro lado, en los andes de Sudamérica se puede encontrar especies de papas silvestres que contienen carga genética con características de tolerancia a diversos factores bióticos y abióticos como plagas, enfermedades, heladas y sequías. Este pool genético es una gran reserva para trabajos de mejoramiento genético que busquen alcanzar tolerancia de

variedades de papas cultivadas con resistencia a factores adversos y a su vez posean buena producción.

En el presente trabajo de investigación, se evaluó el efecto de las bajas temperaturas en la selección por tolerancia de heladas para ocho progenies híbridas de papa (*Solanum sp.*) con introgresión de (*Solanum commersonii.*), en la Comunidad de Occopata, Cusco. Así mismo constituye una importante contribución preliminar para el desarrollo de mejoramiento genético del cultivo de papa como una alternativa a la adaptación al cambio climático y de resiliencia frente a heladas para contrarrestar los efectos negativos del mismo, por consiguiente, permitan al agricultor contar con mejor calidad de semillas para la producción y rentabilidad del cultivo.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

En las zonas altoandinas la ocurrencia de heladas se presenta de manera frecuente y aleatoria, estos eventos ocasionan la pérdida parcial o total de los cultivos, dependiendo del estado fenológico en el que se encuentren.

En la actualidad se puede observar que el cambio climático está generando impactos significativos en la agricultura se tiene ocurrencia de heladas, sequías y granizadas con mayor frecuencia, en los últimos años estos impactos han generado grandes pérdidas en el sector agrario, debido a estos eventos climáticos adversos se pone en riesgo la producción de cultivos como la papa.

En la región de Cusco, los agricultores vienen enfrentando las consecuencias negativas del cambio climático, esto a su vez repercute en la economía familiar de la mayoría de pobladores de medios rurales quienes dependen básicamente de los ingresos por la agricultura a pequeña escala. Ante esta situación es necesario buscar alternativas de mejoramiento de los cultivos, que contribuya a las medidas de mitigación frente al cambio climático como una alternativa de adaptación.

Existen investigaciones previas como indica (Gutierrez, 2008), que las variaciones climáticas como el aumento de temperatura, sequías, heladas y granizadas en conjunto forman una amenaza que exigirá la adaptación de variedades de papa. En vista a antecedentes que eminentemente hacen referencia a la necesidad de adaptar los cultivos ante cambios que vienen ocurriendo, es así que se cuenta con material genético proveniente de hibridaciones realizadas en la Universidad de Wisconsin, Madison EE.UU que motiva la realización de esta investigación con fines de evaluar y seleccionar los mejores genotipos para un futuro mejoramiento genético en el cultivo de papa tolerante a heladas.

1.2 Formulación del problema

En la región andina se encuentra la mayor diversidad de papas ya sean cultivadas o nativas, las mismas que vienen siendo amenazadas por los cambios en los elementos climáticos.

El presente proyecto de investigación cuenta con material genético de semillas botánicas de ocho progenies híbridas de (*solanum sp.*) con introgresión de (*Solanum commersonii.*), producto de estudios realizados en la universidad de Wisconsin-Madison EE.UU, en tanto no se han realizado pruebas de resistencia a heladas en la región andina del Cusco, y se desconoce cuál de estas progenies tendrían una mejor tolerancia a heladas y que cuenten con buenas características agronómicas de interés productivo, a su vez serían una alternativa de adaptación frente al cambio climático. Por lo tanto, se plantea el siguiente problema general y problemas específicos.

1.2.1 Problema general

¿Cuáles de las ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) presentarán tolerancia a bajos niveles de temperatura y tendrán buenas características agronómicas, bajo condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco, como una alternativa para hacer frente al cambio climático?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el nivel de respuesta de daño por heladas de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas?

- ¿Cuál será el potencial de recuperación y crecimiento frente a heladas de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*)?

- ¿Cómo será el comportamiento agronómico respecto al rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) tolerantes a heladas?

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Justificación teórica

Dentro de los diversos caminos de investigación científica en impactos negativos del cambio climático en el sector agricultura, se genera gran interés en las entidades investigadoras y la población afectada, quienes tienen la necesidad de generar nuevos conocimientos aplicables en espacios afectados por condiciones climáticas adversas, tales como: heladas y sequías que afectan de manera significativa a los cultivos. La presente investigación servirá como línea base primigenia para el proceso de investigación de la selección de progenies de (*Solanum sp*) con introgresión de (*Solanum commersonii.*), por su tolerancia a bajas temperaturas como una alternativa para futuros trabajos de mejoramiento genético, que a su vez permitan la adaptación del cultivo para hacer frente a efectos del cambio climático en la región Andina y el Altiplano.

1.3.2 Justificación practica

Uno de los ítems de la visión de la estrategia regional frente al cambio climático al 2021 de la región del Cusco, es que los ciudadanos hayan fortalecido el potencial de adaptación frente al cambio climático valorando esencialmente los saberes de los pueblos andinos (Gobierno Regional Cusco, 2012). En este sentido la Comunidad de Occopata del distrito de Santiago- Cusco, es una zona de predominancia del cultivo de papa, y que está ubicada a una altitud promedio de 3950 msnm. Se pone en manifiesto que dicha localidad cuenta con las características necesarias para llevar a cabo la investigación. En consecuencia, esta investigación se realizó en dicha comunidad.

Así mismo al ser una investigación en campo se instaló parcelas de observación durante tres campañas agrícolas.

Por otro lado, la selección de las mejores progenies tolerantes a heladas y con buenas características agronómicas servirán de material biológico para próximas investigaciones.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo general de la Investigación

Seleccionar las progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) que presenten tolerancia a bajos niveles de temperatura y tengan buenas características agronómicas, en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco.

1.4.2 Objetivos específicos de la investigación

- Evaluar el grado de daño de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas.

- Evaluar el potencial de recuperación y crecimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas.

- Determinar el rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), resistentes a heladas.

II MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Progenie

De acuerdo a la Real Academia Española (RAE, 2014), la progenie es una descendencia directa de una generación. Así mismo para (Camarena Mayta et al., 2014), indica que la progenie es una familia que se obtiene a partir de un apareamiento no aleatorio del cual la descendencia tiene relación.

2.1.2 Híbrido

Se refiere a una población de plantas de distinta constitución hereditaria que ha sido generada por cruzamiento y que se propaga por semilla botánica. Según la (RAE, 2014) un híbrido es el resultado de dos individuos de distintas especies, padres genéticamente diferentes en relación a un mismo carácter, en tal sentido la hibridación tiene por objetivo reunir las características deseadas de diferentes progenitores.

2.1.3 Introgresión

La introgresión es un proceso que se puede dar de manera natural a través de los años o de manera inducida, se da a través de la hibridación mediante un proceso de transferencia de genes de una población a otra seguida por el retro cruzamiento.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Cultivo de papa

Diversos autores concluyen que para la especie de papa *andigenum*, tuvo origen entre Perú y Bolivia, cerca al lago Titicaca (Roman Cortez & Guillermo, 2002). La papa viene a ser una planta herbácea y existen especies silvestres y cultivadas cada una de ellas se encuentran marcadas diferencias morfológicas (Inostroza et al., 2009). En el Perú dentro del territorio de los andes se encuentra la mayor cantidad de especies silvestres de papas dadas a conocer al mundo, siendo los andes el centro de origen (Egusquiza, 2000). En más de cien países, la papa

ocupa el cuarto alimento más sembrado y además constituye un alimento básico de muchos países (Roman Cortez & Guillermo, 2002). En la actualidad entre los andes del Perú, Bolivia y Ecuador se vienen cultivando en promedio unas 2000 variedades de papas nativas, y es el Perú quien ocupa el primer lugar en producir de papa nativa en América Latina (Chávez Alfaro, 2019).

2.2.2 Rendimiento del cultivo de papa

El rendimiento promedio nacional de papa es bajo en comparación con otros países de América latina (14.5 t/ha) y otros países desarrollados (45t/ha), siendo los factores climáticos, topografía, edáficos, presencia de plagas y enfermedades, costos de producción y entre otros factores que afectan el tema de producción (Gómez et al., 2013).

2.2.3 Clasificación y taxonomía de la papa

De acuerdo a (Inostroza et al., 2009) las características del cultivo de papa se clasifican como se muestra a continuación:

Reino	:	Vegetal
División	:	Phanerogame
Sub división	:	Angiospermas
Sub clase	:	Metharchychlamydae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	Solanum
Sección	:	Petota
Subsección	:	Potatoe
Serie	:	Tuberosa

De acuerdo a Huamán, Z. (1986), citado por (Inca Benites, 2015), se indica que a través de diferentes niveles de ploidía se puede clasificar a las especies de papa, esto se refiere al

número de cromosomas presentes en una célula somática, siendo de la papa 12 cromosomas es decir $X=12$.

Tabla 1

Clasificación citológica y taxonómica de la papa según Huamán, Z. (1986). Citado por (Inca Benites, 2015).

Especies	Numero de cromosomas	Nivel de ploidía
<i>S. x ajanhuiri</i> <i>S. goniocalyx</i> <i>S. stenotomum</i> <i>S. phureja</i>	$2n = 2x = 24$	diploide
<i>S. x chaucha</i> <i>S. x juzepczukii</i>	$2n = 3x = 36$	triploide
<i>S. tuberosum</i> <i>ssp. andigenum</i> <i>ssp. tuberosum</i>	$2n = 4x = 48$	tetraploide
<i>S. curtilobum</i>	$2n = 5x = 60$	pentaploide

Fuente: Huaman, Z. (1986). Citado por (Inca Benites, 2015)

La expresión X es un nombre botánico que indica que tal especie es un híbrido

2.2.4 Papas Nativas

Las papas nativas o silvestres son aquellas ancestrales que dieron origen a la papa cultivada a través de un proceso largo de domesticación, estas especies se desarrollaron a través del tiempo desarrollando distintos grados de tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades (Patiño et al., 2008). En tanto en el centro Internacional de la papa existe un banco genético siendo el más grande del mundo cuenta con más de 5000 diferentes tipos de papas cultivadas y silvestres (Cabienes et al., 2006), y (Gutiérrez, 2008).

En nuestro país existen alrededor de 34 especies silvestres de papa distribuidas a lo largo de la cordillera oriental, estas especies crecen de manera natural e interactúan con el medio ambiente, soportando condiciones climáticas extremas como sequías, heladas ataques de plagas y enfermedades, desarrollando cierto grado de resistencia y tolerancia (Patiño et al., 2008). Así mismo muchas de las especies nativas que crecen por encima de los 3000 msnm y

producen tubérculos al pie de glaciares a 4300 msnm constituyendo parte de ecosistemas altoandinos, a su vez constituyen un valioso recurso para el mejoramiento genético (Chávez Alfaro, 2019).

Las especies de papas nativas a niveles locales, regionales y nacionales tiene un gran valor económico que genera ingresos a múltiples familias ubicadas en localidades altoandinas, así mismo tiene derivados como chuño y moraya (Torres Guevara et al., 2019).

2.2.5 Papas Cultivadas

Las papas tetraploides ($2n=48$) son papas cultivadas que pertenecen a las especies de *tuberosum* y *andigenum*, siendo *Tuberosum* de días cortos y ciclos cortos de 90 a 100 días, por otro lado, *Andigenum* es de días largos y ciclos tardíos (Román Cortez & Guillermo, 2002).

Existe gran diversidad de especies de papa, en especial en zonas altoandinas, se considera a (*Solanum stonotomun*) como la más antigua, no obstante, es (*Solanum tuberosum*) la más producida en el mundo (Cabieses et al., 2006). Así mismo (Chávez Alfaro, 2019), también indica que existe la especie (*Solanum stenotomun*), que viene a ser un diploide ($2n=2x=24=AA$), se originó en los andes, producto de sus ancestros (*Solanum canasense*) y (*Solanum multidissectum*), que están distribuidos en regiones del centro y sur del Perú.

2.2.6 Origen de (*Solanumm commersonii*).

La especie, (*Solanumm commersonii*), es un tubérculo silvestre que tiene origen en Argentina, Uruguay y Brasil creciendo hasta los 4300 msnm, con mayor número de especies en el norte argentino (Prieto et al., 2016). Siendo una especie que presenta tolerancia a estreses bióticos y abióticos. Se le atribuye el nombre en honor a Dunal quien colocó el nombre en honor a Philibert Commerson, quien coleccionó en mayo de 1767, en Montevideo Uruguay.(Prieto et al., 2016). Tiene una gran importancia en para su uso en el mejoramiento genético, debido a la tolerancia a bajas temperaturas (Gonzales, 2013).

2.2.7 Helada meteorológica

El SENAMHI, define la helada de la siguiente manera:

“La helada meteorológica es un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire desciende hasta los 0° C y por debajo de este umbral, tomando como referencia el nivel reglamentario en el que se instalan las casetas o abrigos meteorológicos (1,6 m sobre el nivel del suelo)” (SENAMHI, 2020, p.5).

Las heladas cualquier sea el tipo puede producir daños severos en las plantas por ende en la agricultura, sus efectos adversos dependen de la duración y la intensidad, un concepto ligado al efecto agronómico que provoca se puede definir de la siguiente manera:

“Desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daño. A medida que la temperatura desciende y la helada se prolonga, los daños en los vegetales aumentan”(Bravo et al., 2020).

2.2.7.1 Clasificación de las heladas por el origen climatológico

2.2.7.1.1 Heladas por advección

Las heladas por advección se pueden formar cuando no hay presencia de vientos, se tiene un cielo despejado y hay presencia de una mínima concentración de vapor de agua en el aire vinculada a intensas inversiones térmicas cerca al nivel de la superficie (Matías, LG., Fuentes A., 2021). El otoño, invierno y primavera es una época donde principalmente se producen las heladas por advección (Bravo et al., 2020).

2.2.7.1.2 Heladas por radiación

Estas heladas se producen cuando existe aire que está cerca de la superficie del suelo posee baja humedad y baja aún más cuando se presenta vientos con aire seco, este último produce que el agua presente sobre las hojas de las plantas se evapore (Matías, LG., Fuentes

A., 2021). Suele presentarse en horas despejadas durante las noches con alta pérdida radiactiva y al momento del enfriamiento en la superficie (Bravo et al., 2020).

2.2.7.2 Clasificación de heladas por su efecto visual

2.2.7.2.1 Helada blanca

Este tipo de heladas se produce cuando el aire que se encuentra cerca a los folios de las plantas y flores, presenta temperaturas iguales o menores a 0°C, en consecuencia el aire alcanza la temperatura de punto de rocío en consecuencia se produce la condensación y enseguida el vapor de agua se solidifica formando hielo, posterior a este proceso se forman capas de color blanco en la superficie de los folios de las plantas y se puede evidenciar más en mañanas despejadas y sin viento (Matías, LG., Fuentes A., 2021). Se produce cuando se presenta el proceso de condensación y se libera de calor constante, este proceso coadyuva a reducir la temperatura, por consiguiente, esta helada produce menos daños que una helada negra (Bravo et al., 2020).

2.2.7.2.2 Helada negra

Se denomina así porque si bien es cierto la temperatura desciende a 0°C o menos no se produce escarcha (Bravo et al., 2020). Se presenta cuando el aire presenta una cierta cantidad de vapor de agua ósea baja humedad y en tanto el punto de rocío presenta temperaturas inferior a 0°C, el vapor de agua que constituye el aire pasa por el proceso de sublimación que consiste en pasar de vapor a hielo sin pasar por el estado líquido; entonces sucede que existe nula o escasa condensación no se forman hielos sobre la planta, no obstante los cultivos presentan daños severos debido a que la savia de las plantas se congela produciendo una apariencia negruzca (Matias, LG., Fuentes A., 2021).

2.2.8 Mejoramiento Genético de papa

De acuerdo al estudio realizado de Fitomejoramiento Participativo del Ka'ah'e, se tiene el siguiente concepto:

El mejoramiento genético de plantas se define como el conjunto de operaciones que partiendo de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en la condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse, que se denomina cultivar y que constituye un progreso en algunas características, como un medio para satisfacer, cada vez en mejor forma, las necesidades de la humanidad.(Nakayama, H. D., 2018).

El mejoramiento genético consiste en el desarrollo de variedades nuevas que contengan cualidades agronómicas tolerantes y resistentes a factores bióticos y abióticos (Cuesta et al., 2015). Se han empleado diversas metodologías para el desarrollo de mejoras genéticas del cultivo de papa que en principio va de la selección visual, hasta la utilización del germoplasma que se encuentran en las especies silvestres filogenéticamente interrelacionadas con especies cultivadas (Hernández & Sosa, 2005).

El mejoramiento genético de papa tradicional consiste en unir caracteres deseables de los progenitores por ejemplo progenitor 1 con cualidades de buen rendimiento y calidad de tubérculos, sin embargo, con susceptibilidad a racha, progenitor 2 con cualidades de resistencia a racha, pero con rendimiento y calidad media, se espera obtener 3 con buen rendimiento y buena calidad del progenitor 1 y resistencia del progenitor 2 (Mendoza, 2008).

Existen diferentes métodos de mejoramiento genético los cuales buscan crear genotipos previamente definidos para que de manera positiva se generen semillas en cuya descendencia se reproduzca el genotipo con las cualidades esperadas, realizar el intenso uso de la variabilidad genética que posee la población seleccionada, crear diversidad genética a través de procesos de hibridación y recombinaciones para obtener mejores genotipos, evaluar los descendientes producto de estos procesos como paso final para definir el genotipo deseado, llevar a cabo un control de los mecanismos de polinización posterior a la floración y controlar los efectos producidos por el medio ambiente de la interacción con los genotipos para mejorar la característica deseada de heredabilidad (Camarena Mayta et al., 2014).

2.2.9 Resistencia genética a heladas

Según (E. Choque et al., 2016), existen al menos 15 especies resistentes a bajas temperaturas en los andes los mismos que soportan temperaturas de -5°C hasta -7°C por al menos 2 o 3 horas.

Según Estrada 2000, citado por (O. Choque, 2013) existen diversos factores fisicoquímicos cantidad de lípidos en las células, capacidad de conversión de almidones a azúcares, capacidad de formación de hielo extracelular, pigmentos protectores, capacidad para soportar deshidratación celular y mantención de cohesión bajo presión de congelación. Existen también factores morfológicos como un tamaño reducido de estomas, paredes celulares de mayor grosor, pequeñas áreas de estomas habito de crecimiento arrosetado, más de dos capas palizadas en el tejido del parénquima de las hojas.

2.2.10 Cambio climático

El cambio climático “Se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” CMNUCC (Naciones Unidas, 1992, p.3), así mismo el (IPCC, 2013 p.188), tiene por definición al cambio climático como:

“Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos extremos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo”.

2.3 Antecedentes empíricos de la investigación

2.3.1 Antecedentes Nacionales

Tabla 2

Antecedentes Nacionales

Nombre del estudio	Lugar de aplicación	Metodología	Método aplicado para la evaluación	Especies de papa	Frente a que peligro fue evaluado	Tipos de indicadores utilizados	Resultados de los indicadores
Tesis: “Evaluación de clones de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) tolerantes a helada y sequía en Tahuaco-Yunguyo-Puno”(Cahuana Laura, 2020) ,	Tahuaco-Yunguyo-Puno- Estación experimental Agropecuaria Illpa-Puno	Escalas de daño del 1 al 9, siendo el 1 altamente tolerante y 9 muy susceptible considerando en porcentajes el daño de área foliar de las plantas	Análisis estadístico de diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con análisis de Varianza	16 clones de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) del centro experimental Tahuaco	Evaluación de daños a heladas	-Rendimiento tubérculos (Kg/ha) -Altura de plantas (cm) -Número de tallos (N°) -Número de tubérculos (N°) -Tamaño de tubérculos (g) -Vigor de las plantas (escala)	Se ha identificado el clon RC 20-01-17 alta capacidad productiva (51.90 kg/ha) tolerancia a las heladas de -1.2°C
Tesis: “Indicadores morfológicos y fisiológicos de la reacción a bajas temperaturas en plantas de papas nativas (<i>Solanum spp.</i>)”(Quintana Palacios, 2018),	Invernadero Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) La molina – Lima	Escalas de daño después de someter foliolos a cámara fría por un tiempo de 2.5 horas. Del 0 al 6, siendo 0 sin daños visibles y 6 planta entera necrosada	Análisis de varianza	Accesiones de papas nativas de Apurimac, Cusco y Puno	Tolerancia a heladas bajo condiciones de temperatura controladas T1 =4°C T2= 0°C T3= -4°C T4=Temperatura ambiente	-Nivel de daño en los foliolos y tallos de la planta - Contenido de clorofila - Contenido relativo de agua en las hojas Color de tallo -Grosor de capa empalizada del parénquima foliar -Número de estomas por área	Las accesiones de Cusco y Puno mostraron grado de reacción para la temperatura -4°C Llegando al grado 3 muchos foliolos superiores necrosados del 15 al 30%

Continua...

...Viene

Nombre del estudio	Lugar de aplicación	Metodología	Método aplicado para la evaluación	Especies de papa	Frente a que peligro fue evaluado	Tipos de indicadores utilizados	Resultados de los indicadores
Tesis: “Tolerancia a heladas de clones y variedades de papa (<i>Solanum sp.</i>) en diferentes ambientes de la región Huancavelica”, (Inca Benites, 2015).	Centros poblados: Ccasapata, Chopccapampa y Ccollpaccasa distrito Yauli provincia de Huancavelica región Huancavelica	Escala de daños en porcentaje valor siendo el 1 el valor más bajo para daño y 9 el valor de más alto de 80 % de daño en el follaje	La metodología empleo Diseño de Bloques Completamente Randomizado y análisis de varianza	-2 clones de -4 Variedades mejoradas -8 Variedades nativas (<i>S. tuberosum ssp.</i>), (<i>S. andigenum</i>)(<i>S. stenotomun</i>)(<i>S. goniocalyx</i>), (<i>S. chaucha</i>) y (<i>S. juzepcsukii</i>)	Severidad de daño por heladas	-Daño por heladas -Número de estomas por campo optimo -Número de capas de células en la empalizada del parénquima foliar -Hábito de crecimiento -Coloración del tallo	Evaluado a 1.26°C Las especies más resistentes a daños por heladas fueron las papas nativas con un promedio de 11.33 % escala de daño 2
Artículo: Tolerancia de papas nativas (<i>Solanum spp.</i>) a heladas en el contexto de cambio climático, (Marmolejo & Ruiz, 2018).	Tres localidades de la sierra central del Perú Pahual y Paltarumi (Pariahuanca), Huancayo, y Huayllacancha (Yanacancha), Chupaca, Junín.	Escala de daño por porcentaje de tejido dañado	La metodología utilizo diseños de bloques completamente randomizados,	10 variedades de papa provenientes del banco de germoplasma de INIA (<i>S. tuberosum ssp.</i>), (<i>S. andigenum</i>)(<i>S. stenotomun</i>)(<i>S. goniocalyx</i>), (<i>S. chaucha</i>) y (<i>S. phureja</i>)	-Caracteres morfológicos -Severidad de helada	-Porcentaje de severidad del daño por heladas -Habito de crecimiento -Color de tallo -Número de capas empalizada del parénquima foliar -Relieve de hoja, área foliar	En porcentaje de severidad del daño por helada, las de menor daño fueron Chaulina (Pahual) y Camotillo (Paltarumi) con 14,81 y 14,57%, respectivamente.

2.3.2 Antecedentes Locales

Tabla 3

Antecedentes locales

Nombre del estudio	Lugar de aplicación	Metodología	Método aplicado para la evaluación	Especies de papa	Frente a que peligro fue evaluado	Tipos de indicadores utilizados	Resultados de los indicadores
Tesis: “Evaluación de la incidencia de factores bióticos y abióticos en la producción de 114 entradas de papas nativas (<i>Solanum spp</i>) en la comunidad campesina de Lauramarca, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, Región Cusco” (Requejo Mormontoy, 2018).	Comunidad campesina de Lauramarca distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, región Cusco	Escala de daños grados en el área foliar en porcentajes, de 0 a 4, siendo 0 plantas con hojas sanas sin daño, hasta 4 plantas cuyos foliolos cuentan con 76 a 100% de área dañada.	La metodología utilizada fue estadística descriptiva	114 entradas de papas nativas del germoplasma del Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina CRIBA	evaluación frente a daños bióticos y abióticos-heladas	-Porcentaje de daño por heladas en el área foliar	De los resultados obtenidos se tiene que 11 entradas de papa tienen un grado de daño 1 plantas cuyos foliolos cuentan con 1 a 25% de área dañada. A una temperatura evaluada de -0.5°C
Tesis: “Influencia de factores abióticos y bióticos en el cultivo de 200 entradas de papa nativa del germoplasma en la comunidad de Llullucha - Ocongate - Cusco” (Quispe Pérez, 2017).	Comunidad de Llullucha Ocongate, provincia de Quispicanchi, Región Cusco	Evaluación de 5 matas por entrada Tipificación de daño: Susceptible , entre el 60 y 100% del total de matas afectadas Tolerante , entre 20 y 40 %, del total de matas afectadas Resistente , 0 %, de plantas afectadas	La metodología utilizada fue estadística descriptiva	200 entradas de papa nativa del germoplasma del Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina CRIBA	Evaluar la influencia de factores bióticos y abióticos – heladas	-Porcentaje de daño por heladas en plantas	El resultado obtenido del daño producto de bajas temperaturas no disminuyeron bajo 0 °C. se obtuvo que el 96 % de las entradas evaluadas fueron resistentes, el 3% de las entradas fueron tolerantes y el 1% fue susceptible. .

III . HIPOTESIS

3.1 . Hipótesis

En la presente investigación al tener un alcance del tipo descriptivo y correlacional se han planteado hipótesis de investigación según (Hernández Sampieri et al., 2014). Son proposiciones tentativas sobre las posibles relaciones entre dos o más variables por lo tanto se tiene hipótesis general y específicas.

3.1.1 Hipótesis general

Las ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), sometidos a evaluación en campo no presentarán daño por heladas, tendrán un potencial de recuperación y crecimiento muy bueno así mismo tendrán buenos rendimientos en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco y tendrán buenas características agronómicas de rendimiento.

3.1.2 Hipótesis específicas

- Las ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), no presentaran ningún daño por heladas.

- Las ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), serán óptimos en cuanto al nivel de potencial de recuperación y crecimiento frente al daño por heladas como alternativa de adaptación al cambio climático.

-El comportamiento agronómico respecto al rendimiento de las ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) tolerantes a heladas, serán adecuados como mecanismo de adaptación para hacer frente al cambio climático.

3.2 . Identificación de variables e indicadores

Una variable es aquella unidad de estudio al cual se puede medir (Hernández Sampieri et al., 2014). (Arias, 2012) también coincide con indicar que una variable posee una cualidad o característica susceptible a sufrir cambios, mediciones o manipulaciones para fines de investigación.

Existen tipos de variables de acuerdo a su naturaleza, cuantitativas que son numéricas las mismas que pueden expresarse en valores numéricos, o variables cualitativas, que expresan características de forma verbal (Arias, 2012). En el presente trabajo se indica que el enfoque es mixto, basado en la evaluación de daño por heladas y potencial de recuperación será de enfoque cualitativo bajo escala de valores y el rendimiento se dará en el enfoque cuantitativo.

3.3 . Operacionalización de variables

3.3.1 Variable dependiente

- Ocho grupos de progenies de (*Solanum tuberosum sp.*) con introgresión de (*Solanum Comersonii.*)

3.3.2 Variable independiente

- Temperatura del ambiente en grados centígrados registrada por una Data Logger

IV . METODOLOGIA

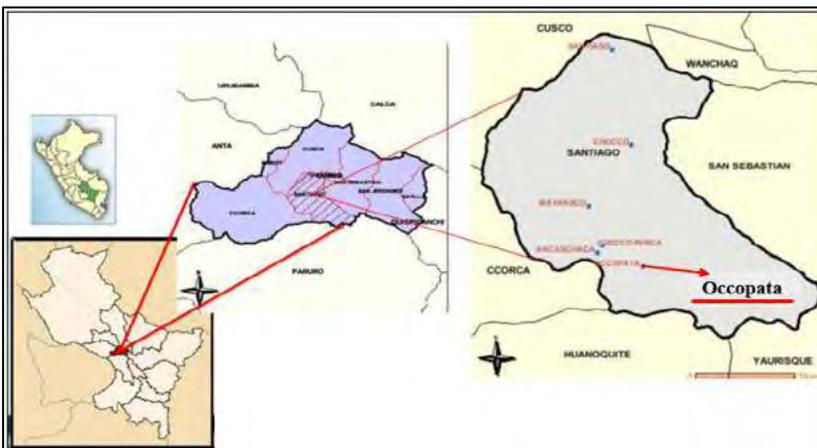
4.1 . Ámbito de estudio: localización política y geográfica

4.1.1 Ubicación política

- Región: Cusco
- Provincia: Cusco
- Distrito: Santiago
- Localidad: Occopata

Figura 1

Mapa de Ubicación



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/13941473/> unsaac (INEI, 2022)

Figura 2

Imagen satelital, ubicación del proyecto



Fuente: Imagen satelital google earth

4.1.2 Ubicación geográfica

- Coordenada Este (X) : 246406.00 m E
- Coordenada Norte (Y) : 8485399.00 m S
- Zona : 19 L Sur
- Altitud : 3950 m.

4.1.3 Ubicación temporal

El desarrollo de la investigación tuvo lugar en tres campañas agrícolas 2020, 2020-2021 y 2021-2022.

4.1.4 Materiales

Uno de los progenitores recurrentes fue descendiente de híbridos producidos por Kim et al (1993) mediante fusión somática (fusión de protoplastos) entre la especie silvestre (*Solanum commersonii.*) (conservada en un Banco de Germoplasma de Papa de EEUU (USPG, accesión número PI 320266) y el clon PT56, un haploide de papa cultivada derivado de (*Solanum tuberosum spp.*) (*Solanum Tuberosum.*) variedad Superior (donada por el Profesor S. J. Peloquin del equipo de mejoramiento genético de papa de la Universidad de Wisconsin, Madison, UW). Estos híbridos representan varias generaciones de retrocruzas con el progenitor cultivado (*tuberosum*) con el objetivo de seleccionar genotipos con los caracteres agronómicos-culinarios de la variedad. La selección también busco eliminar caracteres primitivos y agronómicos no deseados de la especie silvestre, para mantener en el pedigrí la tolerancia inmediata a bajas temperaturas, así como su capacidad de aclimatación.

Básicamente, las familias segregantes F2 serán producidas a partir de cruces recíprocos entre genotipos de las familias F1 las cuales incluyen progenitores conteniendo el híbrido somático más otras diversas combinaciones de progenitores en 2-way o 3-way

cruces. Para el cumplimiento del objetivo de la investigación se contó con material genético proveniente de cruces interespecíficos.

Material genético en estudio, 8 progenies provenientes de cruces interespecíficos.

A continuación, se muestran detalles.

Tabla 4

Progenies (Solanun commersonii.)

Progenies de (<i>Solanum commersonii.</i>)
Puno III gen (Puno Cold Breed)
Puno II gen (Puno 3 way bulk)
(cb adg 13 x cmm fus)
(cb adg 16 x cmm fus)
(cb adg 18 x cmm fus)
(cb adg 21 x cmm fus)
(cb adg 41 x cmm fus)
(Superior Haploid + cmm fus)

4.1.5 Materiales de campo.

- Libreta de campo
- Etiquetas
- Cordel

4.1.6 Herramientas

- Cinta métrica
- Pico
- Lampa

4.1.7 Equipos

- Cámara fotográfica
- Vernier
- Laptop
- Impresora

4.2 . Conducción de la investigación

En principio la presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto: MEJORAMIENTO GENÉTICO MEDIANTE INTROGRESION DE (*Solanum commersonii.*) EN PAPAS NATIVAS PARA INCREMENTAR TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS COMO ALTERNATIVA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGION ANDINA Y ALTIPLANO, financiado por CONCYTEC, en convenio con la Universidad de Wisconsin, Estados Unidos, para ello el material genético fue enviado del departamento de Agricultura de la Universidad antes mencionada.

El trabajo de investigación tuvo actividad en los años 2020-2021 y 2022, se realizó en tres campañas agrícolas, la primera campaña comprendida en tres etapas, la primera etapa se desarrolló en laboratorio, la segunda en fitotoldo y la tercera en campo definitivo. La segunda y tercera campaña agrícola se desarrolló en campo definitivo. A continuación, se detallará las diferentes etapas de investigación.

Por otro lado, la presente investigación no fue ajena a los acontecimientos suscitados por la pandemia global causada por el Covid- 19, se ha previsto los recursos necesarios para obtener los permisos pertinentes para continuar con la investigación.

4.2.1 Primera campaña Agrícola 2020

4.2.1.1 Etapa de laboratorio.

La etapa en laboratorio se inició el 01 de febrero del 2020 consistió en obtener plántulas a partir de la germinación de semillas de las 8 diferentes familias de (*Solanum commersonii.*) Este proceso consistió en contar 100 semillas de cada familia y se colocó en placas Petri sobre algodón húmedo para propiciar la germinación. Al pasar en promedio de dos semanas se evaluó la germinación de semillas en porcentajes, con la finalidad de conocer el poder germinativo de las mismas.

A continuación, se muestra las fotografías del proceso desarrollado en laboratorio.

Figura 3

Conteo y selección de semillas de la familia de (Solanum commersonii.)



Nota. Imagen de semillas de progenies sometidas a pruebas de germinación en placas petri con algodón húmedo. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 01-02-2020

Figura 4

Germinación de semillas genotipos de familia (Solanum commersonii.)



Nota. Imagen de cotiledones de semillas germinadas en placas petri con algodón húmedo. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 10-02-2020

Figura 5

Traspaso de plántulas germinadas a jiffys



Nota. Imagen plántulas traspasadas a jiffys para continuar con su desarrollo. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 06-03-2020

4.2.1.2 Etapa de fitotoldo

Esta etapa se inició a las 4 semanas de la germinación de las semillas, previa evaluación del poder germinativo, se procedió a trasladar planta por planta a un jiffy para continuar con el desarrollo de la planta.

En laboratorio las plantas desarrollaron 2 semanas, pasado este tiempo cuando las plantas presentaban 4 pares de hojas se procedió a poner los jiffys al campo libre para su adaptación y posterior traslado a campo definitivo.

Figura 6

*Etapa fenológica de cuatro hojas verdaderas de progenies de (*Solanum commersonii*.)*



Nota. Imagen Proceso de crecimiento genotipos de familias de (*Solanum commersonii*.) Adaptación propia [fotografía] Fecha: 30-03-2020

Figura 7

Planta con cuatro hojas verdaderas lista para pasar a campo definitivo



Nota. Imagen de plántula apta para campo definitivo. Adaptación propia [fotografía]
Fecha: 04-04-2020

4.2.1.3 Etapa de campo definitivo

Esta etapa tuvo lugar en tres campañas agrícolas, 2020-2021-2022, ubicado en la comunidad de Occopata en el distrito de Santiago- Cusco. En este sitio se realizaron las evaluaciones de indicadores de daño por heladas y potencial de recuperación frente a heladas, por otro lado, en esta etapa se instaló un Data Logger para la lectura de temperatura programada cada media hora. Respecto al número de plantas evaluadas se indica que en promedio se evaluaron 10 plantas por cada progenie debido a que se tuvo un número diferente de sobrevivencia en cada progenie.

El proceso de instalación de en campo definitivo tuvo lugar a la ejecución de trabajos previos a la plantación, estos pasos son detallados a continuación:

4.2.1.4 Manejo del Cultivo

4.2.1.4.1 Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.

El lugar elegido de acuerdo al plan de investigación fue la localidad de Occopata- distrito de Santiago – Cusco, se ubicó un lugar seguro con accesibilidad para poder

realizar las evaluaciones correspondientes. Esta actividad se desarrolló en la fecha 10-01-2020.

4.2.1.4.2 Trazado del campo experimental.

Esta actividad consistió en delimitar el espacio de la parcela de observación, para ello se realizó mediciones y demarcaciones con ayuda de una wincha y yeso.

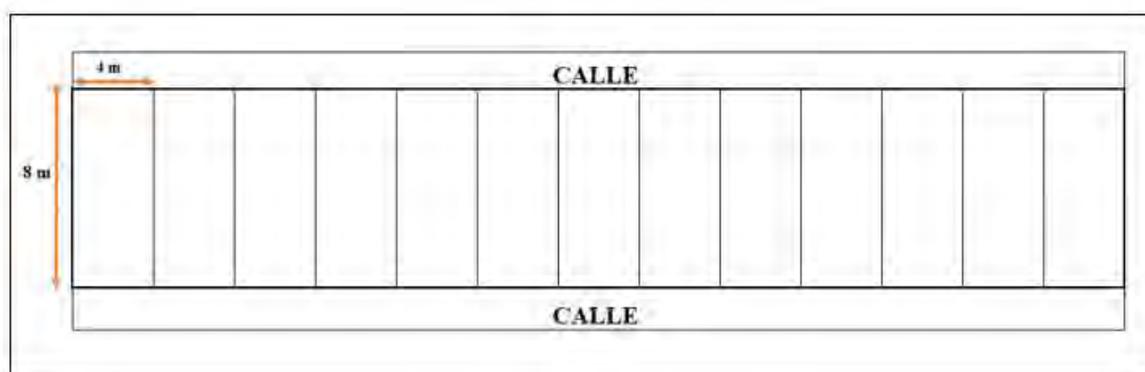
4.2.1.4.3 Preparación del terreno

Posterior a la elección del terreno se procedió a la preparación del terreno que consistió en desmenuzar el terreno de manera que este preste las condiciones apropiadas para el adecuado crecimiento de las plántulas.

Esta actividad se realizó con el objetivo de brindarle condiciones favorables para el buen crecimiento del cultivo, dentro de las acciones que se realizaron fue el arado del terreno y surcado que consiste en formar surcos con un distanciamiento de 0.80 m entre surco y surco, se utilizaron las herramientas necesarias que permitan que el suelo quede mullido y óptimo para el desarrollo de las plantas.

Figura 8

Área de parcela de observación



Nota. Imagen área de plantación, largo de parcela 8 m x 4 m. Adaptación propia

4.2.1.4.4 Trasplante de plántulas a campo definitivo

La primera campaña consistió en traspasar las plántulas producto de semillas sexual enviadas de EE.UU, trabajo que fue realizado en laboratorio posteriormente traspasada a fitotoldo, para su final instalación en campo definitivo, en la localidad de Occopata, distrito de Santiago – Cusco, esta actividad tuvo fecha el 24-04-2020. (Ver anexos Tabla 39).

A continuación, se muestran fotografías de la instalación de la primera campaña.

Figura 9

Proceso de plantación primera campaña agrícola 2020



Nota. Material vegetativo listo para proceso de trasplante. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 24-04-2020

Figura 10

Transplante de progenies de (Solanum commersonii.)



Nota. Proceso de trasplante Adaptación propia [fotografía] Fecha: 24-04-2020

4.2.1.4.5 Primer aporque

Esta actividad consistió en retirar las plantas arvenses, por otro lado, se ha removido la tierra con el fin de brindar una adecuada aireación al suelo mejorando su drenaje. Se han utilizado herramientas manuales como pico.

4.2.1.4.6 Control de plagas y enfermedades

Para esta actividad se han utilizado productos orgánicos con el fin de controlar las plagas y enfermedades que se han presentado, para este caso se ha observado la presencia de díptero (*Liriomyza huidobrensis*), áfidos (*Macrosiphum euphorbiae*) y la enfermedad producida por hongo (*Phytophthora infestans*).

4.2.1.4.7 Instalación de Data logger en campo definitivo

Para la evaluación de daños por heladas, es necesario corroborar la evaluación de campo con datos registrados por un Data logger, previamente calibrado y con un intervalo de lectura.

Se instaló un Data logger en campo definitivo con el objetivo de monitorear la incidencia de bajas temperaturas que produzcan heladas, por otro lado, se contó con el apoyo de un ciudadano del lugar quien informó la ocurrencia de las heladas con la finalidad de realizar una pronta evaluación.

El equipo Data logger, se calibró con un intervalo de lectura de temperatura y humedad relativa cada media hora, durante todo el ciclo fenológico. La información obtenida de la Data logger, se procedió a descargar en una hoja Excel para posteriormente identificar la duración y heladas en los días ocurridos.

4.2.1.4.8 Evaluación de respuesta a bajas temperaturas y heladas

De acuerdo a los eventos de incidencias de bajas temperaturas se procedió a realizar la evaluación de daños de acuerdo a la escala. Para el análisis estadístico se tomaron datos de 10 plantas de cada progenie.

En la primera campaña agrícola se tuvo la helada más baja de $-3.301\text{ }^{\circ}\text{C}$ con fecha 26 de mayo del 2020, en referencia a esta fecha se realizó la evaluación correspondiente. (Ver anexos tabla 39).

La escala propuesta de evaluación de las progenies para su respuesta inmediata y posterior a bajas temperaturas/heladas fue la siguiente:

Tabla 5

Grado de evaluación de daños producto de una helada

Score	Observaciones en las plantas
1	Ningún daño
2	Solo en la punta de las hojas (10% del follaje)
3	En la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje)
4	50% del follaje
5	75% del follaje
6	100% del follaje, pérdida total de la planta

Fuente: Del Rio Alfonso - Universidad de Wisconsin, Madison EE.UU, “Plan Exper - Concytec 2017” (Del Rio, 2017)

4.2.1.4.9 Evaluación de potencial de recuperación y crecimiento

Esta evaluación se realizó en tres semanas posterior a la ocurrencia de heladas y consistió en evaluar cual fue el potencial de recuperación y crecimiento, para esta actividad el proyecto conto con una tabla de score, para evaluar el potencial de recuperación y crecimiento, observando la recuperación de la planta.

En la primera campaña las evaluaciones se realizaron en 10 plantas después del día 26 de mayo del 2020.

Tabla 6

Grado de evaluación del potencial de recuperación y crecimiento

Evaluación del potencial de recuperación y crecimiento 3 semanas después de la helada	
1	Pobre
2	Bajo
3	Medio
4	Bueno
5	Muy Bueno

Fuente: Del Rio Alfonso - Universidad de Wisconsin, Madison EE.UU, “Plan Exper-Concytec 2017”(Del Rio, 2017)

4.2.1.4.10 Cosecha

La cosecha es una actividad importante, dado que en esta etapa se sinceran los resultados obtenidos, la cosecha determina cuales fueron los genotipos, que mejor resistieron a la etapa de estrés producido por la incidencia de heladas y pudo producir tubérculos con características deseadas.

Esta actividad tuvo como lugar el 30 de junio del 2020, y consistió en retirar los tuberculillos de plantas que llegaron a esta etapa fenológica, para ello se utilizó herramientas manuales como pico.

Figura 11

*Cosecha de (*Solanum commersonii*) genotipo (cb adg 41 x cmm fus)*



Nota. Genotipo (cb adg 41 x cmm fus) Adaptación propia [fotografía] Fecha: 30-06-2020

Figura 12

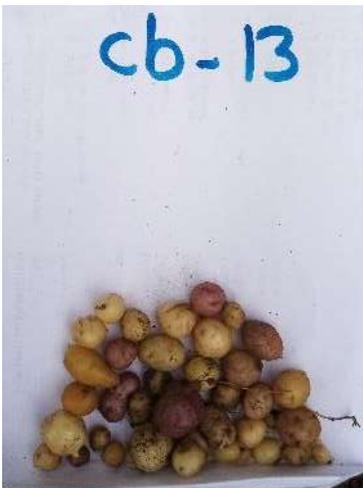
Cosecha de (Solanum commersonii.) genotipo (cb adg 16 x cmm fus)



Nota. Genotipo (cb adg 16 x cmm fus).Adaptación propia [fotografía] Fecha: 30-06-2020

Figura 13

Cosecha de (Solanum commersonii.) genotipo (cb adg 13 x cmm fus).



Nota. Genotipo (cb adg 13 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 30-06-2020

4.2.1.4.11 Evaluación de rendimiento

La evaluación de rendimiento, consistió en obtener datos de cada uno de las progenies, de acuerdo a la producción que tuvieron en el campo de observación, durante la etapa de instalación en campo definitivo.

Esta actividad consistió en pesar de manera independiente el rendimiento de cada una de las progenies, obtener el peso por mata; el siguiente paso es contar el número de tubérculos por mata, de manera que se obtendrá el peso promedio de cada tubérculo, realizando una operación matemática.

4.2.2 Segunda campaña agrícola 2020-2021

En la segunda campaña agrícola tuvo lugar en el año 2020-2021, esta etapa se desarrolló en campo definitivo, para ello se utilizó, como material de propagación los tuberculillos obtenidos en la primera campaña agrícola del año 2020.

4.2.2.1 Manejo del cultivo

4.2.2.1.1 Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.

Para la segunda campaña agrícola se continuo la instalación en la comunidad de Occopata, sin embargo, se eligió otro lugar específico donde no se sembró en la primera campaña, esto se realizó con la finalidad de evitar los ataques tanto de plagas como de enfermedades. Así mismo en esta campaña la siembra se realizó de acuerdo al calendario agrícola de la comunidad. Esta actividad se desarrolló en la fecha 10-11-2020.

4.2.2.1.2 Trazado del campo experimental.

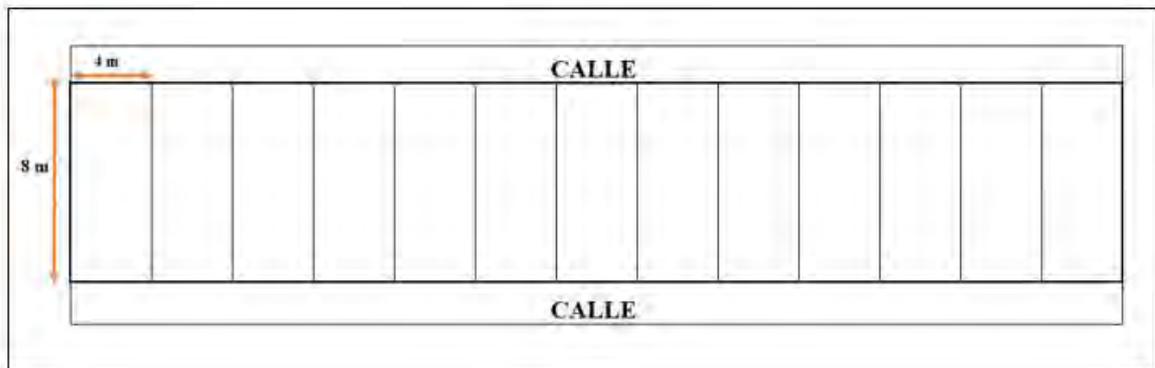
Esta actividad consistió en delimitar el espacio de la parcela de observación, para ello se realizó mediciones y demarcaciones con ayuda de una wincha y yeso.

4.2.2.1.3 Preparación del terreno

Esta actividad se realizó al igual que la primera campaña agrícola.

Figura 14

Área de parcela de observación



Nota. Imagen área de plantación, largo de parcela 8 m x 4 m. Adaptación propia

4.2.2.1.4 Siembra de tuberculillos

La segunda campaña agrícola consistió en sembrar los tuberculillos obtenidos de los genotipos que se lograron obtener tras la cosecha de la primera campaña agrícola. Esta actividad se realizó en la fecha el 20-11-2020.

A continuación, se muestran fotografías de la siembra en la segunda campaña agrícola.

Figura 15

Siembra de tuberculillos de genotipos de (*Solanum commersonii*.)



Nota. Proceso de siembra. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 20-11-2020

Figura 16

Etiquetado de genotipos de (Solanum commersonii.)



Nota. Proceso de siembra. Adaptación propia [fotografía] Fecha: 20-11-2020

4.2.2.1.5 Primer aporque

Las actividades realizadas para este fin se ejecutaron al igual que la primera campaña agrícola.

4.2.2.1.6 Control de plagas y enfermedades

Las actividades realizadas para este fin se ejecutaron al igual que la primera campaña agrícola.

4.2.2.1.7 Instalación de Data logger en campo definitivo

Con el mismo objetivo de la primera campaña agrícola se instaló el data logger en campo definitivo.

4.2.2.1.8 Evaluación de respuesta a bajas temperaturas y heladas

Bajo el mismo criterio de la primera campaña agrícola se realizó la evaluación de incidencia a bajas temperaturas, del mismo modo se evaluaron 10 plantas en promedio por cada progenie. La temperatura más baja evaluada en la segunda campaña fue -2.73°C de fecha 8 de enero del 2021. (ver anexos Tabla 40)

4.2.2.1.9 Evaluación de potencial de recuperación y crecimiento

Esta evaluación se realizó en tres semanas posterior a la ocurrencia de heladas y consistió en evaluar cual fue el potencial de recuperación y crecimiento, para esta actividad el proyecto conto con una tabla de score, para evaluar el potencial de recuperación y crecimiento, observando la recuperación de la planta.

En la segunda campaña las evaluaciones se realizaron en 10 plantas después del día 8 de enero del 2021.

4.2.2.1.10 Cosecha

Bajo el mismo criterio de la primera campaña agrícola se realizó la cosecha de los tubérculos, el 28-05-2021.

Figura 17

Cosecha de (Solanum commersonii.) genotipo (cb adg 41 x cmm fus)



Nota. Cosecha de genotipos genotipo (cb adg 41 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 28-05-2021

Figura 18

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 21 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 28-05-2021

Figura 19

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).



Nota. Cosecha de genotipos genotipo (cb adg 16 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 28-05-2021

Figura 20

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).



Nota. Cosecha de genotipos genotipo (cb adg 21 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 28-05-2021

4.2.2.1.11 Evaluación de rendimiento

La evaluación de rendimiento, consistió en obtener datos de cada uno de los genotipos, de acuerdo a la producción que tuvieron en el campo experimental, durante la campaña agrícola.

Esta actividad consistió en pesar de manera independiente el rendimiento de cada una de las progenies, obtener el peso por mata; el siguiente paso es contar el número de tubérculos por mata, de manera que se obtendrá el peso promedio de cada tubérculo, realizando una operación matemática.

Figura 21

*Cosecha de (*Solanum commersonii.*) progenie (cb adg 13 x cmm fus).*



*Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 13 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-06-2021*

Figura 22

Cosecha de (Solanum commersonii.) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (Solanum commersonii.) genotipo genotipo (cb adg 21 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-06-2021

4.2.3 Siembra tercera campaña agrícola 2021-2022

En la tercera campaña de evaluación se sembró, con el material genético obtenido en la segunda campaña agrícola.

4.2.3.1 Manejo del Cultivo

4.2.3.1.1 Selección y ubicación del terreno definitivo en campo abierto.

Para la tercera campaña agrícola se continuo la instalación en la comunidad de Occopata, sin embargo, se eligió otro lugar específico donde no se sembró en la primera ni segunda campaña, esto se realizó con la finalidad de evitar la propagación de plagas y enfermedades. Así mismo la siembra en esta campaña se realizó de acuerdo al calendario agrícola de la comunidad. Esta actividad se desarrolló en la fecha 10-10-2021.

4.2.3.1.2 Trazado del campo experimental.

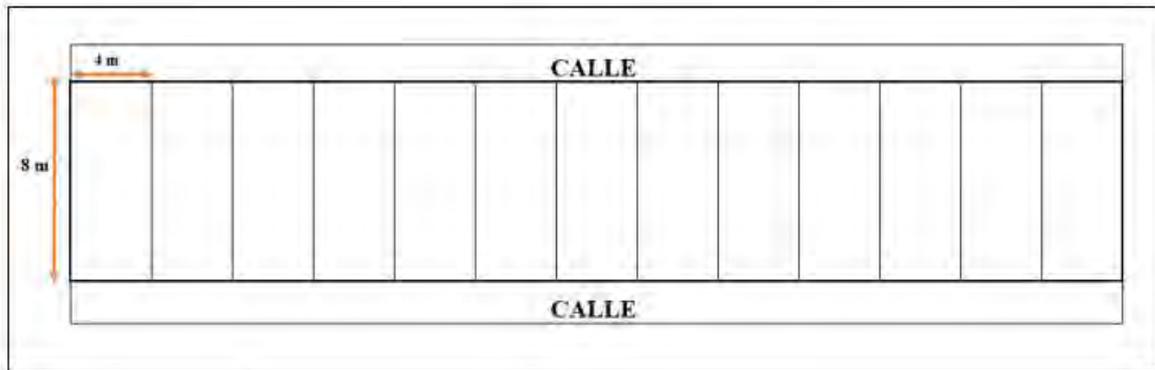
Esta actividad consistió en delimitar el espacio de la parcela de observación, para ello se realizó mediciones y demarcaciones con ayuda de una wincha y yeso.

4.2.3.1.3 Preparación del terreno

Esta actividad se realizó al igual que la primera y segunda campaña agrícola.

Figura 23

Área de parcela de observación



Nota. Imagen área de plantación, largo de parcela 8 m x 4 m. Adaptación propia

4.2.3.1.4 Siembra de tubérculos

La tercera campaña agrícola consistió en sembrar los tubérculos obtenidos de los genotipos que se lograron obtener tras la cosecha de la segunda campaña agrícola. Esta actividad tuvo fecha 10-10-2021.

Figura 24

*Siembra de genotipos de (*Solanum commersonii*.)*



Nota. Siembra de genotipos de (*Solanum commersonii*.) Adaptación propia [fotografía]
Fecha: 16-10-2021

Figura 25

Proceso de trasplante de (Solanum commersonii.)



Nota. Proceso de etiquetado de (*Solanum commersonii.*) Adaptación propia [fotografía]
Fecha: 16-10-2021

4.2.3.1.5 Primer aporque

Las actividades realizadas para este fin se realizaron al igual que la primera campaña agrícola.

4.2.3.1.6 Control de plagas y enfermedades

Las actividades realizadas para este fin se realizaron al igual que la primera campaña agrícola.

4.2.3.1.7 Cosecha

Bajo el mismo criterio de la primera campaña agrícola se realizó cosecha de los tubérculos, en la fecha 16-04-2022.

Figura 26

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 41 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 41 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-04-2022

Figura 27

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 16 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii*) genotipo (cb adg 16 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-04-2022

Figura 28

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 21 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-04-2022

Figura 29

Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 21 x cmm fus).



Nota. Cosecha de (*Solanum commersonii.*) genotipo (cb adg 16 x cmm fus). Adaptación propia [fotografía] Fecha: 16-04-2022

4.2.3.1.8 Evaluación de rendimiento

Se realizó bajo la misma lógica de la segunda campaña agrícola, que consistió en pesar de manera independiente el rendimiento de cada una de las progenies, obtener el peso por mata; el siguiente paso es contar el número de tubérculos por mata, de manera que se obtendrá el peso promedio de cada tubérculo, realizando una operación matemática.

4.3 . Tipo y nivel de investigación

Según (Tamayo & Tamayo, 2003), el enfoque de la investigación cualitativa se basa en obtención de información y análisis de datos a través de instrumentos para dicho análisis. En tanto en el caso de estudios cualitativos se pueden realizar preguntas para obtener información de datos (Hernández Sampieri et al., 2014). El enfoque de la presente investigación será cuantitativo y cualitativo (mixto).

Esta investigación tiene fundamentalmente tiene propósito de generar conocimiento para posteriores investigaciones, así mismo planteó seleccionar progenies tolerantes a heladas las cuales podrán contribuir a resolver problemas en el sector de agricultura que correspondería a un tipo de investigación aplicada. El alcance de la

investigación corresponde a descriptivo y correlacional, así mismo cuenta con un diseño no experimental.

4.4 . Unidad de análisis

De acuerdo a (Hernández Sampieri et al., 2014), para seleccionar una muestra primero se define la unidad de análisis en este caso la unidad corresponde a las progenies en estudio, una vez definida la unidad de análisis se delimita la población. Para la presente investigación, la unidad de análisis fueron el número de progenies evaluadas en cada campaña agrícola.

4.5 . Población de estudio

Según (Hernández Sampieri et al., 2014), la población o universo viene a constituir el conjunto de todos los casos que son unidad de estudio, En esta investigación la población correspondió a todas las progenies estudiadas.

4.6 . Tamaño de muestra

De acuerdo a (Hernández Sampieri et al., 2014), señalan que la muestra corresponde a un fragmento de la población en estudio del cual se obtienen datos de interés para el estudio y que se pueden definir y delimitar. Existen dos tipos probabilístico y no probabilístico. Para la presente investigación se han tomado como muestra a 10 plantas por grupos de progenies.

4.7 . Técnicas de selección de muestra

Las técnicas aplicadas para la presente investigación fueron tomar muestras al azar en un número total de 10 muestras por cada progenie en el campo de observación.

4.8 . Técnicas de recolección de información

Observación de campo y registro de datos, fue la técnica de recolección y se tomó con el objetivo de captar datos importantes que permitan cuantificar y dar valor a las características evaluadas, que da mayor soporte a la investigación, para la presente

investigación se tomaron registros de datos de acuerdo a la escala de medición planteada para los indicadores a evaluar.

4.9 . Técnicas de análisis e interpretación de la información

Posterior a la recolección de información en cuaderno de campo, se procedió a sistematizar la información de acuerdo a pasos previamente establecidos, luego se ordenó la información en una base de datos, para su posterior análisis de naturaleza estadística, como herramienta del análisis se usó el software RStudio, y sus diversas librerías y paquetes y el Software SPSS V.25.

4.10 Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas

Para proceder a demostrar la hipótesis planteada se realizaron pruebas de supuestos de normalidad para analizar la independencia y homocedastidad de los datos producto de las evaluaciones en campo. Por otro lado, de acuerdo a los resultados de las pruebas de normalidad se desarrollaron estadísticos descriptivos para la evaluación de indicadores establecidos para la investigación.

V . RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 . Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados

5.1.1 Primera campaña agrícola

Los resultados en cuanto al objetivo específico 1, “Evaluar el grado de daño de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas”, son los siguientes:

5.1.1.1. Germinación de semillas botánicas primera campaña agrícola 2020

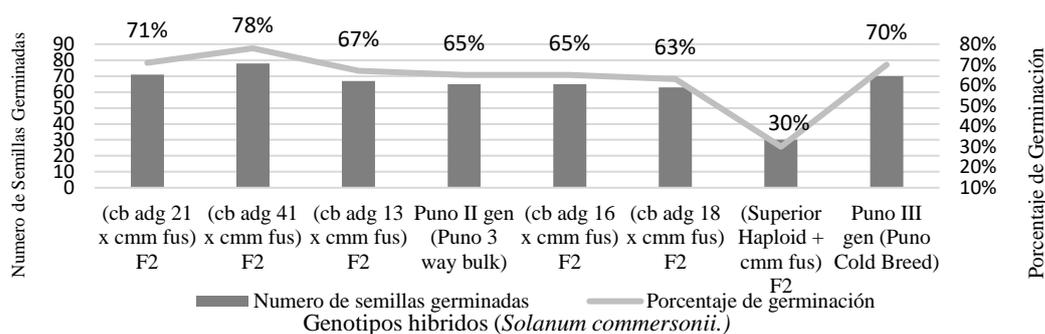
Tabla 7

*Porcentaje de germinación de semillas de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), primera campaña agrícola 2020*

Progenie	Numero de semillas sometidas a prueba de germinación	Numero de semillas germinadas	Porcentaje de germinación
(cb adg 21 x cmm fus)	100	71	71%
(cb adg 41 x cmm fus)	100	78	78%
(cb adg 13 x cmm fus)	100	67	67%
Puno II gen (Puno 3 way bulk)	100	65	65%
(cb adg 16 x cmm fus)	100	65	65%
(cb adg 18 x cmm fus)	100	63	63%
(Superior Haploid + cmm fus)	100	30	30%
Puno III gen (Puno Cold Breed)	100	70	70%
Total evaluados	800	509	64%

Figura 30

*Porcentaje de germinación de semillas de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), primera campaña agrícola 2020*



A la segunda semana transcurrida después de la siembra se ha evaluado la germinación de semillas y se tiene los siguientes resultados:

1. Se han sometido 100 semillas de cada progenie híbridos con introgresión de (*Solanum commersonii.*), haciendo un total de 800 semillas.
2. Para la progenie (cb adg 21 x cmm fus), se ha obtenido el total de 71 semillas germinadas que representan el 71% de porcentaje de germinación.
3. Para la progenie (cb adg 41 x cmm fus), se ha obtenido el total de 78 semillas germinadas que representan el 78% de porcentaje de germinación.
4. Para la progenie (cb adg 13 x cmm fus), se ha obtenido el total de 67 semillas germinadas que representan el 67% de porcentaje de germinación.
5. Para la progenie Puno II gen (Puno 3 way bulk), se ha obtenido el total de 65 semillas germinadas que representan el 65 % de porcentaje de germinación.
6. Para la progenie (cb adg 16 x cmm fus), se ha obtenido el total de 65 semillas germinadas que representan el 65% de porcentaje de germinación.
7. Para la progenie (cb adg 18 x cmm fus), se ha obtenido el total de 63 semillas germinadas que representan el 63% de porcentaje de germinación.
8. Para la progenie (Superior Haploid + cmm fus), se ha obtenido el total de 30 semillas germinadas que representan el 30% de porcentaje de germinación.
9. Para la progenie Puno III gen (Puno Cold Breed), se ha obtenido el total de 70 semillas germinadas que representan el 70 % de porcentaje de germinación.

5.1.1.2 Lectura de temperatura registrada en datalogger primera campaña agrícola 2020

En el hobo datalogger se registraron las lecturas de la temperatura del ambiente programado para cada media hora, a continuación, se muestra el cuadro de ocurrencias de heladas (Anexos Tabla 39).

De la información registrada se observa que la ocurrencia de heladas fue constante en el área de evaluación, de acuerdo a los datos registrados se han realizado las evaluaciones correspondientes de los daños causados en las progenies instalados en campo definitivo.

De acuerdo a la data analizada se tiene registrado descensos de temperatura en los días 19, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31 de mayo, siendo el día 26 de mayo del año 2020 a las 5:48 am donde se registra el mayor descenso de temperatura que llega a -3.301 °C. cabe indicar que durante el mes de junio el registro de temperatura mínima que alcanzo el registrador fue de -2.859 °C, el día 29 de junio del año 2020 a las 6:18 am; sin embargo, no se han considerado el registro de temperatura en vista de que las plantas ya habían alcanzado el proceso fenológico de madurez fisiológica y por su naturaleza en esta etapa los foliolos empezaron a secarse de manera natural.

5.1.1.3. Data de grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020

A continuación, se observa la data de grado de daño por heladas a progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) durante la primera campaña agrícola 2020.

Tabla 8

Data de daño por heladas primera campaña agrícola 2020.

Progenies	Grado de daño
(cb adg 21 x cmm fus)-1	4
(cb adg 21 x cmm fus)-2	3
(cb adg 21 x cmm fus)-3	5
(cb adg 21 x cmm fus)-4	5
(cb adg 21 x cmm fus)-5	5
(cb adg 21 x cmm fus)-6	4
(cb adg 21 x cmm fus)-7	3
(cb adg 21 x cmm fus)-8	4
(cb adg 21 x cmm fus)-9	4
(cb adg 21 x cmm fus)-10	3
(cb adg 41 x cmm fus)-1	4
(cb adg 41 x cmm fus)-2	5
(cb adg 41 x cmm fus)-3	4

(cb adg 41 x cmm fus)-4	3
(cb adg 41 x cmm fus)-5	4
(cb adg 41 x cmm fus)-6	3
(cb adg 41 x cmm fus)-7	4
(cb adg 41 x cmm fus)-8	2
(cb adg 41 x cmm fus)-9	3
(cb adg 41 x cmm fus)-10	3
<hr/>	
(cb adg 13 x cmm fus)-1	3
(cb adg 13 x cmm fus)-2	5
(cb adg 13 x cmm fus)-3	3
(cb adg 13 x cmm fus)-4	4
(cb adg 13 x cmm fus)-5	4
(cb adg 13 x cmm fus)-6	3
(cb adg 13 x cmm fus)-7	4
(cb adg 13 x cmm fus)-8	3
(cb adg 13 x cmm fus)-9	3
(cb adg 13 x cmm fus)-10	5
<hr/>	
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	4
<hr/>	
(cb adg 16 x cmm fus)-1	5
(cb adg 16 x cmm fus)-2	6
(cb adg 16 x cmm fus)-3	4
(cb adg 16 x cmm fus)-4	5
(cb adg 16 x cmm fus)-5	6
(cb adg 16 x cmm fus)-6	5
(cb adg 16 x cmm fus)-7	4
(cb adg 16 x cmm fus)-8	6
(cb adg 16 x cmm fus)-9	5
(cb adg 16 x cmm fus)-10	4
<hr/>	
(cb adg 18 x cmm fus)-1	5
(cb adg 18 x cmm fus)-2	4
(cb adg 18 x cmm fus)-3	6
(cb adg 18 x cmm fus)-4	4
(cb adg 18 x cmm fus)-5	5
(cb adg 18 x cmm fus)-6	4
(cb adg 18 x cmm fus)-7	6
(cb adg 18 x cmm fus)-8	5
(cb adg 18 x cmm fus)-9	4
(cb adg 18 x cmm fus)-10	5
<hr/>	
(Superior Haploid + cmm fus)-1	6
(Superior Haploid + cmm fus)-2	6
(Superior Haploid + cmm fus)-3	6

(Superior Haploid + cmm fus)-4	5
(Superior Haploid + cmm fus)-5	6
(Superior Haploid + cmm fus)-6	5
(Superior Haploid + cmm fus) -7	5
(Superior Haploid + cmm fus)-8	5
(Superior Haploid + cmm fus)-9	6
(Superior Haploid + cmm fus)-10	5
<hr/>	
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	6
<hr/>	

Fuente: Elaboración propia

5.1.1.4. Pruebas de normalidad a datos de grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad.

Para el procesamiento de los datos en los software correspondientes se han codificado los indicadores y progenies de para un análisis más accesible, siendo PRO1 (cb adg 21 x cmm fus), PRO2 (cb adg 41 x cmm fus), PRO3 (cb adg 13 x cmm fus), PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk), PRO5 (cb adg 16 x cmm fus), PRO6 (cb adg 18 x cmm fus), PRO7 (Superior Haploid + cmm fus) y PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed). EVA_D (evaluación de daño por helada), EVAR1 (potencial de recuperación primera semana), EVAR2 (potencial de recuperación segunda semana), EVAR3 (potencial de recuperación tercera semana), NTUB (número de tubérculos), REND (rendimiento) y PTUB (peso de tubérculos).

Las pruebas de normalidad realizadas para daño por heladas correspondiente a la primera campaña agrícola 2020, fueron las siguientes:

Anderson-Darling normality test

A = 3.3724, p-value = 1.632e-08

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la primera campaña 2020 no se ajustan a una distribución normal.

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.89748, p-value = 9.549e-06

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la primera campaña 2020 no se ajustan a una distribución normal.

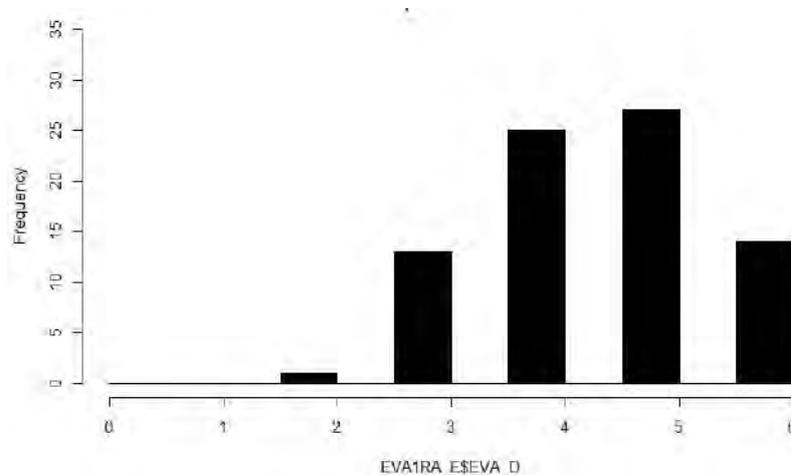
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

D = 0.20286, p-value = 1.072e-08

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la primera campaña 2020 no se ajustan a una distribución normal.

Figura 31

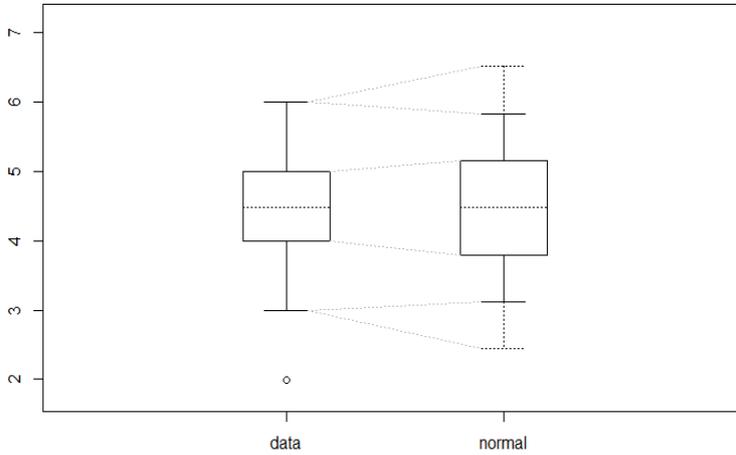
Histograma de la variable grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020



Nota: Eva 1RA, corresponde a la primera evaluación de daño por heladas

Figura 32

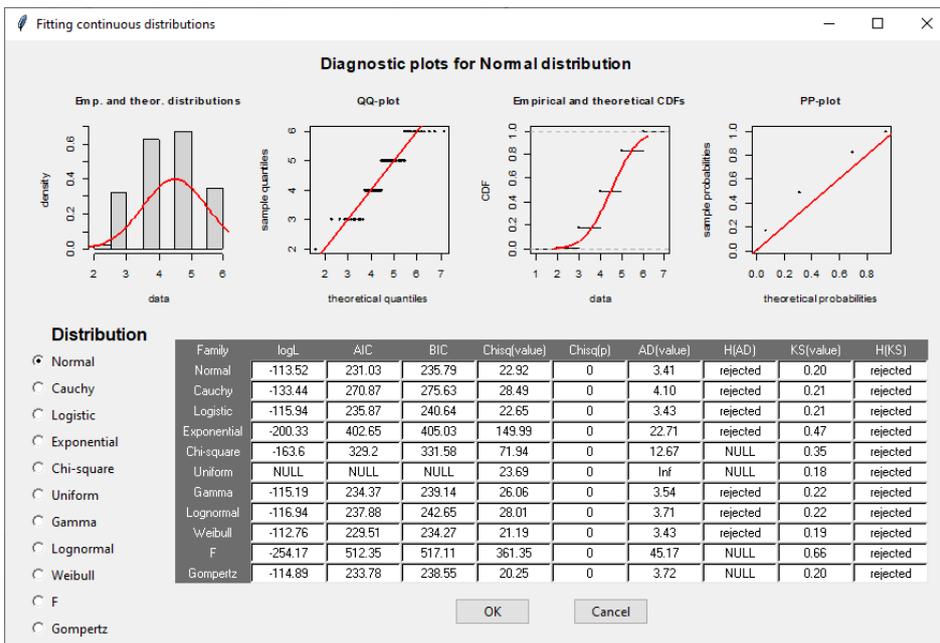
Figura de normalidad Crawley (2013) grado de evaluación de daño por helada primera campaña agrícola 2020



A partir de la prueba grafica de Crawley, se puede visualizar en el gráfico adjunto que no existe una distribución normal de los datos de la variable, grado de evaluación de daño por heladas puesto que, en un diagrama de cajas, los límites de los datos exceden de los valores en un gráfico normal, para la primera campaña agrícola 2020.

Figura 33

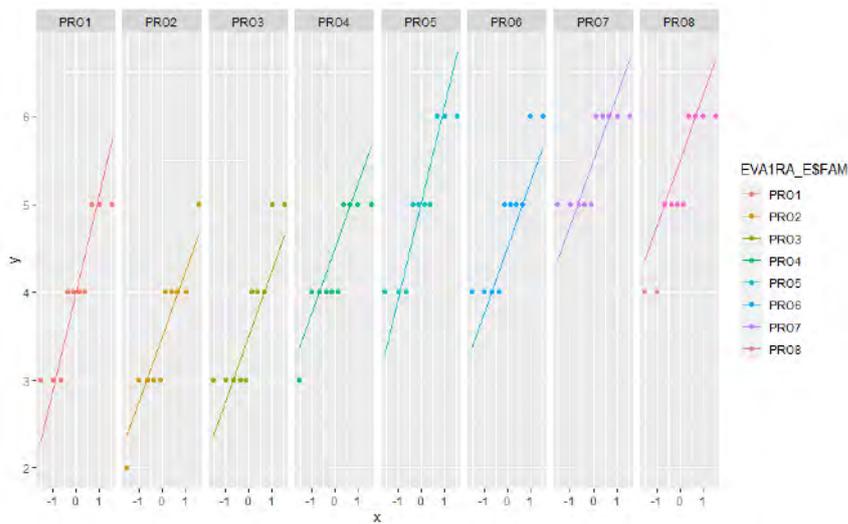
Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio daño por helada primera campaña agrícola 2020



Como se aprecia en la figura no existe asociación de los datos de la variable de grado de daño por heladas con las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la primera campaña agrícola 2020.

Figura 34

Figura de normalidad con qqplot del grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020



Nota: No existe una distribución normal

Figura 35

Prueba de distribución Kruskal-Wallis daño por heladas primera campaña agrícola 2020

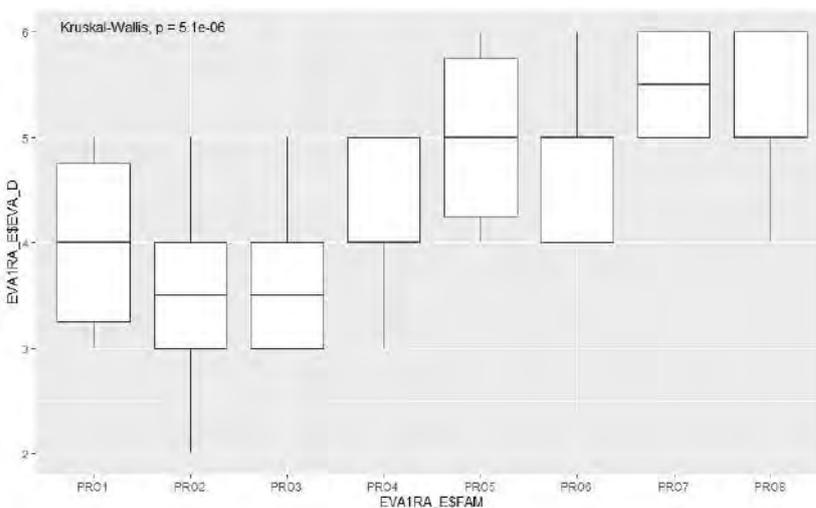
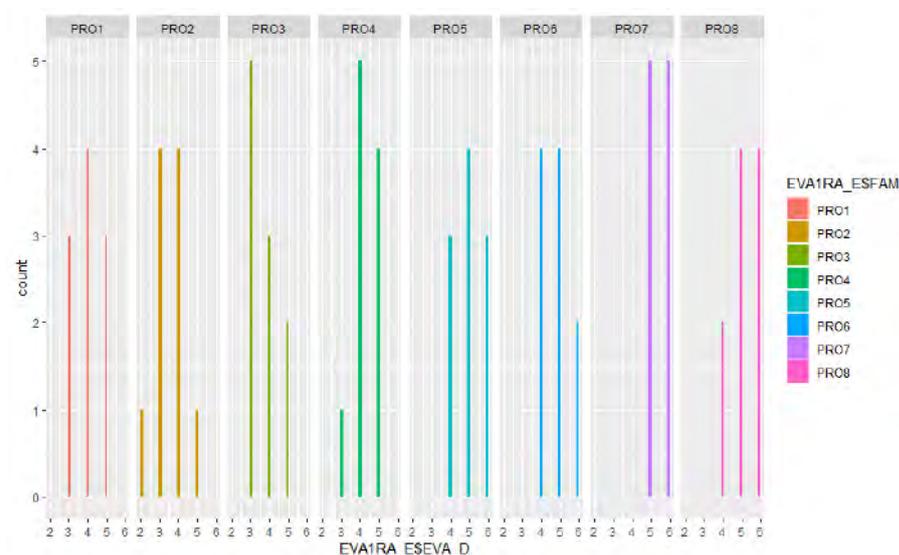


Figura 36

Tabla de frecuencias de progenies mediante Kruskal-Wallis para daño por heladas primera campaña agrícola 2020



Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las T-Student pareadas.

Comparación de parejas usando Wilcoxon prueba de suma de rangos con corrección de continuidad

PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6	PRO7
PRO2	1.0000	-	-	-	-	-
PRO3	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PRO4	1.0000	1.0000	1.0000	-	-	-
PRO5	0.6693	0.0722	0.1697	1.0000	-	-
PRO6	1.0000	0.1397	0.3594	1.0000	1.0000	-
PRO7	0.0247	0.0071	0.0131	0.0407	1.0000	1.0000
PRO8	0.2331	0.0347	0.0736	0.6211	1.0000	1.0000

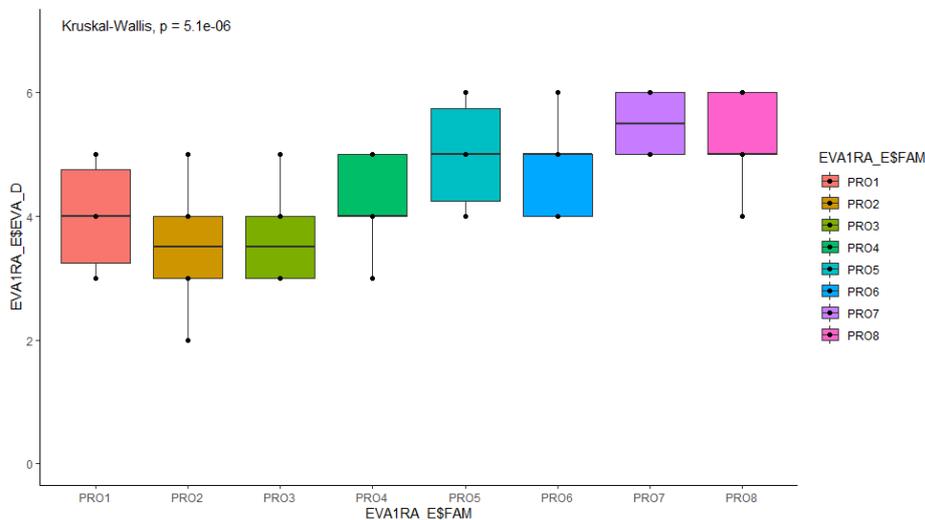
P valor método de ajuste: bonferroni

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado de evaluación de daño por heladas, se puede

encontrar diferencias significativas ($P_{value} \leq 0.05$), entre la Progenie 7 y las Progenies 1, 2, 3 y 4, y luego entre la Progenie 2 y la Progenie 8, en los demás casos, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas no paramétricas realizadas.

Figura 37

Resultados en RStudio de la variable grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020



Visualización de los resultados en RStudio, para el diagrama de cajas con el paquete ggpubr de la variable grado de evaluación de daño por heladas, para cada una de las familias o progenies, donde se evidencia que no poseen distribución normal.

5.1.1.5. Análisis de frecuencia para grado de daño por heladas primera campaña agrícola 2020

De acuerdo a los datos obtenidos se ha realizado un análisis de frecuencia general para los indicadores del rango de daño por heladas de acuerdo a la cantidad de plantas sometidas a evaluación.

Tabla 9*Análisis de frecuencias para grado de daño por heladas campaña agrícola 2020*

Estadísticos			
Daño por Helada			
N	Válido		80
	Perdidos		0
Media			4,50
Error estándar de la media			,113
Desv. Desviación			1,006
Varianza			1,013
Rango			4
Mínimo			2
Máximo			6
Percentiles	25		4,00
	50		5,00
	75		5,00

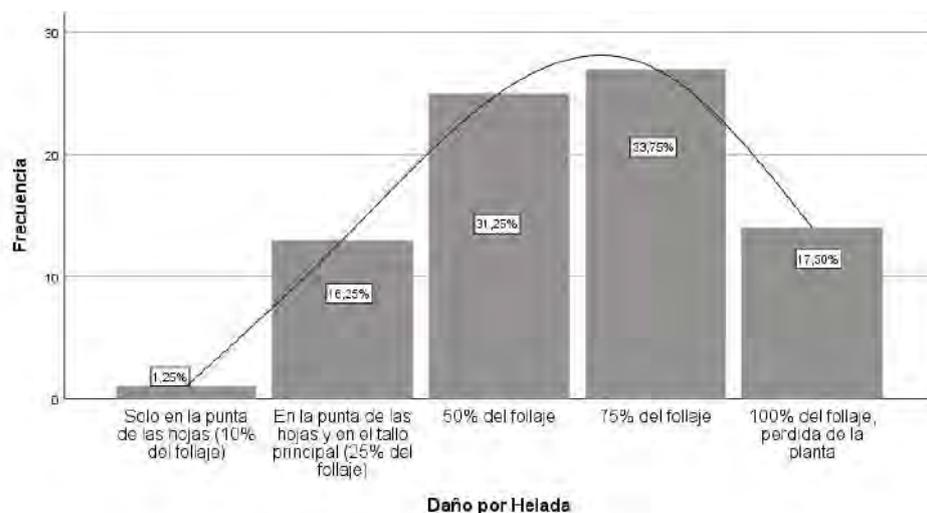
Nota: Paquete estadístico SPSS V.25**Tabla 10***Análisis de grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020*

Daño por Helada					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Solo en la punta de las hojas (10% del follaje)	1	1,3	1,3	1,3
	En la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje)	13	16,3	16,3	17,5
	50% del follaje	25	31,3	31,3	48,8
	75% del follaje	27	33,8	33,8	82,5
	100% del follaje, perdida de la planta	14	17,5	17,5	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 38

Análisis de frecuencia de grado de daño por helada primera campaña agrícola 2020



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

De los resultados evaluados se tiene lo siguiente:

Del total de progenies evaluados se ha encontrado que el 1.25% de progenies presentaron el daño por heladas solo en la punta de las hojas (10% del follaje), el 16.25 % de progenies presentaron el daño por heladas en la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje), el 31.25% de progenies presentaron el daño por heladas del 50% del follaje, el 33.75% de progenies presentaron el daño por heladas en el 75% del follaje, el 17.50 % de progenies presentaron el daño por heladas en el 100% del follaje, pérdida total de la planta.

**5.1.1.6. Resultados de evaluación del grado de daños por heladas
para progenies primera campaña agrícola 2020**

Tabla 11

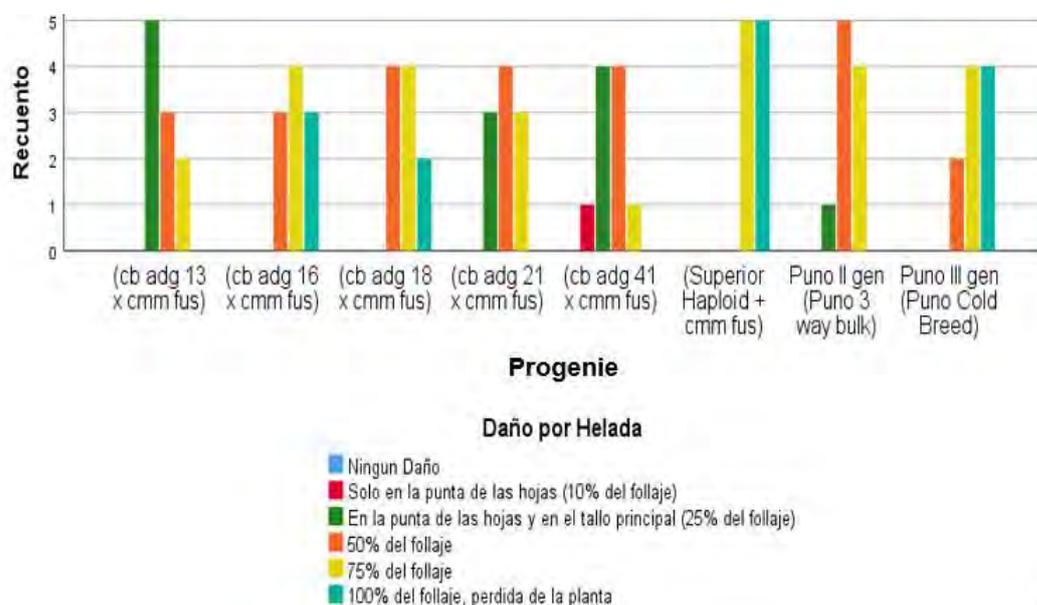
Recuento del grado de daño por helada primera campaña 2020

		Daño por Helada				
		Solo en la punta de las hojas (10% del follaje)	En la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje)	50% del follaje	75% del follaje	100% del follaje, perdida de la planta
PRO 3 (cb adg 13 x cmm fus)	Recuento	0	5	3	2	0
	%	0,0%	50,0%	30,0%	20,0%	0,0%
PRO 5 (cb adg 16 x cmm fus)	Recuento	0	0	3	4	3
	%	0,0%	0,0%	30,0%	40,0%	30,0%
PRO 6 (cb adg 18 x cmm fus)	Recuento	0	0	4	4	2
	%	0,0%	0,0%	40,0%	40,0%	20,0%
PRO 1 (cb adg 21 x cmm fus)	Recuento	0	3	4	3	0
	%	0,0%	30,0%	40,0%	30,0%	0,0%
PRO 2 (cb adg 41 x cmm fus)	Recuento	1	4	4	1	0
	%	10,0%	40,0%	40,0%	10,0%	0,0%
PRO 7 (Superior Haploid + cmm fus)	Recuento	0	0	0	5	5
	%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
PRO 4 Puno II gen (Puno 3 way bulk)	Recuento	0	1	5	4	0
	%	0,0%	10,0%	50,0%	40,0%	0,0%
PRO 8 Puno III gen (Puno Cold Breed)	Recuento	0	0	2	4	4
	%	0,0%	0,0%	20,0%	40,0%	40,0%

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 39

Recuento del grado de daño por helada primera campaña 2020



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Del análisis realizado se obtuvo que la progenie con mayor porcentaje de daños graves (del 75% al 100%) fue Superior Haploide + cmm fus del cual el 5 de 10 unidades presentaron daños del 75% mientras que las otras 5 unidades presentaron daños del 100%; la progenie cb adg 41 x cmm fus llegó a presentar daños del 10% (solo en la punta de las hojas), sumando un 10% mientras que todas las demás progenies muestran daños mínimamente del 25%

Ninguna progenie llegó a mostrarse intacto en la primera campaña, el mínimo daño observado es del 10% y se encontró en solo una de las 80 plantas analizadas.

De acuerdo a los resultados presentados en el proyecto de tesis “Evaluación de la incidencia de factores bióticos y abióticos en la producción de 114 entradas de papas nativas (*solanum spp*) en la comunidad campesina de Lauramarca, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, Región Cusco” (Requejo Mormontoy, 2018), encontró que el 40.19% (207 plantas) presentaron un grado de daño 1 es decir plantas con daños en folíolos del 1 al 25%, el 57.67 % (297 plantas) manifestaron un grado 2 de daño es decir plantas cuyos folíolos cuentan con 1 a 25% de área dañada, el 2.14 % (11 plantas), no presentaron daño. Por otro lado en el proyecto de tesis “Influencia de factores abióticos y bióticos en el cultivo de 200 entradas de papa nativa del germoplasma en la comunidad de Llullucha- Ocongate-Cusco”(Quispe Pérez, 2017), en este caso en la investigación se encontró que de las 200 entradas de papa evaluadas el 1% fueron susceptibles que quiere decir que entre el 60 a 100% del total de matas fueron afectadas, el 3% tolerantes esto significa que entre el 20 y 40% fueron afectadas y el 96% resistentes que indica que el 0% presenta daño por heladas, precisar que en la investigación se evaluó bajos niveles de temperatura ya que no hubo presencia de heladas.

Realizando un comparativo con los antecedentes encontrados se resalta que la metodología utilizada se basó en mediciones de daño por escalas de daño sin embargo es

preciso resaltar que los niveles de temperatura a los que se evaluó han sido diferentes, así mismo se determina que para la presente investigación la mayoría de las progenies presentan un daño de al menos un 25 % de daño del follaje. En tanto (Requejo Mormontoy, 2018), encontró que el 40.19% de las 114 entradas que evaluó presentaron daños similares a la presente investigación. En el caso de (Quispe Pérez, 2017), el 3% de las 200 entradas que evaluó presentaron daños entre el 20 y 40 %

Los resultados en cuanto al objetivo específico 2, “Evaluar el nivel de potencial de recuperación y crecimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas”, son los siguientes:

5.1.1.7 Data de grado del potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020

A continuación, se observa la data de grado potencial de recuperación y crecimiento de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) durante la primera campaña agrícola 2020.

Tabla 12
Data de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020.

Progenies	Primera semana	Segunda semana	Tercera semana	Potencial de recuperación
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -2	2	1	1	1
(cb adg 21 x cmm fus) -3	4	2	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3	1	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4	3	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -6	4	3	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -7	2	1	1	1
(cb adg 21 x cmm fus) -8	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -10	2	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -1	3	1	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -2	4	3	2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -3	3	2	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -4	2	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -5	3	2	2	2
(cb adg 41 x cmm fus) -6	4	3	2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3	2	1	2

(cb adg 41 x cmm fus) -8	1	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3	2	2	2
(cb adg 13 x cmm fus) -1	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4	3	2	3
(cb adg 13 x cmm fus) -3	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -4	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -5	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -7	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -9	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	4	3	2	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	4	3	1	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	3	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	2	1	1	1
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	2	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -2	1	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -3	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -4	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -5	1	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -7	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -8	1	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -10	3	2	1	2
(cb adg 18 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 18 x cmm fus) -2	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -3	1	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -4	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -5	3	2	2	2
(cb adg 18 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -7	1	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -8	3	2	2	2
(cb adg 18 x cmm fus) -9	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -10	3	2	1	2
(Superior Haploid + cmm fus) -1	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -2	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -3	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -4	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -5	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -6	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -7	2	1	1	1

(Superior Haploid + cmm fus) -8	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -9	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -10	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	2	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	2	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	2	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

5.1.1.8. Pruebas de normalidad a datos de grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad.

Para el procesamiento de los datos en los software correspondientes se han codificado de para un análisis más accesible siendo PRO1 (cb adg 21 x cmm fus), PRO2 (cb adg 41 x cmm fus), PRO3 (cb adg 13 x cmm fus), PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk), PRO5 (cb adg 16 x cmm fus), PRO6 (cb adg 18 x cmm fus), PRO7 (Superior Haploid + cmm fus) y PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed). EVA_D (evaluación de daño por helada), EVAR1 (potencial de recuperación primera semana), EVAR2 (potencial de recuperación segunda semana), EVAR3 (potencial de recuperación tercera semana), NTUB (número de tubérculos), REND (rendimiento) y PTUB (peso de tubérculos).

Las pruebas de normalidad realizadas para potencial de recuperación y crecimiento correspondiente a la primera campaña agrícola 2020, fueron las siguientes:

Anderson-Darling normality test

D = 0.2425, p-value = 1.118e-12

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la primera campaña agrícola 2020 no se ajustan a una distribución normal.

Para la segunda y tercera semana de recuperación, los datos no tienen distribución normal

```
> ad.test(EVA1RA_E$EVA_R2)
```

Anderson-Darling normality test

data: EVA1RA_E\$EVA_R2

A = 9.2884, p-value < 2.2e-16

```
> ad.test(EVA1RA_E$EVA_R3)
```

Anderson-Darling normality test

data: EVA1RA_E\$EVA_R3

A = 24.273, p-value < 2.2e-16

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.86948, p-value = 7.766e-07

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la primera campaña agrícola 2020 no se ajustan a una distribución normal.

Para la segunda y tercera semana, los datos no tienen distribución normal

```
> shapiro.test(EVA1RA_E$EVA_R2)
```

Shapiro-Wilk normality test

data: EVA1RA_E\$EVA_R2

W = 0.73754, p-value = 1.187e-10

```
> shapiro.test(EVA1RA_E$EVA_R3)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: EVA1RA_E$EVA_R3
```

```
W = 0.40775, p-value = 2.367e-16
```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

```
D = 0.24864, p-value = 2.295e-13
```

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la primera campaña agrícola 2020 no se ajustan a una distribución normal.

Para la segunda y tercera semana, los datos no tienen distribución normal

```
> lillie.test(EVA1RA_E$EVA_R2)
```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

```
data: EVA1RA_E$EVA_R2
```

```
D = 0.33049, p-value < 2.2e-16
```

```
> lillie.test(EVA1RA_E$EVA_R3)
```

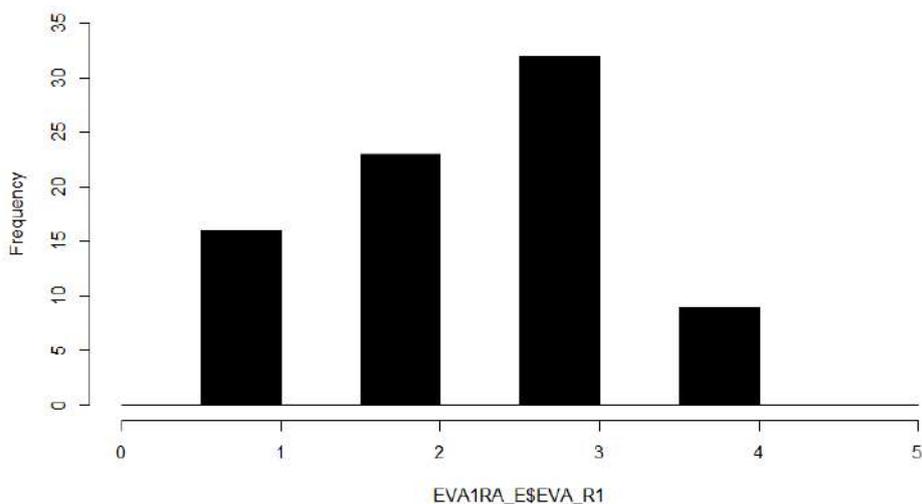
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

```
data: EVA1RA_E$EVA_R3
```

```
D = 0.51673, p-value < 2.2e-16
```

Figura 40

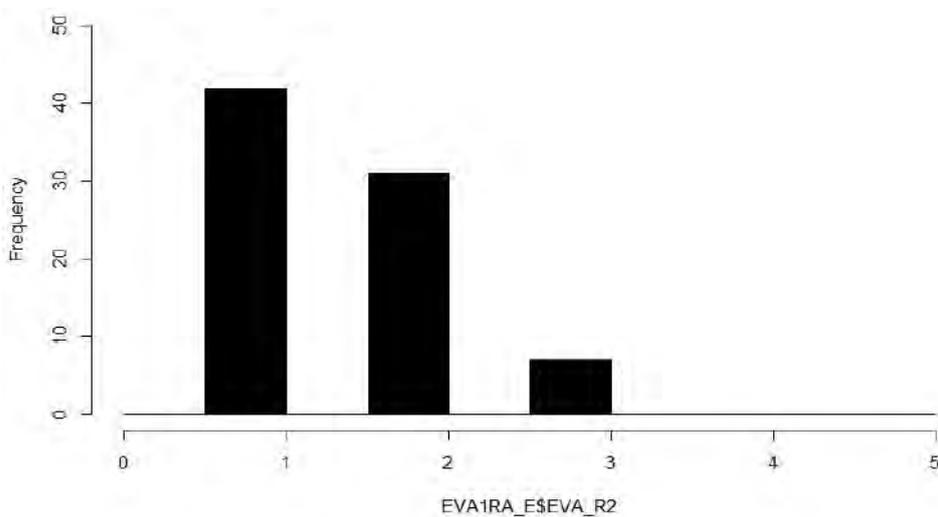
Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana -campaña agrícola 2020



Nota: No muestra distribución normal

Figura 41

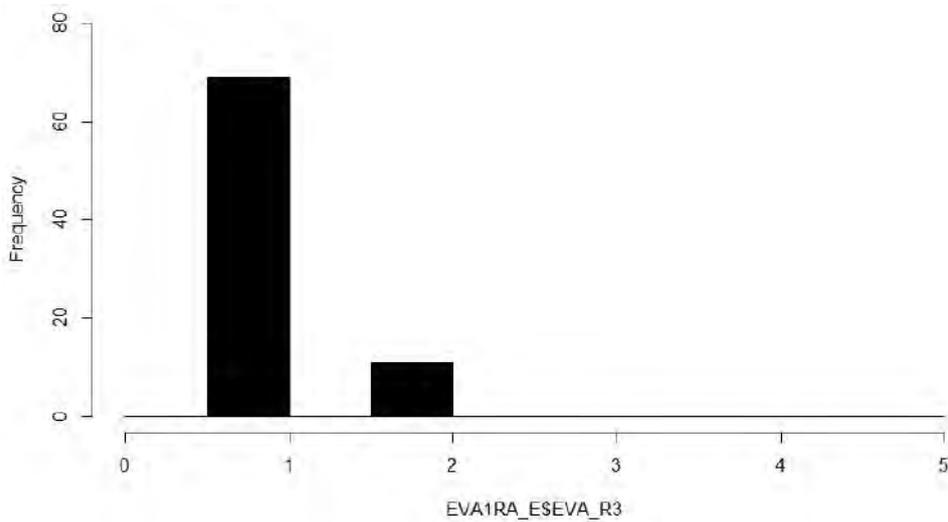
Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana -campaña agrícola 2020



Nota: No muestra distribución normal

Figura 42

Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana -campaña agrícola 2020



Nota: No muestra distribución normal

Figura 43

Figura de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana- campaña agrícola 2020

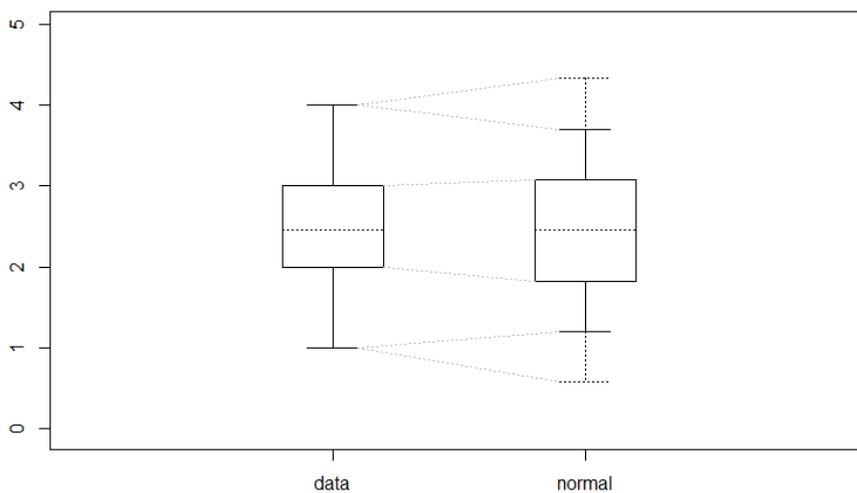


Figura 44

Prueba de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020

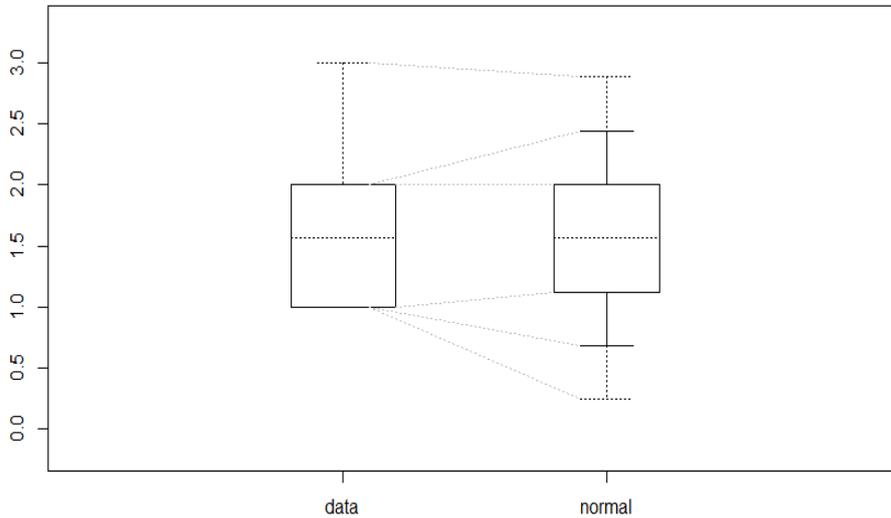
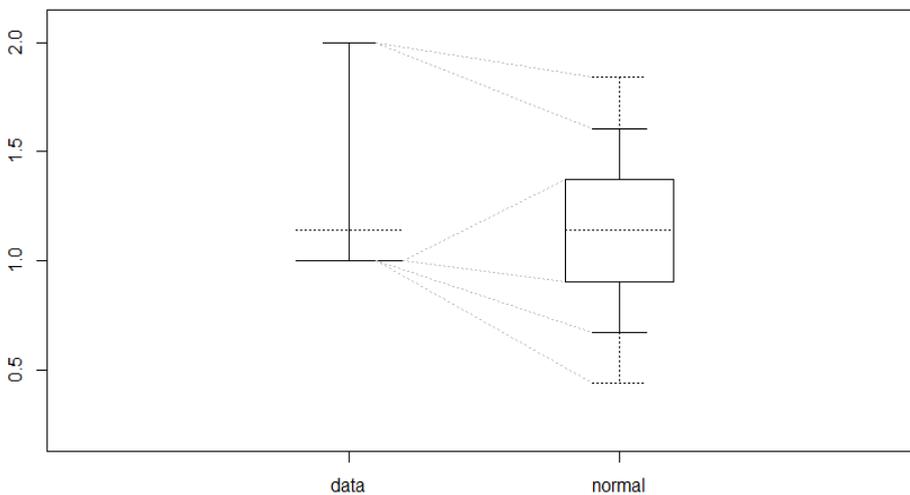


Figura 45

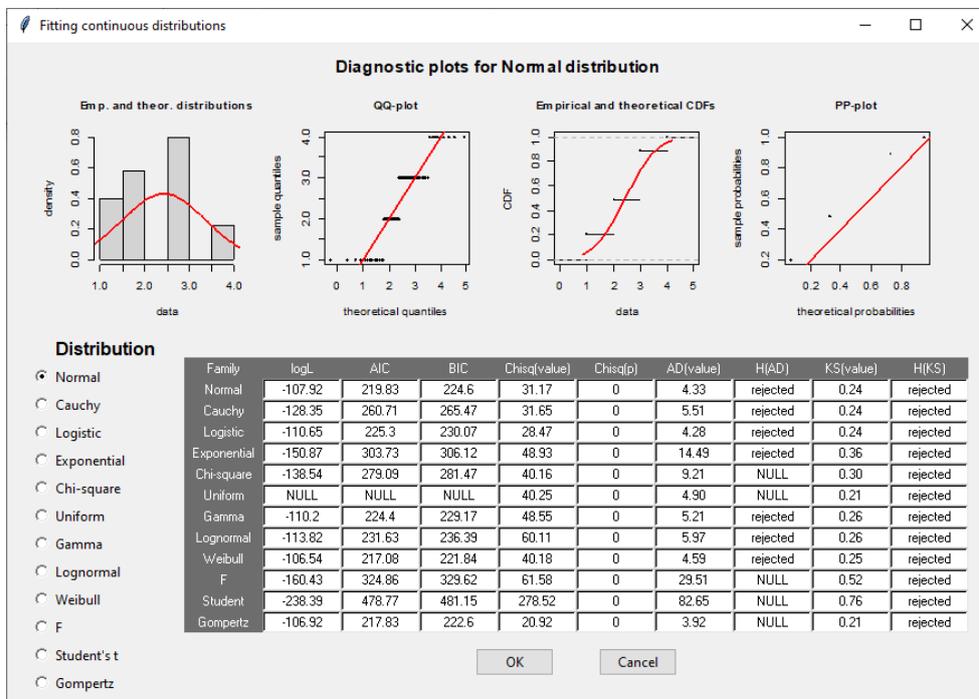
Prueba de normalidad Crawley (2013) grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020



A partir de la prueba grafica de Crawley, se puede visualizar en las figuras que no existe una distribución normal de los datos de la variable, grado de evaluación potencial de recuperación y crecimiento puesto que, en un diagrama de cajas, los límites de los datos exceden de los valores en un gráfico normal.

Figura 46

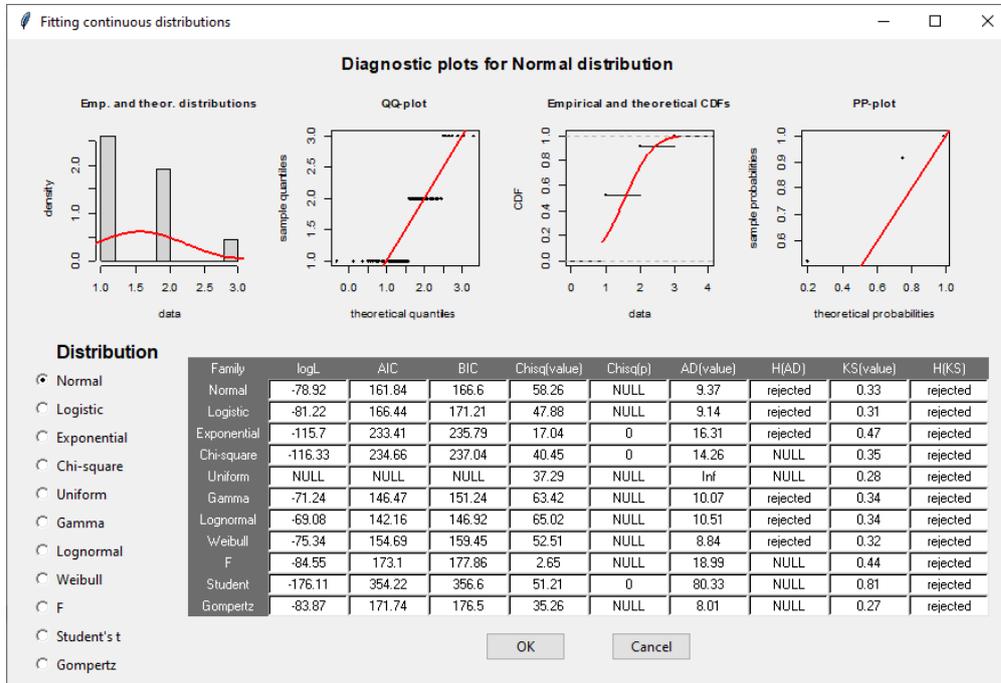
Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio del potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la primera semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la primera semana de la primera campaña agrícola 2020.

Figura 47

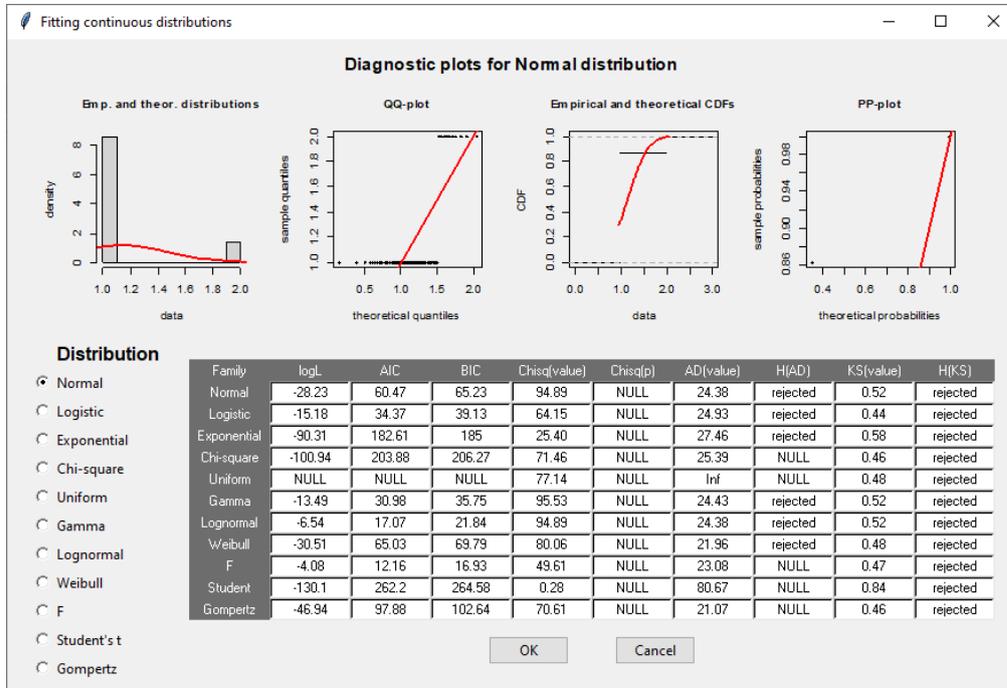
Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la primera semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la tercera semana de la primera campaña agrícola 2020.

Figura 48

Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la primera semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la tercera semana de la primera campaña agrícola 2020.

Figura 49

Distribución de datos por progenies grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020

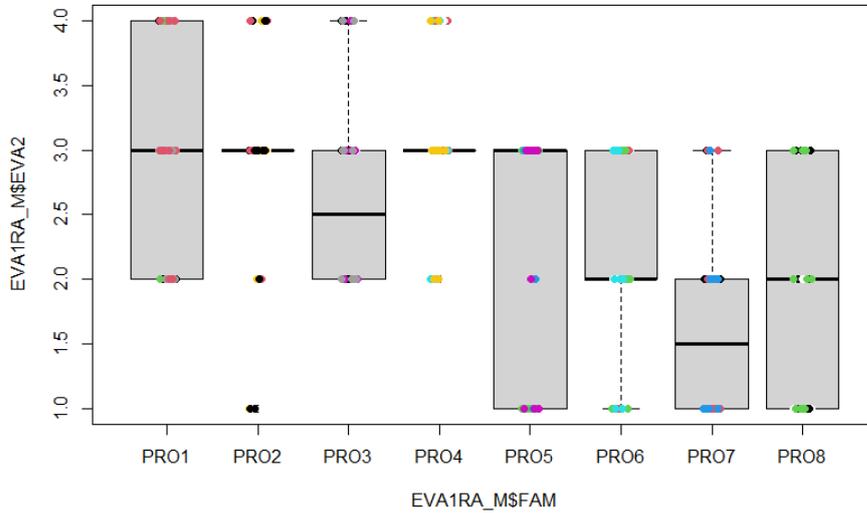
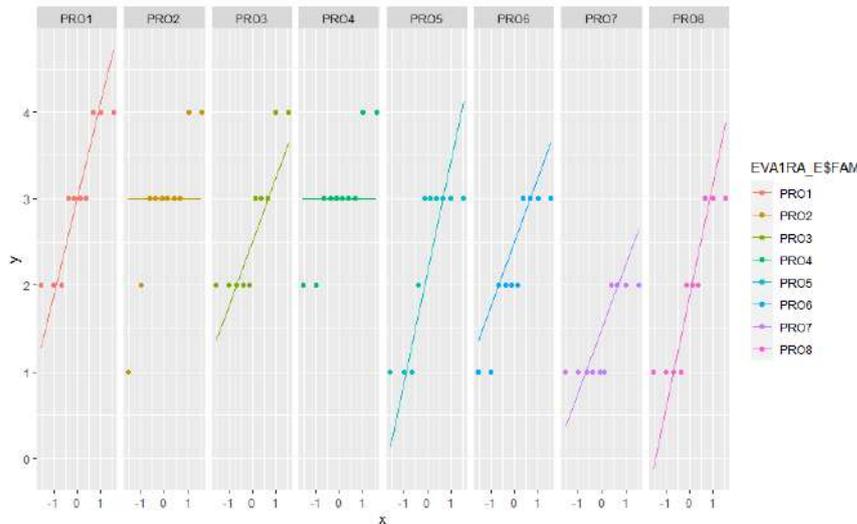


Figura 50

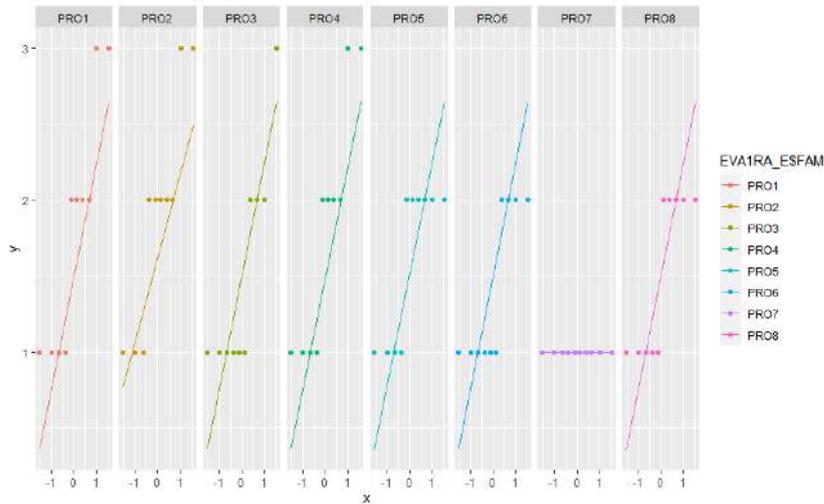
Figura de normalidad con qqplot del grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la primera semana después de la helada, en la primera campaña 2020, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, por consiguiente, se limita para emplear un test ANOVA.

Figura 51

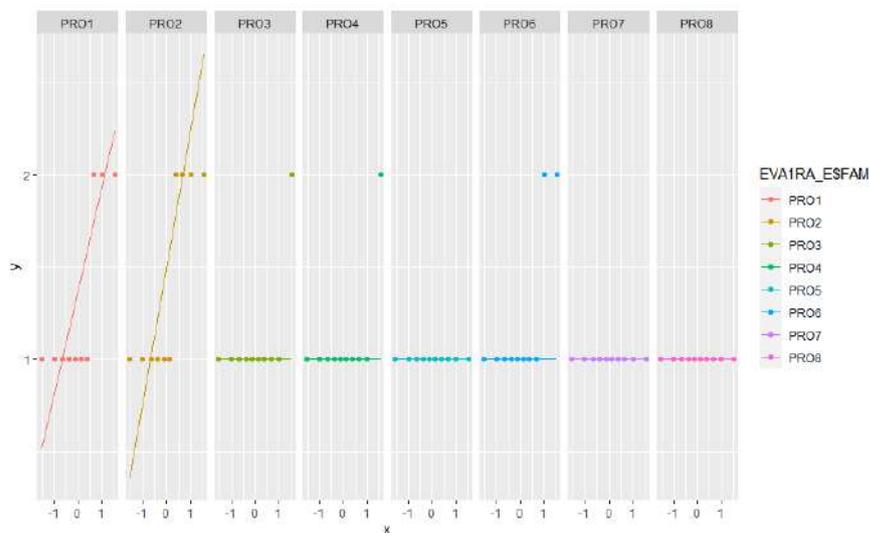
Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la segunda semana después de la helada, en la primera campaña 2020, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, por consiguiente, se limita para emplear un test ANOVA.

Figura 52

Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la tercera semana después de la helada, en la primera campaña 2020, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, por consiguiente, se limita para emplear un test ANOVA.

Figura 53

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020

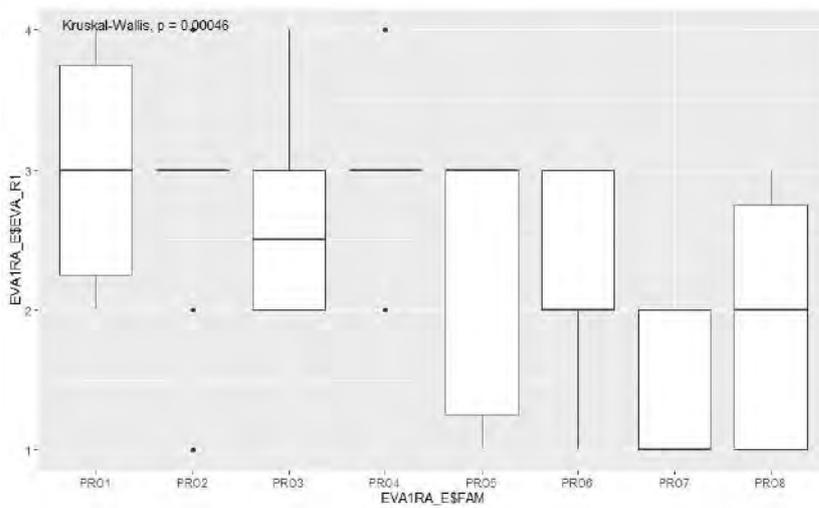


Figura 54

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento segunda semana- campaña agrícola 2020

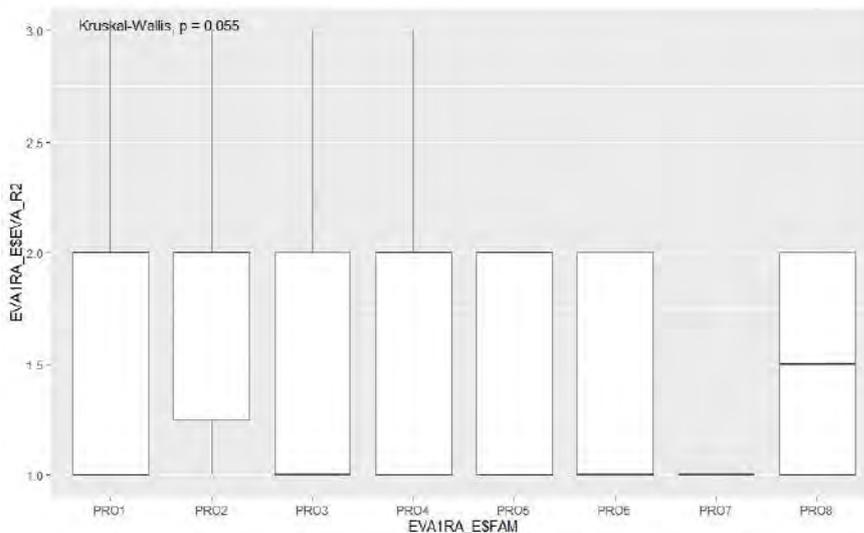


Figura 55

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento tercera semana- campaña agrícola 2020

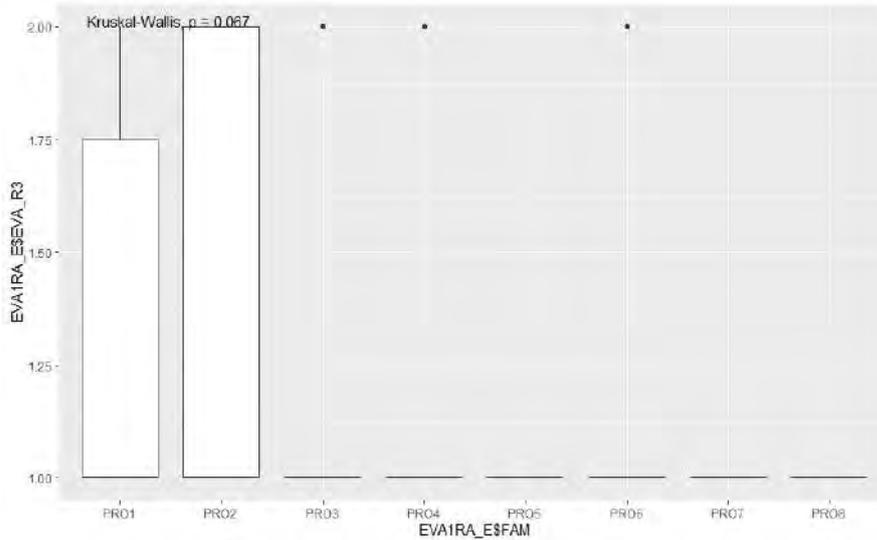
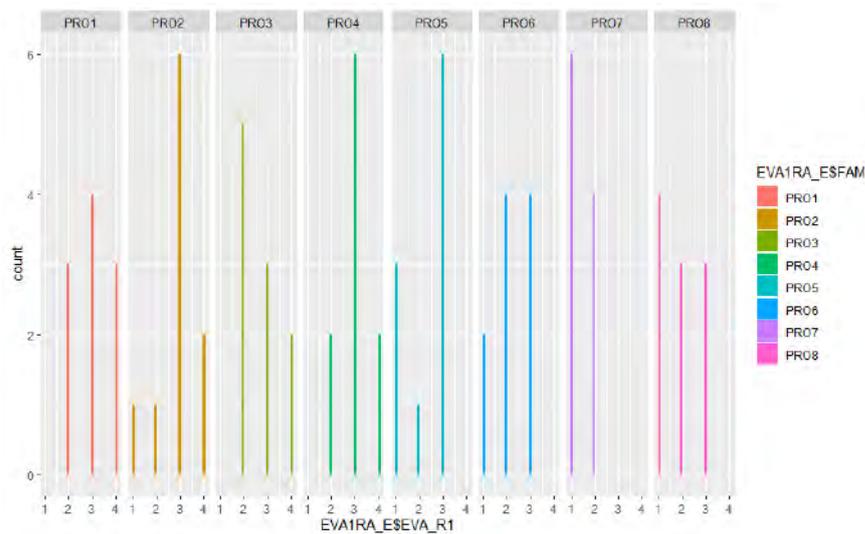


Figura 56

Tabla de frecuencias de progenies mediante Krukal-Wallis para grado potencial de recuperación y crecimiento primera semana -campaña agrícola 2020

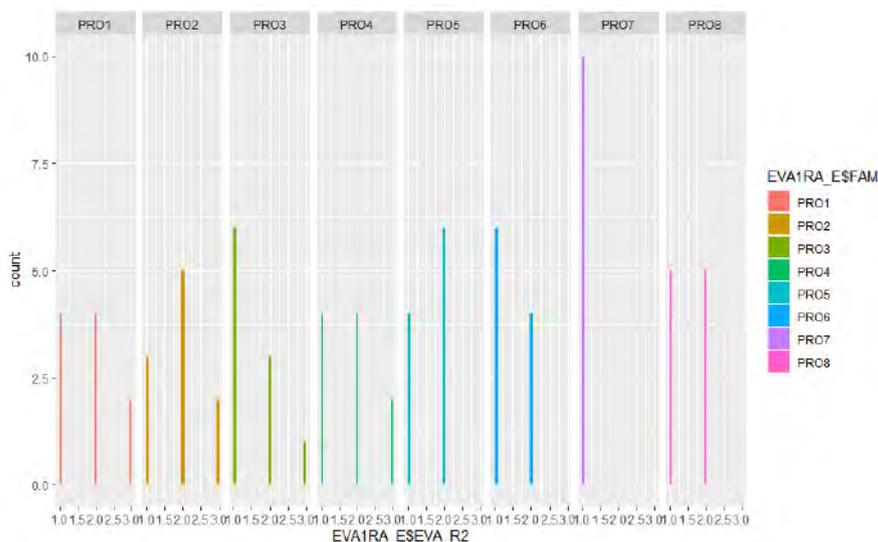


Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la primera semana después de la helada, para la campaña 2020, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Figura 57

Tabla de frecuencias de progenies mediante Kruskal-Wallis para grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana -campaña agrícola 2020

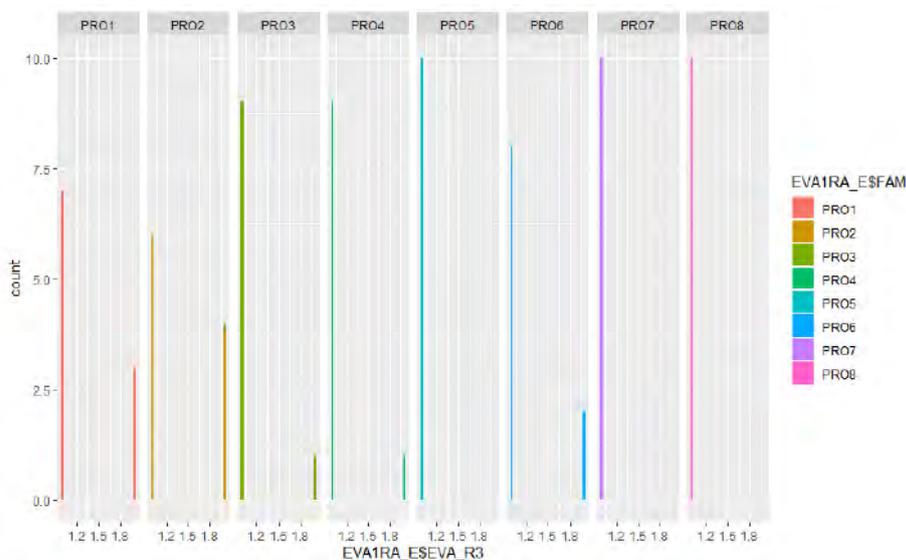


Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la segunda semana después de la helada, para la campaña 2020, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Figura 58

Tabla de frecuencias de progenies mediante Kruskal-Wallis grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020



Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la tercera semana después de la helada, para la campaña 2020, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-cuadrado = 26.234, df = 7, p-value = 0.0004575 (primera semana)

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las T-Student pareadas.

data: EVA1RA_E\$EVA_R2 by EVA1RA_E\$FAM (segunda semana)

Kruskal-Wallis chi-cuadrado = 13.774, df = 7, p-value = 0.05535

data: EVA1RA_E\$EVA_R3 by EVA1RA_E\$FAM (tercera semana)

Kruskal-Wallis chi-cuadrado = 13.219, df = 7, p-value = 0.06696

Comparación de pares usando la prueba de rango de Wilcoxon con corrección de continuidad

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6	PRO7
PRO2	1.0000	-	-	-	-	-	-
PRO3	1.0000	1.0000	-	-	-	-	-
PRO4	1.0000	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PRO5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-	-	-
PRO6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-	-
PRO7	0.0171	0.0386	0.0407	0.0094	0.8844	0.7142	-
PRO8	0.5076	0.6880	1.0000	0.3202	1.0000	1.0000	1.0000

P valor método de ajuste: bonferroni

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado potencial de recuperación y crecimiento, se puede encontrar diferencias significativas ($P_{value} \leq 0.05$) entre la Progenie 7 y las

Progenies 1, 2, 3 y 4, en los demás casos, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas no paramétricas realizadas.

data: EVA1RA_E\$EVA_R2 and EVA1RA_E\$FAM

PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6	PRO7
PRO2	1.000	-	-	-	-	-
PRO3	1.000	1.000	-	-	-	-
PRO4	1.000	1.000	1.000	-	-	-
PRO5	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-
PRO6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-
PRO7	0.159	0.055	0.964	0.159	0.140	0.941
PRO8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

P valor método de ajuste: bonferroni

data: EVA1RA_E\$EVA_R3 and EVA1RA_E\$FAM

PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6	PRO7
PRO2	1.00	-	-	-	-	-
PRO3	1.00	1.00	-	-	-	-
PRO4	1.00	1.00	1.00	-	-	-
PRO5	1.00	0.84	1.00	1.00	-	-
PRO6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
PRO7	1.00	0.84	1.00	1.00	-	1.00
PRO8	1.00	0.84	1.00	1.00	-	1.00

P valor método de ajuste: bonferroni

Figura 59

Resultados en RStudio de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020

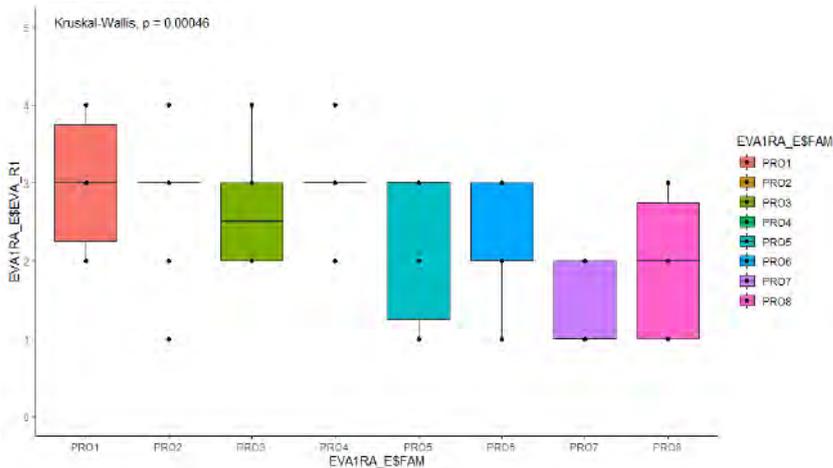


Figura 60

Resultados en RStudio de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020

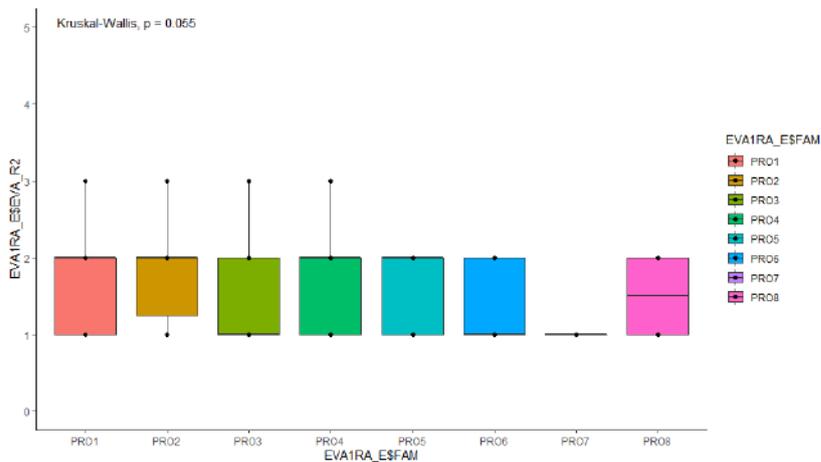
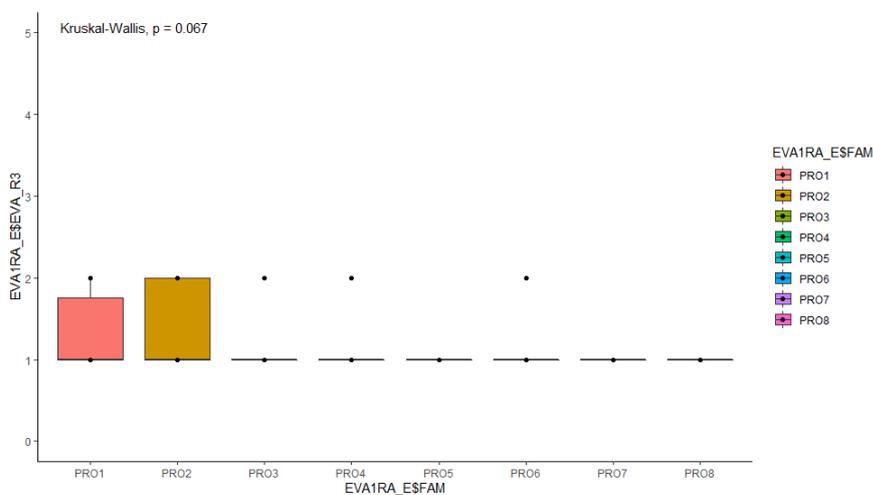


Figura 61

Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020



Visualización de los resultados en RStudio con el paquete ggpubr, diagrama de caja de bigotes para la dispersión de datos, de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento, para cada una de las familias o progenies evaluadas, se muestra que no existe normalidad.

**5.1.1.9. Análisis de frecuencia para grado de potencial de
recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020**

De acuerdo a los datos obtenidos se ha realizado un análisis de frecuencia general para los indicadores del rango de daño por heladas de acuerdo a la cantidad de plantas sometidas a evaluación.

Tabla 13

*Análisis de frecuencias para grado de potencial de recuperación y crecimiento
campaña agrícola 2020*

Estadísticos		
Potencial de Recuperación		
N	Válido	80
	Perdidos	0
Media		1,64
Error estándar de la media		,074
Desv. Desviación		,661
Varianza		,437
Rango		2
Mínimo		1
Máximo		3
Percentiles	25	1,00
	50	2,00
	75	2,00

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Tabla 14

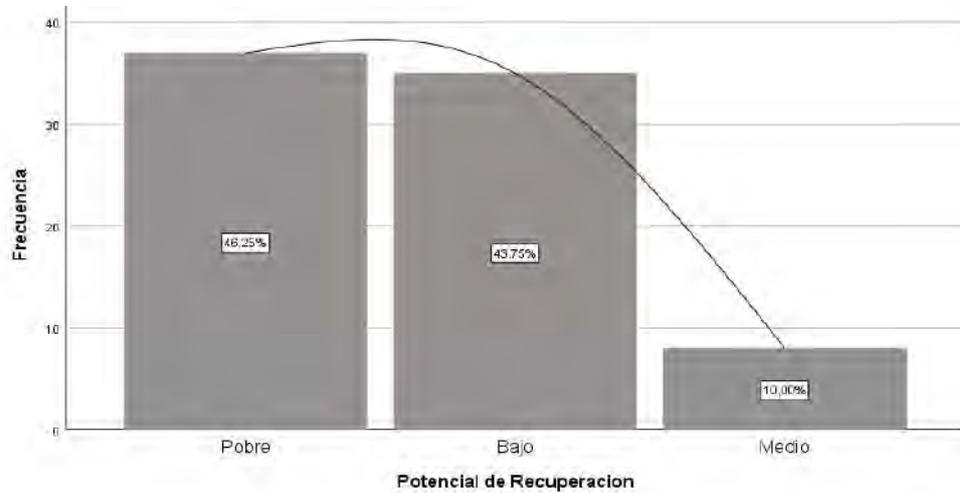
*Análisis de grado de potencial de recuperación y crecimiento primera campaña
agrícola 2020*

Potencial de Recuperación					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Pobre	37	46,3	46,3	46,3
	Bajo	35	43,8	43,8	90,0
	Medio	8	10,0	10,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 62

Análisis de frecuencia de grado de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

De los resultados evaluados se tiene lo siguiente:

Del total de progenies evaluados se ha encontrado que el 46.25% de progenies presentaron un potencial de recuperación pobre; el 43.75% de genotipos presentaron un potencial de recuperación bajo y el 10.00% de genotipos presentaron un potencial de recuperación medio.

5.1.1.10 Resultados de evaluación del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies primera campaña agrícola 2020

Tabla 15

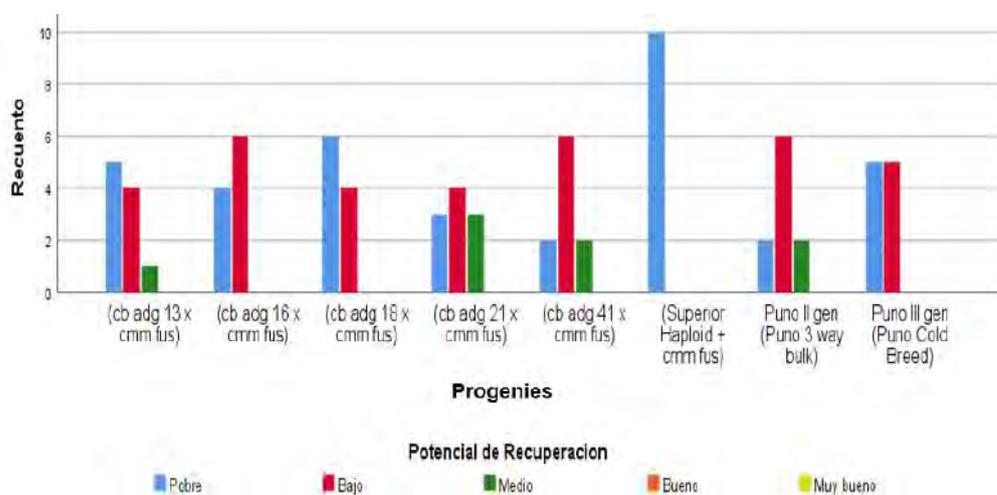
Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies primera campaña agrícola 2020

	Potencial de Recuperación			Total
	Pobre	Bajo	Medio	
PRO3 (cb adg 13 x cmm fus)	5	4	1	10
	50,0%	40,0%	10,0%	100,0%
PRO5 (cb adg 16 x cmm fus)	4	6	0	10
	40,0%	60,0%	0,0%	100,0%
PRO6 (cb adg 18 x cmm fus)	6	4	0	10
	60,0%	40,0%	0,0%	100,0%
PRO1 (cb adg 21 x cmm fus)	3	4	3	10
	30,0%	40,0%	30,0%	100,0%
PRO2 (cb adg 41 x cmm fus)	2	6	2	10
	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%
PRO7 (Superior Haploid + cmm fus)	10	0	0	10
	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk)	2	6	2	10
	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%
PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed)	5	5	0	10
	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 63

Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies de la primera campaña agrícola 2020



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Del análisis realizado se obtuvo que la progenie cb adg 21 x cmm fus logró un 30% de casos con un potencial medio de recuperación, 40% con un potencial bajo y 30% con un potencial pobre de recuperación; ninguna progenie logró casos con un potencial bueno o muy bueno de recuperación, todas las progenies tienen grados de recuperación de medios a pobres.

La progenie con el menor grado de recuperación es Superior Haplod + cmm fus, el cual cuenta con el 100% de los casos con un grado de recuperación pobre.

5.1.1.11 Resumen de evaluación del nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020

Tabla 16

Evaluación de nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento, según prueba de Benjamini-Yekutieli, primera campaña agrícola 2020

Código	Progenie	Nivel de Daño	Evaluación de recuperación					
			1ra Sem.		2da Sem.		3ra Sem.	
PRO7	(Superior Haplod + cmm fus)	6 a	1	a	1	a	1	a
PRO8	Puno III gen (Puno Cold Breed)	6 ab	1	ab	1	a	1	a
PRO5	(cb adg 16 x cmm fus)	5 abc	3	ab	2	a	1	a
PRO6	(cb adg 18 x cmm fus)	5 abc	3	ab	1	a	1	a
PRO1	(cb adg 21 x cmm fus)	4 bc	3	b	2	a	1	a
PRO4	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	4 bc	3	b	2	a	1	a
PRO2	(cb adg 41 x cmm fus)	4 c	3	b	2	a	1	a
PRO3	(cb adg 13 x cmm fus)	3 bc	2	b	1	a	1	a

Los resultados en cuanto al objetivo específico 3, “Determinar el rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), resistentes a heladas” son los siguientes:

5.1.1.12 Data de cosecha de progenies campaña 2020

A continuación, se observa la data de cosecha que esta dado por el número de tubérculillos por planta, peso por progenie en (kg) y peso promedio en (kg) de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) durante la primera campaña agrícola 2020.

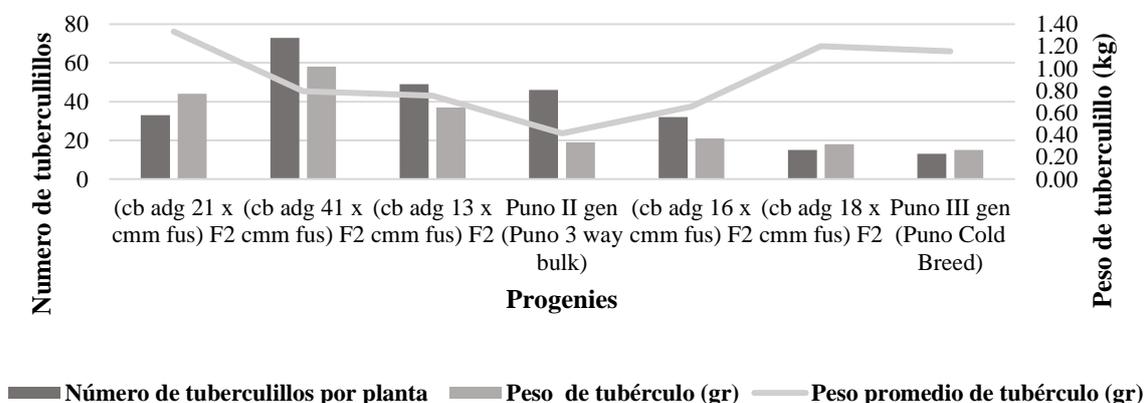
Tabla 17

Data de cosecha de progenies campaña 2020

Progenies	Número de tuberculillos por planta	Peso de tubérculo (kg)	Peso promedio de tubérculo (kg)
(cb adg 21 x cmm fus)	33	0.044	0.00133
(cb adg 41 x cmm fus)	73	0.058	0.00079
(cb adg 13 x cmm fus)	49	0.037	0.00074
Puno II gen (Puno 3 way bulk)	46	0.019	0.00041
(cb adg 16 x cmm fus)	32	0.021	0.00061
(cb adg 18 x cmm fus)	15	0.018	0.00120
Puno III gen (Puno Cold Breed)	13	0.015	0.00115

Figura 64

Data de cosecha de progenies campaña 2020



De los resultados obtenidos es preciso resaltar que corresponde a una información referencial puesto que en esta campaña agrícola los rendimientos debían ser muy bajos debido a que la producción se realizó con semillas botánicas por lo tanto no se esperaba que los rendimientos sean altos así mismo los tuberculillos obtenidos han sido utilizados para la siguiente campaña agrícola.

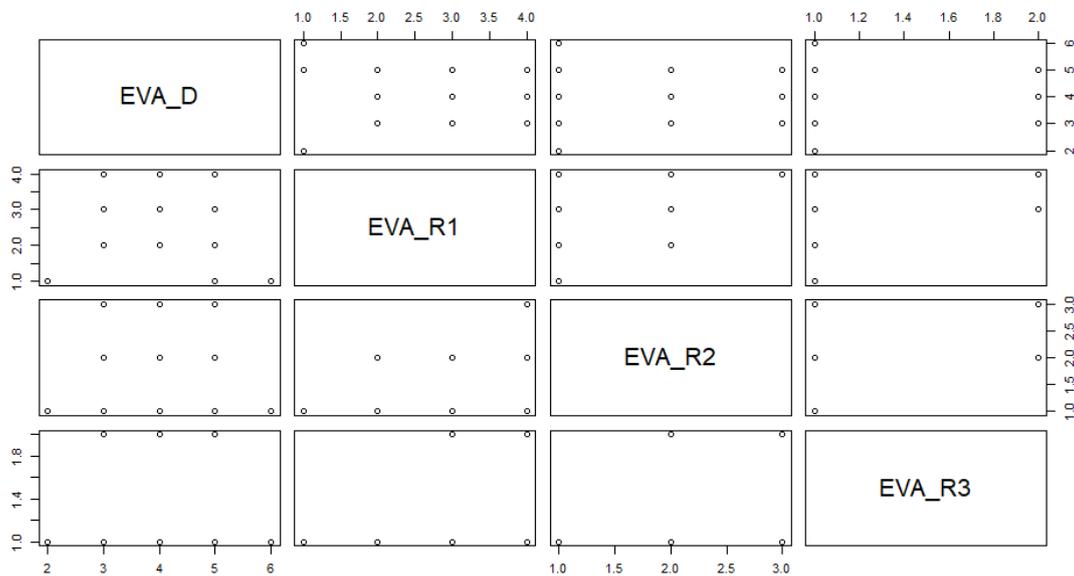
5.1.1.13 Correlación múltiple mediante método Spearman

primera campaña 2020

Después de las evaluaciones correspondientes se realizó la prueba de correlación múltiple con el método de Spearman para ver el grado de correlación múltiple entre las variables evaluadas.

Figura 65

Correlación múltiple primera campaña agrícola 2020



```
> pairs(datos)
```

```
> cor(datos, method = "spearman")
```

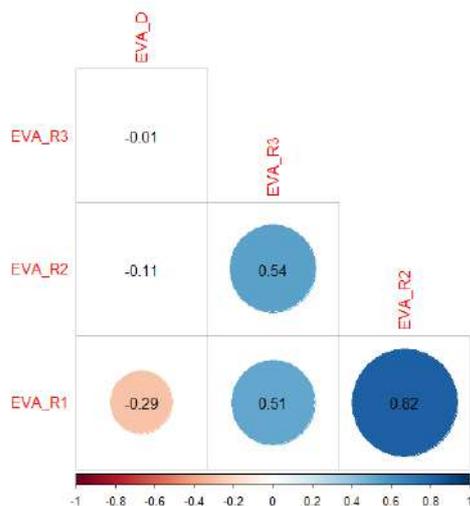
```
      EVA_D  EVA_R1  EVA_R2  EVA_R3
EVA_D 1.00000000 -0.2869259 -0.1122574 -0.007368368
EVA_R1 -0.286925869 1.0000000 0.8155136 0.510312416
EVA_R2 -0.112257383 0.8155136 1.0000000 0.539800536
EVA_R3 -0.007368368 0.5103124 0.5398005 1.000000000
```

A partir del análisis de correlación múltiple, mediante el método de Spearman, se encontró que existe una fuerte asociación positiva ($r=0.82$), entre las variables Evaluación de la potencial de recuperación y crecimiento de la Planta en la primera semana versus la Evaluación de la potencial de recuperación y crecimiento de la Planta, en la segunda semana, con una probabilidad de ocurrencia altamente significativa. En tanto, existe una

correlación positiva media entre las variables: Evaluación del potencial de recuperación y crecimiento de la planta en la primera semana y la evaluación del potencial de recuperación y crecimiento de la planta en la tercera semana ($r=0.51$); asimismo, entre las variables: Evaluación del potencial de recuperación y crecimiento de la planta en la segunda semana y la evaluación del potencial de recuperación y crecimiento de la Planta en la tercera semana ($r=0.54$), siendo en ambos casos altamente significativa su probabilidad de ocurrencia de dichas correlaciones. finalmente, se encontró una baja correlación negativa o inversa entre las variables: Evaluación del grado de Daño por la Helada en la Planta versus la Evaluación del potencial de recuperación y crecimiento de la planta en la primera semana ($r=-0.29$), con una probabilidad de ocurrencia significativa. En general, se puede afirmar que las evaluaciones de grado de recuperación entre la primera y segunda semana, después de la helada, tienen una fuerte asociación directa, en tanto, las de la primera y tercera, así como las de la segunda y tercera semana después de la helada, tienen una asociación directa media, y entre el grado de daño a la helada y el potencial de recuperación y crecimiento de la primera semana, su asociación es baja, siendo de tipo inversa.

Figura 66

Grado de correlación múltiple primera campaña agrícola 2020



5.1.2 Segunda campaña agrícola

Los resultados en cuanto al objetivo específico 1, “Evaluar el grado de daño de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) afectadas por las heladas”, son los siguientes:

5.1.2.1. Germinación de tubérculos segunda campaña agrícola 2020-2021

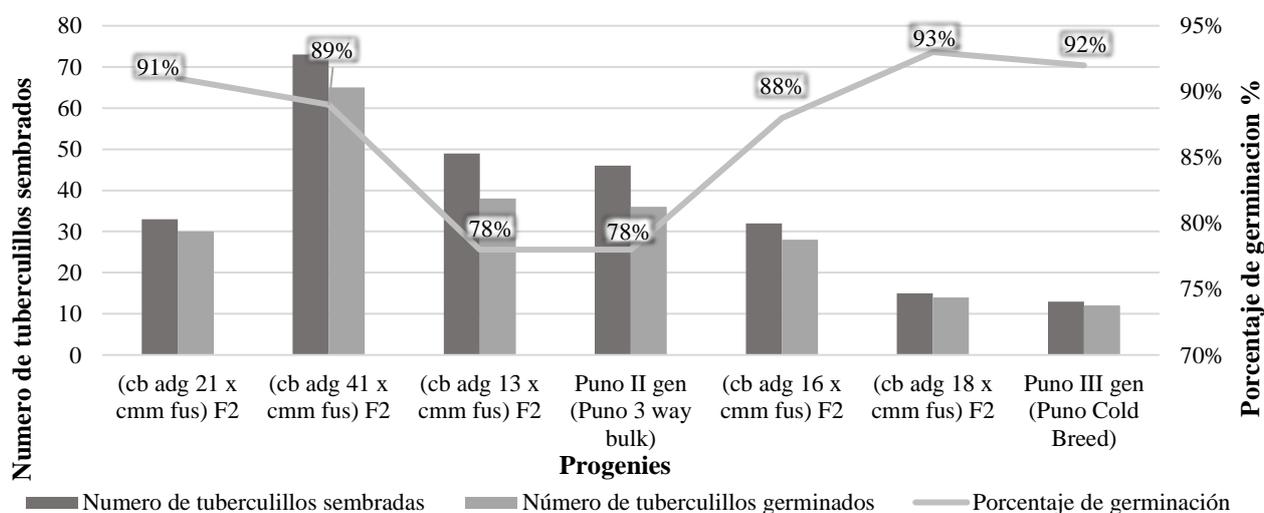
Tabla 18

Porcentaje de germinación, progenies segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenie	Numero de tuberculillos sembradas	Número de tuberculillos germinados	Porcentaje de germinación
(cb adg 21 x cmm fus)	33	30	91%
(cb adg 41 x cmm fus)	73	65	89%
(cb adg 13 x cmm fus)	49	38	78%
Puno II gen (Puno 3 way bulk)	46	36	78%
(cb adg 16 x cmm fus)	32	28	88%
(cb adg 18 x cmm fus)	15	14	93%
Puno III gen (Puno Cold Breed)	13	12	92%
Total evaluados	261	223	87%

Figura 67

Porcentaje de germinación de progenies segunda campaña agrícola 2020-2021



De la evaluación realizada se tienen los siguientes resultados:

1. Se sembraron 261 tuberculillos producto de la cosecha de la primera campaña agrícola.

2. Después del proceso de germinación a los 45 días se ha contabilizado el número de tuberculillos germinados.

3. Se ha encontrado que la progenie de (cb adg 21 x cmm fus), ha obtenido el total de 30 tuberculillos germinadas que representan el 91% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 41 x cmm fus), ha obtenido el total de 65 tuberculillos germinadas que representan el 89% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 13 x cmm fus), ha obtenido el total de 38 tuberculillos germinadas que representan el 78% de porcentaje de germinación; la progenie de Puno II gen (Puno 3 way bulk), ha obtenido el total de 36 tuberculillos germinadas que representan el 78 % de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 16 x cmm fus), ha obtenido el total de 28 tuberculillos germinadas que representan el 88% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 18 x cmm fus), ha obtenido el total de 14 tuberculillos germinadas que representan el 93% de porcentaje de germinación y la progenie de Puno III gen (Puno Cold Breed), ha obtenido el total de 12 tuberculillos germinadas que representan el 92 % de porcentaje de germinación.

5.1.2.2. Lectura de temperatura registrada por el datalogger

segunda campaña agrícola 2020-2021

En el hobo datalogger se registraron las lecturas de la temperatura del ambiente programado para cada media hora, a continuación, se muestra el cuadro de ocurrencias de heladas (Ver Anexos Tabla 40).

De la información registrada se observa que la ocurrencia de heladas fue constante en el área de evaluación, de acuerdo a los datos registrados se han realizado las

evaluaciones correspondientes de los daños causados en las progenies instalados en campo definitivo.

De acuerdo a la data analizada se tiene registrado descensos de temperatura en los días 7, 8, 9, 12 y 16 de enero, 23 y 25 de abril siendo el día 08 de enero del 2021 a las 1:14 am donde se registra el mayor descenso de temperatura que llega a -2.734°C .

5.1.2.3. Data de grado daño por heladas segunda campaña agrícola

2020-2021

A continuación, se observa la data de grado de daño por heladas a progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) durante la segunda campaña agrícola 2020-2021.

Tabla 19

Daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenies	Grado de daño
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3
(cb adg 21 x cmm fus) -2	4
(cb adg 21 x cmm fus) -3	4
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -6	2
(cb adg 21 x cmm fus) -7	3
(cb adg 21 x cmm fus) -8	4
(cb adg 21 x cmm fus) -9	4
(cb adg 21 x cmm fus) -10	3
(cb adg 41 x cmm fus) -1	4
(cb adg 41 x cmm fus) -2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -3	4
(cb adg 41 x cmm fus) -4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -6	3
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3
(cb adg 41 x cmm fus) -8	2
(cb adg 41 x cmm fus) -9	4
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3
(cb adg 13 x cmm fus) -1	3
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4
(cb adg 13 x cmm fus) -3	3
(cb adg 13 x cmm fus) -4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -6	3
(cb adg 13 x cmm fus) -7	4

(cb adg 13 x cmm fus) -8	3
(cb adg 13 x cmm fus) -9	3
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	4
(cb adg 16 x cmm fus) -1	5
(cb adg 16 x cmm fus) -2	5
(cb adg 16 x cmm fus) -3	4
(cb adg 16 x cmm fus) -4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -5	6
(cb adg 16 x cmm fus) -6	5
(cb adg 16 x cmm fus) -7	4
(cb adg 16 x cmm fus) -8	4
(cb adg 16 x cmm fus) -9	3
(cb adg 16 x cmm fus) -10	4
(cb adg 18 x cmm fus) -1	5
(cb adg 18 x cmm fus) -2	4
(cb adg 18 x cmm fus) -3	6
(cb adg 18 x cmm fus) -4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -5	5
(cb adg 18 x cmm fus) -6	4
(cb adg 18 x cmm fus) -7	6
(cb adg 18 x cmm fus) -8	5
(cb adg 18 x cmm fus) -9	4
(cb adg 18 x cmm fus) -10	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	4

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.4. Pruebas de normalidad a datos de grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad.

Para el procesamiento de los datos en los software correspondientes se han codificado de para un análisis más accesible siendo PRO1 (cb adg 21 x cmm fus), PRO2 (cb adg 41 x cmm fus), PRO3 (cb adg 13 x cmm fus), PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk), PRO5 (cb adg 16 x cmm fus), PRO6 (cb adg 18 x cmm fus) y PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed). EVA_2DDA (evaluación de daño por helada, segunda campaña), EVAR1 (potencial de recuperación primera semana), EVAR2 (potencial de recuperación segunda semana), EVAR3 (potencial de recuperación tercera semana), NTUB (número de tubérculos), REND (rendimiento) y PTUB (peso de tubérculos).

Las pruebas de normalidad realizadas para daño por heladas correspondiente a la primera campaña agrícola 2020-2021, fueron las siguientes:

Anderson-Darling normality test

$A = 3.6948$, $p\text{-value} = 2.579e-09$

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la segunda campaña 2020-2021 no se ajustan a una distribución normal.

Shapiro-Wilk normality test

$W = 0.89024$, $p\text{-value} = 1.631e-05$

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la segunda campaña 2020-2021 no se ajustan a una distribución normal.

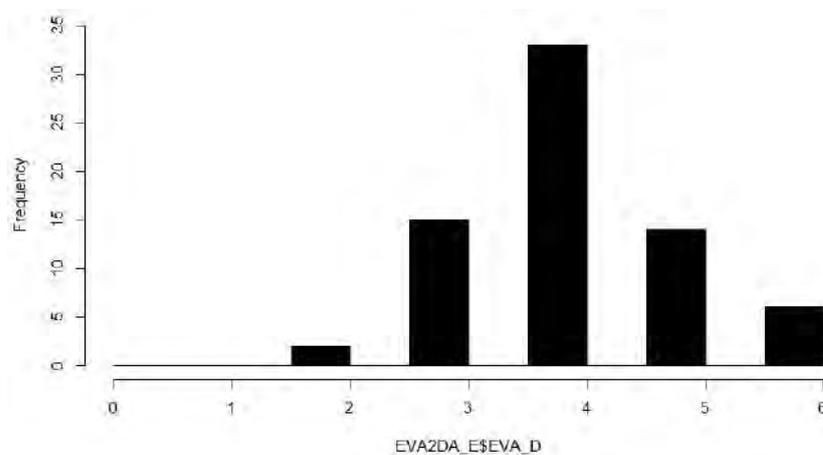
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

$D = 0.25688$, $p\text{-value} = 1.71e-12$

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la Variable grado de evaluación de daño por helada de la segunda campaña 2020-2021 no se ajustan a una distribución normal.

Figura 68

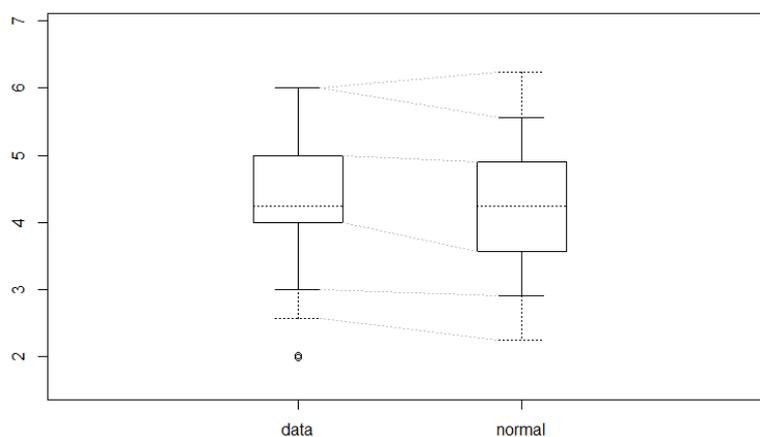
Histograma de frecuencia de la variable grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: Eva 2DA, corresponde a la segunda evaluación de daño por heladas, la figura no muestra semejanza con una distribución normal de datos.

Figura 69

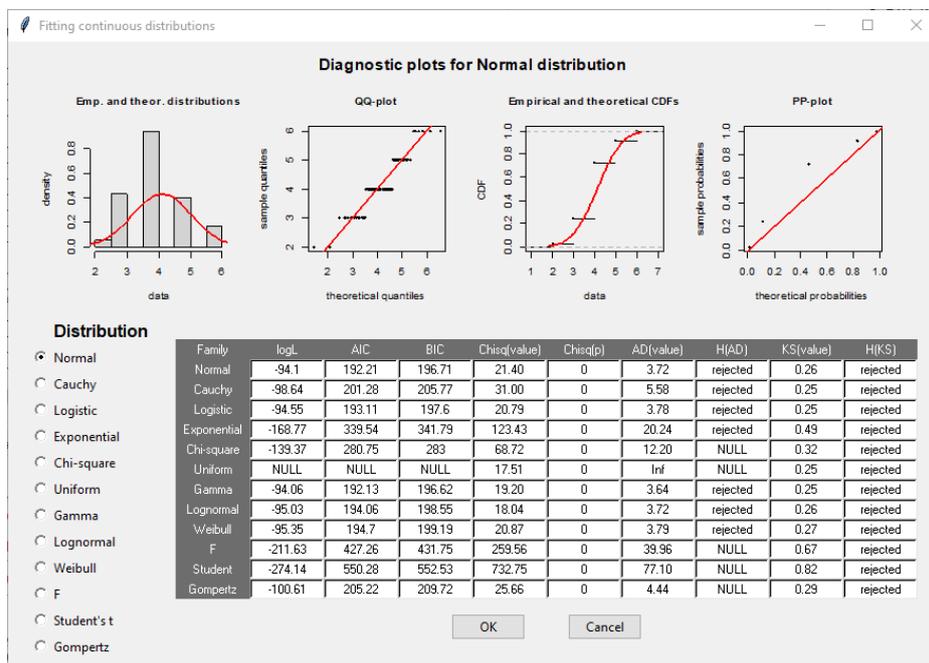
Figura de normalidad Crawley (2013) grado de evaluación de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021



A partir de la prueba grafica de Crawley, se puede visualizar en el gráfico adjunto que no existe una distribución normal de los datos de la variable, grado de evaluación de daño por heladas puesto que, en un diagrama de cajas, los límites de los datos exceden de los valores en un gráfico normal, para la segunda campaña agrícola.

Figura 70

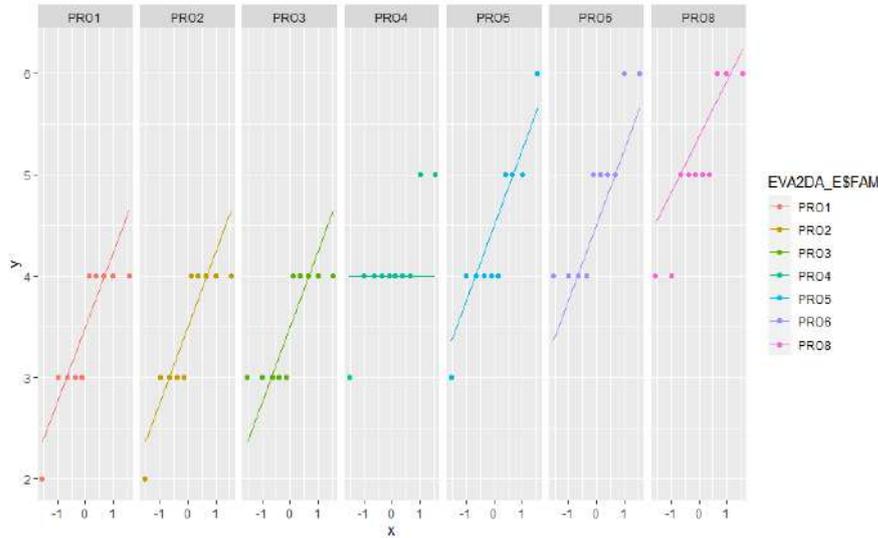
Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021



Como se aprecia en la figura no existe asociación de los datos de la variable de grado de daño por heladas con las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la segunda campaña agrícola 2020-2021.

Figura 71

Figura de normalidad con qqplot grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: No existe una distribución normal

Figura 72

Prueba de distribución Kruskal-Wallis daño por heladas segunda campaña agrícola 2020 – 2021

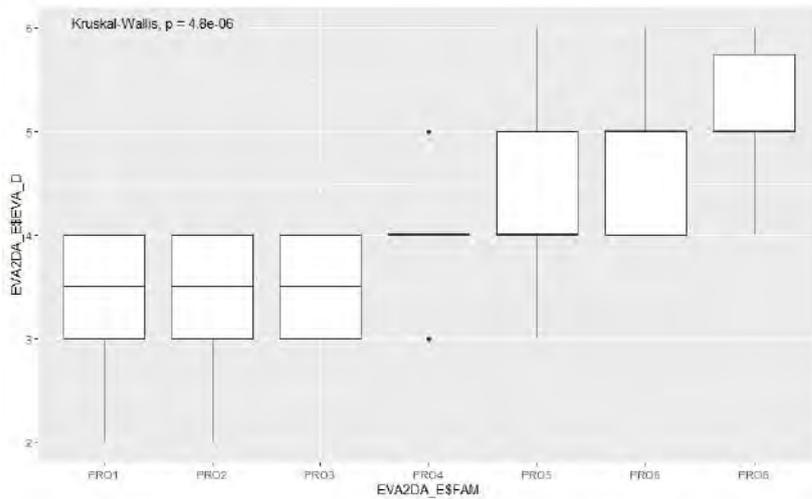
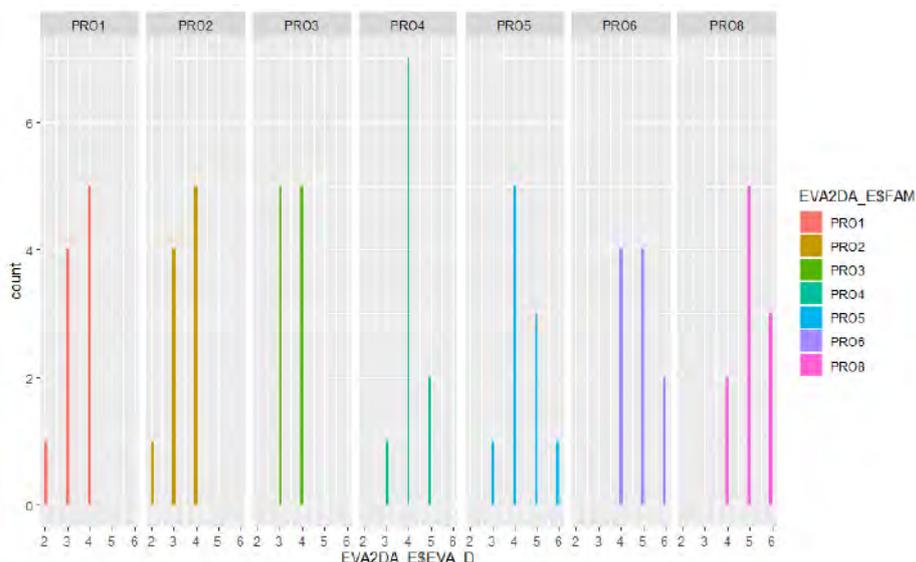


Figura 73

Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-squared = 34.754, df = 6, p-value = 4.809e-06

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, de la variable grado de evaluación del daño por heladas, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas, para la tolerancia a las heladas, en la 2da Campaña 2020-2021. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las T-Student pareadas.

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad

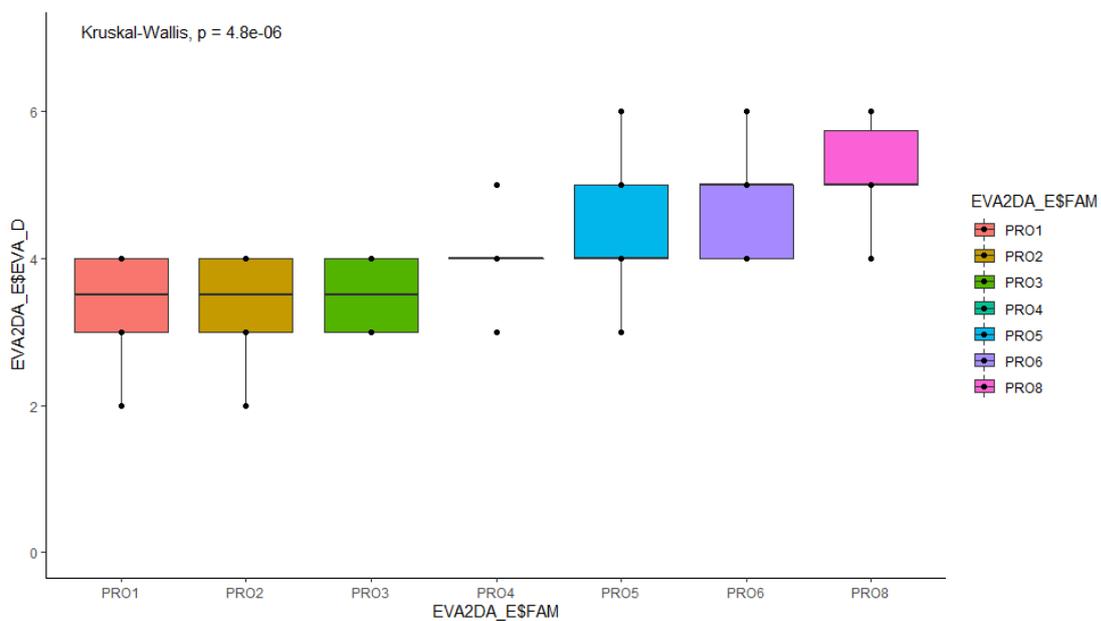
	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.0000	-	-	-	-	-
PRO3	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PRO4	0.6547	0.6547	0.7012	-	-	-
PRO5	0.3013	0.3013	0.3227	1.0000	-	-
PRO6	0.0334	0.0334	0.0319	1.0000	1.0000	-
PRO8	0.0104	0.0104	0.0098	0.1357	1.0000	1.0000

P valor método de ajuste: bonferroni

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado de evaluación de daño por heladas, en la 2da Campaña 2020-2021, se puede encontrar diferencias significativas ($Pvalue \leq 0.05$) entre la Progenie 1 y la Progenie 6, entre la Progenie 1 y la Progenie 8, entre la Progenie 2 y la Progenie 6, entre la Progenie 2, la Progenie 8, entre la Progenie 3 y la Progenie 6, entre la Progenie 3 y la Progenie 7, entre la Progenie 3 y la Progenie 8, en los demás 15 casos, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas no paramétricas realizadas.

Figura 74

Resultados en RStudio de la variable grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021



Visualización de los resultados en RStudio con el paquete ggpubr, diagrama de caja de bigotes para la dispersión de datos, de la variable grado de daño de heladas, para cada una de las familias o progenies evaluadas, se muestra que no existe normalidad.

5.1.2.5. Análisis de frecuencia para grado de daño por heladas

segunda campaña agrícola 2020-2021

De acuerdo a los datos obtenidos se ha realizado un análisis de frecuencia general para los indicadores del rango de daño por heladas de acuerdo a la cantidad de plantas sometidas a evaluación.

Tabla 20

Análisis de frecuencias para grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021

Estadísticos		
Daño por Helada		
N	Válido	70
	Perdidos	0
Media		4,10
Error estándar de la media		,112
Desv. Desviación		,935
Varianza		,874
Rango		4
Mínimo		2
Máximo		6
Percentiles	25	3,75
	50	4,00
	75	5,00

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Tabla 21

Análisis de grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021

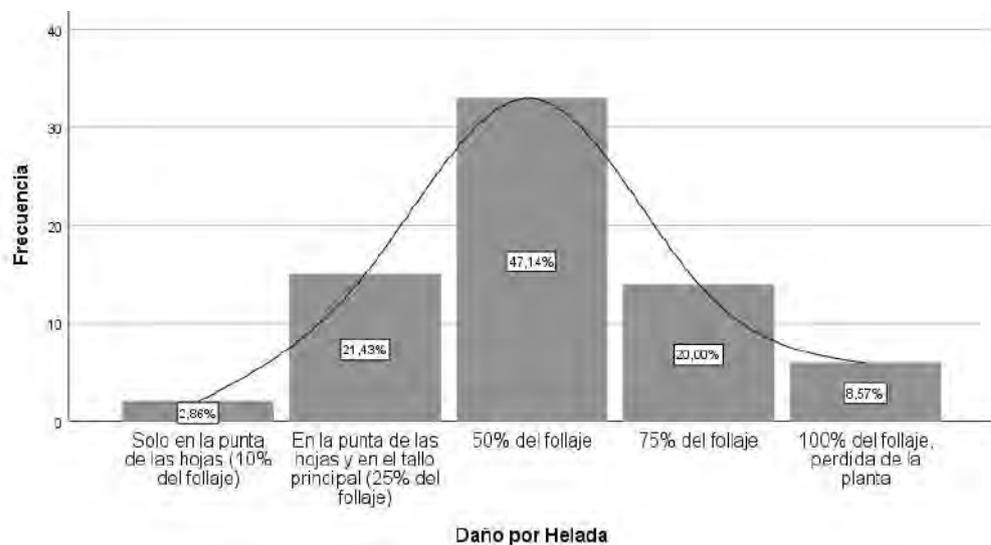
Daño por Helada					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Solo en la punta de las hojas (10% del follaje)	2	2,9	2,9	2,9
	En la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje)	15	21,4	21,4	24,3
	50% del follaje	33	47,1	47,1	71,4
	75% del follaje	14	20,0	20,0	91,4
	100% del follaje, perdida de la planta	6	8,6	8,6	100,0
	Total	70	100,0	100,0	

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 75

Análisis de frecuencia de grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-

2021



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Del total de progenies evaluados se ha encontrado que el 2.66 % de genotipos presentaron el daño por heladas solo en la punta de las hojas (10% del follaje), el 21.43 % de progenies presentaron el daño por heladas en la punta de las hojas y en el tallo principal (25% del follaje), el 47.14 % de progenie presentaron el daño por heladas del 50% del follaje, el 20.00 % de progenies presentaron el daño por heladas en el 75% del follaje, el 8.57 % de progenies presentaron el daño por heladas en el 100% del follaje, pérdida total de la planta.

**5.1.2.6. Resultados de evaluación del grado de daño por heladas
para progenies segunda campaña 2020-2021**

Tabla 22

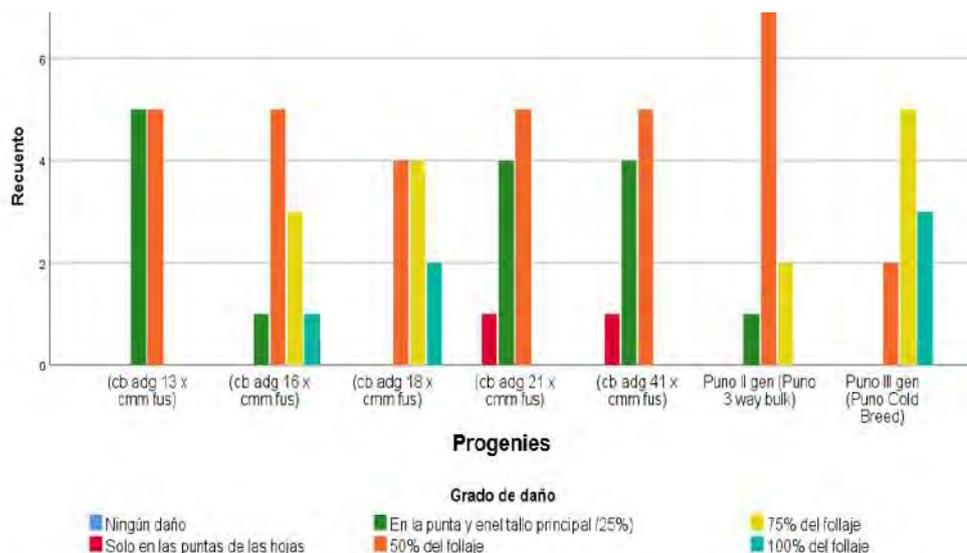
Recuento del grado de daño por helada segunda campaña agrícola 2020-2021

		Grado de daño				100% pérdida total	Total
		Solo en la punta	En la punta y hojas	50% de follaje	75% de follaje		
PRO3 (cb adg 13 x cmm fus)	Recuento	0	5	5	0	0	10
	%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
PRO5 (cb adg 16 x cmm fus)	Recuento	0	1	5	3	1	10
	%	0,0%	10,0%	50,0%	30,0%	10,0%	100,0%
PRO6 (cb adg 18 x cmm fus)	Recuento	0	0	4	4	2	10
	%	0,0%	0,0%	40,0%	40,0%	20,0%	100,0%
PRO1 (cb adg 21 x cmm fus)	Recuento	1	4	5	0	0	10
	%	10,0%	40,0%	50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
PRO2 (cb adg 41 x cmm fus)	Recuento	1	4	5	0	0	10
	%	10,0%	40,0%	50,0%	0,0%	0,0%	100,0%
PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk)	Recuento	0	1	7	2	0	10
	%	0,0%	10,0%	70,0%	20,0%	0,0%	100,0%
PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed)	Recuento	0	0	2	5	3	10
	%	0,0%	0,0%	20,0%	50,0%	30,0%	100,0%
Total	Recuento	2	15	33	14	6	70
	%	2,9%	21,4%	47,1%	20,0%	8,6%	100,0%

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 76

Recuento del grado de daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Del análisis realizado se obtuvo que la progenie cb adg 21 y cb adg 41 x cmm fus mostraron los niveles más bajos de daño entre todas las progenies, ambos cuentan con el 10% de los casos con solo daños en la punta, 40% con daños en las puntas y en las hojas y 50% con daños en la mitad del follaje.

La progenie con el grado más alto de daño es el de Puno III gen (Puno cold breed) con el 20% de los casos con daño en la mitad del follaje, 50% con daños en $\frac{3}{4}$ partes del follaje y 30% con daños en todo el follaje, mostrando la pérdida total de la planta

En general, en la segunda campaña no hubo progenie que registre, (sin ningún grado de daño) Solo 2 plantas mostraron daños menores (solo en las puntas) por lo que el grado de daño en general fue elevado.

De acuerdo a los resultados obtenidos se en el proyecto de tesis “Evaluación de la incidencia de factores bióticos y abióticos en la producción de 114 entradas de papas nativas (*Solanum spp*) en la comunidad campesina de Lauramarca, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, Región Cusco” (Requejo Mormontoy, 2018), encontró que el 40.19% (207 plantas) presentaron un grado de daño 1 es decir plantas con daños en folíolos del 1 al 25%, el 57.67 % (297 plantas) manifestaron un grado 2 de daño es decir plantas cuyos folíolos cuentan con 1 a 25% de área dañada, el 2.14 % (11 plantas), no presentaron daño. Por otro lado en el proyecto de tesis “ Influencia de factores abióticos y bióticos en el cultivo de 200 entradas de papa nativa del germoplasma en la comunidad de Llullucha- Ocongate-Cusco” (Quispe Perez, 2017), en este caso en la investigación se encontró que de las 200 entradas de papa evaluadas el 1% fueron susceptibles que quiere decir que entre el 60 a 100% del total de matas fueron afectadas, el 3% tolerantes esto significa que entre el 20 y 40% fueron afectadas y el 96% resistentes que indica que el 0% presenta daño por heladas, precisar que en la investigación se evaluó bajos niveles de temperatura ya que no hubo presencia de heladas.

Realizando un comparativo con los antecedentes encontrados se resalta que la metodología utilizada se basó en mediciones de daño por escalas de daño sin embargo es preciso resaltar que los niveles de temperatura a los que se evaluó han sido diferentes, así mismo se determina que para la presente investigación la mayoría de las progenies presentan un daño de al menos un 50 % de daño del follaje. En tanto Requejo 2018 encontró que el 40.19% de las 114 entradas que evaluó presentaron daños similares a la presente investigación. En el caso de (Quispe 2017), el 3% de las 200 entradas que evaluó presentaron daños entre el 20 y 40 %

Los resultados en cuanto al objetivo específico 2, “Evaluar el nivel de potencial de recuperación y crecimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) afectadas por las heladas”, son los siguientes:

**5.1.2.7. Data de grado de potencial de recuperación y crecimiento
segunda campaña agrícola 2020-2021**

A continuación, se observa la data de grado potencial de recuperación y crecimiento de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) durante la segunda campaña agrícola 2020-2021.

Tabla 23

Data de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenies	Primera Semana	Segunda Semana	Tercera Semana	Promedio
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -2	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -3	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -6	4	4	4	4
(cb adg 21 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -8	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -9	3	4	4	4
(cb adg 21 x cmm fus) -10	4	5	5	5
(cb adg 41 x cmm fus) -1	3	4	5	4

(cb adg 41 x cmm fus) -2	4	4	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -3	3	4	5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 41 x cmm fus) -5	4	3	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -6	4	3	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -8	2	3	4	3
(cb adg 41 x cmm fus) -9	4	5	5	5
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3	4	5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -1	3	4	5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4	5	5	5
(cb adg 13 x cmm fus) -3	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 13 x cmm fus) -5	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -6	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -7	2	3	4	3
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -9	4	5	5	5
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4	4	5	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	2	3	3	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4	5	5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	2	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	3	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	2	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -1	3	4	4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -2	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -3	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -4	3	4	4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -5	2	3	3	3
(cb adg 16 x cmm fus) -6	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -8	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -9	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -10	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -1	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -2	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -3	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -5	3	4	5	4
(cb adg 18 x cmm fus) -6	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -7	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -8	3	3	3	3
(cb adg 18 x cmm fus) -9	2	4	5	4
(cb adg 18 x cmm fus) -10	2	3	3	3
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	2	2	2	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	2	3	3	3
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	1	2	3	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	2	1	1	1

Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	2	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	1	1	2	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	1	3	3	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	1	3	3	2

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.8. Pruebas de normalidad de la variable potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad.

Para el procesamiento de los datos en los software correspondientes se han codificado de para un análisis más accesible siendo PRO1 (cb adg 21 x cmm fus), PRO2 (cb adg 41 x cmm fus), PRO3 (cb adg 13 x cmm fus), PRO4 Puno II gen (Puno 3 way bulk), PRO5 (cb adg 16 x cmm fus), PRO6 (cb adg 18 x cmm fus) y PRO8 Puno III gen (Puno Cold Breed). EVA_D (evaluación de daño por helada), EVAR1 (potencial de recuperación primera semana), EVAR2 (potencial de recuperación segunda semana), EVAR3 (potencial de recuperación tercera semana), NTUB (número de tubérculos), REND (rendimiento) y PTUB (peso de tubérculos).

Las pruebas de normalidad realizadas para potencial de recuperación y crecimiento correspondiente a la segunda campaña agrícola 2020-2021, fueron las siguientes:

Anderson-Darling normality test

$$A = 3.9368, p\text{-value} = 6.608e-10$$

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, primera semana, no se ajustan a una distribución normal.

Anderson-Darling normality test

A = 4.8711, p-value = 3.512e-12

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, segunda semana, no se ajustan a una distribución normal.

Anderson-Darling normality test

A = 5.6025, p-value = 5.957e-14

De acuerdo con la prueba de normalidad Anderson-Darling, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, tercera semana, no se ajustan a una distribución normal.

PT_PTA y PTUB_I no se distribuyen normal, pero NTUB, si tiene una distribución normal

```
> ad.test(EVA2DA_E$PT_PTA)
```

Anderson-Darling normality test

```
data: EVA2DA_E$PT_PTA
```

A = 4.8494, p-value = 3.965e-12

```
> ad.test(EVA2DA_E$NTUB_PTA)
```

Anderson-Darling normality test

```
data: EVA2DA_E$NTUB_PTA
```

A = 0.51604, p-value = 0.1844

```
> ad.test(EVA2DA_E$PTUB_I)
```

Anderson-Darling normality test

```
data: EVA2DA_E$PTUB_I
```

A = 4.368, p-value = 5.869e-11

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.8725, p-value = 3.728e-06

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, primera semana, no se ajustan a una distribución normal.

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.83599, p-value = 2.48e-07

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, segunda semana, no se ajustan a una distribución normal.

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.78936, p-value = 1.259e-08

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, tercera semana, no se ajustan a una distribución normal.

PT_PTA y PTUB_I no se distribuyen normal, pero NTUB, si tiene una distribución normal

```
> shapiro.test(EVA2DA_E$PT_PTA)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: EVA2DA_E$PT_PTA
```

W = 0.775, p-value = 5.474e-09

```
> shapiro.test(EVA2DA_E$NTUB_PTA)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: EVA2DA_E$NTUB_PTA
```

W = 0.97497, p-value = 0.1736

```
> shapiro.test(EVA2DA_E$PTUB_I)
```

Shapiro-Wilk normality test

data: EVA2DA_E\$PTUB_I

W = 0.80651, p-value = 3.577e-08

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

D = 0.2253, p-value = 1.808e-09

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, primera semana, no se ajustan a una distribución normal.

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

D = 0.24926, p-value = 1.008e-11

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, segunda semana, no se ajustan a una distribución normal.

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

D = 0.31736, p-value < 2.2e-16

De acuerdo con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, los datos de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento de la segunda campaña agrícola 2020-2021, tercera semana, no se ajustan a una distribución normal.

PT_PTA y PTUB_I no se distribuyen normal, pero NTUB, si tiene una distribución normal

```
> lillie.test(EVA2DA_E$PT_PTA)
```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: EVA2DA_E\$PT_PTA

D = 0.1998, p-value = 2.384e-07

```
> lillie.test(EVA2DA_E$NTUB_PTA)
```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: EVA2DA_E\$NTUB_PTA

D = 0.10199, p-value = 0.06828

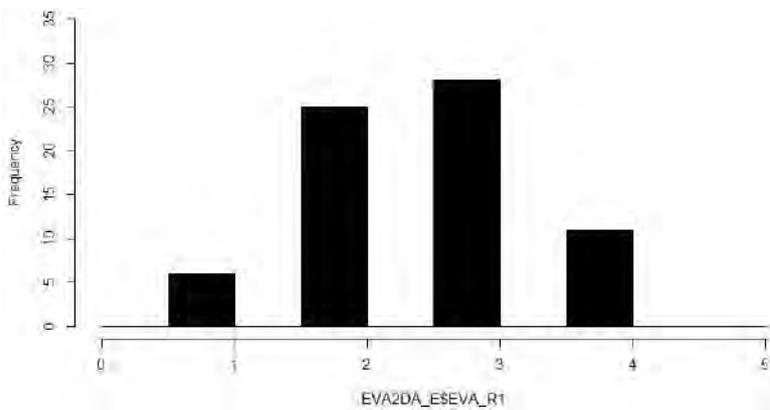
```
> lillie.test(EVA2DA_E$PTUB_I)
```

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: EVA2DA_E\$PTUB_I

Figura 77

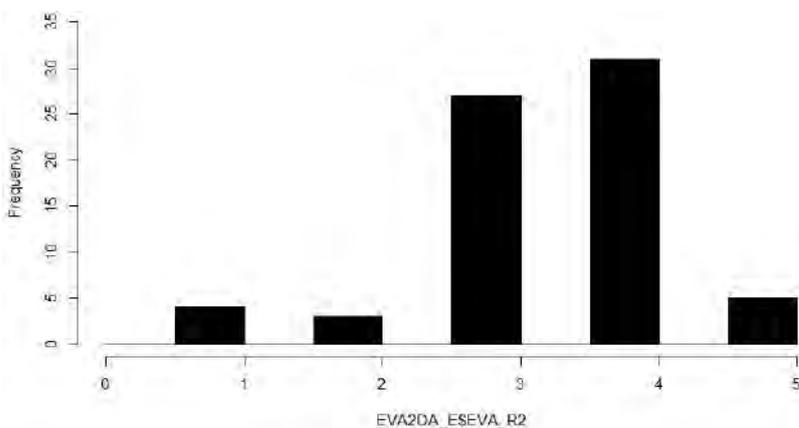
Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana - campaña agrícola 2020-2021



Nota: De acuerdo a la figura no muestra semejanza con una distribución normal de datos.

Figura 78

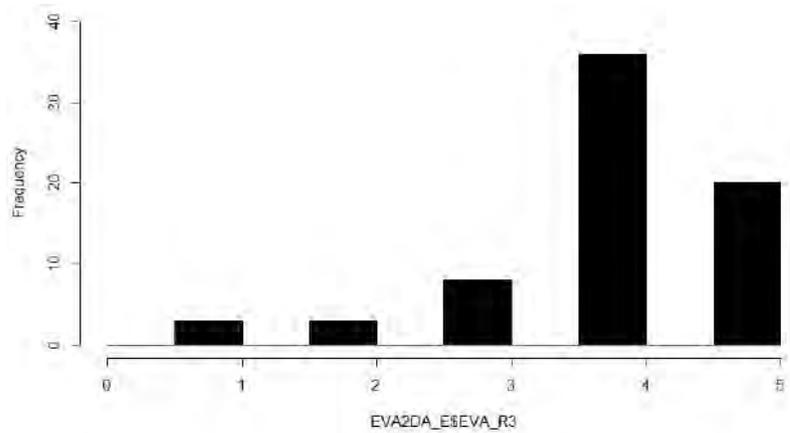
Histograma de la variable grado de potencial de crecimiento y recuperación de daño por helada segunda semana - campaña agrícola 2020-2021



Nota: De acuerdo a la figura no muestra semejanza con una distribución normal de datos.

Figura 79

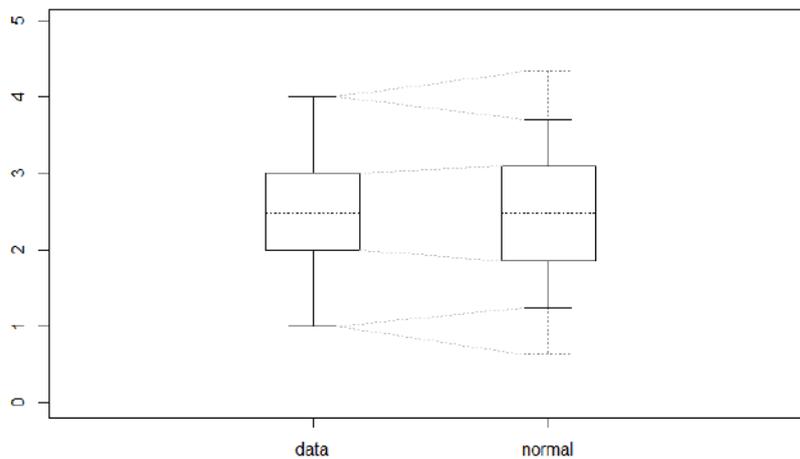
Histograma de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento tercera semana - campaña agrícola 2020-2021



Nota: De acuerdo a la figura no muestra semejanza con una distribución normal de datos.

Figura 80

Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada primera semana- campaña agrícola 2020-2021



Nota: De acuerdo a la figura no muestra semejanza con una distribución normal de datos.

Figura 81

Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada segunda semana- campaña agrícola 2020-2021

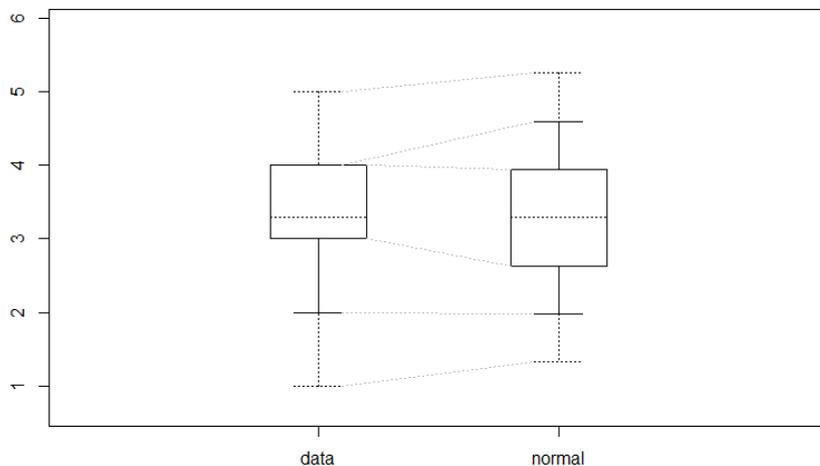
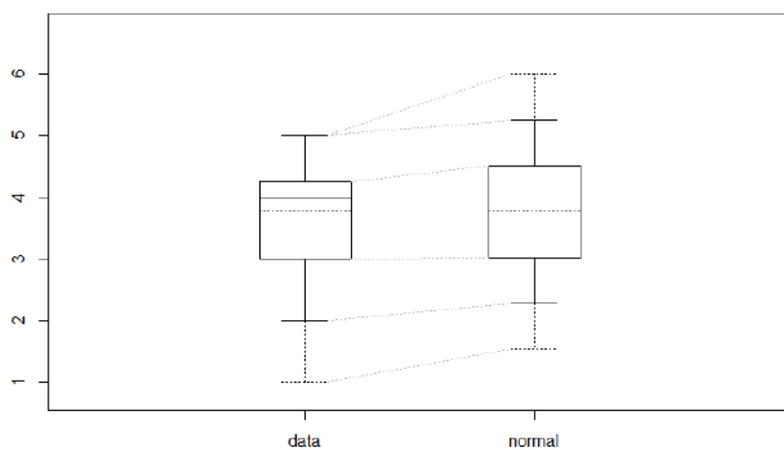


Figura 82

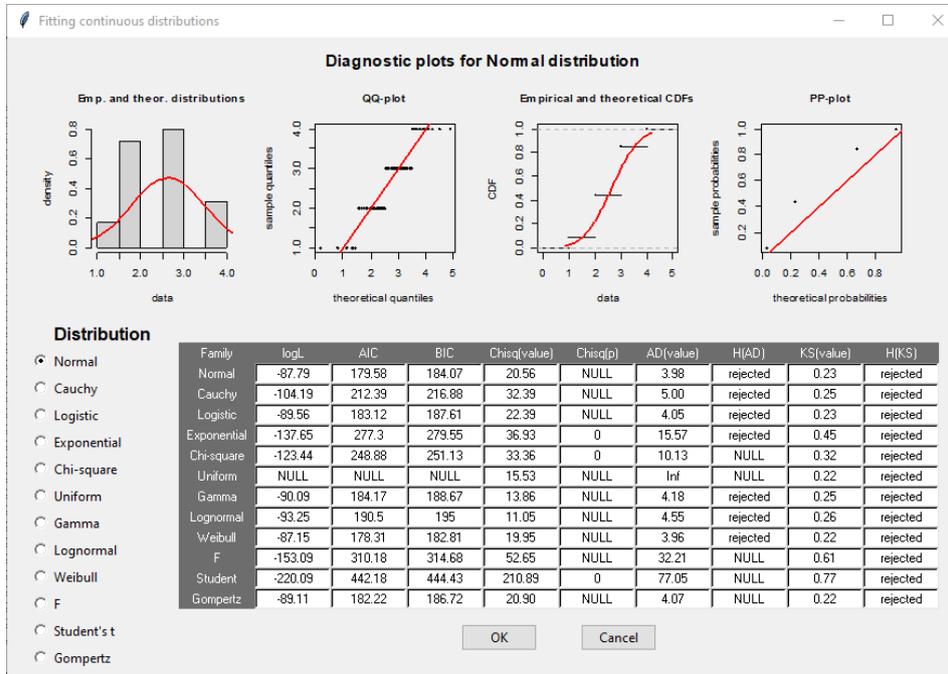
Prueba de normalidad Crawley (2013) grado potencial de recuperación de daño por helada tercera semana- campaña agrícola 2020-2021



A partir de la prueba grafica de Crawley, se puede visualizar en los gráficos adjuntos, no existe una distribución normal de los datos de la variable, grado de potencial de recuperación de daño por heladas puesto que, en un diagrama de cajas, los límites de los datos exceden de los valores en un gráfico normal, para la tercera semana de evolución -campaña agrícola 2020-2021.

Figura 83

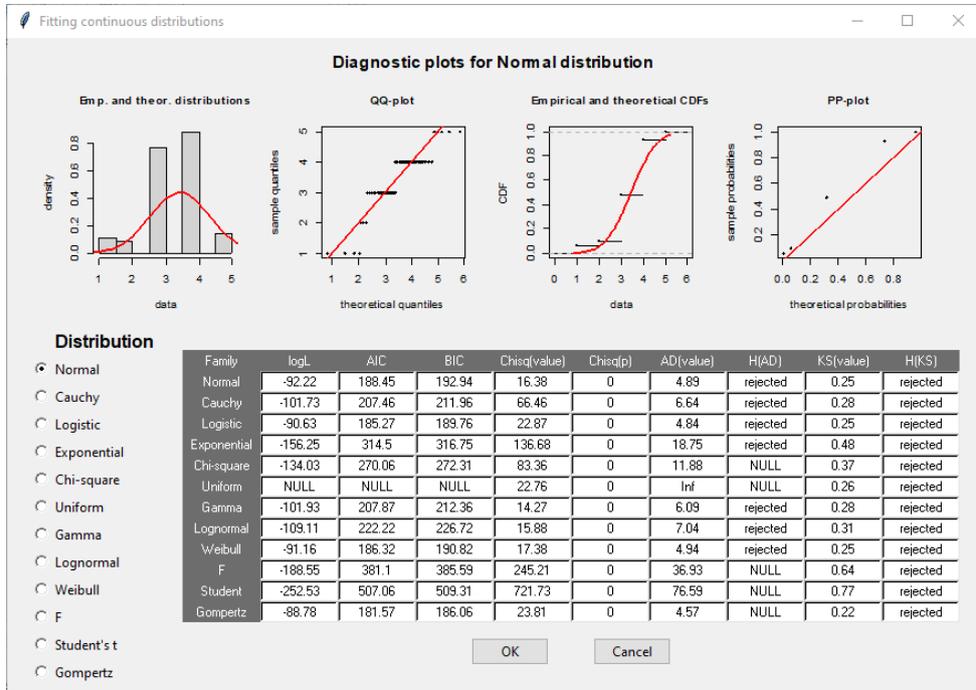
Figura de distribución de normalidad con paquete RStudio del potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020-2021



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la primera semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la primera semana de la segunda campaña agrícola 2020-2021.

Figura 84

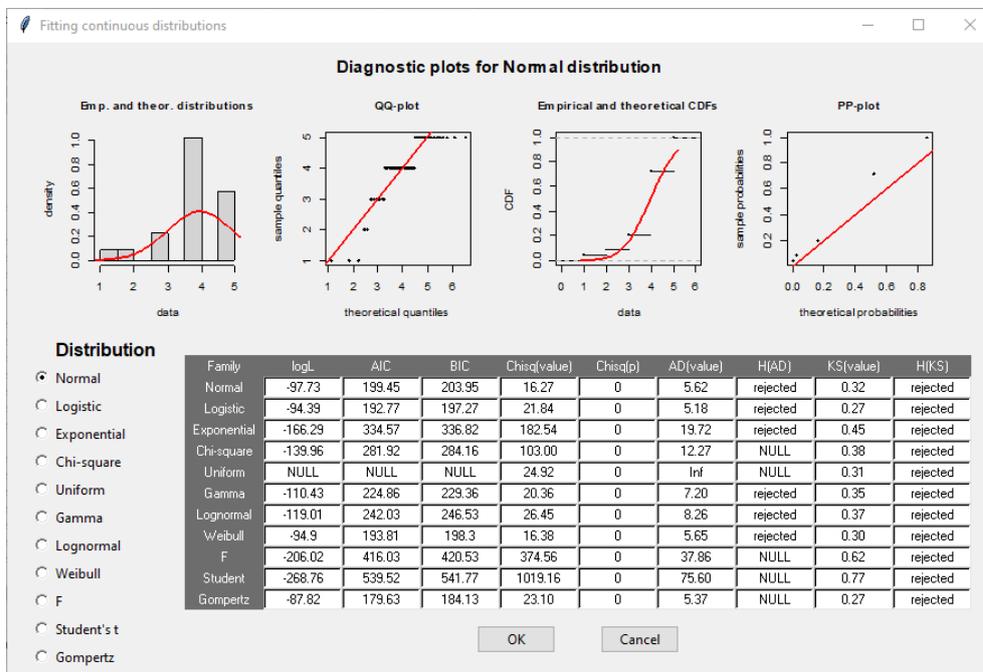
Prueba de distribución con paquete RStudio variable grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la segunda semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la segunda semana, segunda campaña agrícola 2020-2021.

Figura 85

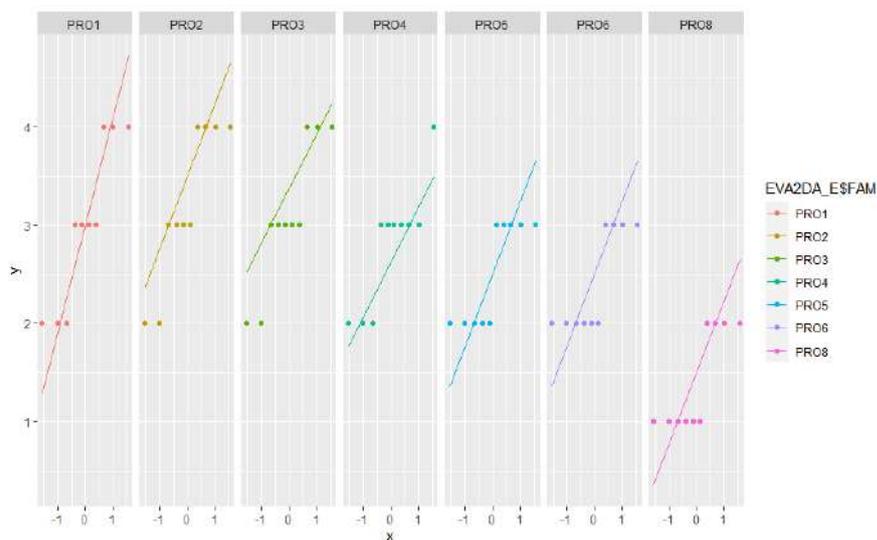
Prueba de distribución con paquete RStudio variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021



En la prueba gráfica de diagnóstico, para evaluar la distribución de los datos, de acuerdo con el paquete “riskDistributions”, se puede apreciar en el gráfico adjunto, no existe asociación de los datos de la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la tercera semana, con ninguna de las 11 distribuciones mediante las que fueron analizadas, para la tercera semana, segunda campaña agrícola 2020-2021.

Figura 86

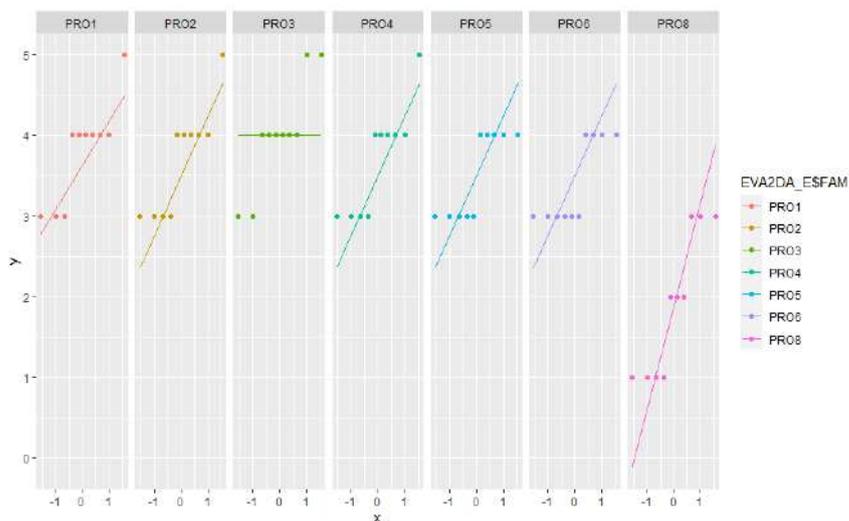
Figura de normalidad con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020-2021



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la primera semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, lo que indica una limitación para realizar un test ANOVA.

Figura 87

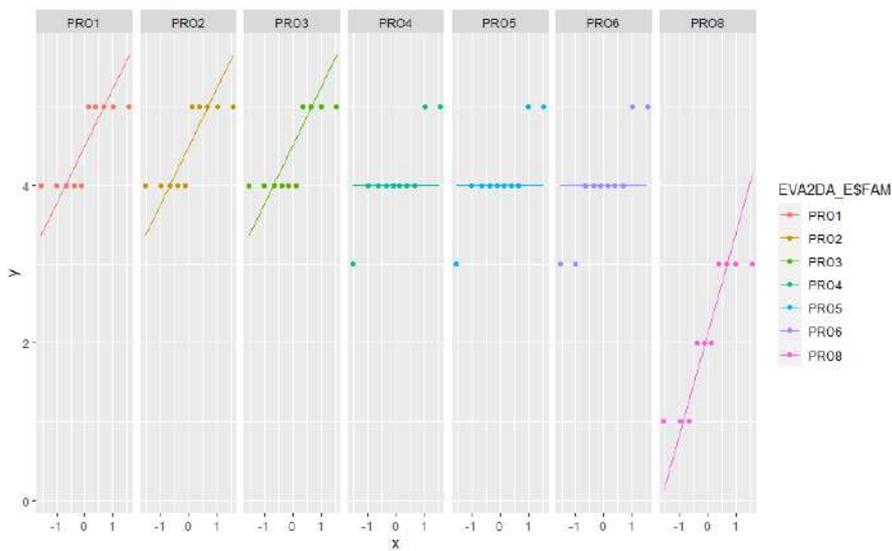
Visualización con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la segunda semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, lo que supone una limitación para realizar un test ANOVA.

Figura 88

Visualización con qqplot grado de potencial de recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021



La representación gráfica de los datos de la variable grado de recuperación del daño, para la tercera semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se muestra que los datos no se distribuyen de forma normal, lo que supone una limitación para realizar un test ANOVA.

Figura 89

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento primera semana campaña agrícola 2020 – 2021

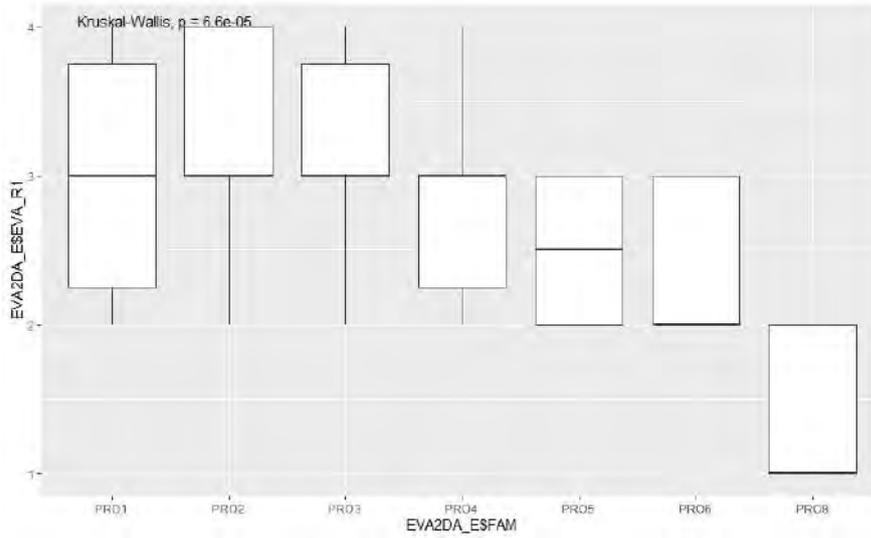


Figura 90

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020 – 2021

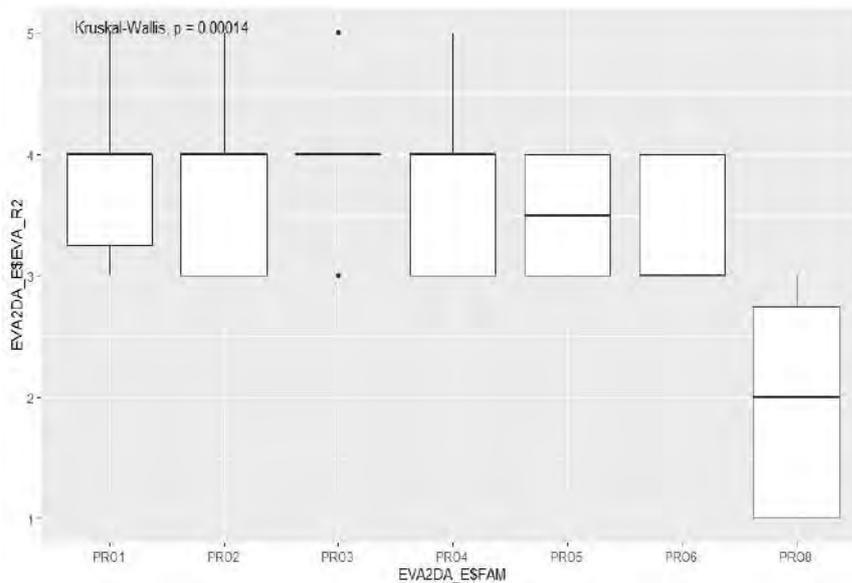


Figura 91

Prueba de distribución Kruskal-Wallis potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020 – 2021

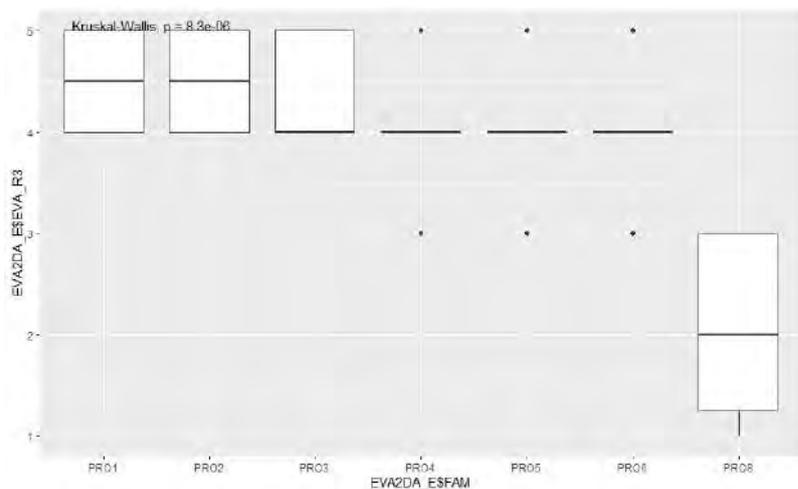
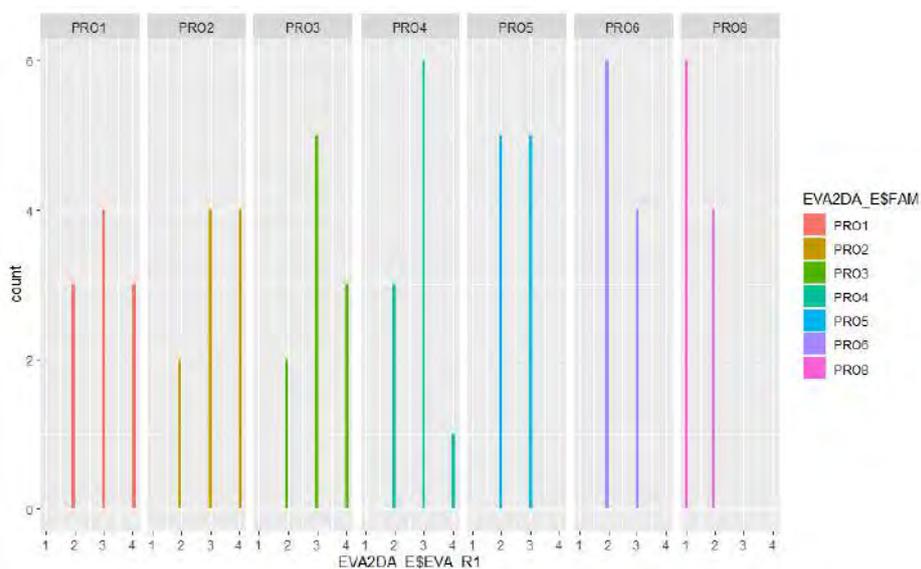


Figura 92

Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento primera semana- campaña agrícola 2020-2021



Nota: Kruskal-Wallis rank sum test

Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la primera semana después de la helada, para la campaña 2020-2021, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Figura 93

Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021

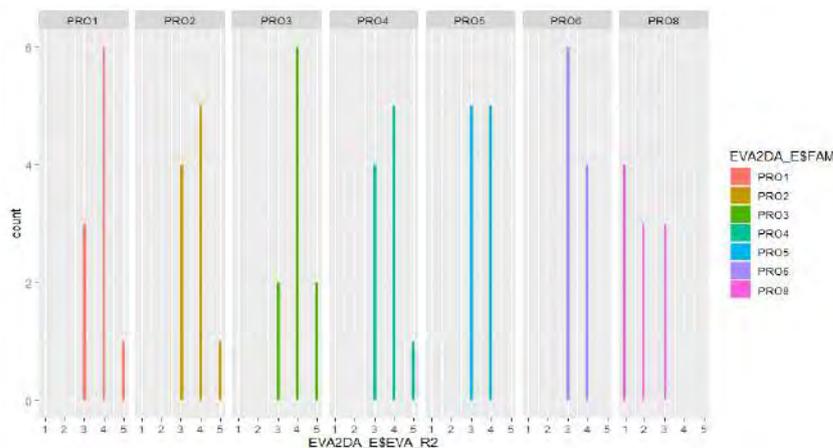


Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la segunda semana después de la helada, para la campaña 2020-2021, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Figura 94

Tabla de frecuencias entre progenies mediante Kruskal-Wallis para potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021

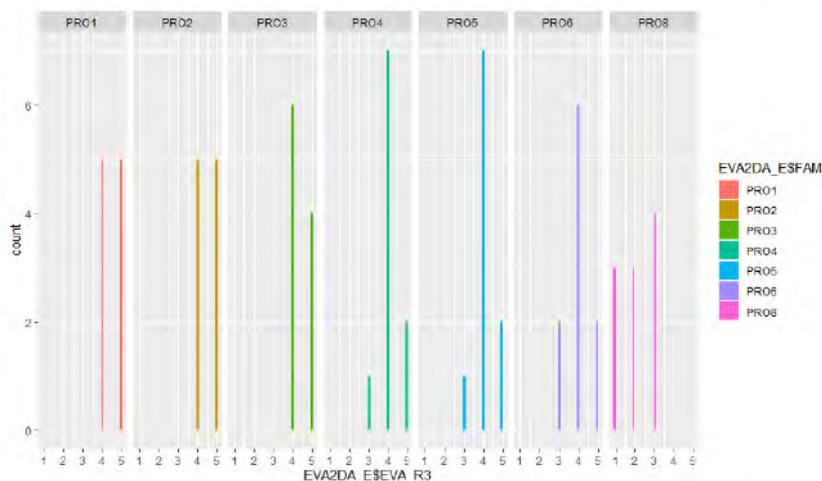


Tabla de frecuencia de la variable grado de recuperación y crecimiento, la tercera semana después de la helada, para la campaña 2020-2021, en cada una de las familias o progenies evaluadas.

Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-squared = 28.8, df = 6, p-value = 6.636e-05

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, de la variable grado de recuperación y crecimiento, durante la primera semana después de la helada, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas, para la tolerancia a las heladas, en la segunda campaña 2020-2021. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las pruebas pareadas.

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.0000	-	-	-	-	-
PRO3	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PRO4	1.0000	1.0000	1.0000	-	-	-
PRO5	1.0000	0.9625	1.0000	1.0000	-	-
PRO6	1.0000	0.5356	0.7527	1.0000	1.0000	-
PRO8	0.0128	0.0077	0.0076	0.0115	0.0284	0.0422
P valor método de ajuste: bonferroni						

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento, en la primera semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se puede encontrar diferencias significativas ($P_{value} \leq 0.05$) entre la Progenie 1 y la Progenie 7, entre la Progenie 1 y la Progenie 8, entre la Progenie 2 y la Progenie 8, entre la Progenie 3 y la Progenie 7, entre la Progenie 3 y la Progenie 8, entre la Progenie 5 y la Progenie 8, en los demás 18 casos restantes, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas para datos no paramétricos realizadas.

Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-squared = 27.061, df = 6, p-value = 0.0001411

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento, durante la segunda semana después de la helada, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas, para la tolerancia a las heladas, en la segunda campaña 2020-2021. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las pruebas pareadas.

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.0000 -	- -	- -			
PRO3	1.0000	1.0000 -	- - -			
PRO4	1.0000	1.0000	1.0000 -	- -		
PRO5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000 -	-	
PRO6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000 -	
PRO8	0.0093	0.0139	0.0064	0.0139	0.0185	0.0249
P valor método de ajuste: bonferroni						

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la segunda semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se puede encontrar diferencias significativas ($P_{\text{value}} \leq 0.05$) entre la Progenie 1 y la Progenie 8, entre la Progenie 2 y la Progenie 8, entre la Progenie 3 y la Progenie 8, entre la Progenie 4 y la Progenie 8, entre la Progenie 5 y la Progenie 8, entre la Progenie 6 y la Progenie 8, en los demás 18 casos restantes, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas para datos no paramétricos realizadas.

Kruskal-Wallis rank sum test

Kruskal-Wallis chi-squared = 33.532, df = 6, p-value = 8.281e-06

La prueba de Kruskal-Wallis encuentra significancia en la diferencia de al menos dos grupos, de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento, durante la tercera semana después de la helada, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas, para la tolerancia a las heladas, en la 2da Campaña 2020-2021. Para identificar donde se encuentran estas diferencias, tenemos que proceder con el equivalente no paramétrico de las pruebas pareadas.

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.0000	-	-	-	-	-
PRO3	1.0000	1.0000	-	-	-	-
PRO4	1.0000	1.0000	1.0000	-	-	-
PRO5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-	-
PRO6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-
PRO8	0.0027	0.0027	0.0027	0.0043	0.0043	0.0082
P valor método de ajuste: bonferroni						

Para la prueba de Wilcoxon realizada de comparación por pares de las familias o progenies evaluadas, para la variable grado de recuperación de daño por heladas, en la tercera semana después de la helada, en la segunda campaña 2020-2021, se puede encontrar diferencias significativas ($P_{\text{value}} \leq 0.05$) entre la Progenie 1 y la Progenie 8, entre la Progenie 2 y la Progenie 8, entre la Progenie 3 y la Progenie 8, entre la Progenie 4 y la Progenie 8, entre la Progenie 5 y la Progenie 8, entre la Progenie 6 y la Progenie 8, en los demás 16 casos restantes, no existen diferencias para la variable mencionada, en las pruebas para datos no paramétricos realizadas.

Kruskal-Wallis rank sum test

data: EVA2DA_E\$PT_PTA by EVA2DA_E\$FAM

Kruskal-Wallis chi-squared = 44.005, df = 6, p-value = 7.374e-08

> pairwise.wilcox.test(EVA2DA_E\$PT_PTA, EVA2DA_E\$FAM,
p.adjust.method = "bonf", paired = F)

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de

Wilcoxon con corrección de continuidad

data: EVA2DA_E\$PT_PTA and EVA2DA_E\$FAM

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.00000	-	-	-	-	-
PRO3	1.00000	1.00000	-	-	-	-
PRO4	0.00091	0.13569	0.03160	-	-	-
PRO5	0.74472	1.00000	1.00000	0.74472	-	-
PRO6	0.00375	0.00373	0.00375	1.00000	0.07476	-
PRO8	0.00381	0.00379	0.00381	1.00000	0.10763	1.00000

P value adjustment method: Bonferroni

Kruskal-Wallis rank sum test

data: EVA2DA_E\$NTUB_PTA by EVA2DA_E\$FAM

Kruskal-Wallis chi-squared = 8.86, df = 6, p-value = 0.1816

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de

Wilcoxon con corrección de continuidad

data: EVA2DA_E\$NTUB_PTA and EVA2DA_E\$FAM

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.00	-	-	-	-	-
PRO3	1.00	1.00	-	-	-	-
PRO4	1.00	1.00	1.00	-	-	-
PRO5	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
PRO6	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	-
PRO8	1.00	1.00	1.00	0.32	1.00	1.00

P value adjustment method: Bonferroni

Kruskal-Wallis rank sum test

data: EVA2DA_E\$PTUB_I by EVA2DA_E\$FAM

Kruskal-Wallis chi-cuadrado = 45.348, df = 6, p-value = 3.991e-08

Comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de

Wilcoxon con corrección de continuidad

data: EVA2DA_E\$PTUB_I and EVA2DA_E\$FAM

	PRO1	PRO2	PRO3	PRO4	PRO5	PRO6
PRO2	1.00000	-	-	-	-	-
PRO3	1.00000	1.00000	-	-	-	-
PRO4	0.08161	0.53954	0.18754	-	-	-
PRO5	0.44178	1.00000	1.00000	0.86145	-	-
PRO6	0.05894	0.00377	0.00379	0.00379	0.00375	-
PRO8	0.03160	0.00381	0.00023	0.00023	0.00379	1.00000

P valor método de ajuste: Bonferroni

Figura 95

Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento

primera semana campaña agrícola 2020-2021

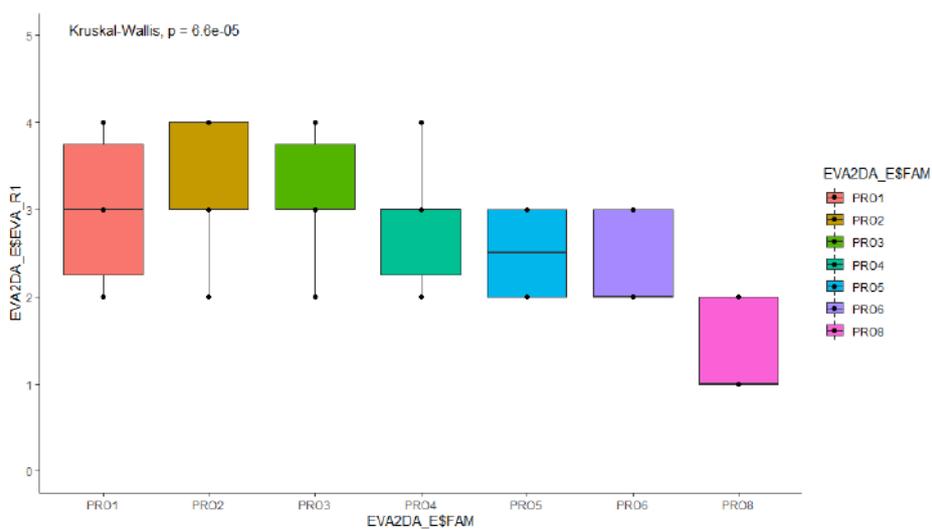


Figura 96

Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento segunda semana campaña agrícola 2020-2021

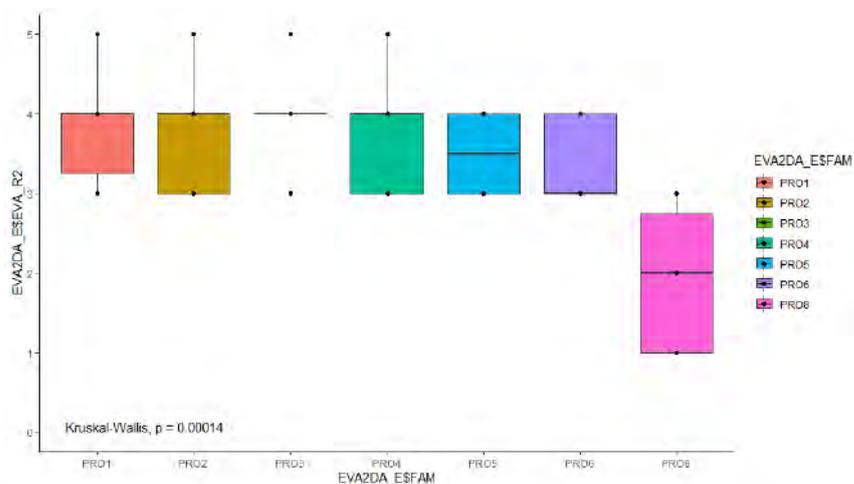
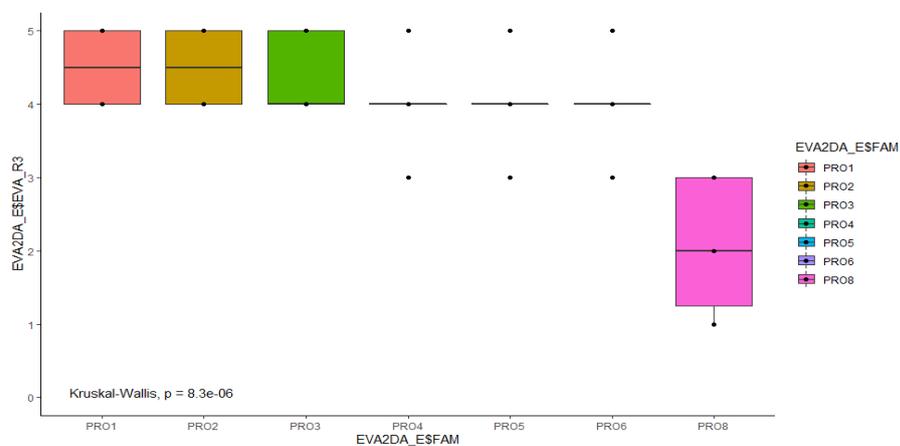


Figura 97

Resultados en RStudio de la variable grado potencial de recuperación y crecimiento tercera semana campaña agrícola 2020-2021



Visualización de los resultados en RStudio con el paquete ggpubr, diagrama de caja de bigotes para la dispersión de datos, de la variable grado de potencial de recuperación y crecimiento, para cada una de las familias o progenies evaluadas, se muestra que no existe normalidad en las tres semanas evaluadas.

**5.1.2.9. Análisis de frecuencia para grado de potencial de
recuperación y crecimiento segunda campaña agrícola 2020-2021**

Tabla 24

*Análisis de frecuencias de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola
2020-2021*

Estadísticos		
Potencial de Recuperación		
N	Válido	70
	Perdidos	0
Media		3,41
Error estándar de la media		,116
Desv. Desviación		,970
Varianza		,942
Rango		4
Mínimo		1
Máximo		5
Percentiles	25	3,00
	50	4,00
	75	4,00

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Tabla 25

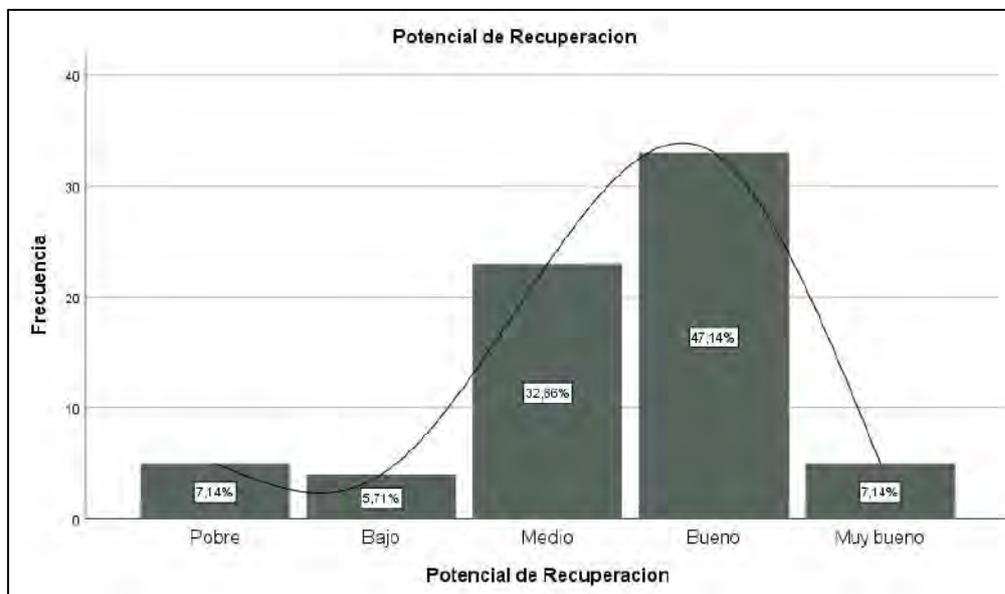
Análisis de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020-2021

Potencial de Recuperación						
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	Pobre	5	7,1	7,1	7,1	
	Bajo	4	5,7	5,7	12,9	
	Medio	23	32,9	32,9	45,7	
	Bueno	33	47,1	47,1	92,9	
	Muy bueno	5	7,1	7,1	100,0	
	Total	70	100,0	100,0		

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 98

Análisis de frecuencia de grado de potencial de recuperación y crecimiento campaña agrícola 2020-2021



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

De los resultados evaluados se tiene lo siguiente

Del total de progenies evaluados se ha encontrado que el 7.14 % de genotipos presentaron un potencial de recuperación pobre; el 5.71 % de genotipos presentaron un potencial de recuperación bajo; el 32.86 % de genotipos presentaron un potencial de recuperación medio; el 47.14 % de genotipos presentaron un potencial de recuperación bueno; el 7.14 % de genotipos presentaron un potencial de recuperación muy bueno.

**5.1.2.10 Resultados de evaluación del grado de potencial de
recuperación y crecimiento por progenies segunda campaña
agrícola 2020-2021**

Tabla 26

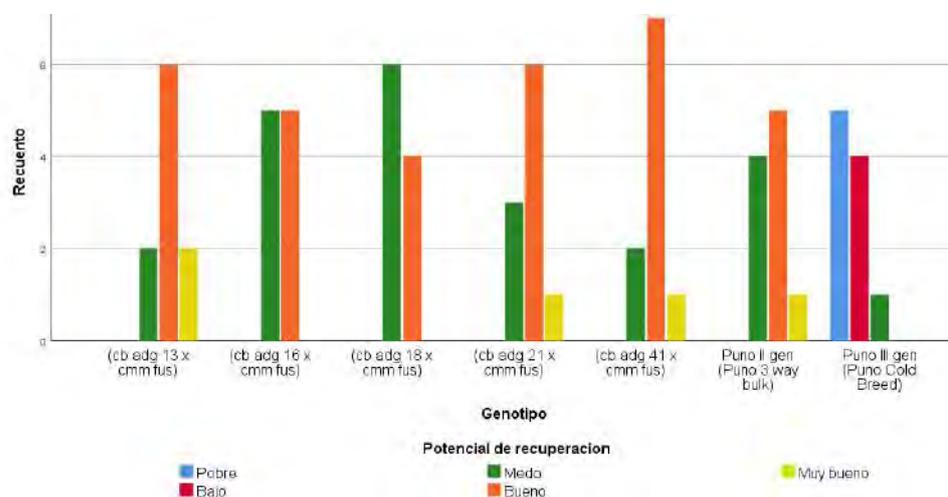
*Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies segunda
campaña agrícola 2020-2021*

		Potencial de recuperación					Total
		Pobre	Bajo	Medio	Bueno	Muy bueno	
(cb adg 13 x cmm fus)	Recuento	0	0	2	6	2	10
	%	0,0%	0,0%	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%
(cb adg 16 x cmm fus)	Recuento	0	0	5	5	0	10
	%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
(cb adg 18 x cmm fus)	Recuento	0	0	6	4	0	10
	%	0,0%	0,0%	60,0%	40,0%	0,0%	100,0%
(cb adg 21 x cmm fus)	Recuento	0	0	3	6	1	10
	%	0,0%	0,0%	30,0%	60,0%	10,0%	100,0%
(cb adg 41 x cmm fus)	Recuento	0	0	2	7	1	10
	%	0,0%	0,0%	20,0%	70,0%	10,0%	100,0%
Puno II gen (Puno 3 way bulk)	Recuento	0	0	4	5	1	10
	%	0,0%	0,0%	40,0%	50,0%	10,0%	100,0%
Puno III gen (Puno Cold Breed)	Recuento	5	4	1	0	0	10
	%	50,0%	40,0%	10,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 99

*Recuento del grado de potencial de recuperación y crecimiento por progenies de la
segunda campaña agrícola 2020-2021*



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Del análisis realizado se obtuvo que la progenie Puno III Gen (Puno Cold Breed) es el que tiene el menor grado de recuperación de todos ya que del 100% de las plantas evaluadas el 50% mostró un grado de recuperación pobre; el 40% un grado de recuperación bajo y el 10% un grado de recuperación medio; la progenie que mostró el mayor porcentaje de plantas con un grado de recuperación muy bueno (20% de las plantas evaluadas) es cb adg 13 x cmm fus,

5.1.2.11 Resumen de evaluación del nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento primera campaña agrícola 2020-2021

Tabla 27

Evaluación de nivel de daño por bajas temperaturas y potencial de recuperación y crecimiento, según prueba de Benjamini-Yekutieli, primera campaña agrícola 2020-2021

Código	Progenie	Nivel de Daño	Evaluación de recuperación					
			1ra Sem.		2da Sem.		3ra Sem.	
PRO8	Puno III gen (Puno Cold Breed)	5 a	1 a	1 a	3 a	3 a	3 a	
PRO6	(cb adg 18 x cmm fus)	5 a	2 b	3 b	4 b	4 b	4 b	
PRO4	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	4 ab	3 b	4 b	4 b	4 b	4 b	
PRO5	(cb adg 16 x cmm fus)	4 ab	3 b	4 b	4 b	4 b	4 b	
PRO2	(cb adg 41 x cmm fus)	4 b	3 b	4 b	4 b	5 b	5 b	
PRO1	(cb adg 21 x cmm fus)	4 b	3 b	4 b	4 b	5 b	5 b	
PRO3	(cb adg 13 x cmm fus)	3 b	3 b	4 b	4 b	4 b	4 b	

Los resultados en cuanto al objetivo específico 3, “Determinar el rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.), resistentes a heladas” son los siguientes:

5.1.2.12 Data de cosecha de progenies campaña 2020-2021

A continuación, se observa la data de cosecha que esta dado por el número de tubérculos por planta, peso por planta en kg y el rendimiento en T/ha de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) durante la segunda campaña agrícola 2020-2021.

Tabla 28*Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022*

N°	Progenie	Número de tubérculos por planta	Peso por planta (Kg)	Rendimiento t/ha
1	(cb adg 21 x cmm fus) -1	19	0.31	13.00
2	(cb adg 21 x cmm fus) -2	16	0.27	11.29
3	(cb adg 21 x cmm fus) -3	15	0.19	7.92
4	(cb adg 21 x cmm fus) -4	14	0.15	6.25
5	(cb adg 21 x cmm fus) -5	13	0.16	6.58
6	(cb adg 21 x cmm fus) -6	10	0.11	4.71
7	(cb adg 21 x cmm fus) -7	10	0.07	2.88
8	(cb adg 21 x cmm fus) -8	9	0.12	4.79
9	(cb adg 21 x cmm fus) -9	8	0.05	1.88
10	(cb adg 21 x cmm fus) -10	11	0.09	3.88
11	(cb adg 41 x cmm fus) -1	25	0.15	6.25
12	(cb adg 41 x cmm fus) -2	18	0.12	4.92
13	(cb adg 41 x cmm fus) -3	15	0.38	15.83
14	(cb adg 41 x cmm fus) -4	11	0.04	1.75
15	(cb adg 41 x cmm fus) -5	11	0.05	2.13
16	(cb adg 41 x cmm fus) -6	10	0.06	2.33
17	(cb adg 41 x cmm fus) -7	8	0.14	5.79
18	(cb adg 41 x cmm fus) -8	10	0.05	1.92
19	(cb adg 41 x cmm fus) -9	10	0.06	2.33
20	(cb adg 41 x cmm fus) -10	9	0.04	1.58
21	(cb adg 13 x cmm fus) -1	14	0.09	3.83
22	(cb adg 13 x cmm fus) -2	12	0.11	4.67
23	(cb adg 13 x cmm fus) -3	17	0.11	4.38
24	(cb adg 13 x cmm fus) -4	12	0.05	2.04
25	(cb adg 13 x cmm fus) -5	2	0.04	1.58
26	(cb adg 13 x cmm fus) -6	10	0.05	1.92
27	(cb adg 13 x cmm fus) -7	6	0.13	5.25
28	(cb adg 13 x cmm fus) -8	13	0.27	11.13
29	(cb adg 13 x cmm fus) -9	18	0.11	4.58
30	(cb adg 13 x cmm fus) -10	15	0.04	1.46
31	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	9	0.04	1.75
32	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	8	0.06	2.67
33	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	16	0.07	2.79
34	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	13	0.03	1.21
35	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	2	0.01	0.54
36	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	2	0.00	0.13
37	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	2	0.00	0.17
38	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	5	0.01	0.33
39	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	8	0.02	0.63
40	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	15	0.02	0.83
41	(cb adg 16 x cmm fus) -1	21	0.18	7.67
42	(cb adg 16 x cmm fus) -2	14	0.09	3.79
43	(cb adg 16 x cmm fus) -3	18	0.20	8.50
44	(cb adg 16 x cmm fus) -4	7	0.02	0.88
45	(cb adg 16 x cmm fus) -5	1	0.01	0.21
46	(cb adg 16 x cmm fus) -6	6	0.02	0.75
47	(cb adg 16 x cmm fus) -7	15	0.09	3.54

48	(cb adg 16 x cmm fus) -8	12	0.04	1.54
49	(cb adg 16 x cmm fus) -9	10	0.05	2.08
50	(cb adg 16 x cmm fus) -10	18	0.08	3.33
51	(cb adg 18 x cmm fus) -1	7	0.01	0.29
52	(cb adg 18 x cmm fus) -2	11	0.01	0.42
53	(cb adg 18 x cmm fus) -3	10	0.01	0.33
54	(cb adg 18 x cmm fus) -4	19	0.02	0.63
55	(cb adg 18 x cmm fus) -5	25	0.02	0.83
56	(cb adg 18 x cmm fus) -6	19	0.01	0.58
57	(cb adg 18 x cmm fus) -7	14	0.01	0.50
58	(cb adg 18 x cmm fus) -8	12	0.01	0.42
59	(cb adg 18 x cmm fus) -9	11	0.01	0.38
60	(cb adg 18 x cmm fus) -10	11	0.01	0.42
61	Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	26	0.02	0.83
62	Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	20	0.02	0.63
63	Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	20	0.02	0.75
64	Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	25	0.02	0.92
65	Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	11	0.01	0.42
66	Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	11	0.01	0.33
67	Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	6	0.00	0.17
68	Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	8	0.01	0.29
69	Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	16	0.02	0.63
70	Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	18	0.01	0.54

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.13 Prueba de normalidad cosecha de progenies campaña 2020-2021

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad. La prueba realizada se hizo mediante Shapiro-Wilk normality test.

Tabla 29

Prueba de normalidad de datos de rendimiento segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenie		Shapiro-Wilk		
T/ha2° campaña	(cb adg 13 x cmm fus)	,799	10	,014
	(cb adg 16 x cmm fus)	,868	10	,095
	(cb adg 18 x cmm fus)	,899	10	,214
	(cb adg 21 x cmm fus)	,928	10	,426
	(cb adg 41 x cmm fus)	,685	10	,001
	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	,860	10	,077
	Puno III gen (Puno Cold Breed)	,970	10	,891

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Según la prueba de normalidad de Shapiro-wilk en la que los grupos de datos de rendimiento de t/ha de las progenies cb adg13 y cb adg 41 muestran un p-valor de la

prueba de 0.014 y 0.001 respectivamente se concluye que no todos los datos cuentan con una distribución normal por lo que se procede a realizar el ANOVA de Kruskal – Wallis.

Tabla 30

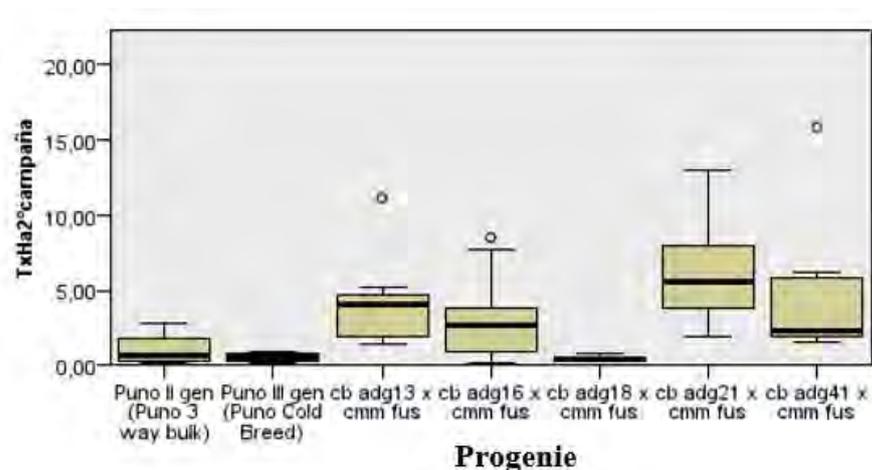
ANOVA de Kruskal-Wallis de rendimiento en t/ha según progenies segunda campaña agrícola 2020-2021

Prueba	Detalle	Valor
Prueba de Kruskal Wallis	Estadístico de contraste	44.026
	Gl	6
	Sig.	.000
	N total	70

Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 100

Diagrama de cajas, rendimientos en t/ha segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Según los resultados de la tabla 30 y figura 100 de la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis para conocer si hay diferencias significativas sobre el rendimiento de t/ha entre las distintas progenies en la segunda campaña, cuyo p-valor=0.000<0.05, se concluye las progenies tienen grados de rendimiento diferentes entre sí de manera significativa. Según el diagrama de cajas se observa que el genotipo cb adg21 cuenta con

un grado de rendimiento superior al de los demás mientras que las progenies cb adg 18 y Puno III gen tienen grados de rendimiento menores.

5.1.2.14 Evaluación de rendimiento en T/ha por progenies

segunda campaña 2020-2021

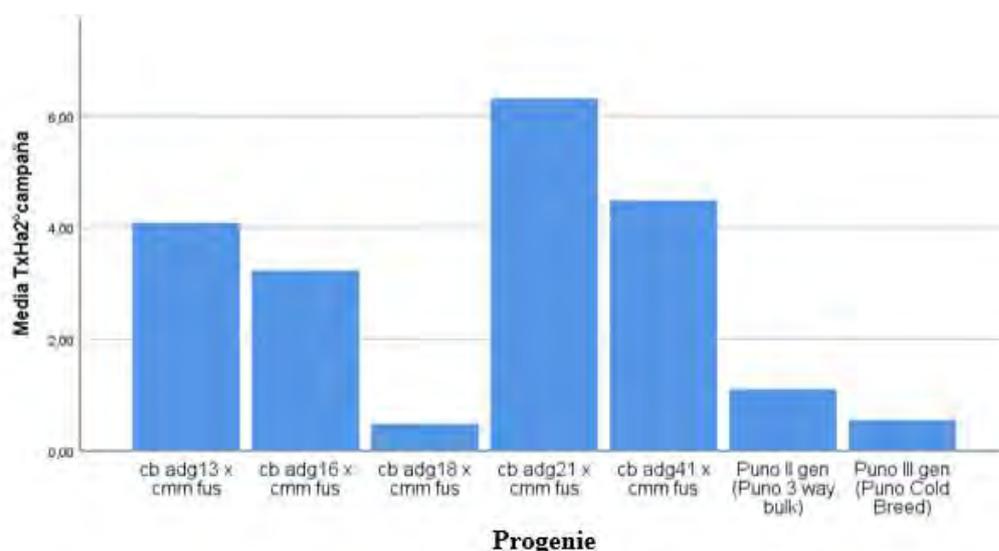
Tabla 31

Estadística Descriptiva de rendimiento en T/ha segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenie	Estadístico	Progenie	Estadístico		
(cb adg 13 x cmm fus)	Media	4.0834	Media	4.4834	
	Varianza	8.188	Varianza	19.013	
	Desv.	2.86140	(cb adg 41 x cmm fus)	Desv.	4.36044
	Mínimo	1.46	Mínimo	1.58	
	Máximo	11.13	Máximo	15.83	
	Rango	9.67	Rango	14.25	
(cb adg 16 x cmm fus)	Media	3.2292	Media	1.1042	
	Varianza	8.097	Varianza	0.974	
	Desv.	2.84553	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	Desv.	0.98705
	Mínimo	0.21	Mínimo	0.13	
	Máximo	8.50	Máximo	2.79	
	Rango	8.29	Rango	2.67	
(cb adg 18 x cmm fus)	Media	0.4792	Media	0.5500	
	Varianza	0.026	Varianza	0.060	
	Desv.	0.16227	Puno III gen (Puno Cold Breed)	Desv.	0.24596
	Mínimo	0.29	Mínimo	0.17	
	Máximo	0.83	Máximo	0.92	
	Rango	0.54	Rango	0.75	
(cb adg 21 x cmm fus)	Media	6.3167			
	Varianza	12.723			
	Desv.	3.56686			
	Mínimo	1.88			
	Máximo	13.00			
	Rango	11.13			

Figura 101

Promedio de rendimiento T/ha según progenies segunda campaña agrícola 2020-2021



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Tabla 32

*Evaluación de nivel del número de tubérculos por planta, peso de un tubérculo (g) y rendimiento (t/ha), según prueba de Benjamini-Yekutieli, en Progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*), segunda campaña agrícola 2020-2021.*

Código	Progenie	Número de tubérculos	Peso de tubérculo (g)	Rendimiento (t / ha)
PRO1	(cb adg 21 x cmm fus)	13 a	10.4 a	6.32 a
PRO2	(cb adg 41 x cmm fus)	13 a	8.4 ab	4.48 a
PRO3	(cb adg 13 x cmm fus)	12 a	10.0 ab	4.08 a
PRO5	(cb adg 16 x cmm fus)	12 a	5.6 ab	3.23 ab
PRO4	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	8 a	3.4 b	1.10 bc
PRO8	Puno III gen (Puno Cold Breed)	16 a	0.8 c	0.55 c
PRO6	(cb adg 18 x cmm fus)	14 a	0.8 c	0.48 c

La progenie cb adg21 x cmm fus es el que tiene el promedio más alto de rendimiento en toneladas por hectárea de la segunda campaña, llegando a producir 6.32 t/ha. La progenie que le sigue en rendimiento promedio es el cb adg41 x cmm fus que generó en promedio 4.48 t/ha; la progenie de menor rendimiento promedio es cb adg 18 x cmm fus que solo llegó a producir 0.48 t/ha seguido del genotipo Puno III gen (Puno

Cold Breed) que solo llegó a producir 0.55. En la segunda campaña existe una diferencia de 5.8375 t/ha de rendimiento promedio entre las progenies de mejor y peor resultados.

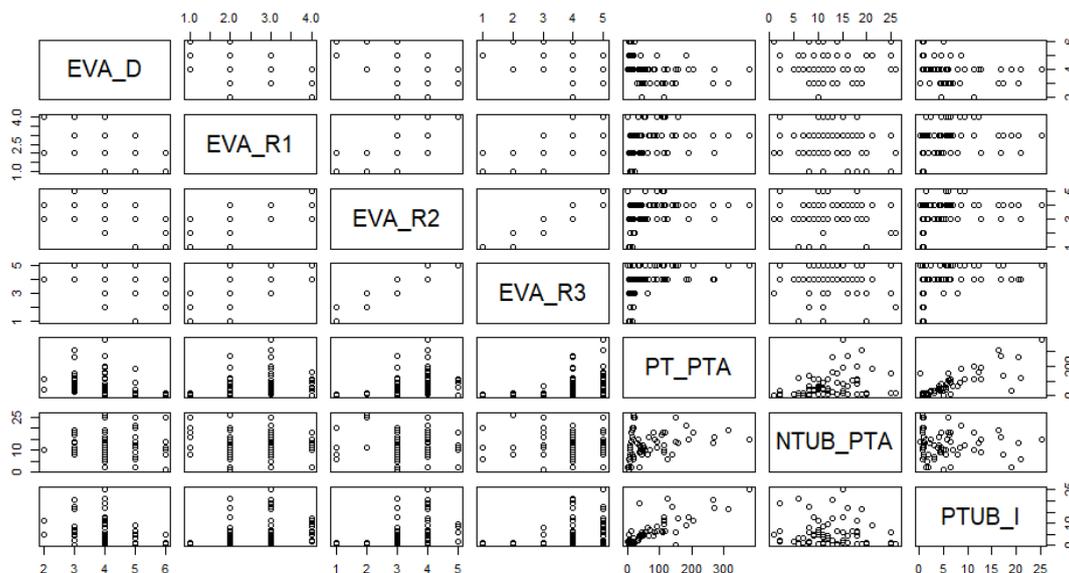
5.1.2.15 Correlación múltiple mediante método Spearman

segunda campaña 2020-2021

Después de las evaluaciones correspondientes se realizó la prueba de correlación múltiple con el método de Spearman para ver el grado de correlación múltiple entre las variables evaluadas.

Figura 102

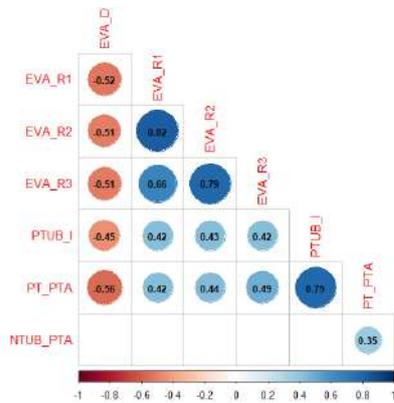
Correlación múltiple segunda campaña agrícola 2020-2021



```
> pairs(datos)
> cor(datos, method = "spearman")
      EVA_D  EVA_R1  EVA_R2  EVA_R3  PT_PTA  NTUB_PTA  PTUB_I
EVA_D  1.0000000 -0.52304069 -0.50829671 -0.51265929 -0.5620907 -0.02456503 -0.4514890
EVA_R1 -0.52304069  1.0000000  0.82069693  0.65820594  0.4226757  0.01549331  0.4241093
EVA_R2 -0.50829671  0.82069693  1.0000000  0.78772362  0.4366463  0.08265212  0.4289183
EVA_R3 -0.51265929  0.65820594  0.78772362  1.0000000  0.4898290  0.07795713  0.4225730
PT_PTA -0.56209069  0.42267565  0.43664628  0.48982898  1.0000000  0.35103470  0.7898270
NTUB_PTA -0.02456503  0.01549331  0.08265212  0.07795713  0.3510347  1.0000000  -0.1141334
PTUB_I -0.45148905  0.42410932  0.42891832  0.42257299  0.7898270 -0.11413343  1.0000000
```

Figura 103

Grado de correlación múltiple segunda campaña agrícola 2021



A partir del análisis de correlación múltiple, mediante el método de Spearman, se encontró que existe una fuerte asociación positiva, entre las variables Evaluación de la Recuperación de la Planta en la primera semana versus la evaluación de la recuperación de la planta en la segunda semana ($r=0.82$), entre las variables evaluación de la recuperación de la planta en la tercera semana versus la evaluación de la recuperación de la planta en la segunda semana ($r=0.79$), entre las variables peso total de Tubérculos por planta y el Peso de cada tubérculo ($r=0.79$), con una probabilidad de ocurrencia altamente significativa para todos los casos mencionados.

En tanto, existe una correlación positiva media entre las variables: Evaluación de la Recuperación de la Planta en la primera Semana y la Evaluación de la Recuperación de la Planta en la tercera semana ($r=0.66$); el Peso de cada tubérculo versus la evaluación de la recuperación de la Planta en la primera semana ($r=0.42$), la 2da Semana ($r=0.43$) y la tercera semana ($r=0.42$); el Peso total de tubérculos por planta versus la evaluación de la recuperación de la planta en la primera semana ($r=0.42$), la 2da Semana ($r=0.44$) y la tercera semana ($r=0.49$), con una probabilidad de ocurrencia altamente significativa para todos los casos mencionados.

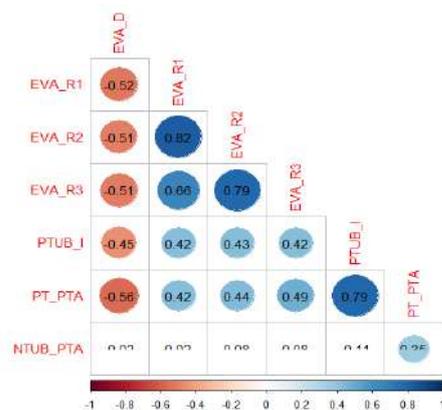
Finalmente, se encontró una correlación media negativa o inversa entre las variables: Evaluación del grado de daño por la Helada en la Planta versus la Evaluación

de la Recuperación de la Planta en la primera semana ($r=-0.52$), la 2da Semana ($r=-0.51$), la tercera semana ($r=-0.51$), el Peso total de Tubérculos por planta ($r=-0.45$) y el Peso de cada tubérculo ($r=-0.56$), siendo en todos los casos altamente significativa su probabilidad de ocurrencia de dichas correlaciones

En general, se puede afirmar que las evaluaciones de grado de recuperación entre la primera y segunda semana después de la helada, entre la segunda y tercera semana después de la helada, así como, en el total de Tubérculos por planta y el Peso de cada tubérculo, tienen una fuerte asociación directa entre sí. En tanto, la evaluación de la recuperación en la primera y tercera semana, así como el peso de cada tubérculo y el peso total de tubérculos por planta versus la Evaluación de la Recuperación de la Planta en la primera, la segunda y la tercera semana, tienen una asociación directa media. De manera inversa se encuentra una asociación media entre la Variable: grado de Daño a la helada versus la Evaluación de la Recuperación de la Planta en la primera, la segunda y la tercera, el peso de cada tubérculo y el peso total de tubérculos por planta. Todo esto posiblemente sea explicado, debido a que un mayor impacto en el nivel de daño, hayan afectado negativamente a la recuperación de las plantas de papa después de una helada, y al peso total por planta o individual por tubérculo.

Figura 104

Grado de correlación múltiple segunda campaña agrícola 2021



5.1.3 Tercera campaña agrícola

Los resultados en cuanto al objetivo específico 1, “Evaluar el grado de daño de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii*.) afectadas por las heladas”, son los siguientes:

5.1.3.1. Germinación de tubérculos tercera campaña agrícola 2021-2022

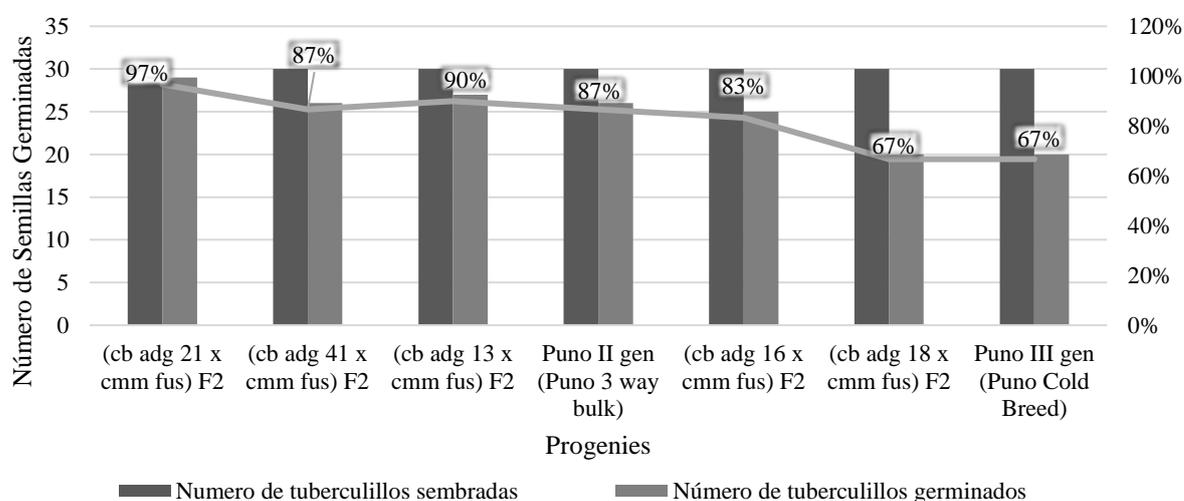
Tabla 33

Porcentaje de germinación progenies tercera campaña agrícola 2021-2022

Familia	Numero de tuberculillos sembradas	Número de tuberculillos germinados	Porcentaje de germinación
(cb adg 21 x cmm fus)	30	29	97%
(cb adg 41 x cmm fus)	30	26	87%
(cb adg 13 x cmm fus)	30	27	90%
Puno II gen (Puno 3 way bulk)	30	26	87%
(cb adg 16 x cmm fus)	30	25	83%
(cb adg 18 x cmm fus)	30	20	67%
(Superior Haploid + cmm fus)	30	20	67%
Puno III gen (Puno Cold Breed)	30	29	97%
TOTAL EVALUADOS	210	173	82%

Figura 105

Porcentaje de germinación de progenies tercera campaña 2021-2022



De la evaluación realizada se tienen los siguientes resultados:

1. Se sembraron 210 tuberculillos producto de la cosecha de la primera campaña agrícola.

2. Después del proceso de germinación a los 45 días se ha contabilizado el número de tuberculillos germinados.

3. Se ha encontrado que la progenie de (cb adg 21 x cmm fus), ha obtenido el total de 29 tubérculos germinadas que representan el 97% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 41 x cmm fus), ha obtenido el total de 26 tubérculos germinadas que representan el 87% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 13 x cmm fus), ha obtenido el total de 27 tuberculillos germinadas que representan el 90 % de porcentaje de germinación; la progenie de Puno II gen (Puno 3 way bulk), ha obtenido el total de 26 tuberculillos germinadas que representan el 87 % de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 16 x cmm fus), ha obtenido el total de 23 tuberculillos germinadas que representan el 83% de porcentaje de germinación; la progenie de (cb adg 18 x cmm fus), ha obtenido el total de 20 tuberculillos germinadas que representan el 67% de porcentaje de germinación y la progenie de Puno III gen (Puno Cold Breed), ha obtenido el total de 20 tuberculillos germinadas que representan el 67 % de porcentaje de germinación.

5.1.3.2. Lectura de temperatura registrada por el datalogger

Durante esta campaña agrícola no se ha registrado descenso de la temperatura. Por consiguiente, no se ha evaluado los daños ocasionados por heladas.

Los resultados en cuanto al objetivo específico 3, “Determinar el rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), resistentes a heladas” son los siguientes:

5.1.3.3. Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022

A continuación, se observa la data de cosecha que esta dado por el número de tubérculos por planta, peso por planta en kg y el rendimiento en T/ha de progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) durante la segunda campaña agrícola 2021-2022.

Tabla 34

Data de cosecha de progenies campaña 2021-2022

N°	Progenies	Número de tubérculos por planta	Peso por planta (Kg)	Rendimiento t/ha
1	(cb adg 21 x cmm fus) -1	13	0.21	8.83
2	(cb adg 21 x cmm fus) -2	10	0.20	8.13
3	(cb adg 21 x cmm fus) -3	46	0.51	21.21
4	(cb adg 21 x cmm fus) -4	35	0.83	34.71
5	(cb adg 21 x cmm fus) -5	35	0.45	18.88
6	(cb adg 21 x cmm fus) -6	15	0.33	13.63
7	(cb adg 21 x cmm fus) -7	40	1.06	44.13
8	(cb adg 21 x cmm fus) -8	30	0.72	29.92
9	(cb adg 21 x cmm fus) -9	29	0.67	27.79
10	(cb adg 21 x cmm fus) -10	28	0.48	20.08
11	(cb adg 41 x cmm fus) -1	37	0.53	21.96
12	(cb adg 41 x cmm fus) -2	34	0.39	16.33
13	(cb adg 41 x cmm fus) -3	14	0.17	7.25
14	(cb adg 41 x cmm fus) -4	17	0.25	10.46
15	(cb adg 41 x cmm fus) -5	11	0.12	5.04
16	(cb adg 41 x cmm fus) -6	35	0.39	16.17
17	(cb adg 41 x cmm fus) -7	5	0.06	2.46
18	(cb adg 41 x cmm fus) -8	10	0.23	9.63
19	(cb adg 41 x cmm fus) -9	27	0.45	18.58
20	(cb adg 41 x cmm fus) -10	15	0.17	7.13
21	(cb adg 13 x cmm fus) -1	11	0.13	5.38
22	(cb adg 13 x cmm fus) -2	15	0.21	8.67
23	(cb adg 13 x cmm fus) -3	17	0.25	10.42
24	(cb adg 13 x cmm fus) -4	27	0.67	27.71
25	(cb adg 13 x cmm fus) -5	20	0.44	18.21
26	(cb adg 13 x cmm fus) -6	9	0.13	5.25
27	(cb adg 13 x cmm fus) -7	24	0.27	11.08
28	(cb adg 13 x cmm fus) -8	28	0.46	19.13
29	(cb adg 13 x cmm fus) -9	11	0.11	4.71
30	(cb adg 13 x cmm fus) -10	13	0.20	8.25
31	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	22	0.17	7.00
32	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	31	0.22	9.33
33	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	13	0.04	1.75
34	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	5	0.04	1.58
35	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	3	0.03	1.21
36	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	11	0.10	4.04
37	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	14	0.15	6.13
38	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	4	0.07	2.88

39	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	12	0.03	1.04
40	Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	15	0.03	1.25
41	(cb adg 16 x cmm fus) -1	45	1.18	0.00
42	(cb adg 16 x cmm fus) -2	16	0.28	0.00
43	(cb adg 16 x cmm fus) -3	15	0.28	49.00
44	(cb adg 16 x cmm fus) -4	16	0.07	11.67
45	(cb adg 16 x cmm fus) -5	15	0.08	11.46
46	(cb adg 16 x cmm fus) -6	15	0.08	2.92
47	(cb adg 16 x cmm fus) -7	16	0.07	3.13
48	(cb adg 16 x cmm fus) -8	13	0.06	3.13
49	(cb adg 16 x cmm fus) -9	20	0.08	3.04
50	(cb adg 16 x cmm fus) -10	20	0.08	2.50
51	(cb adg 18 x cmm fus) -1	4	0.02	0.00
52	(cb adg 18 x cmm fus) -2	8	0.06	0.00
53	(cb adg 18 x cmm fus) -3	3	0.04	0.67
54	(cb adg 18 x cmm fus) -4	8	0.05	2.38
55	(cb adg 18 x cmm fus) -5	4	0.10	1.71
56	(cb adg 18 x cmm fus) -6	14	0.03	2.25
57	(cb adg 18 x cmm fus) -7	12	0.03	4.13
58	(cb adg 18 x cmm fus) -8	10	0.06	1.38
59	(cb adg 18 x cmm fus)-9	15	0.07	1.42
60	(cb adg 18 x cmm fus) -10	14	0.06	2.42
61	Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	30	0.48	2.13
62	Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	46	0.75	0.00
63	Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	33	0.62	20.04
64	Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	19	0.54	31.25
65	Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	38	0.96	25.67
66	Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	18	0.18	22.67
67	Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	25	0.39	40.04
68	Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	10	0.07	7.67
69	Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	9	0.07	16.17
70	Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	9	0.05	2.79

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.4. Prueba de normalidad a datos de cosecha de progenies

campaña 2021-2022

Se analizaron pruebas de normalidad de los datos obtenidos para ver si cumplen con los supuestos de normalidad, independencia y homocedastidad. La prueba realizada se hizo mediante Shapiro-Wilk normality test.

Tabla 35

Prueba de normalidad de datos de rendimiento tercera campaña 2021-2022

	Progenie	Shapiro-Wilk		
		W	df	Sig.
TxHa3° tercera	(cb adg 13 x cmm fus)	,864	10	,085
	(cb adg 16 x cmm fus)	,587	10	,000
	(cb adg 18 x cmm fus)	,940	10	,558
	(cb adg 21 x cmm fus)	,958	10	,766
	(cb adg 41 x cmm fus)	,950	10	,665
	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	,845	10	,050
	Puno III gen (Puno Cold Breed)	,943	10	,591

Fuente: Paquete estadístico SPSS V.25

Según la prueba de normalidad de Shapiro-wilk en la que los grupos de datos de rendimiento de t/ha de la progenie cb adg16 muestran un p-valor=0.000 por lo que se concluye que no todos los datos cuentan con una distribución normal por lo que se procede a realizar el ANOVA de Kruskal – Wallis.

Tabla 36

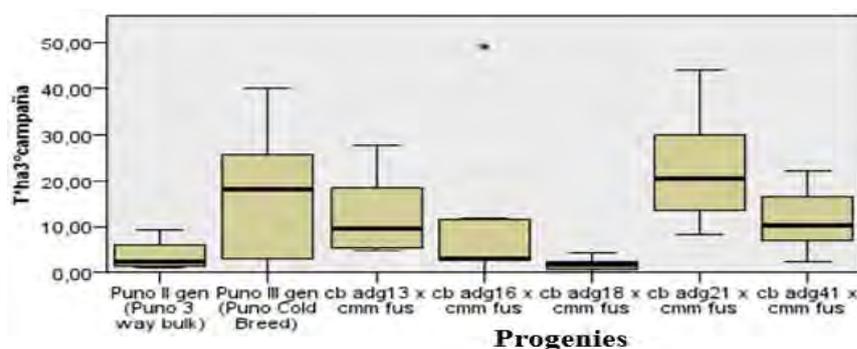
ANOVA de Kruskal-Wallis de rendimiento en t/ha según progenies tercera campaña 2021-2022

Prueba	Detalle	Valor
Prueba de Kruskal Wallis	Estadístico de contraste	34.103
	G1	6
	Sig.	.000
	N total	70

Fuente: Paquete estadístico SPSS V.25

Figura 106

Diagrama de cajas, rendimientos en t/ha tercera campaña agrícola 2021-2022



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Según los resultados de la tabla 36 y figura 106 de la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis para conocer si hay diferencias significativas sobre rendimiento en t/ha en la tercera campaña según progenies, cuyo p-valor=0.000 se concluye las progenies tienen grados de rendimiento diferentes entre sí de manera estadísticamente significativa. Según el diagrama de cajas se observa que la progenie cb adg21 cuenta con un grado de rendimiento muy alto mientras que las progenies cb adg 18 y Puno II gen tienen grados de rendimiento menores.

5.1.3.5. Evaluación de rendimiento en T/ha por progenies tercera campaña 2021-2022

Tabla 37

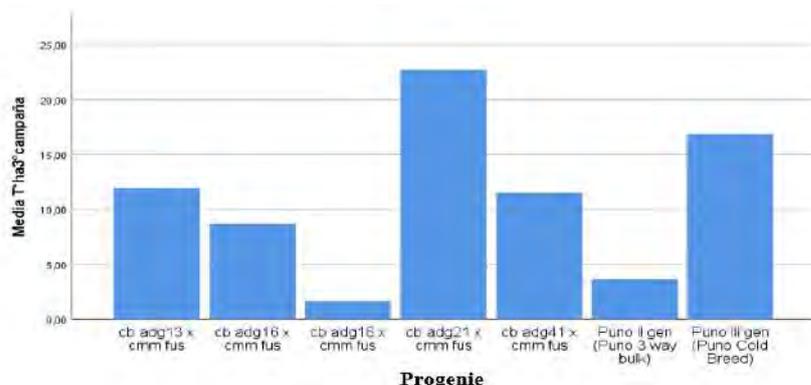
Estadísticos descriptivos de rendimiento en T/ha tercera campaña agrícola 2021-2022

Progenie	Estadístico	Progenie	Estadístico		
(cb adg 13 x cmm fus)	Media	11.8793	Media	11.5001	
	Varianza	56.341	Varianza	41.107	
	Desv.	7.50604	(cb adg 41 x cmm fus)	Desv.	6.41145
	Mínimo	4.71	Mínimo	2.46	
	Máximo	27.71	Máximo	21.96	
	Rango	23.00	Rango	19.50	
(cb adg 16 x cmm fus)	Media	9.3500	Media	3.6209	
	Varianza	217.553	Varianza	8.533	
	Desv.	14.74966	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	Desv.	2.92121
	Mínimo	0.00	Mínimo	1.04	
	Máximo	49.00	Máximo	9.33	
	Rango	49.00	Rango	8.29	
(cb adg 18 x cmm fus)	Media	2.1300	Media	17.1100	
	Varianza	1.571	Varianza	183.326	
	Desv.	1.25352	Puno III gen (Puno Cold Breed)	Desv.	13.53979
	Mínimo	0.00	Mínimo	0.00	
	Máximo	4.13	Máximo	40.04	
	Rango	4.13	Rango	40.04	
(cb adg 21 x cmm fus)	Media	22.7293			
	Varianza	132.447			
	Desv.	11.50855			
	Mínimo	8.13			
	Máximo	44.13			
	Rango	36.00			

Figura 107

Promedio de rendimiento en T/ha según progenie tercera campaña agrícola 2021-

2022



Nota: Paquete estadístico SPSS V.25

Tabla 38

*Evaluación de nivel del número de tubérculos por planta, peso de un tubérculo (g) y rendimiento (t/ha), según prueba de Benjamini-Yekutieli, en Progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), tercera campaña agrícola 2021-2022*

Código	Progenie	Número de tubérculos	Peso de tubérculo (g)	Rendimiento (t / ha)
PRO1	(cb adg 21 x cmm fus)	28 a	19.6 a	22.73 a
PRO8	Puno III gen (Puno Cold Breed)	24 a	15.0 abc	17.11 ab
PRO3	(cb adg 13 x cmm fus)	18 a	15.4 ab	11.88 ab
PRO2	(cb adg 41 x cmm fus)	21 a	13.8 ab	11.50 ab
PRO5	(cb adg 16 x cmm fus)	19 a	9.4 abc	9.35 ab
PRO4	Puno II gen (Puno 3 way bulk)	13 a	7.6 c	3.62 bc
PRO6	(cb adg 18 x cmm fus)	9 a	7.6 bc	2.13 c

De los resultados evaluados se tiene lo siguiente:

La progenie cb adg21 x cmm fus es el que tiene el promedio más alto de rendimiento en toneladas por hectárea de la tercera campaña, llegando a producir 22.73t/ha. La progenie que le sigue en rendimiento promedio es el genotipo Puno III gen que generó en promedio 17.11 t/ha; la progenie de menor rendimiento promedio es cb adg 18 x cmm fus que solo llegó a producir 2.13 t/ha seguido del genotipo Puno II gen

(Puno 3 way bulk) que solo llegó a producir 3.63; En la tercera campaña existe una diferencia de 21.096 t/ha de rendimiento promedio entre las progenies de mejor y peor resultados.

Una de las diferencias más claras en cuanto a rendimiento entre la misma progenie en la segunda y tercera campaña es la del genotipo Puno III gen (Puno Cold Breed) que en la segunda campaña solo generó en promedio 0.55 T/ha entando entre las dos progenies de menor rendimiento sin embargo en la tercera campaña generó 17.11 t/ha en promedio llegando a ser el segundo genotipo de mayor rendimiento promedio.

5.2 . Presentación de resultados

A partir de la siembra de la semilla botánica de las progenies con introgresión de (*Solanum comersonii*,) se encontró que la progenie con menor porcentaje de germinación es la “Superior Haploid + cmm fus”, con el 30%, pero en general la mayoría de las progenies estaba en un rango de 63% a un 71% de germinación (ver Tabla 7).

Realizadas las pruebas de normalidad para la primera campaña agrícola 2020, fueron no significativos para la prueba de Anderson-Darling y de Shapiro, por lo cual los datos no se ajustan a una distribución normal. Por otro lado, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis, indica que encuentra diferencia altamente significativa de al menos dos grupos, en las 8 familias o progenies de papa evaluadas. En la evaluación de recuperación del daño de las heladas, para la 1ra, 2da y 3ra semana, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wall, donde el Chi-cuadrado fue de 26.23, 13.77 y 13.22, respectivamente, para un p-value de: 0.0004575, 0.05535 y 0.06696, lo que indica solo hubo diferencias altamente significativas para la 1ra semana de evaluación de recuperación después de la helada, mientras que para la 2da y 3ra semana, las diferencias fueron no significativas.

Para identificar donde se encuentran estas diferencias, procedimos con el equivalente no paramétrico de las T-Student pareadas, que son las pruebas de ajuste de (Benjamini & Yekutieli, 2001), como lo muestra en la Tabla 16, el valor de la Probabilidad de ocurrencia o P-value. Encontrándose, que forman diferentes grupos de acuerdo a la Tabla 16, donde se muestra la mayor frecuencia y el grupo al que pertenece cada progenie de papa con introgresión de (*Solanum comersonii*,) habiendo al menos tres grupos para la variable nivel de daños por efecto de las heladas en la campaña 2020, siendo la progenie “Superior Haploid + cmm fus” con mayor nivel de daño de “6”, y “cb adg 13 x cmm fus” con un menor nivel de daño de “3”. Del mismo modo, en la evaluación de la recuperación en las diferentes semanas (1ra, 2da y 3ra), que tiene que para la primera

semana de evaluación se forman dos grupos, a partir de las pruebas de ajuste de Benjamini-Yekutieli, teniendo las progenies con potencial de crecimiento y recuperación “1” “Superior Haploid + cmm fus” y “Puno III gen (Puno Cold Breed)”, con menor capacidad de recuperación.

En la segunda campaña agrícola 2020-2021, la evaluación del nivel de daños por efecto de las heladas, no fue significativa para la prueba de Anderson-Darling y de Shapiro-Wilk, por lo cual los datos no presentan una distribución normal. Por otro lado, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis, y se encuentran diferencias altamente significativas en al menos dos grupos. Asimismo, para la 1ra, 2da y 3ra semana de la evaluación de recuperación se realizaron las pruebas de Kruskal-Wall, donde el Chi-cuadrado fue de 28.8, 27.06 y 33.53, respectivamente, para un p-value de: $6.636e^{-05}$, 0.00014 y $8.281e^{-06}$, lo que indica diferencias altamente significativas.

En la segunda campaña 2020-2021, para evaluar el nivel de daño y las diferencias entre las progenies, se realizan las pruebas de ajuste de (Benjamini & Yekutieli, 2001), Del mismo modo, se forman dos grupos de acuerdo con la Tabla 27, donde se muestra la mayor frecuencia del nivel de daño, y el grupo al que pertenece cada progenie de papa con introgresión de (*Solanum comersonii*,) siendo la progenie “Puno III gen (Puno Cold Breed)” la que fue afectada con el mayor nivel de daño, y la progenie “cb adg 13 x cmm fus” con el menor nivel de daño, similar a lo ocurrido en la primera campaña. Para la evaluación de la recuperación en las siguientes semanas (1ra, 2da y 3ra), que tiene para todas ellas, se forman dos grupos, a partir de las pruebas de ajuste de (Benjamini & Yekutieli, 2001), teniendo la progenie Puno III gen (Puno Cold Breed) como la de menor capacidad de recuperación con “1”.

Para las variables número de tubérculos, peso de un tubérculo (g) y el rendimiento (t/ha), en la segunda campaña 2020-2021, se tiene que estos datos no presentan una

distribución normal. Por ello se analizaron con herramientas de la estadística no paramétrica, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis, donde para la variable número de tubérculos, no se puede encontrar diferencias estadísticas significativas entre las progenies evaluadas, mientras que para las variables peso de un tubérculo y rendimiento, si es posible encontrar diferencias estadísticas significativas, entre al menos dos grupos de progenies.

Luego de las pruebas de ajuste de (Benjamini & Yekutieli, 2001), para la variable evaluada, se tiene que para el número de tubérculos no existen diferencias estadísticas, ósea forma un solo grupo. En tanto para las variables peso de un tubérculo y rendimiento, se forman tres grupos tal como lo muestra la Tabla 32, siendo la progenie “cb adg 21 x cmm fus”, la que tiene un mayor peso promedio de tubérculo (g) con 10.4 g, mientras que las progenies: “Puno III gen (Puno Cold Breed)” y “cb adg 18 x cmm fus” tienen el menor peso por tubérculo de 0.8 g en ambos casos. En la variable rendimiento de tubérculos (t/ha), se tiene que el mayor valor se obtiene en la progenie “cb adg 21 x cmm fus”, con 6.32 t/ha, para la segunda campaña del 2020-2021.

En la tercera campaña 2021-2022, en las variables número de tubérculos, peso de un tubérculo (g) y el rendimiento (t/ha), dichos datos no presentan una distribución normal, por lo cual se realizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis, donde si es posible encontrar diferencias estadísticas significativas, entre al menos dos grupos de progenies, para las tres variables.

Con la prueba de ajuste de (Benjamini & Yekutieli, 2001), para la variable evaluada, se tiene que, para el número de tubérculos, el peso de un tubérculo y el rendimiento, se forman, uno, tres y tres grupos respectivamente, como lo muestra la Tabla 38. La progenie “cb adg 21 x cmm fus”, obtuvo el mayor peso promedio de tubérculo (g) con 19.6 g, en tanto las progenies: “Puno II gen (Puno 3 way bulk)” y “cb adg 18 x cmm

fus” tienen el menor peso por tubérculo de 7.6 g para ambos casos. La variable rendimiento de tubérculos (t/ha), tiene el mayor valor la progenie “cb adg 21 x cmm fus”, con 22.73 t/ha.

VI . CONCLUSIONES

6.1 . Conclusiones

La presente investigación aplico la metodología evaluación de escalas de daño por heladas de 8 progenies en un proceso de adaptación durante tres campañas agrícolas, así mismo se ha fortalecido la investigación tomado en cuenta antecedentes de investigaciones nacionales y locales que han seguido metodología de evaluación de daños mediante escalas de medición, la investigación presentada ha tenido una visión amplia de comparación del proceso adaptativo de las progenies evaluadas en tres diferentes campañas agrícolas y diferentes épocas de siembra.

6.1.1 En relación con el objetivo específico 1

Se ha determinado el grado de daño por heladas de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas, siendo la más afectada en la primera campaña agrícola 2020 la progenie Superior Haploid + cmm fus, con un grado de daño 5 que significa el 75% de daño en el follaje y grado 6 que significa el 100% de daño en el follaje que en consecuencia se entiende que se tuvo la pérdida total de las plantas. Para la segunda campaña agrícola 2020-2021 se logró determinar que la planta más afectada por el daño por heladas fue la progenie Puno III gen (Puno cold breed), que tuvo daños de grado 4, que representa el 50 % de daño en el follaje de la planta.

Respecto a la comprobación de la hipótesis específica 1, para la primera y segunda campaña, de acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis en vista de que no todas las progenies evaluadas presentaron las mismas condiciones de homogeneidad respecto al grado de daño frente a heladas.

En relación con el objetivo específico 2

Se ha determinado el nivel de respuesta y potencial de recuperación de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) afectadas por las heladas, siendo

la que presento mejor potencial de recuperación, la progenie cb adg 21 x cmm fus, con nivel de recuperación medio del 40%. Para la segunda campaña agrícola se obtuvo mejor potencial de recuperación fue la progenie cb adg 13 x cmm fus con un grado de recuperación 5 que significa que fue muy bueno.

Respecto a la comprobación de la hipótesis específica 2, de acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis en vista de que no todas las progenies presentaron respuestas optimas respecto al potencial de recuperación y crecimiento frente al daño por heladas.

6.1.2 En relación con el objetivo específico 3

Se ha determinado el rendimiento de ocho progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*), resistentes a heladas, en la tercera campaña agrícola 2021-2022, que presentan buenas características agronómicas, siendo la que mejor rendimiento obtuvo la progenie cb adg21 x cmm fus con 22 t/ha, como promedio.

Se ha logrado seleccionar las progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*) que presentan tolerancia a bajos niveles de temperatura, en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco. Asimismo, se ha logrado seleccionar algunas progenies que tienen buenas características agronómicas, a partir de las campañas 2020-2021 y 2021-2022.

Respecto a la comprobación de la hipótesis específica 3, de acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis en vista de que no todas las progenies presentaron las mismas condiciones de homogeneidad respecto al rendimiento.

VII . RECOMENDACIONES

A partir de las evaluaciones y los resultados obtenidos, se realiza las siguientes recomendaciones:

Recomendaciones para la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, promover la investigación científica, en cuanto a temas relacionados a la adaptación frente al cambio climático, en convenio con instituciones nacionales y extranjeras involucradas en el tema.

Se recomienda al CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina), continuar con los trabajos de evaluación de las progenies cb adg21 x cmm fus y cb adg 13 x cmm fus con introgresión de (*Solanum commersonii.*), que presentan buen rendimiento y buen nivel de potencial de recuperación y crecimiento respectivamente.

Recomendaciones para investigadores, tesis de pre y post grado:

- Desarrollar trabajos de investigación a partir de evaluaciones con heladas simuladas dentro de instalaciones de laboratorio bajo condiciones controladas.
- Realizar trabajos comparativos entre variedades nativas y progenies con introgresión de (*Solanum commersonii.*).
- Realizar investigaciones sobre los mecanismos de adaptación a las heladas para determinar la presencia de compuestos metabólicos que ayuden a mejorar la tolerancia.
- Desarrollar investigaciones de adaptación de heladas bajo diferentes zonas agroecológicas, con riesgo de bajas temperaturas para evaluar la interacción genotipo por ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de la Investigacion Introduccion a la investigacion cientifica* (E. Episteme, Ed.; 6ta edicio).
- Benjamini, Y., & Yekutieli, D. (2001). The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency. In *The Annals of Statistics* (Vol. 29, Issue 4).
- Bravo, R., Quintana, J., & Reyes, M. (2020). Heladas. Factores, tendencias y efectos en frutales y vides. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletin INIA N° 417*, 102.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6847/NR41980.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabieses, Fernando. . . , Chauvin, Lucien. . . , Glave, L. Miguel. . . , Lumbreras, Luis. . . , Millones, Luis. . . , Ochoa, Carlos. . . , Rhoades, Robert. . . , Swaminathan, Nonkombu. . . , Wust, Walther. . . , & Zandstra, H. (2006). La Papa Tesoro De Los Andes De La Agricultura a La Cultura. *Centro Internacional De La Papa, 2da Edició*, 215.
- Cahuana Laura, V. (2020). Evaluación de Clones de papa (*Solanum tuberosun L.*) Tolerantes a heladas y sequia en Tahuaco-Yunguyo-Puno. In *Universidad Nacional del Altiplano*.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15609/Cahuana_Laura_Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Camarena Mayta, F., Chura Chuquija, J., & Blas Sevillano, R. H. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 286.
http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf

- Chávez Alfaro, R. (2019). Sobre el Origen, Evolución y Diversidad Genética de la Papa Cultivada y la Silvestre. *Ciencia & Desarrollo*, 12, 129–139. <https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.266>
- Choque, E., Espinoza, R., Cadima, X., Zeballos, J., & Gabriel, J. (2016). Resistencia a helada en germoplasma de papa nativa de Bolivia. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 14(1), 24–32. <https://doi.org/10.37066/ralap.v14i1.141>
- Choque, O. (2013). *Evaluacion de estrategias para mitigar daño por eventos climaticos en el cultivo de papa dentro del municipio de Umala* [Universidad Mayor de San Andres]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4301/T-1790.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuesta, X., Rivadeneira, J., & Monteros, C. (2015). Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos y protocolos. In *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* (Vol. 426, Issue 426). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Del Rio, A. (2017). *Plan Experimental Generación de Materiales Vegetales*.
- Egusquiza, B. R. (2000). *La papa Produccion, transformacion y comercializacion.pdf*. https://books.google.com.pe/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gobierno Regional Cusco. (2012). *Estrategia regional frente al cambio climático Cusco*. 1, 109. <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/57.pdf>
- Gomez, Rene. . ., Salas, Alberto. . ., & Panta, A. (2013). Utilizacion de la diversidad genetica de papa para afrontar la adaptacion al cambio climatico. *INIA, Centro Internacional de La Papa, Proimpa*, 1–274. <https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe-técnico-final-Proyecto-FTG-8037-08.pdf>

- Gonzales, M. al. (2013). Resistencia a la marchitez bacteriana de la papa en *Solanum commersonii* Resistance to Bacterial Wilt in *Solanum commersonii* Dun . *Agrociencia Uruguay, cmm*, 45–54.
- Gutierrez, R. (2008). *Papas nativas desafiando al cambio climático. Lima, Perú*. 83.
- Hernández, M., & Sosa, R. (2005). Uso de mutagenos en el mejoramiento de la papa *Solanum tuberosum* L. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 1, 104–119.
https://www.researchgate.net/publication/341732428_USO_DE_MUTAGENOS_EN_EL_MEJORAMIENTO_DE_LA_PAPA_Solanum_tuberosum_L
- Hernández Sampieri, R., Fernández Callaso, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Quinta edi).
- Inca Benites, N. R. (2015). *Tolerancia a heladas de clones y variedades de papa (Solanum sp.) en diferentes ambientes de la región Huancavelica*. 114.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/986>
- INEI. (n.d.). *Reporte INEI 2022*.
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2009). I . Botánica y morfología de la papa. *Boletín INIA*, 7. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7281>
- IPCC, P. S. (2013). *Glosario IPCC. Cambio Climático 2013. Bases Físicas. Contribución Del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación Del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre El Cambio Climático . Cambridge University Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos de America*, <<, 204.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Marmolejo, D., & Ruiz, J. (2018). Tolerancia de papas nativas(*Solanum spp.*) a heladas en el contexto de cambio climático. *Scientia Agropecuaria*, 3, 393–400.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.10>

- Matias, L.G., Fuentes A., y G. C. A. (2021). Heladas. México. *Secretaria de Seguridad y Proteccion Ciudadana*, 283. file:///C:/Users/User/Documents/Tesis Maestria-PAPA/BIBLIOGRAFIA MENDELEY TESIS/Tema Papa/Heladas.PDF
- Mendoza, H. (2008). Genética cuantitativa y mejoramiento de papas autotetraploides. *Año Internacional de La Papa*, 47. <http://www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/08/Mendoza.pdf>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Nueva York, Estados Unidos. 23.
- Nakayama, H. D., et al. (2018). Fitomejoramiento Participativo del KA'AH'E. Paraguay. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, 1. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual-Fitomejoramiento.pdf
- Patiño, F., Condori, B., Segales, L., Mamani, A., & Cadima, X. (2008). *Atlas de Especies Silvestres Y Cultivadas De Papa De Bolivia Atlas* (VBRFMA-BIOVERSITY, Ed.). VBRFMA-BIOVERSITY. https://www.academia.edu/31112718/Atlas_de_distribucion_de_especies_silvestres_y_cultivadas_de_papa
- Prieto, A., Ispizúa, V. N., & Clausen, A. M. (2016). Distribution and morphological variability in populations of *Solanum commersonii* (Solanaceae) in the Pampas region of Argentina. *Boletin de La Sociedad Argentina de Botanica*, 51(1), 59–71. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n1.14369>
- Quintana Palacios, C. (2018). “*Indicadores morfológicos y fisiológicos de la reacción a bajas temperaturas en plantas de papas nativas (Solanum spp.)*” [Tesis, Universidad del Centro del Peru].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3671/quintana-palacios-cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe, B. G. (2015). EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE LA CUENCA RAMIS, PUNO-PERÚ. *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation Puno* , 17(1).
<https://doi.org/10.18271/ria.2015.77>

Quispe Perez, I. M. (2017). Influencia de factores abioticos y bioticos en el cultivo de 200 entradas de papa nativa del germoplasma en la comunidad de Llullucha - Ocongate - Cusco. [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. In *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2874/253T20171097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAE. (2014). Diccionario Real Academia Española. In *Real Academia Española*.
<http://diccionario.terra.com.pe/cgi-bin/b.pl>

Requejo Mormontoy, F. S. (2018). *Evaluacion de la incidencia de factores bioticos y abioticos en la produccion de 114 entradas de papas nativas (Solanum spp) en la comunidad campesina de Lauramarca, distrito de Ocongate, Provincia de Quispicanchi, Region Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Roman Cortez, Miguel. . . , & Guillermo, H. (2002). Cultivo de la papa. *Centro Nacional de La Tecnología Agropecuaria y Forestal*, 34.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/23766>

Sanabria, J., Marengo, J., & Valverde, M. (2009). Escenarios de Cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno). *REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA RPGA (1)*, 134-149 (2009) Puno, 1, 134–149.

- SENAMHI. (2020). Informe Técnico: Analisis de las Heladas Meteorologivas a Nivel Nacional Durante el Periodo de Bajas Temperaturas 2020. *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI*.
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/763>
- Tamayo, Mario. . ., & Tamayo. (2003). *El proceso de la Investigacion cientifica* (cuarta edi).
- Torres Guevara, J. Jesus. . ., Parra Rondinel, F. Alexandra. . ., Casas Fernandez, Alejandro. . ., & Cruz Soriano, A. (2019). *De los cultivos andinos y el cambio del clima Hallazgos: Huanuco y Apurimac* (Primera ed, Issue September).
https://www.researchgate.net/profile/Alejandro-Casas/publication/333802851_De_los_cultivos_nativos_y_el_cambio_del_clima_Hallazgos_Huanuco_y_Apurimac/links/5d051b02299bf12e7be27102/De-los-cultivos-nativos-y-el-cambio-del-clima-Hallazgos-Huanuco-y-Apurimac
- Velasco, C., Ordinola, M., & Devaux, A. (2020). *Una aproximación a la medición de pérdidas de alimento en la cadena de la papa en*.
<http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/index>

ANEXOS

a. Cuadros

Tabla 39

Lectura de hobo data logger en días con heladas de la primera campaña agrícola

2020

N°	Fecha	Hora	Temp °C	Pt rocío °C	HR %
1	19-may-20	5:48 AM	-0.171	0.4	91.747
2	25-may-20	4:18 AM	-0.004	1.1	77.137
3	25-may-20	4:48 AM	-0.311	0.4	81.017
4	25-may-20	5:17 AM	-0.2135	0.75	83.117
5	25-may-20	5:18 AM	-0.116	1.1	85.217
6	25-may-20	5:48 AM	-0.255	0.4	84.319
7	25-may-20	6:18 AM	-0.451	4	83.608
8	25-may-20	6:48 AM	-0.116	10.6	85.421
9	25-may-20	11:48 PM	-0.116	1.1	55.265
10	26-may-20	12:18 AM	-0.199	0.4	56.492
11	26-may-20	12:48 AM	-0.902	0.4	56.496
12	26-may-20	1:18 AM	-0.93	1.1	54.764
13	26-may-20	1:48 AM	-1.527	0.4	57.198
14	26-may-20	2:18 AM	-2.044	0.4	60.683
15	26-may-20	2:48 AM	-1.814	0.4	55.721
16	26-may-20	3:18 AM	-2.015	0.4	54.107
17	26-may-20	3:48 AM	-2.189	1.1	52.692
18	26-may-20	4:18 AM	-2.189	1.1	54.426
19	26-may-20	4:48 AM	-2.421	1.1	57.083
20	26-may-20	5:18 AM	-3.183	0.4	60.797
21	26-may-20	5:48 AM	-3.301	0.4	60.72
22	26-may-20	6:18 AM	-2.976	3.3	61.866
23	26-may-20	6:48 AM	-2.859	9.2	66.42
24	26-may-20	7:18 AM	-0.986	29.7	66.11
25	26-may-20	11:48 PM	-0.311	1.1	68.356
26	27-may-20	12:18 AM	-0.451	1.1	72.134
27	27-may-20	12:48 AM	-0.367	0.4	76.662
28	27-may-20	1:18 AM	-0.676	0.4	76.278
29	27-may-20	1:48 AM	-1.015	0.4	83.525
30	27-may-20	2:18 AM	-1.071	0.4	84.783
31	27-may-20	2:40 AM	-1.2135	0.75	85.0645
32	27-may-20	2:48 AM	-1.356	1.1	85.346
33	27-may-20	3:18 AM	-1.756	0.4	85.449
34	27-may-20	3:48 AM	-1.584	0.4	81.676
35	27-may-20	4:18 AM	-1.699	1.1	85.589
36	27-may-20	4:48 AM	-2.073	0.4	87.698
37	27-may-20	5:18 AM	-1.929	1.1	86.537

38	27-may-20	5:48 AM	-1.699	0.4	90.167
39	27-may-20	6:18 AM	-2.044	4	90.47
40	27-may-20	6:48 AM	-2.16	10.6	86.854
41	27-may-20	7:18 AM	-0.648	34.1	90.736
42	28-may-20	12:18 AM	-0.032	1.1	45.38
43	28-may-20	12:48 AM	-0.507	0.4	48.714
44	28-may-20	1:18 AM	-0.227	1.1	45.235
45	28-may-20	1:48 AM	-0.62	0.4	45.395
46	28-may-20	2:18 AM	-0.986	1.1	48.855
47	28-may-20	2:48 AM	-0.873	1.1	47.33
48	28-may-20	3:18 AM	-0.76	0.4	41.186
49	28-may-20	3:48 AM	-0.507	1.1	39.906
50	28-may-20	4:18 AM	-0.227	0.4	41.492
51	28-may-20	4:48 AM	-1.27	0.4	46.921
52	28-may-20	5:18 AM	-1.67	0.4	49.026
53	28-may-20	5:48 AM	-1.613	1.1	47.291
54	28-may-20	6:18 AM	-1.47	3.3	57.036
55	28-may-20	6:48 AM	-0.704	9.9	56.614
56	29-may-20	3:18 AM	-0.116	0.4	78.349
57	29-may-20	3:48 AM	0.356	0.4	78.664
58	29-may-20	4:18 AM	-0.395	0.4	81.669
59	29-may-20	4:48 AM	-0.06	0.4	81.954
60	29-may-20	5:18 AM	-0.76	0.4	81.842
61	29-may-20	5:29 AM	-0.5635	0.4	82.6325
62	29-may-20	5:48 AM	-0.367	0.4	83.423
63	29-may-20	6:18 AM	-0.479	3.3	86.595
64	29-may-20	6:48 AM	-0.367	11.4	83.295
65	30-may-20	1:48 AM	-0.199	1.1	77.595
66	30-may-20	2:18 AM	-0.311	0.4	76.489
67	30-may-20	2:48 AM	-0.451	0.4	79.269
68	30-may-20	3:18 AM	-0.199	0.4	76.989
69	30-may-20	3:48 AM	-0.704	0.4	79.551
70	30-may-20	4:18 AM	-1.299	1.1	83.202
71	30-may-20	4:41 AM	-1.513	1.1	83.6595
72	30-may-20	4:48 AM	-1.727	1.1	84.117
73	30-may-20	5:18 AM	-1.384	0.4	80.563
74	30-may-20	5:48 AM	-1.67	0.4	83.953
75	30-may-20	6:18 AM	-1.785	1.1	83.239
76	30-may-20	6:48 AM	-1.842	5.5	84.089
77	30-may-20	7:18 AM	-0.395	23.8	86.01
78	31-may-20	1:48 AM	-0.088	0.4	74.142
79	31-may-20	2:18 AM	-0.311	1.1	79.614
80	31-may-20	2:48 AM	-0.591	0.4	76.164
81	31-may-20	3:18 AM	-0.704	0.4	79.733
82	31-may-20	3:48 AM	-0.535	1.1	80.343
83	31-may-20	4:18 AM	-1.015	1.1	80.958
84	31-may-20	4:26 AM	-1.2995	0.75	79.934
85	31-may-20	4:48 AM	-1.584	0.4	78.91

86	31-may-20	5:18 AM	-1.185	0.4	82.82
87	31-may-20	5:48 AM	-1.842	0.4	84.419
88	31-may-20	6:18 AM	-1.356	1.1	83.393
89	31-may-20	6:48 AM	-1.498	4.8	83.511
90	31-may-20	7:18 AM	-0.339	24.5	84.018
91	01-jun.-20	12:18 AM	1.615	-2.584	73.501
92	01-jun.-20	12:48 AM	1.071	-3.653	70.349
93	01-jun.-20	1:18 AM	0.715	-2.836	77.32
94	01-jun.-20	1:48 AM	0.66	-3.507	73.519
95	01-jun.-20	2:18 AM	0.989	-2.776	76.025
96	01-jun.-20	2:48 AM	0.77	-2.73	77.649
97	01-jun.-20	3:18 AM	0.079	-3.037	80.041
98	01-jun.-20	3:48 AM	0.825	-2.349	79.765
99	01-jun.-20	4:18 AM	0.715	-2.597	78.849
100	01-jun.-20	4:48 AM	0.66	-2.276	81.318
101	01-jun.-20	5:18 AM	0.079	-3.293	78.366
102	01-jun.-20	5:48 AM	-0.171	-3.205	80.556
103	01-jun.-20	6:18 AM	0.439	-2.105	83.974
104	01-jun.-20	6:48 AM	2.37	-1.113	78
105	01-jun.-20	7:18 AM	3.221	-0.608	75.993
106	01-jun.-20	12:48 PM	15.438	-0.172	33.7
107	01-jun.-20	1:18 PM	14.84	-0.039	35.332
108	01-jun.-20	1:48 PM	15.247	-1.185	31.721
109	01-jun.-20	2:18 PM	16.177	-1.986	28.271
110	01-jun.-20	2:48 PM	15.891	-2.661	27.418
111	01-jun.-20	3:18 PM	15.127	-3.213	27.624
112	01-jun.-20	3:48 PM	14.074	-3.265	29.388
113	01-jun.-20	4:18 PM	12.678	-4.917	28.45
114	01-jun.-20	4:48 PM	11.759	-4.188	31.834
115	01-jun.-20	5:18 PM	10.1	-5.209	32.878
116	01-jun.-20	5:48 PM	8.444	-3.882	40.548
117	01-jun.-20	6:18 PM	6.763	-4.024	45.026
118	01-jun.-20	6:48 PM	5.975	-3.128	50.954
119	01-jun.-20	7:18 PM	4.947	-2.949	55.609
120	01-jun.-20	7:48 PM	4.792	-2.6	57.778
121	01-jun.-20	8:18 PM	4.063	-2.672	60.609
122	01-jun.-20	8:48 PM	3.67	-2.425	63.624
123	01-jun.-20	9:18 PM	3.354	-2.67	63.908
124	01-jun.-20	9:48 PM	2.69	-1.205	75.504
125	01-jun.-20	10:18 PM	2.77	-1.516	73.196
126	01-jun.-20	10:48 PM	2.155	-1.582	76.382
127	01-jun.-20	11:18 PM	2.983	-0.313	79.275
128	01-jun.-20	11:48 PM	2.182	-0.817	81.094
129	02-jun.-20	12:18 AM	1.615	-1.99	77.118
130	02-jun.-20	12:48 AM	1.153	-1.717	81.821
131	02-jun.-20	1:18 AM	0.632	-2.102	82.683
132	02-jun.-20	1:48 AM	0.77	-2.289	80.51
133	02-jun.-20	2:18 AM	0.66	-2.265	81.396

134	02-jun.-20	2:48 AM	1.262	-1.525	82.391
135	02-jun.-20	3:18 AM	0.273	-2.216	84.344
136	02-jun.-20	3:48 AM	0.163	-2.505	83.087
137	02-jun.-20	4:18 AM	-0.591	-3.163	83.677
138	02-jun.-20	4:48 AM	-0.817	-3.107	85.654
139	02-jun.-20	5:18 AM	-0.591	-3.101	84.11
140	02-jun.-20	5:48 AM	0.55	-1.448	87.908
141	02-jun.-20	6:18 AM	1.398	-0.395	89.477
142	02-jun.-20	6:48 AM	0.632	-1.404	87.627
143	02-jun.-20	12:18 PM	15.175	-0.253	34.066
144	02-jun.-20	12:48 PM	15.175	-0.798	32.762
145	02-jun.-20	2:48 PM	15.342	-1.083	31.763
146	02-jun.-20	3:18 PM	15.247	-1.639	30.704
147	02-jun.-20	3:48 PM	14.433	-0.922	34.028
148	02-jun.-20	4:18 PM	12.703	-1.116	37.498
149	02-jun.-20	4:48 PM	11.637	-2.825	35.468
150	02-jun.-20	5:18 PM	10.222	-3.254	37.717
151	02-jun.-20	5:48 PM	8.841	-2.492	43.801
152	02-jun.-20	6:18 PM	7.469	-2.402	48.474
153	02-jun.-20	6:48 PM	5.796	-2.754	53.107
154	02-jun.-20	7:18 PM	5.334	-2.115	57.66
155	02-jun.-20	7:48 PM	4.61	-2.941	57.02
156	02-jun.-20	8:18 PM	3.327	-3.075	62.029
157	02-jun.-20	8:48 PM	3.38	-2.655	63.856
158	02-jun.-20	9:18 PM	2.717	-2.295	69.076
159	02-jun.-20	9:48 PM	2.93	-0.705	77.136
160	02-jun.-20	10:18 PM	2.182	-1.026	79.729
161	02-jun.-20	10:48 PM	1.534	-1.338	81.857
162	02-jun.-20	11:18 PM	1.615	-0.832	84.768
163	02-jun.-20	11:48 PM	1.507	-0.599	87.188
164	03-jun.-20	12:18 AM	1.317	-0.662	88.101
165	03-jun.-20	12:48 AM	0.66	-1.571	86.219
166	03-jun.-20	1:18 AM	0.687	-1.276	88.169
167	03-jun.-20	1:48 AM	0.66	-0.816	91.868
168	03-jun.-20	2:18 AM	0.246	-1.025	93.473
169	03-jun.-20	11:48 PM	2.047	-0.12	86.789
170	04-jun.-20	12:48 AM	1.48	-0.185	90.447
171	04-jun.-20	1:18 AM	1.044	-0.351	92.511
172	04-jun.-20	1:48 AM	0.825	-0.755	91.071
173	04-jun.-20	2:18 AM	0.577	-0.508	94.972
174	04-jun.-20	2:48 AM	0.495	-0.976	91.898
175	04-jun.-20	3:18 AM	0.19	-0.867	95.204
176	04-jun.-20	3:48 AM	0.384	-0.696	95.016
177	11-jun.-20	2:18 PM	13.978	-0.485	36.151
178	11-jun.-20	2:48 PM	14.218	-0.475	35.627
179	11-jun.-20	3:18 PM	14.912	-1.476	31.724
180	11-jun.-20	4:18 PM	15.031	-0.069	34.832
181	12-jun.-20	2:18 AM	1.724	-0.088	89.36

182	12-jun.-20	3:48 AM	1.235	-0.06	93.298
183	12-jun.-20	6:18 AM	0.989	-0.059	95.279
184	12-jun.-20	6:48 AM	0.467	-0.429	96.533
185	12-jun.-20	1:48 PM	17.51	-0.377	29.21
186	12-jun.-20	2:48 PM	17.463	-1.596	26.873
187	12-jun.-20	3:18 PM	17.106	-0.551	29.574
188	12-jun.-20	3:48 PM	16.129	-0.732	31.011
189	12-jun.-20	4:18 PM	15.008	-1.346	31.831
190	12-jun.-20	4:48 PM	13.954	-0.82	35.342
191	13-jun.-20	5:18 AM	0.605	-0.318	96.307
192	16-jun.-20	1:18 PM	17.106	-1.638	27.38
193	16-jun.-20	1:48 PM	16.534	-1.88	27.868
194	16-jun.-20	2:18 PM	16.892	-1.525	27.963
195	17-jun.-20	2:48 AM	1.017	-0.661	90.327
196	17-jun.-20	3:18 AM	0.825	-0.391	93.922
197	17-jun.-20	3:48 AM	0.522	-0.885	92.397
198	17-jun.-20	4:18 AM	0.55	-0.712	93.555
199	17-jun.-20	4:48 AM	0.687	-0.619	93.201
200	17-jun.-20	5:18 AM	1.017	-0.338	92.823
201	17-jun.-20	5:48 AM	1.071	-0.579	90.54
202	17-jun.-20	6:18 AM	0.107	-1.205	93.143
203	17-jun.-20	6:48 AM	0.88	-0.414	93.301
204	18-jun.-20	2:18 AM	1.94	-0.205	86.94
205	18-jun.-20	2:48 AM	1.778	-0.043	89.298
206	18-jun.-20	3:18 AM	1.913	0.038	88.905
207	18-jun.-20	3:48 AM	1.507	-0.398	88.652
208	18-jun.-20	4:18 AM	1.126	-0.803	88.455
209	18-jun.-20	4:48 AM	0.907	-0.584	91.76
210	18-jun.-20	5:18 AM	1.126	-0.21	92.975
211	18-jun.-20	5:48 AM	1.044	-0.19	93.785
212	18-jun.-20	6:18 AM	1.534	0.402	94.601
213	18-jun.-20	6:48 AM	1.48	-0.029	91.639
214	18-jun.-20	2:48 PM	16.939	-0.421	30.156
215	18-jun.-20	4:18 PM	16.034	-1.904	28.691
216	18-jun.-20	4:48 PM	13.834	-3.103	30.188
217	18-jun.-20	5:18 PM	12.775	-3.357	31.697
218	18-jun.-20	5:48 PM	10.736	-3.659	35.379
219	18-jun.-20	6:18 PM	9.756	-3.365	38.586
220	18-jun.-20	6:48 PM	8.742	-3.147	41.987
221	18-jun.-20	7:18 PM	7.845	-2.473	46.969
222	18-jun.-20	7:48 PM	7.343	-2.572	48.275
223	18-jun.-20	8:18 PM	6.813	-2.28	51.222
224	18-jun.-20	8:48 PM	6.204	-1.738	55.743
225	18-jun.-20	9:18 PM	5.821	-1.632	57.767
226	18-jun.-20	9:48 PM	5.411	-1.672	59.331
227	18-jun.-20	10:18 PM	5.05	-1.72	60.688
228	18-jun.-20	10:48 PM	4.246	-1.793	64.038
229	18-jun.-20	11:18 PM	3.38	-1.922	67.647

230	18-jun.-20	11:48 PM	3.063	-2.032	68.699
231	19-jun.-20	12:18 AM	2.717	-1.786	71.933
232	19-jun.-20	12:48 AM	2.236	-2.011	73.331
233	19-jun.-20	1:18 AM	1.967	-2.313	73.086
234	19-jun.-20	1:48 AM	1.507	-2.557	74.287
235	19-jun.-20	2:18 AM	1.126	-2.599	76.294
236	19-jun.-20	2:48 AM	1.044	-2.613	76.702
237	19-jun.-20	3:18 AM	0.907	-2.15	80.542
238	19-jun.-20	3:48 AM	0.825	-2.242	80.471
239	19-jun.-20	4:18 AM	0.66	-2.157	82.121
240	19-jun.-20	4:48 AM	0.412	-2.118	84.07
241	19-jun.-20	5:18 AM	0.77	-1.451	86.297
242	19-jun.-20	5:48 AM	1.071	-0.748	89.269
243	19-jun.-20	6:18 AM	0.55	-1.148	90.157
244	19-jun.-20	6:48 AM	0.687	-0.983	90.366
245	19-jun.-20	7:18 AM	1.153	-0.488	90.611
246	19-jun.-20	1:18 PM	18.081	-1.042	26.92
247	19-jun.-20	1:48 PM	17.391	-0.793	28.568
248	19-jun.-20	2:18 PM	18.533	-0.833	26.586
249	19-jun.-20	2:48 PM	17.32	-1.829	26.661
250	19-jun.-20	3:18 PM	17.439	-1.322	27.439
251	19-jun.-20	3:48 PM	16.511	-3.443	24.96
252	19-jun.-20	4:18 PM	15.724	-2.709	27.604
253	19-jun.-20	4:48 PM	13.305	-2.374	32.916
254	19-jun.-20	5:18 PM	12.195	-1.741	37.03
255	19-jun.-20	5:48 PM	10.761	-0.294	45.276
256	19-jun.-20	9:48 PM	5.154	-0.496	66.21
257	19-jun.-20	10:18 PM	4.246	-1.585	65.085
258	19-jun.-20	10:48 PM	3.88	-1.362	68.076
259	19-jun.-20	11:18 PM	3.274	-1.564	70.15
260	19-jun.-20	11:48 PM	3.009	-1.769	70.428
261	20-jun.-20	12:18 AM	2.69	-1.564	73.37
262	20-jun.-20	12:48 AM	2.423	-2.033	72.146
263	20-jun.-20	1:18 AM	2.503	-2.354	69.889
264	20-jun.-20	1:48 AM	1.832	-3	69.896
265	20-jun.-20	2:18 AM	1.967	-2.604	71.4
266	20-jun.-20	2:48 AM	1.724	-3.02	70.368
267	20-jun.-20	3:18 AM	1.262	-2.679	74.988
268	20-jun.-20	3:48 AM	1.398	-1.934	78.817
269	20-jun.-20	4:18 AM	1.044	-2.075	80.155
270	20-jun.-20	4:48 AM	0.605	-2.27	81.72
271	20-jun.-20	5:18 AM	0.55	-1.934	84.41
272	20-jun.-20	5:48 AM	0.218	-2.419	83.306
273	20-jun.-20	6:18 AM	0.246	-2.193	84.694
274	20-jun.-20	6:48 AM	0.962	-0.361	93.078
275	21-jun.-20	2:18 AM	1.453	-0.353	89.391
276	21-jun.-20	2:48 AM	1.507	-0.24	89.83
277	21-jun.-20	3:18 AM	1.48	0.092	92.577

278	21-jun.-20	3:48 AM	0.989	-0.566	91.263
279	21-jun.-20	4:18 AM	0.825	-0.627	92.059
280	21-jun.-20	4:48 AM	0.439	-1.132	91.119
281	21-jun.-20	5:18 AM	0.024	-1.534	91.208
282	21-jun.-20	5:48 AM	-0.004	-1.458	92.012
283	21-jun.-20	6:18 AM	0.079	-1.203	93.379
284	21-jun.-20	6:48 AM	0.384	-0.87	93.608
285	21-jun.-20	1:48 PM	17.915	-3.159	23.409
286	21-jun.-20	2:18 PM	17.272	-6.658	18.951
287	21-jun.-20	2:48 PM	17.106	-5.235	21.188
288	21-jun.-20	3:18 PM	16.439	-6.456	20.196
289	21-jun.-20	3:48 PM	15.796	-6.028	21.646
290	21-jun.-20	4:18 PM	14.792	-6.4	22.39
291	21-jun.-20	4:48 PM	14.026	-6.007	24.147
292	21-jun.-20	5:18 PM	12.268	-5.478	28.023
293	21-jun.-20	5:48 PM	9.534	-4.568	35.802
294	21-jun.-20	6:18 PM	8.394	-2.212	46.121
295	21-jun.-20	6:48 PM	7.845	-0.642	53.914
296	22-jun.-20	12:48 AM	2.101	-0.314	85.039
297	22-jun.-20	1:18 AM	1.643	-0.246	88.787
298	22-jun.-20	1:48 AM	1.453	-0.226	90.34
299	22-jun.-20	2:18 AM	1.561	-0.3	91.239
300	22-jun.-20	2:48 AM	0.852	-0.704	91.252
301	22-jun.-20	3:18 AM	0.907	-0.823	89.925
302	22-jun.-20	3:48 AM	0.742	-0.525	93.509
303	22-jun.-20	4:18 AM	0.852	-0.602	92.042
304	22-jun.-20	4:48 AM	0.412	-1.09	91.655
305	22-jun.-20	5:18 AM	0.577	-0.487	95.142
306	22-jun.-20	5:48 AM	0.467	-0.776	93.703
307	22-jun.-20	6:18 AM	-0.032	-1.132	94.854
308	22-jun.-20	6:48 AM	0.797	-0.332	94.62
309	22-jun.-20	7:18 AM	0.962	-0.42	92.612
310	23-jun.-20	1:48 PM	18.2	-1.42	26.024
311	23-jun.-20	2:18 PM	18.271	-2.245	24.447
312	23-jun.-20	2:48 PM	17.677	-1.688	26.354
313	23-jun.-20	3:18 PM	16.773	-1.45	28.319
314	23-jun.-20	3:48 PM	15.342	-1.508	30.811
315	23-jun.-20	4:18 PM	14.385	-0.9	34.186
316	23-jun.-20	4:48 PM	13.209	-0.979	36.653
317	23-jun.-20	5:18 PM	12.001	-0.708	40.443
318	23-jun.-20	5:48 PM	10.369	-0.901	44.452
319	23-jun.-20	6:18 PM	9.089	-0.631	49.482
320	23-jun.-20	6:48 PM	7.945	-0.574	53.81
321	23-jun.-20	7:18 PM	6.965	-0.79	56.744
322	23-jun.-20	7:48 PM	6.026	-0.954	59.954
323	23-jun.-20	8:18 PM	5.308	-1.326	61.394
324	23-jun.-20	8:48 PM	5.024	-1.277	62.922
325	23-jun.-20	9:18 PM	4.428	-1.866	62.818

326	23-jun.-20	9:48 PM	3.749	-1.918	65.812
327	23-jun.-20	10:18 PM	3.433	-1.985	67.043
328	23-jun.-20	10:48 PM	3.485	-2.05	66.437
329	23-jun.-20	11:18 PM	3.274	-2.074	67.377
330	23-jun.-20	11:48 PM	3.195	-2.007	68.141
331	24-jun.-20	12:18 AM	2.53	-2.401	69.481
332	24-jun.-20	12:48 AM	2.744	-2.04	70.349
333	24-jun.-20	1:18 AM	1.832	-2.532	72.571
334	24-jun.-20	1:48 AM	1.67	-2.621	72.971
335	24-jun.-20	2:18 AM	1.371	-2.802	73.613
336	24-jun.-20	2:48 AM	0.715	-3.164	75.273
337	24-jun.-20	3:18 AM	0.467	-3.016	77.715
338	24-jun.-20	3:48 AM	0.439	-2.888	78.709
339	24-jun.-20	4:18 AM	0.962	-1.782	82.657
340	24-jun.-20	4:48 AM	-0.283	-3.176	81.489
341	24-jun.-20	5:18 AM	-0.367	-3.209	81.831
342	24-jun.-20	5:48 AM	-0.507	-2.904	84.919
343	24-jun.-20	6:18 AM	-0.423	-2.525	87.062
344	24-jun.-20	6:48 AM	-0.311	-2.428	86.964
345	24-jun.-20	7:18 AM	0.797	-1.374	86.658
346	24-jun.-20	11:48 AM	16.153	-0.562	31.342
347	24-jun.-20	12:18 PM	16.582	-0.853	29.895
348	24-jun.-20	12:48 PM	16.654	-2.044	27.344
349	24-jun.-20	1:18 PM	16.82	-3.225	24.882
350	24-jun.-20	1:48 PM	17.463	-1.737	26.605
351	24-jun.-20	2:18 PM	17.415	-6.841	18.549
352	24-jun.-20	2:48 PM	16.749	-6.352	19.977
353	24-jun.-20	3:18 PM	16.129	-6.772	20.109
354	24-jun.-20	3:48 PM	15.031	-8.841	18.481
355	24-jun.-20	4:18 PM	13.69	-8.799	20.095
356	24-jun.-20	4:48 PM	12.509	-6.818	25.003
357	24-jun.-20	5:18 PM	10.932	-6.202	28.929
358	24-jun.-20	5:48 PM	9.262	-5.887	33.025
359	24-jun.-20	6:18 PM	8.469	-5.286	36.425
360	24-jun.-20	6:48 PM	8.319	-6.248	34.216
361	24-jun.-20	7:18 PM	6.712	-6.22	38.228
362	24-jun.-20	7:48 PM	5.565	-5.671	43.159
363	24-jun.-20	8:18 PM	4.246	-5.853	46.715
364	24-jun.-20	8:48 PM	3.722	-5.375	50.339
365	24-jun.-20	9:18 PM	3.696	-5.123	51.436
366	24-jun.-20	9:48 PM	3.459	-4.853	53.443
367	24-jun.-20	10:18 PM	2.584	-5.005	56.323
368	24-jun.-20	10:48 PM	2.37	-5.045	57.044
369	24-jun.-20	11:18 PM	2.557	-3.391	64.105
370	24-jun.-20	11:48 PM	1.859	-3.761	65.635
371	25-jun.-20	12:18 AM	1.615	-3.729	67.038
372	25-jun.-20	12:48 AM	0.962	-3.913	69.479
373	25-jun.-20	1:18 AM	0.825	-3.4	73.203

374	25-jun.-20	1:48 AM	0.88	-3.025	75.148
375	25-jun.-20	2:18 AM	0.079	-3.992	73.99
376	25-jun.-20	2:48 AM	-0.088	-3.353	79.037
377	25-jun.-20	3:18 AM	-0.563	-3.815	79.061
378	25-jun.-20	3:48 AM	-0.958	-4.322	78.267
379	25-jun.-20	4:18 AM	-1.157	-3.745	83.491
380	25-jun.-20	4:48 AM	-1.27	-4.382	79.89
381	25-jun.-20	5:18 AM	-1.299	-4.406	79.91
382	25-jun.-20	5:48 AM	-2.044	-5.17	79.688
383	25-jun.-20	6:18 AM	-1.986	-5.235	78.872
384	25-jun.-20	6:48 AM	-1.9	-5.116	79.099
385	25-jun.-20	7:18 AM	-1.27	-4.718	77.675
386	25-jun.-20	7:48 AM	5.488	-0.264	65.762
387	25-jun.-20	10:48 AM	16.272	-0.09	32.174
388	25-jun.-20	11:18 AM	16.487	-0.831	30.118
389	25-jun.-20	11:48 AM	17.772	-1.075	27.365
390	25-jun.-20	12:18 PM	16.368	-2.822	26.322
391	25-jun.-20	12:48 PM	17.772	-4.631	21.264
392	25-jun.-20	1:18 PM	19.056	-4.231	20.287
393	25-jun.-20	1:48 PM	18.129	-4.801	20.572
394	25-jun.-20	2:18 PM	18.366	-3.007	23.034
395	25-jun.-20	2:48 PM	17.796	-3.223	23.469
396	25-jun.-20	3:18 PM	16.249	-3.398	25.444
397	25-jun.-20	3:48 PM	15.7	-2.302	28.465
398	25-jun.-20	4:18 PM	14.505	-0.976	33.743
399	25-jun.-20	4:48 PM	12.871	-0.476	38.856
400	25-jun.-20	5:18 PM	11.419	-0.683	42.11
401	25-jun.-20	5:48 PM	9.928	-0.976	45.544
402	25-jun.-20	6:18 PM	8.767	-0.481	51.165
403	25-jun.-20	6:48 PM	8.07	-0.372	54.157
404	25-jun.-20	7:18 PM	6.687	-0.439	59.452
405	25-jun.-20	7:48 PM	6.077	-0.173	63.42
406	25-jun.-20	8:18 PM	5.179	-0.609	65.508
407	25-jun.-20	8:48 PM	4.48	-0.618	68.97
408	25-jun.-20	9:18 PM	4.22	0.02	73.956
409	25-jun.-20	9:48 PM	3.538	-0.867	72.644
410	25-jun.-20	10:18 PM	2.85	-0.751	77.332
411	25-jun.-20	10:48 PM	2.45	-0.902	78.839
412	25-jun.-20	11:18 PM	2.209	-0.869	80.576
413	25-jun.-20	11:48 PM	1.94	-0.402	85.538
414	25-jun.-20	12:48 AM	1.832	-0.516	85.486
415	25-jun.-20	1:18 AM	1.453	-0.665	87.099
416	25-jun.-20	1:48 AM	1.398	-0.565	88.222
417	25-jun.-20	2:18 AM	1.317	-0.8	87.09
418	25-jun.-20	2:48 AM	1.994	-0.041	87.74
419	25-jun.-20	3:18 AM	1.208	-0.661	88.903
420	25-jun.-20	3:48 AM	0.825	-0.764	90.997
421	25-jun.-20	4:18 AM	0.577	-1.159	89.866

422	25-jun.-20	4:48 AM	0.495	-0.92	92.341
423	25-jun.-20	5:18 AM	0.742	-0.794	91.396
424	25-jun.-20	5:48 AM	1.643	-0.131	89.64
425	25-jun.-20	6:48 AM	1.67	-0.232	88.693
426	25-jun.-20	2:18 PM	17.486	-1.539	26.942
427	25-jun.-20	2:48 PM	17.867	-1.024	27.305
428	25-jun.-20	3:18 PM	17.463	-1.079	27.875
429	25-jun.-20	3:48 PM	15.199	-0.582	33.221
430	25-jun.-20	4:18 PM	15.008	-0.039	34.96
431	25-jun.-20	4:48 PM	13.954	-3.282	29.575
432	25-jun.-20	5:18 PM	11.929	-3.188	33.888
433	25-jun.-20	5:48 PM	10.075	-3.067	38.62
434	25-jun.-20	6:18 PM	8.519	-2.779	43.824
435	25-jun.-20	6:48 PM	7.393	-1.869	50.732
436	25-jun.-20	7:18 PM	6.23	-1.453	56.865
437	25-jun.-20	7:48 PM	5.668	-1.535	58.85
438	25-jun.-20	8:18 PM	5.05	-1.423	62.096
439	25-jun.-20	8:48 PM	4.662	-1.034	65.866
440	25-jun.-20	9:18 PM	4.532	-0.891	67.248
441	25-jun.-20	9:48 PM	4.376	0.055	73.279
442	25-jun.-20	10:18 PM	3.67	-0.759	72.534
443	25-jun.-20	10:48 PM	3.089	-1.196	73.262
444	25-jun.-20	11:18 PM	2.717	-1.192	75.429
445	25-jun.-20	11:48 PM	2.477	-1.116	77.331
446	27-jun.-20	12:18 AM	1.832	-1.78	77.112
447	27-jun.-20	12:48 AM	1.832	-1.532	78.676
448	27-jun.-20	1:18 AM	1.832	-1.184	80.935
449	27-jun.-20	1:48 AM	1.534	-1.743	79.19
450	27-jun.-20	2:18 AM	1.235	-1.603	82.048
451	27-jun.-20	2:48 AM	1.18	-1.744	81.464
452	27-jun.-20	3:18 AM	0.715	-1.961	83.089
453	27-jun.-20	3:48 AM	0.577	-1.837	84.902
454	27-jun.-20	4:18 AM	0.605	-1.944	83.962
455	27-jun.-20	4:48 AM	0.19	-2.271	84.528
456	27-jun.-20	5:18 AM	0.577	-1.516	87.21
457	27-jun.-20	5:48 AM	0.632	-1.356	87.979
458	27-jun.-20	6:18 AM	0.412	-1.16	91.112
459	27-jun.-20	6:48 AM	0.852	-0.876	89.936
460	27-jun.-20	7:18 AM	0.742	-1.095	89.11
461	27-jun.-20	12:18 PM	17.51	-0.868	28.212
462	27-jun.-20	1:48 PM	20.246	-1.228	23.365
463	27-jun.-20	2:18 PM	16.511	-3.425	24.994
464	27-jun.-20	2:48 PM	15.676	-3.161	26.803
465	27-jun.-20	3:18 PM	16.654	-3.001	25.54
466	27-jun.-20	3:48 PM	16.654	-4.19	23.458
467	27-jun.-20	4:18 PM	15.342	-7.456	20.061
468	27-jun.-20	4:48 PM	13.978	-6.012	24.21
469	27-jun.-20	5:18 PM	12.485	-4.477	29.746

470	27-jun.-20	5:48 PM	10.785	-5.258	31.325
471	27-jun.-20	6:18 PM	9.262	-5.796	33.25
472	27-jun.-20	6:48 PM	7.192	-4.837	41.092
473	27-jun.-20	7:18 PM	6.788	-5.53	40.081
474	27-jun.-20	7:48 PM	5.514	-5.418	44.166
475	27-jun.-20	8:18 PM	5.257	-6.948	39.972
476	27-jun.-20	8:48 PM	4.584	-3.254	55.758
477	27-jun.-20	9:18 PM	4.115	-2.993	58.887
478	27-jun.-20	9:48 PM	3.617	-2.147	65.282
479	27-jun.-20	10:18 PM	3.142	-1.912	68.936
480	27-jun.-20	10:48 PM	2.797	-1.165	75.123
481	27-jun.-20	11:18 PM	2.637	-0.734	78.748
482	27-jun.-20	11:48 PM	2.61	-0.624	79.614
483	28-jun.-20	12:18 AM	2.637	-0.053	83.205
484	28-jun.-20	12:48 AM	1.724	-1.47	79.758
485	28-jun.-20	1:18 AM	1.425	-1.541	81.208
486	28-jun.-20	1:48 AM	1.099	-1.33	84.849
487	28-jun.-20	2:18 AM	0.852	-1.699	83.97
488	28-jun.-20	2:48 AM	0.907	-0.879	89.502
489	28-jun.-20	3:18 AM	0.715	-1.09	89.353
490	28-jun.-20	3:48 AM	0.495	-1.396	88.697
491	28-jun.-20	4:18 AM	0.163	-1.804	88.112
492	28-jun.-20	4:48 AM	0.135	-1.34	91.852
493	28-jun.-20	5:18 AM	-0.032	-1.713	90.254
494	28-jun.-20	5:48 AM	0.051	-1.317	92.688
495	28-jun.-20	6:18 AM	-0.171	-1.885	89.995
496	28-jun.-20	6:48 AM	-0.283	-1.742	91.963
497	28-jun.-20	7:18 AM	1.425	-0.202	90.731
498	28-jun.-20	12:48 PM	16.749	-0.969	29.346
499	28-jun.-20	1:18 PM	17.106	-1.915	26.846
500	28-jun.-20	1:48 PM	17.677	-2.35	25.146
501	28-jun.-20	2:18 PM	17.558	-2.306	25.406
502	28-jun.-20	2:48 PM	15.772	-1.98	29
503	28-jun.-20	3:18 PM	15.008	-1.783	30.847
504	28-jun.-20	3:48 PM	15.366	-2.268	29.132
505	28-jun.-20	4:18 PM	13.906	-5.058	26.069
506	28-jun.-20	4:48 PM	12.461	-5.287	28.071
507	28-jun.-20	5:18 PM	11.053	-5.097	31.154
508	28-jun.-20	5:48 PM	9.657	-5.052	34.249
509	28-jun.-20	6:18 PM	8.643	-5.287	35.999
510	28-jun.-20	6:48 PM	7.594	-5.428	38.228
511	28-jun.-20	7:18 PM	5.385	-5.432	44.517
512	28-jun.-20	7:48 PM	4.428	-5.488	47.434
513	28-jun.-20	8:18 PM	3.854	-5.628	48.892
514	28-jun.-20	8:48 PM	3.801	-3.87	56.28
515	28-jun.-20	9:18 PM	3.221	-5.677	50.983
516	28-jun.-20	9:48 PM	2.584	-6.109	51.633
517	28-jun.-20	10:18 PM	1.886	-6.834	51.326

518	28-jun.-20	10:48 PM	2.021	-5.912	54.664
519	28-jun.-20	11:18 PM	1.724	-5.586	57.346
520	28-jun.-20	11:48 PM	0.934	-5.1	63.282
521	29-jun.-20	12:18 AM	0.687	-4.133	69.727
522	29-jun.-20	12:48 AM	0.522	-4.709	67.414
523	29-jun.-20	1:18 AM	0.439	-3.338	75.854
524	29-jun.-20	1:48 AM	-0.06	-4.04	74.522
525	29-jun.-20	2:18 AM	-0.676	-4.069	78.12
526	29-jun.-20	2:48 AM	0.19	-4.964	67.765
527	29-jun.-20	3:18 AM	-0.255	-5.578	66.743
528	29-jun.-20	3:48 AM	-1.47	-5.955	71.227
529	29-jun.-20	4:18 AM	-1.613	-5.389	75.521
530	29-jun.-20	4:48 AM	-1.871	-5.603	75.756
531	29-jun.-20	5:18 AM	-2.16	-6.147	74.107
532	29-jun.-20	5:48 AM	-2.16	-5.317	79.455
533	29-jun.-20	6:18 AM	-2.859	-6.079	78.935
534	29-jun.-20	6:48 AM	-2.566	-5.573	80.421
535	29-jun.-20	7:18 AM	-1.015	-3.623	83.372
536	29-jun.-20	7:48 AM	4.532	-0.316	70.34
537	29-jun.-20	9:48 AM	10.149	-1.139	44.332
538	29-jun.-20	10:18 AM	12.122	-0.456	40.868
539	29-jun.-20	10:48 AM	13.425	-2.608	32.114
540	29-jun.-20	11:18 AM	13.834	-2.705	31.073
541	29-jun.-20	11:48 AM	16.654	-2.478	26.51
542	29-jun.-20	12:18 PM	16.082	-7.585	19.018
543	29-jun.-20	12:48 PM	17.415	-3.478	23.578

Tabla 40*Lectura de hobo data logger en días con heladas de la segunda campaña agrícola**2020-2021*

N°	Fecha	Hora	Temp °C	Pt rocío °C	HR %
1	07-ene-21	8:14 PM	6.636	-0.310	60.258
2	07-ene-21	8:44 PM	5.975	-0.885	60.496
3	07-ene-21	9:14 PM	5.591	-1.256	60.461
4	07-ene-21	9:44 PM	5.154	-1.612	60.734
5	07-ene-21	10:14 PM	4.895	-1.829	60.863
6	07-ene-21	10:44 PM	4.636	-2.109	60.705
7	07-ene-21	11:14 PM	4.402	-2.254	61.068
8	07-ene-21	11:44 PM	4.115	-2.506	61.163
9	08-ene-21	12:14 AM	3.958	-2.630	61.28
10	08-ene-21	12:44 AM	3.854	-2.668	61.577
11	08-ene-21	1:14 AM	3.775	-2.734	61.62
12	08-ene-21	1:44 AM	3.749	-2.700	61.902
13	08-ene-21	2:14 AM	4.141	-2.266	62.198
14	08-ene-21	2:44 AM	3.906	-2.504	62.129
15	08-ene-21	3:14 AM	4.558	-1.778	62.641
16	08-ene-21	3:44 AM	4.194	-2.268	61.949
17	08-ene-21	4:14 AM	4.194	-2.144	62.549
18	08-ene-21	4:44 AM	4.688	-1.650	62.663
19	08-ene-21	5:14 AM	4.921	-1.414	62.732
20	08-ene-21	5:44 AM	5.308	-0.985	63.028
21	08-ene-21	6:14 AM	5.872	-0.564	62.467
22	08-ene-21	6:44 AM	5.539	-0.875	62.496
23	08-ene-21	10:14 PM	5.719	-0.13	65.322
24	09-ene-21	3:14 AM	5.488	-0.109	66.553
25	09-ene-21	3:44 AM	5.488	-0.06	66.807
26	09-ene-21	4:14 AM	5.282	-0.324	66.459
27	09-ene-21	4:44 AM	4.506	-0.998	66.822
28	09-ene-21	5:14 AM	5.076	-0.329	67.462
29	09-ene-21	8:14 PM	5.128	-0.097	68.424
30	09-ene-21	8:44 PM	4.844	-0.312	68.733
31	12-ene-21	4:14 AM	4.454	-0.078	72.089
32	12-ene-21	4:44 AM	4.011	-0.503	72.11
33	16-ene-21	5:14 AM	3.433	-0.004	78.445
34	16-ene-21	5:44 AM	3.433	-0.017	78.366
35	23-abr-21	5:44:03 AM	2.45	-0.044	84.531
36	23-abr-21	6:14:03 AM	2.477	-0.005	84.615
37	25-abr-21	2:44:03 AM	2.584	-0.001	83.918
38	25-abr-21	3:14:03 AM	2.37	-0.223	83.841
39	25-abr-21	3:44:03 AM	2.316	-0.27	83.88
40	25-abr-21	4:14:03 AM	2.236	-0.356	83.835
41	25-abr-21	4:44:03 AM	2.155	-0.434	83.842
42	25-abr-21	5:14:03 AM	1.967	-0.638	83.72
43	25-abr-21	5:44:03 AM	1.886	-0.705	83.804
44	25-abr-21	6:14:03 AM	1.859	-0.71	83.952
45	25-abr-21	6:44:03 AM	2.423	-0.052	84.654

Tabla 41*Daño por heladas primera campaña agrícola 2020*

Progenies	Grado de daño
(cb adg 21 x cmm fus) -1	4
(cb adg 21 x cmm fus) -2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -3	5
(cb adg 21 x cmm fus) -4	5
(cb adg 21 x cmm fus) -5	5
(cb adg 21 x cmm fus) -6	4
(cb adg 21 x cmm fus) -7	3
(cb adg 21 x cmm fus) -8	4
(cb adg 21 x cmm fus) -9	4
(cb adg 21 x cmm fus) -10	3
(cb adg 41 x cmm fus) -1	4
(cb adg 41 x cmm fus) -2	5
(cb adg 41 x cmm fus) -3	4
(cb adg 41 x cmm fus) -4	3
(cb adg 41 x cmm fus) -5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -6	3
(cb adg 41 x cmm fus) -7	4
(cb adg 41 x cmm fus) -8	2
(cb adg 41 x cmm fus) -9	3
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3
(cb adg 13 x cmm fus) -1	3
(cb adg 13 x cmm fus) -2	5
(cb adg 13 x cmm fus) -3	3
(cb adg 13 x cmm fus) -4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -6	3
(cb adg 13 x cmm fus) -7	4
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3
(cb adg 13 x cmm fus) -9	3
(cb adg 13 x cmm fus) -10	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	4
(cb adg 16 x cmm fus) -1	5
(cb adg 16 x cmm fus) -2	6
(cb adg 16 x cmm fus) -3	4
(cb adg 16 x cmm fus) -4	5
(cb adg 16 x cmm fus) -5	6
(cb adg 16 x cmm fus) -6	5
(cb adg 16 x cmm fus) -7	4
(cb adg 16 x cmm fus) -8	6
(cb adg 16 x cmm fus) -9	5

(cb adg 16 x cmm fus) -10	4
(cb adg 18 x cmm fus) -1	5
(cb adg 18 x cmm fus) -2	4
(cb adg 18 x cmm fus) -3	6
(cb adg 18 x cmm fus) -4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -5	5
(cb adg 18 x cmm fus) -6	4
(cb adg 18 x cmm fus) -7	6
(cb adg 18 x cmm fus) -8	5
(cb adg 18 x cmm fus) -9	4
(cb adg 18 x cmm fus) -10	5
(Superior Haploid + cmm fus) -1	6
(Superior Haploid + cmm fus) -2	6
(Superior Haploid + cmm fus) -3	6
(Superior Haploid + cmm fus) -4	5
(Superior Haploid + cmm fus) -5	6
(Superior Haploid + cmm fus) -6	5
(Superior Haploid + cmm fus) -7	5
(Superior Haploid + cmm fus) -8	5
(Superior Haploid + cmm fus) -9	6
(Superior Haploid + cmm fus) -10	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	6

Tabla 42

Potencial de recuperación primera campaña agrícola 2020

Progenies	1 era Semana	2 era Semana	3 era Semana	Potencial de recuperación
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -2	2	1	1	1
(cb adg 21 x cmm fus) -3	4	2	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3	1	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4	3	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -6	4	3	2	3
(cb adg 21 x cmm fus) -7	2	1	1	1
(cb adg 21 x cmm fus) -8	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 21 x cmm fus) -10	2	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -1	3	1	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -2	4	3	2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -3	3	2	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -4	2	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -5	3	2	2	2
(cb adg 41 x cmm fus) -6	4	3	2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3	2	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -8	1	1	1	1
(cb adg 41 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3	2	2	2
(cb adg 13 x cmm fus) -1	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4	3	2	3
(cb adg 13 x cmm fus) -3	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -4	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -5	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -7	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3	2	1	2
(cb adg 13 x cmm fus) -9	2	1	1	1
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	4	3	2	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	4	3	1	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	3	1	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	2	1	1	1
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	3	2	1	2
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	2	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -2	1	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -3	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -4	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -5	1	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 16 x cmm fus) -7	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -8	1	1	1	1

(cb adg 16 x cmm fus) -9	3	2	1	2
(cb adg 16 x cmm fus) -10	3	2	1	2
(cb adg 18 x cmm fus) -1	3	2	1	2
(cb adg 18 x cmm fus) -2	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -3	1	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -4	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -5	3	2	2	2
(cb adg 18 x cmm fus) -6	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -7	1	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -8	3	2	2	2
(cb adg 18 x cmm fus) -9	2	1	1	1
(cb adg 18 x cmm fus) -10	3	2	1	2
(Superior Haploid + cmm fus) -1	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -2	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -3	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -4	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -5	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -6	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -7	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -8	2	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -9	1	1	1	1
(Superior Haploid + cmm fus) -10	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	2	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	3	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	2	2	1	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	2	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	1	1	1	1

Tabla 43*Daño por heladas segunda campaña agrícola 2020-2021*

GENOTIPOS	GRADO DE DAÑO
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3
(cb adg 21 x cmm fus) -2	4
(cb adg 21 x cmm fus) -3	4
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -6	2
(cb adg 21 x cmm fus) -7	3
(cb adg 21 x cmm fus) -8	4
(cb adg 21 x cmm fus) -9	4
(cb adg 21 x cmm fus) -10	3
(cb adg 41 x cmm fus) -1	4
(cb adg 41 x cmm fus) -2	3
(cb adg 41 x cmm fus) -3	4
(cb adg 41 x cmm fus) -4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -6	3
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3
(cb adg 41 x cmm fus) -8	2
(cb adg 41 x cmm fus) -9	4
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3
(cb adg 13 x cmm fus) -1	3
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4
(cb adg 13 x cmm fus) -3	3
(cb adg 13 x cmm fus) -4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -6	3
(cb adg 13 x cmm fus) -7	4
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3
(cb adg 13 x cmm fus) -9	3
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	4
(cb adg 16 x cmm fus) -1	5
(cb adg 16 x cmm fus) -2	5
(cb adg 16 x cmm fus) -3	4
(cb adg 16 x cmm fus) -4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -5	6
(cb adg 16 x cmm fus) -6	5
(cb adg 16 x cmm fus) -7	4
(cb adg 16 x cmm fus) -8	4
(cb adg 16 x cmm fus) -9	3

(cb adg 16 x cmm fus) -10	4
(cb adg 18 x cmm fus) -1	5
(cb adg 18 x cmm fus) -2	4
(cb adg 18 x cmm fus) -3	6
(cb adg 18 x cmm fus) -4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -5	5
(cb adg 18 x cmm fus) -6	4
(cb adg 18 x cmm fus) -7	6
(cb adg 18 x cmm fus) -8	5
(cb adg 18 x cmm fus) -9	4
(cb adg 18 x cmm fus) -10	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	4
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	6
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	5
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	4

Tabla 44

Potencial de recuperación segunda campaña agrícola 2020-2021

Progenies	1 era Semana	2 era Semana	3 era Semana	Promedio
(cb adg 21 x cmm fus) -1	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -2	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -3	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -4	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -5	4	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -6	4	4	4	4
(cb adg 21 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 21 x cmm fus) -8	2	3	4	3
(cb adg 21 x cmm fus) -9	3	4	4	4
(cb adg 21 x cmm fus) -10	4	5	5	5
(cb adg 41 x cmm fus) -1	3	4	5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -2	4	4	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -3	3	4	5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 41 x cmm fus) -5	4	3	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -6	4	3	4	4
(cb adg 41 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 41 x cmm fus) -8	2	3	4	3
(cb adg 41 x cmm fus) -9	4	5	5	5
(cb adg 41 x cmm fus) -10	3	4	5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -1	3	4	5	4
(cb adg 13 x cmm fus) -2	4	5	5	5
(cb adg 13 x cmm fus) -3	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 13 x cmm fus) -5	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -6	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -7	2	3	4	3
(cb adg 13 x cmm fus) -8	3	4	4	4
(cb adg 13 x cmm fus) -9	4	5	5	5
(cb adg 13 x cmm fus) -10	4	4	5	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-1	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-2	2	3	3	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-3	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-4	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-5	3	4	4	4
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-6	4	5	5	5
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-7	2	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-8	3	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-9	2	3	4	3
Puno II gen (Puno 3 way bulk)-10	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -1	3	4	4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -2	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -3	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -4	3	4	4	4
(cb adg 16 x cmm fus) -5	2	3	3	3
(cb adg 16 x cmm fus) -6	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -7	3	4	5	4
(cb adg 16 x cmm fus) -8	2	3	4	3

(cb adg 16 x cmm fus) -9	2	3	4	3
(cb adg 16 x cmm fus) -10	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -1	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -2	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -3	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -4	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -5	3	4	5	4
(cb adg 18 x cmm fus) -6	3	4	4	4
(cb adg 18 x cmm fus) -7	2	3	4	3
(cb adg 18 x cmm fus) -8	3	3	3	3
(cb adg 18 x cmm fus) -9	2	4	5	4
(cb adg 18 x cmm fus) -10	2	3	3	3
Puno III gen (Puno Cold Breed)-1	2	2	2	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-2	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-3	2	3	3	3
Puno III gen (Puno Cold Breed)-4	1	2	3	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-5	2	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-6	1	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-7	2	1	1	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-8	1	1	2	1
Puno III gen (Puno Cold Breed)-9	1	3	3	2
Puno III gen (Puno Cold Breed)-10	1	3	3	2

**Gráficos diarios de lectura de temperatura diaria con incidencia de heladas
diarias de la primera campaña agrícola 2020**

Figura 108

Incidencia de heladas fecha 19 de mayo del 2020

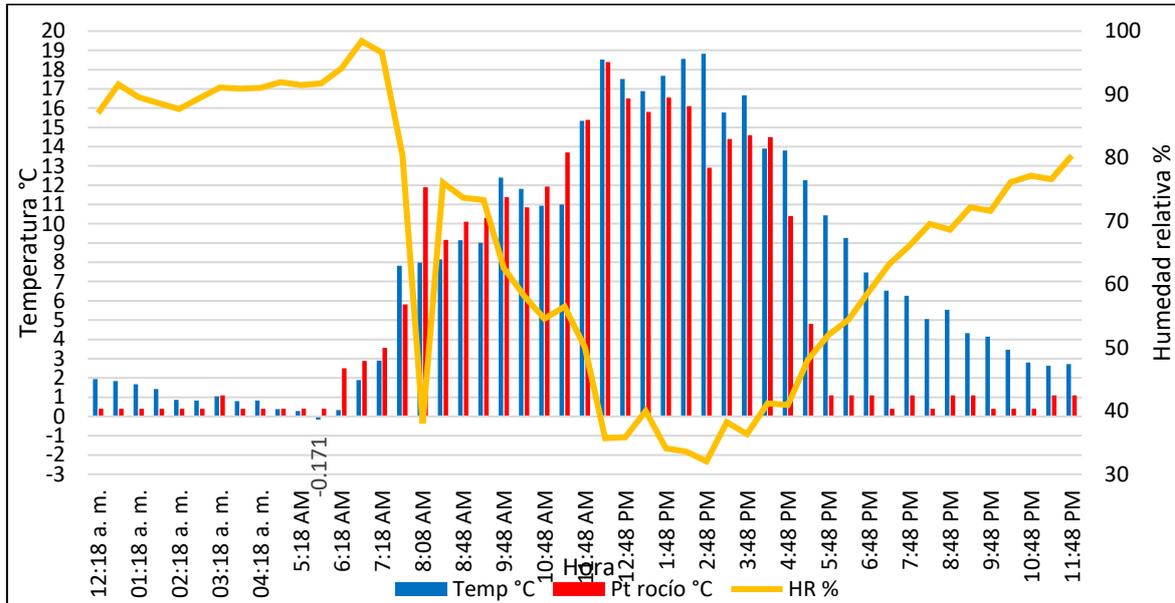


Figura 109

Incidencia de heladas fecha 25 de mayo del 2020

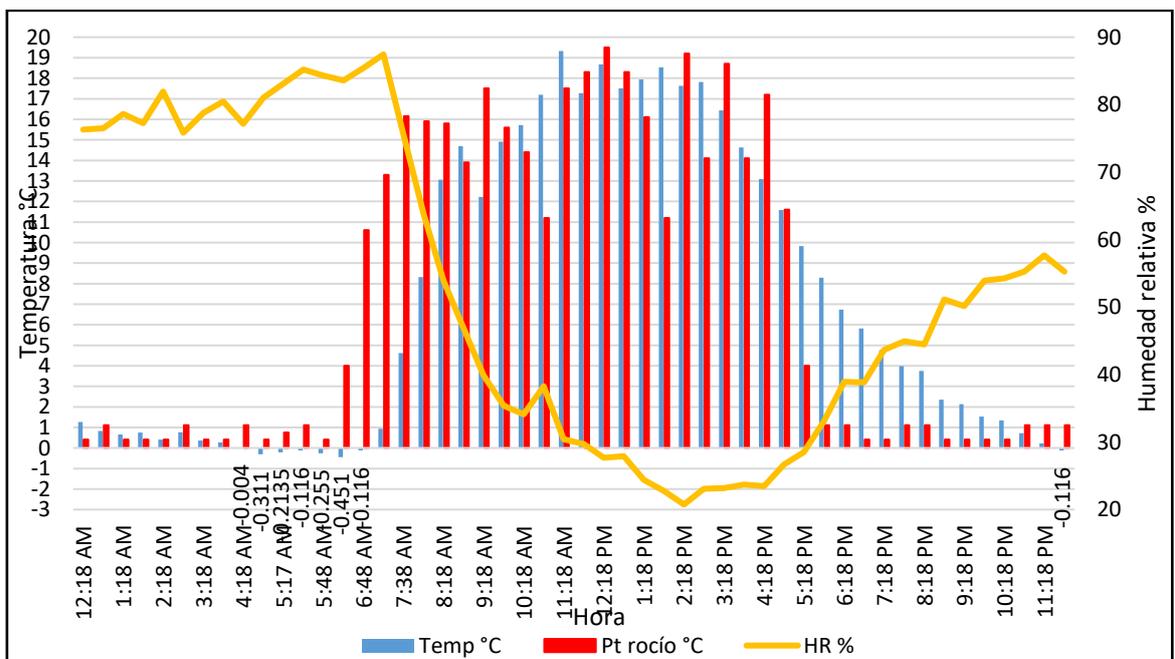


Figura 110

Incidencia de heladas fecha 26 de mayo del 2020

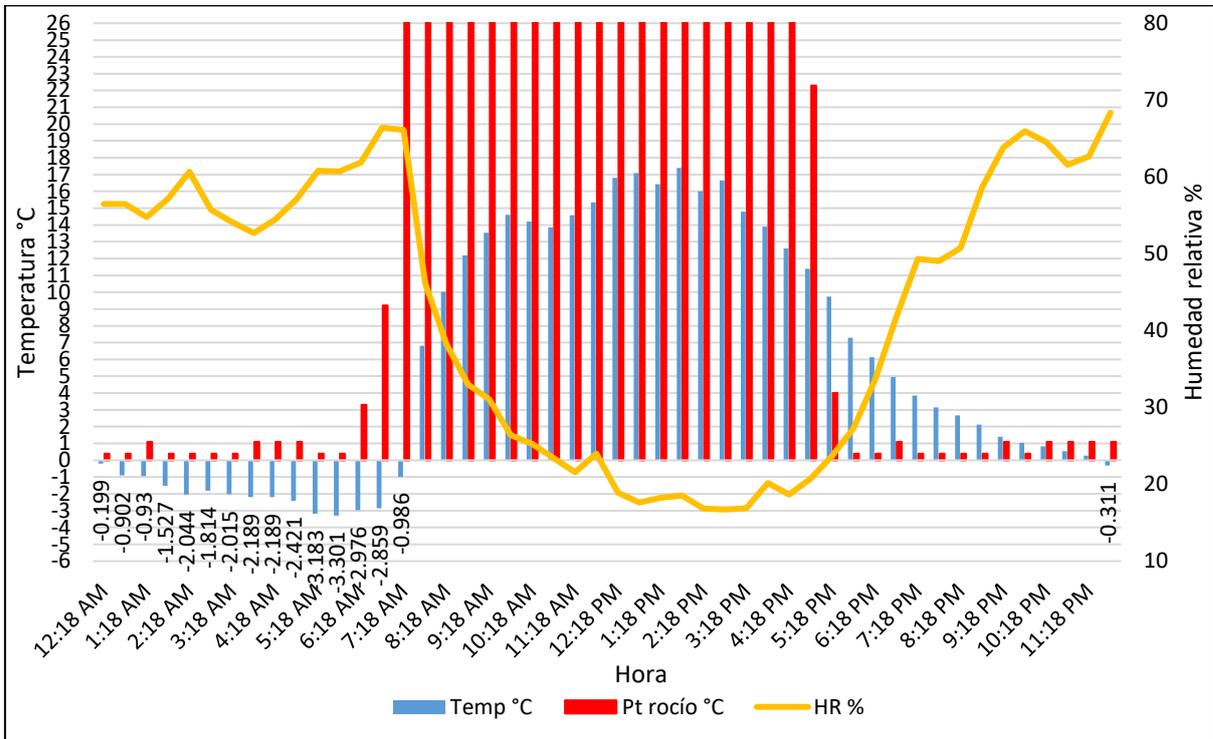


Figura 111

Incidencia de heladas fecha 27 de mayo del 2020

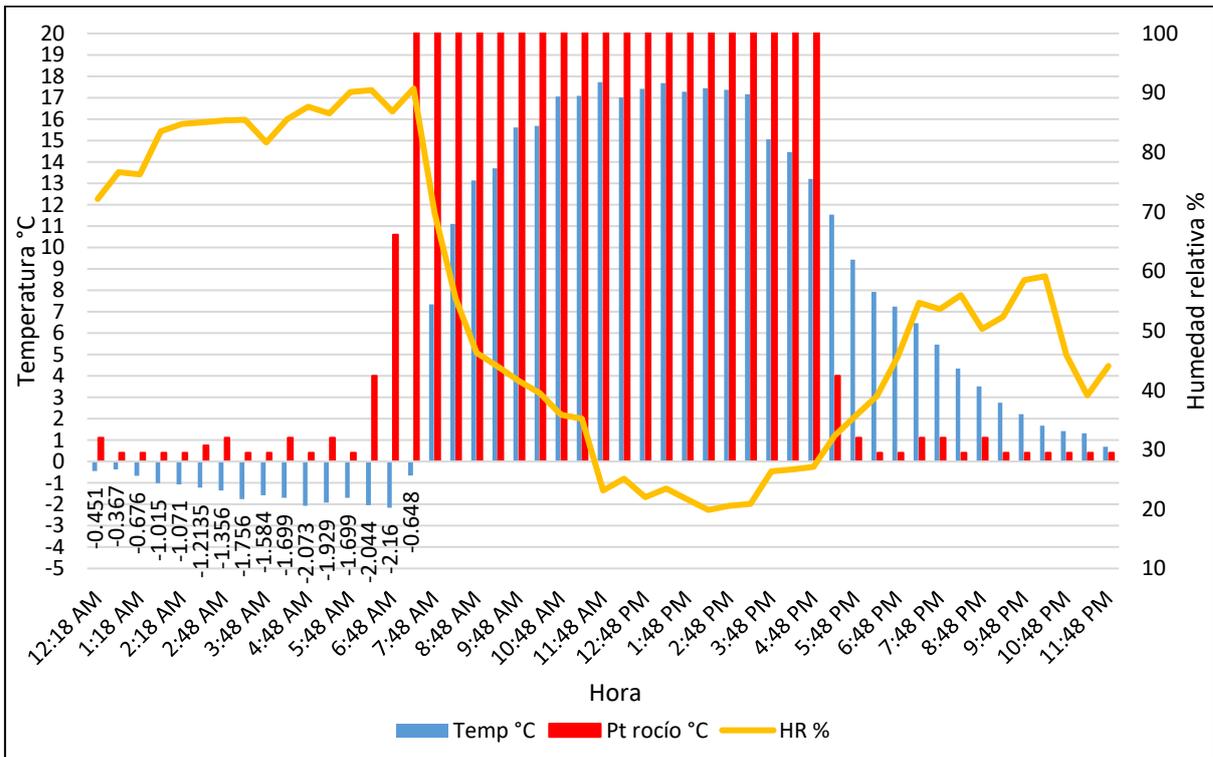


Figura 112

Incidencia de heladas fecha 28 de mayo del 2020

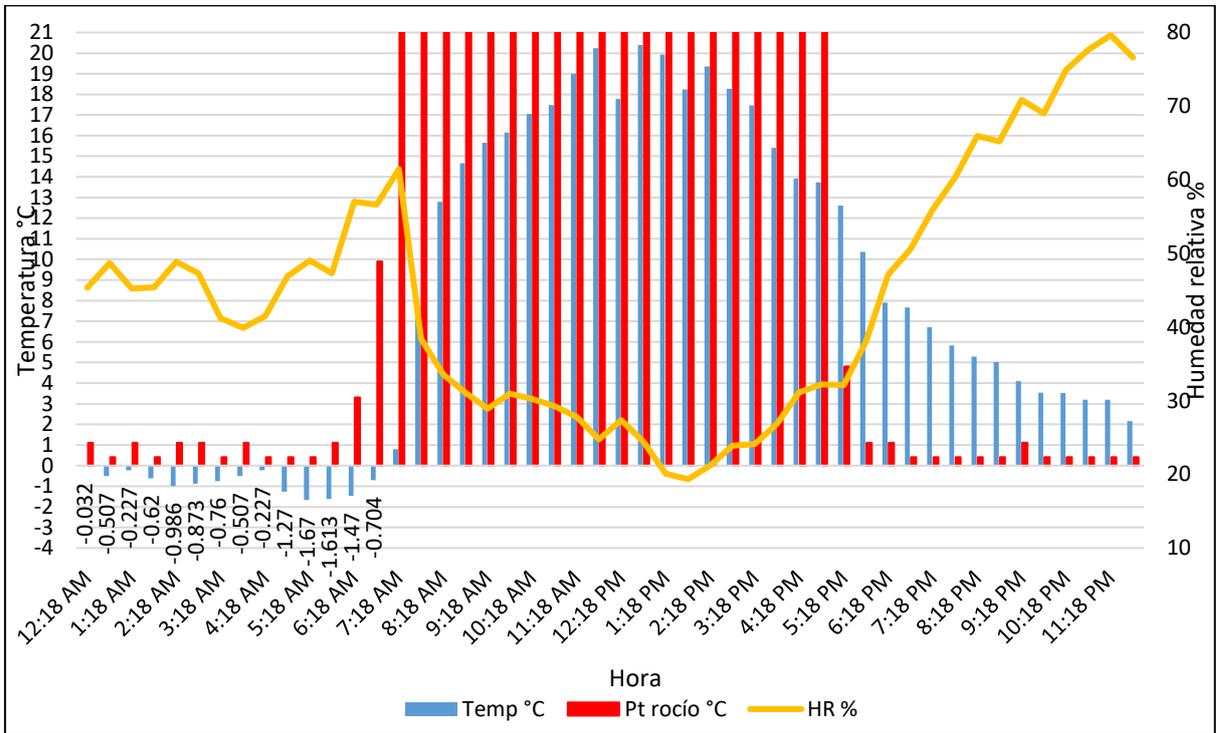


Figura 113

Incidencia de heladas fecha 29 de mayo del 2020

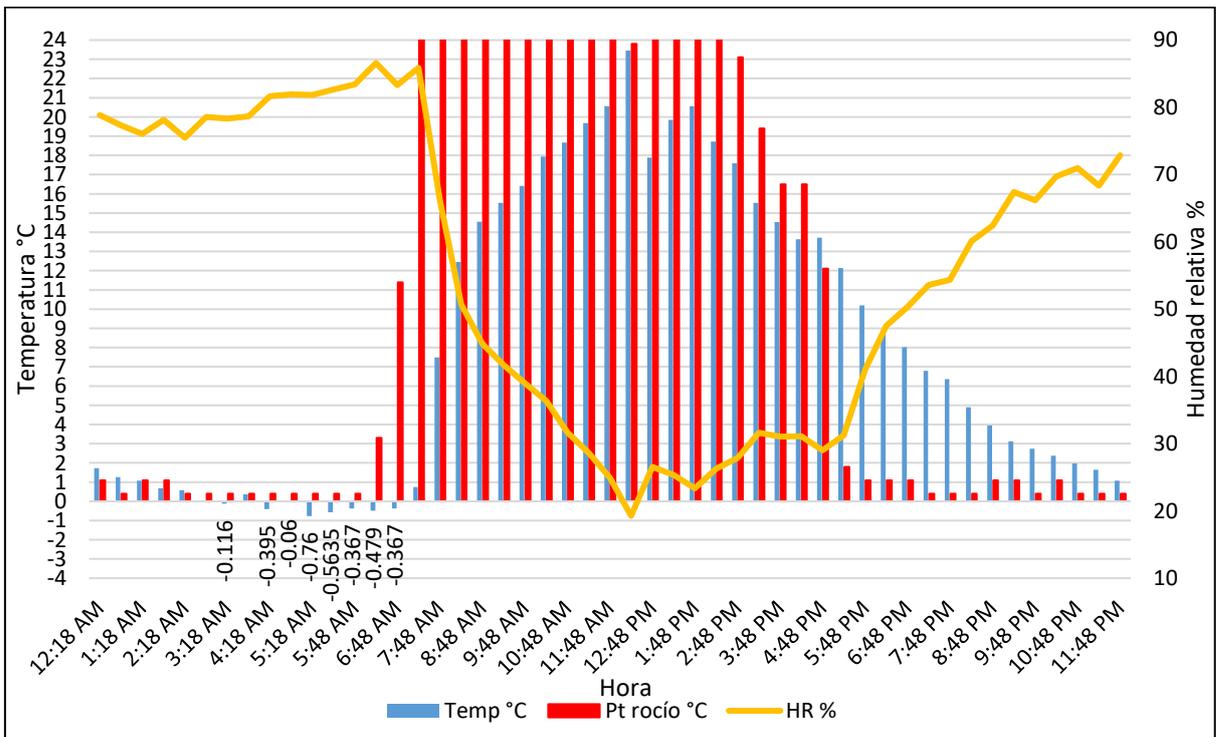


Figura 114

Incidencia de heladas fecha 30 de mayo del 2020

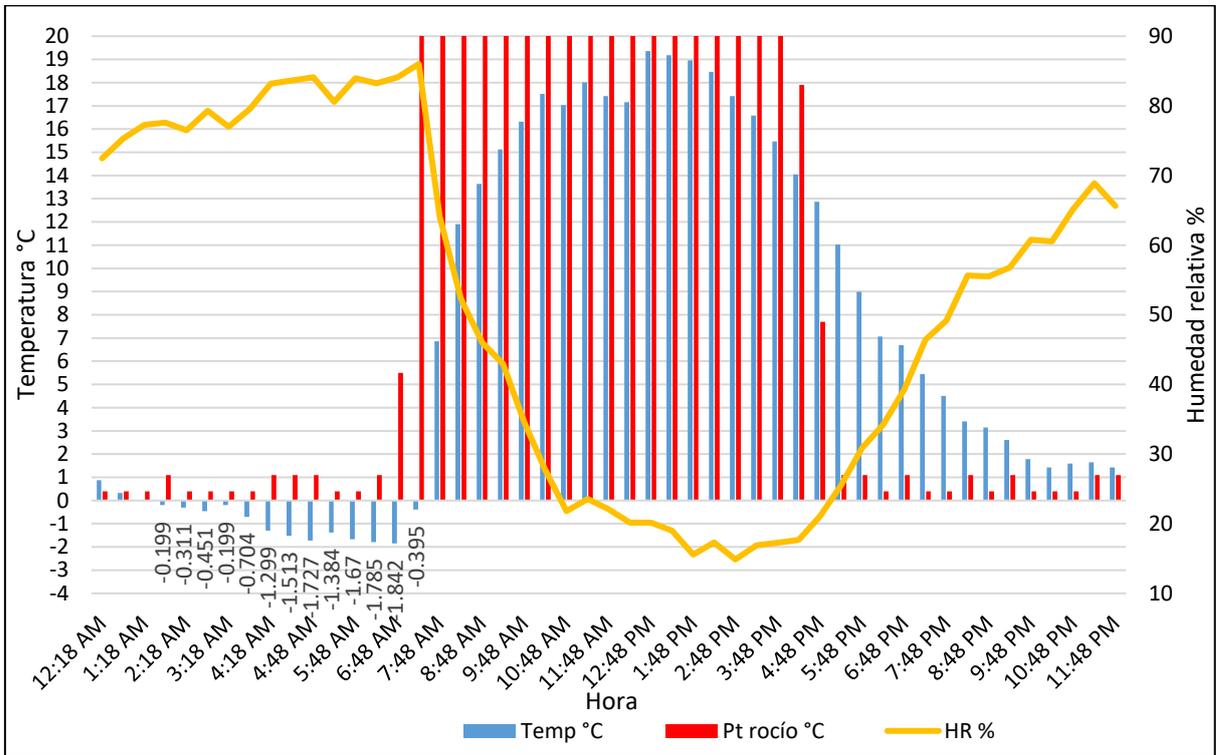


Figura 115

Incidencia de heladas fecha 31 de mayo del 2020

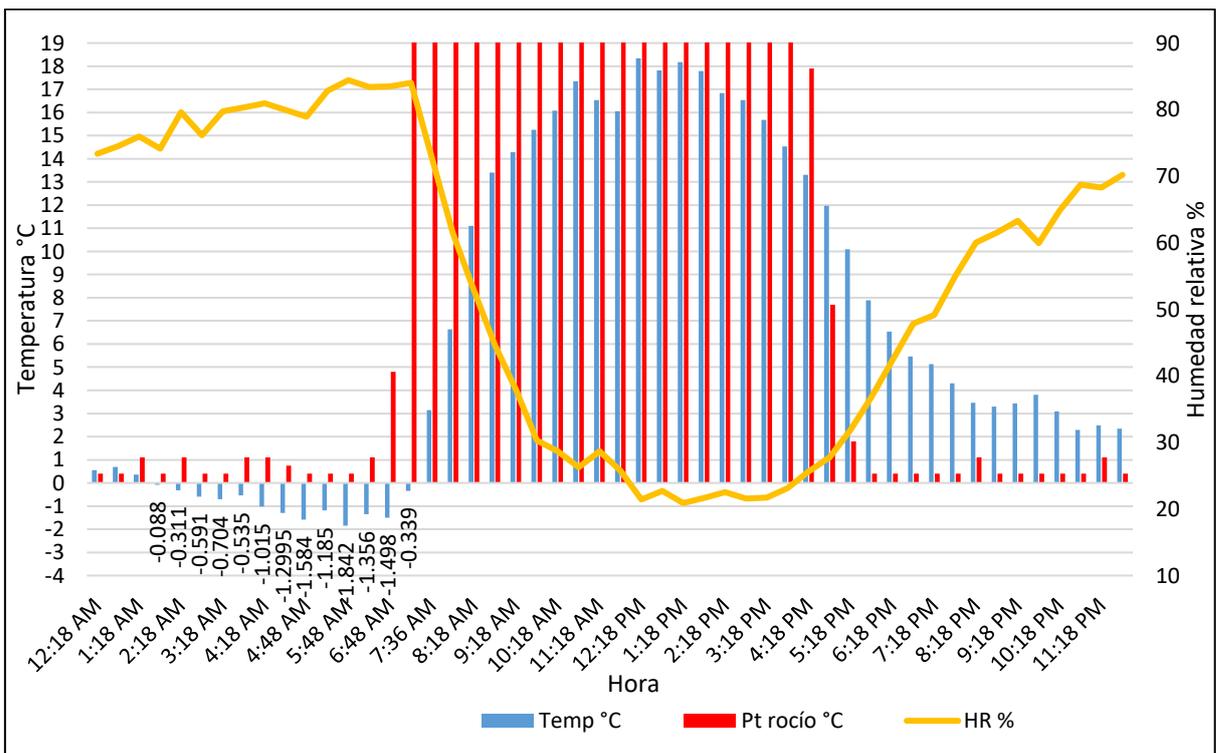


Figura 116

Incidencia de heladas fecha 01 de junio del 2020

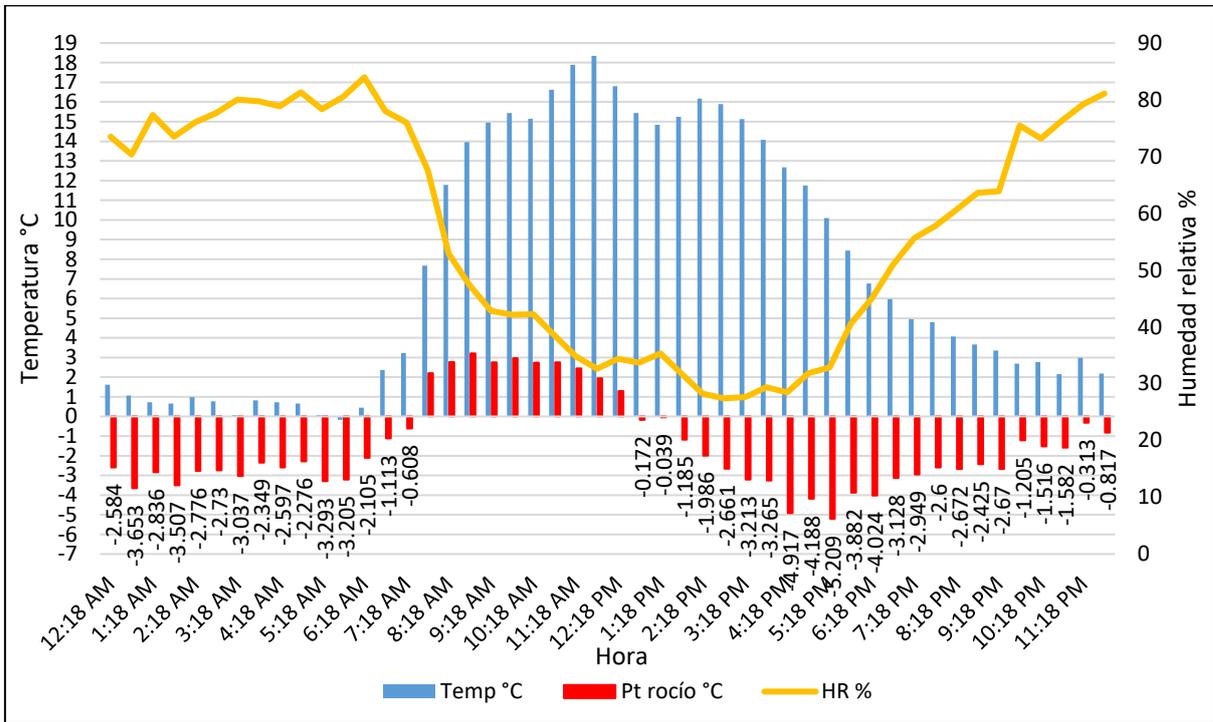


Figura 117

Incidencia de heladas fecha 02 de junio del 2020

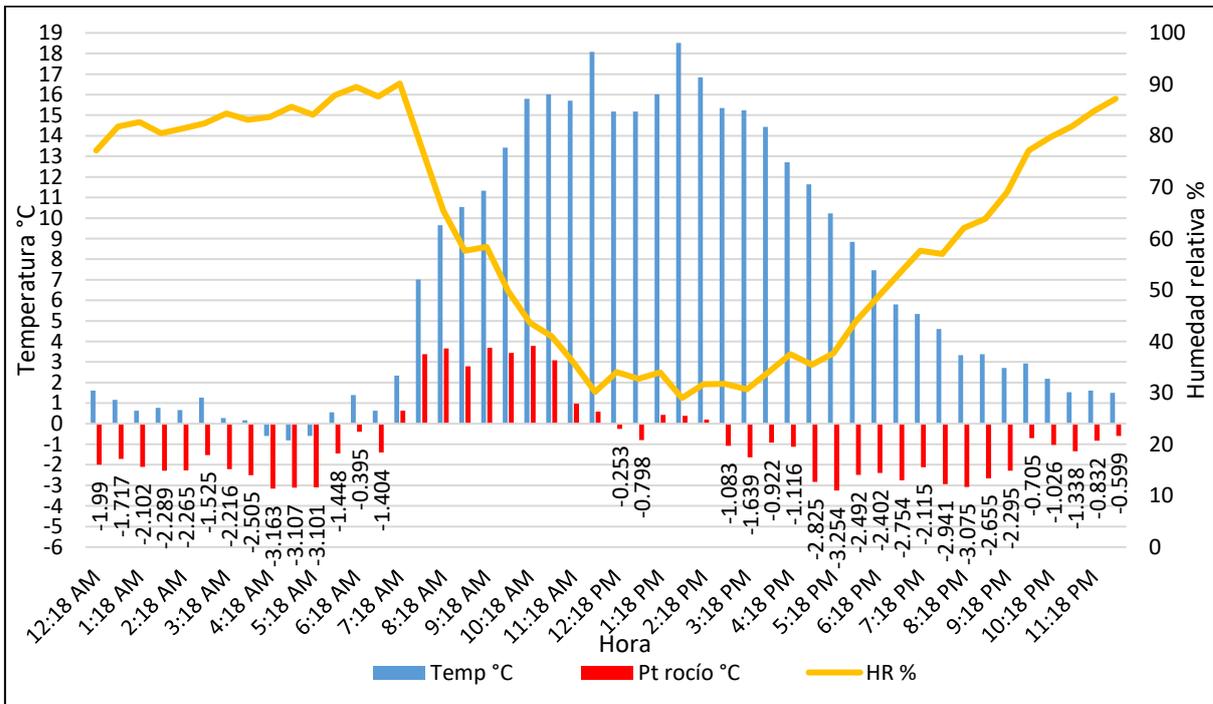


Figura 118

Incidencia de heladas fecha 03 de junio del 2020

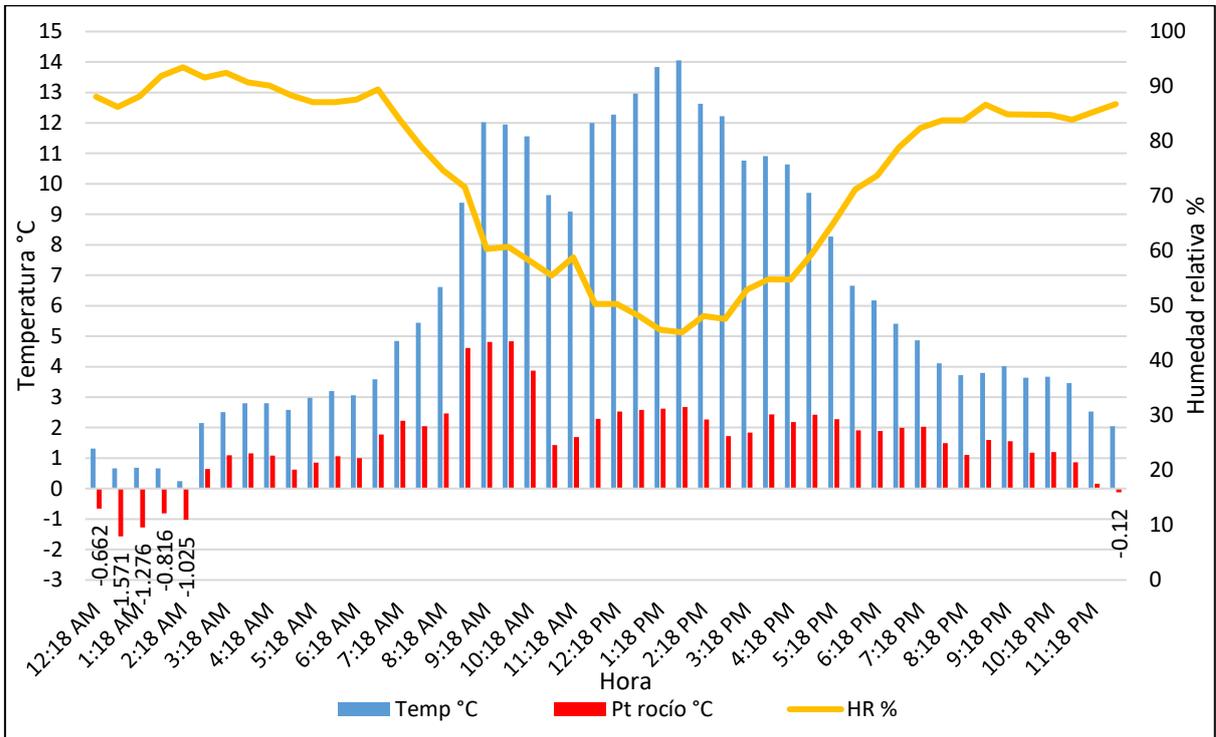


Figura 119

Incidencia de heladas fecha 04 de junio del 2020

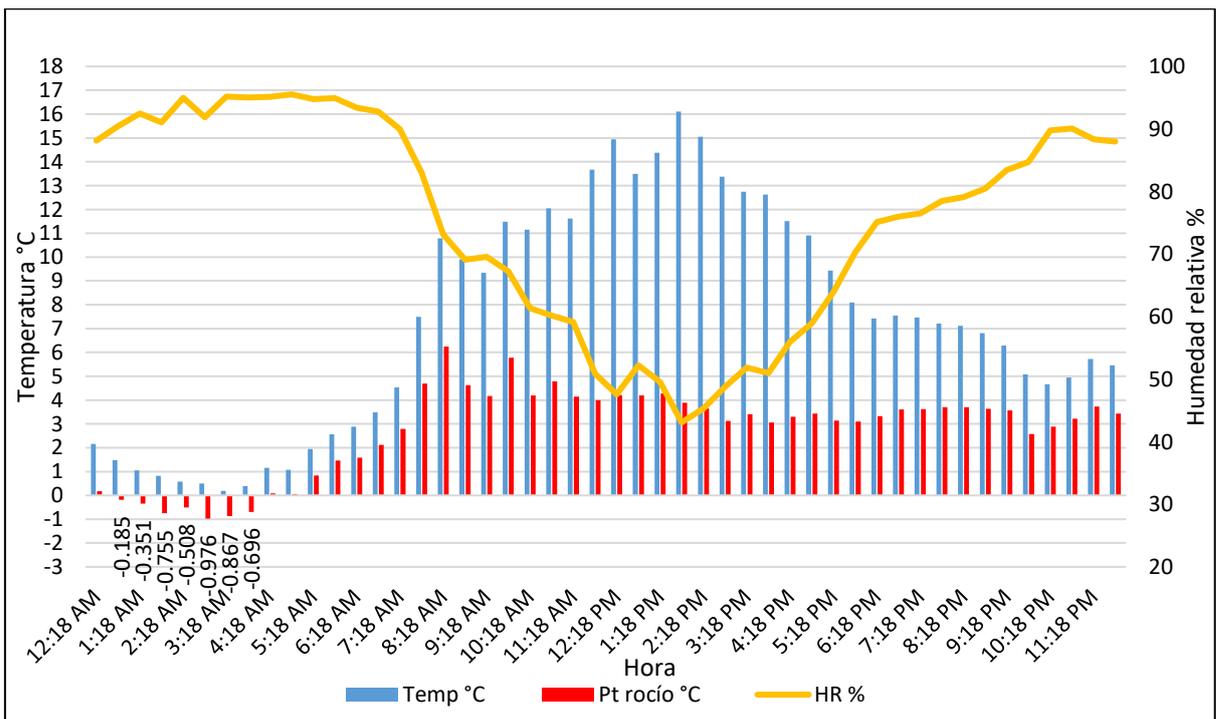


Figura 120

Incidencia de heladas fecha 11 de junio del 2020

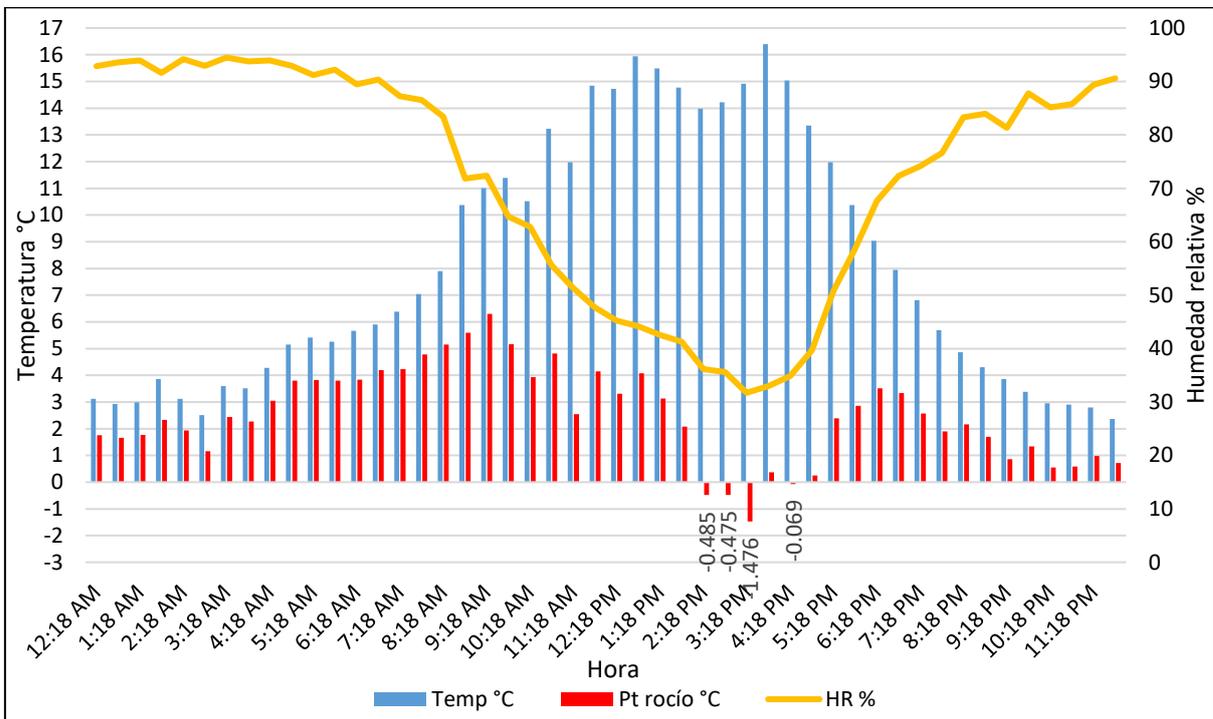


Figura 121

Incidencia de heladas fecha 12 de junio del 2020

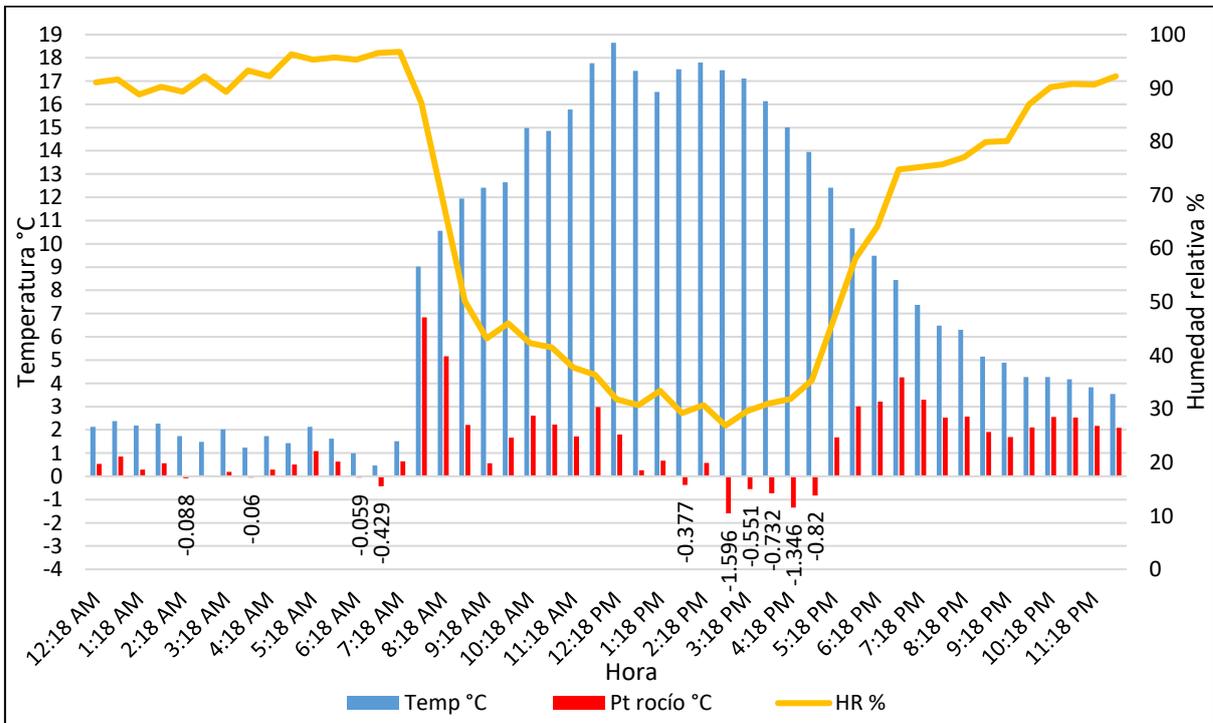


Figura 122

Incidencia de heladas fecha 13 de junio del 2020

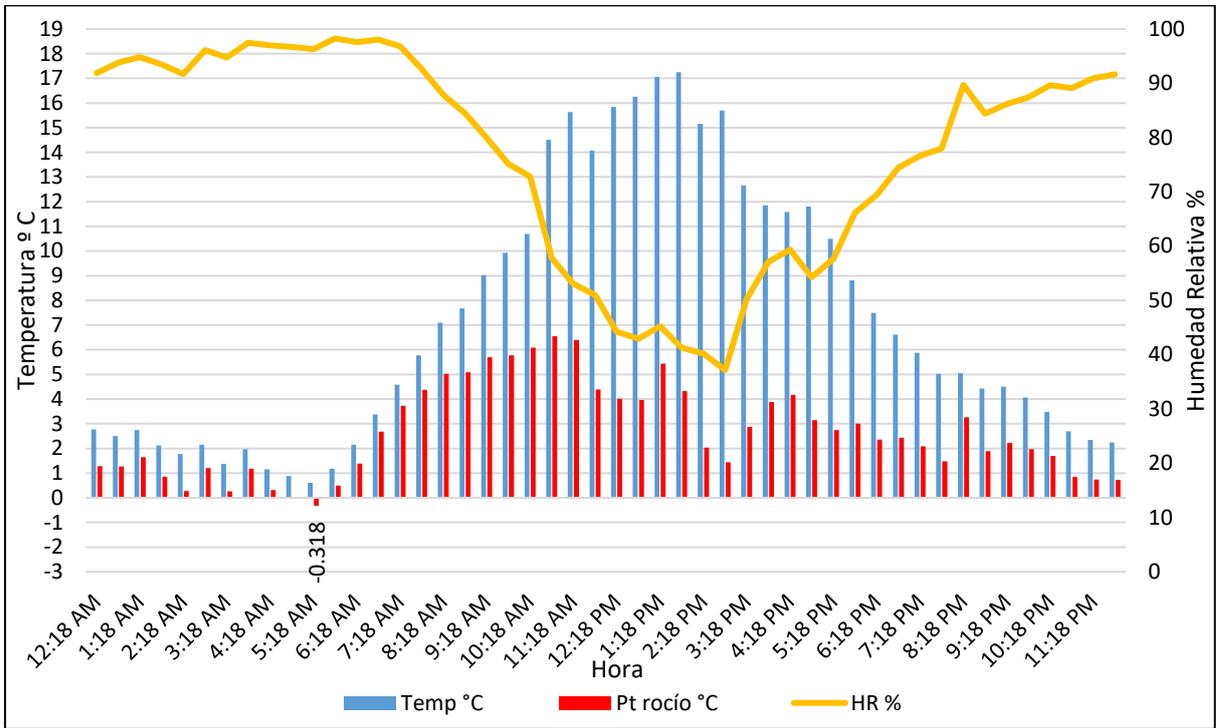


Figura 123

Incidencia de heladas fecha 16 de junio del 2020

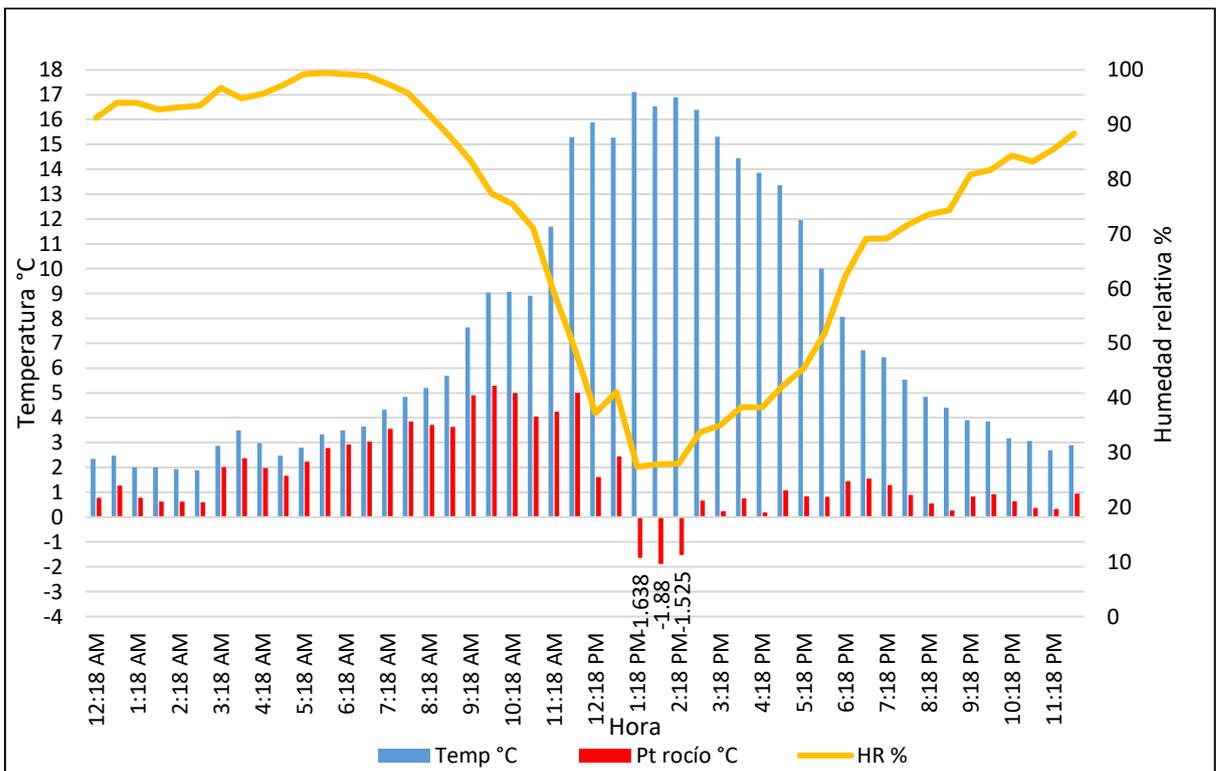


Figura 124

Incidencia de heladas fecha 17 de junio del 2020

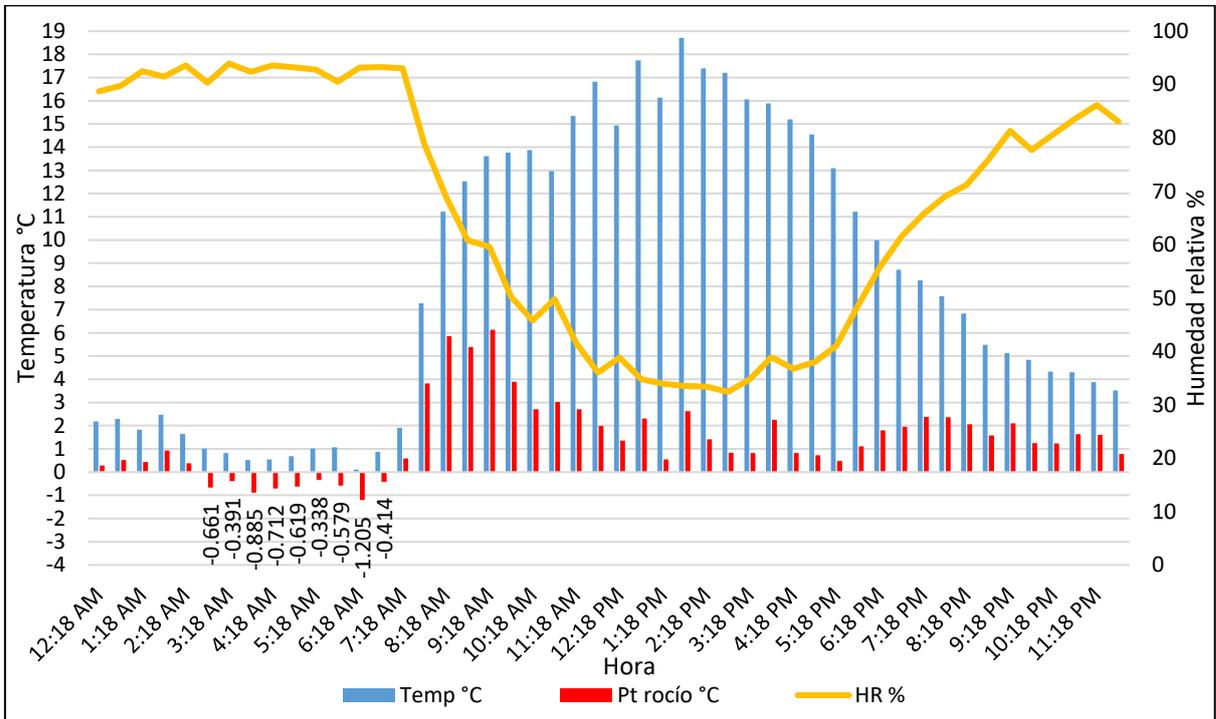


Figura 125

Incidencia de heladas fecha 18 de junio del 2020

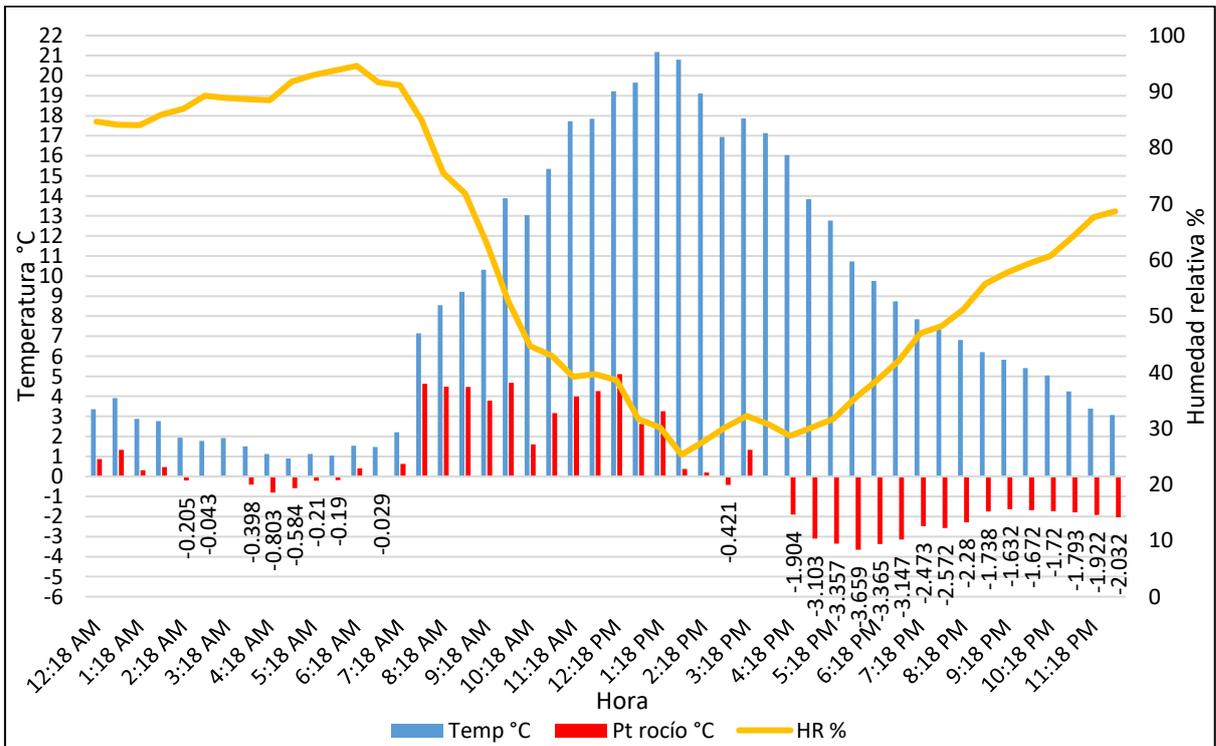


Figura 126

Incidencia de heladas fecha 19 de junio del 2020

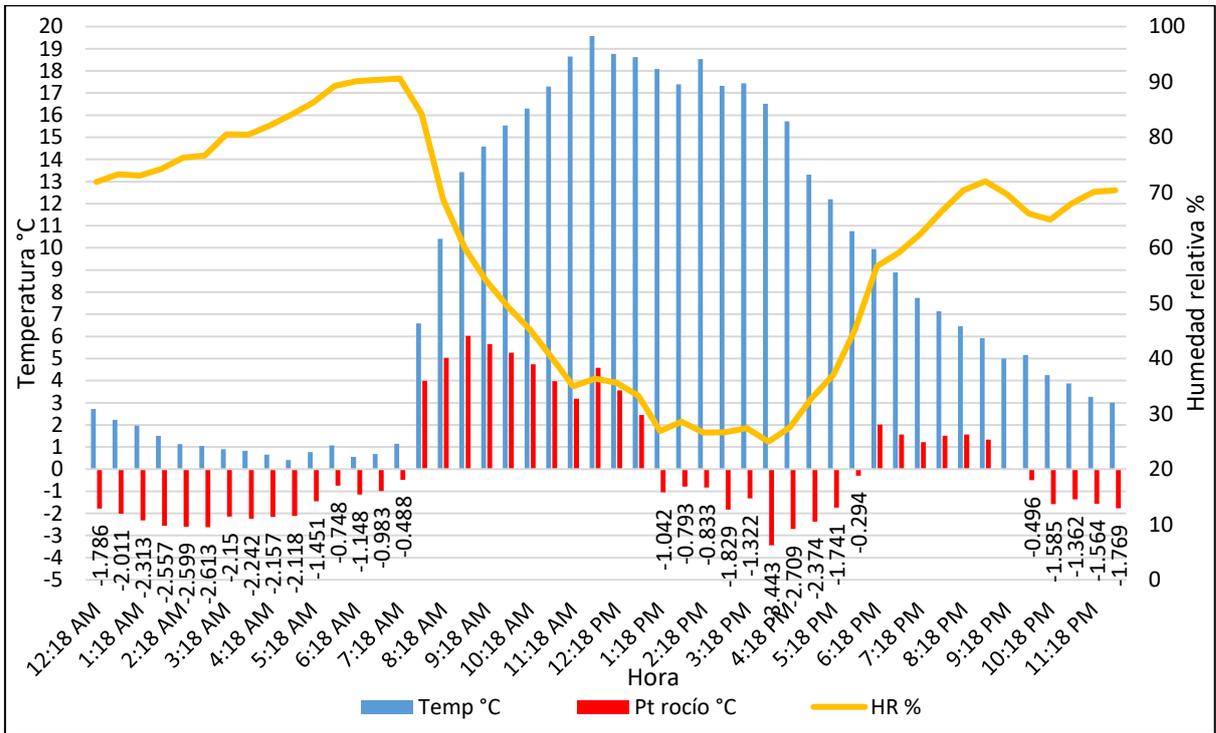


Figura 127

Incidencia de heladas fecha 20 de junio del 2020

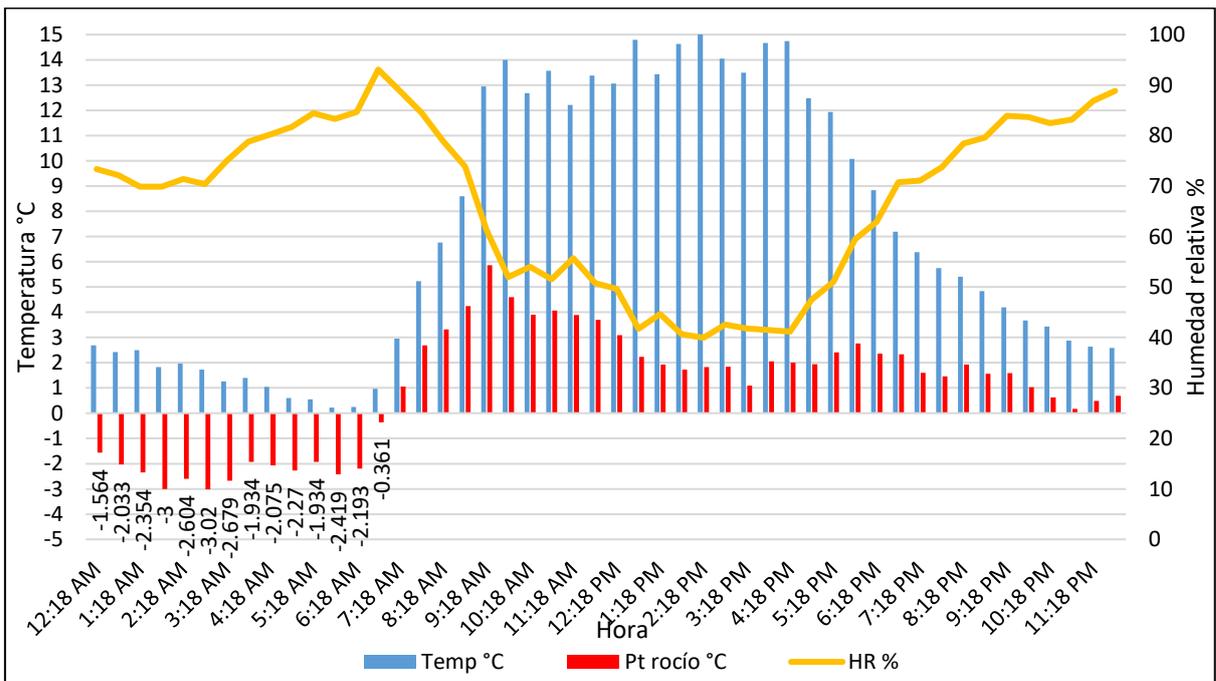


Figura 128

Incidencia de heladas fecha 21 de junio del 2020

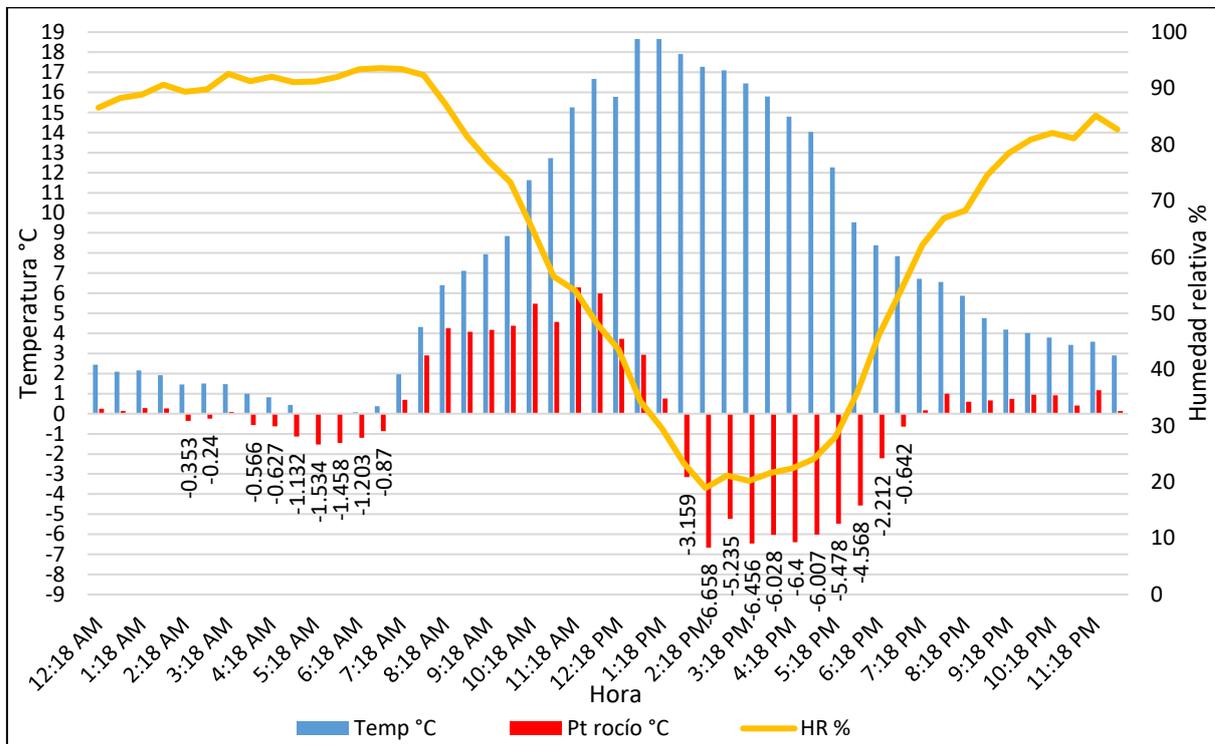


Figura 129

Incidencia de heladas fecha 22 de junio del 2020

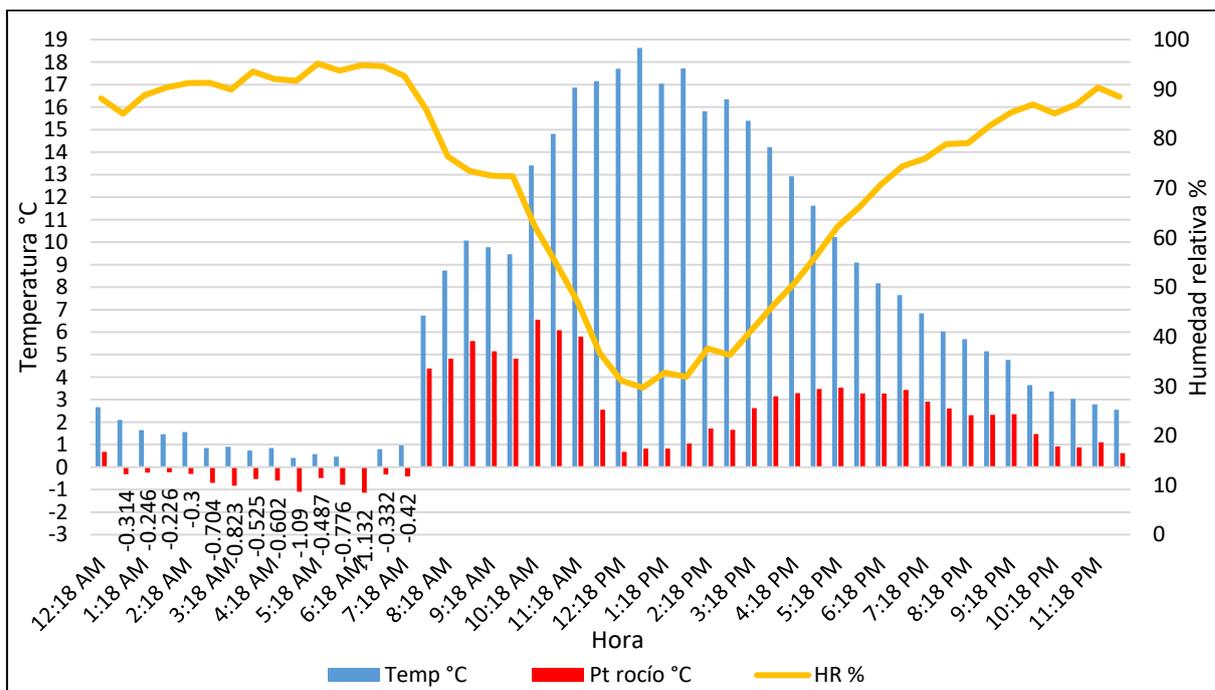


Figura 130

Incidencia de heladas fecha 23 de junio del 2020

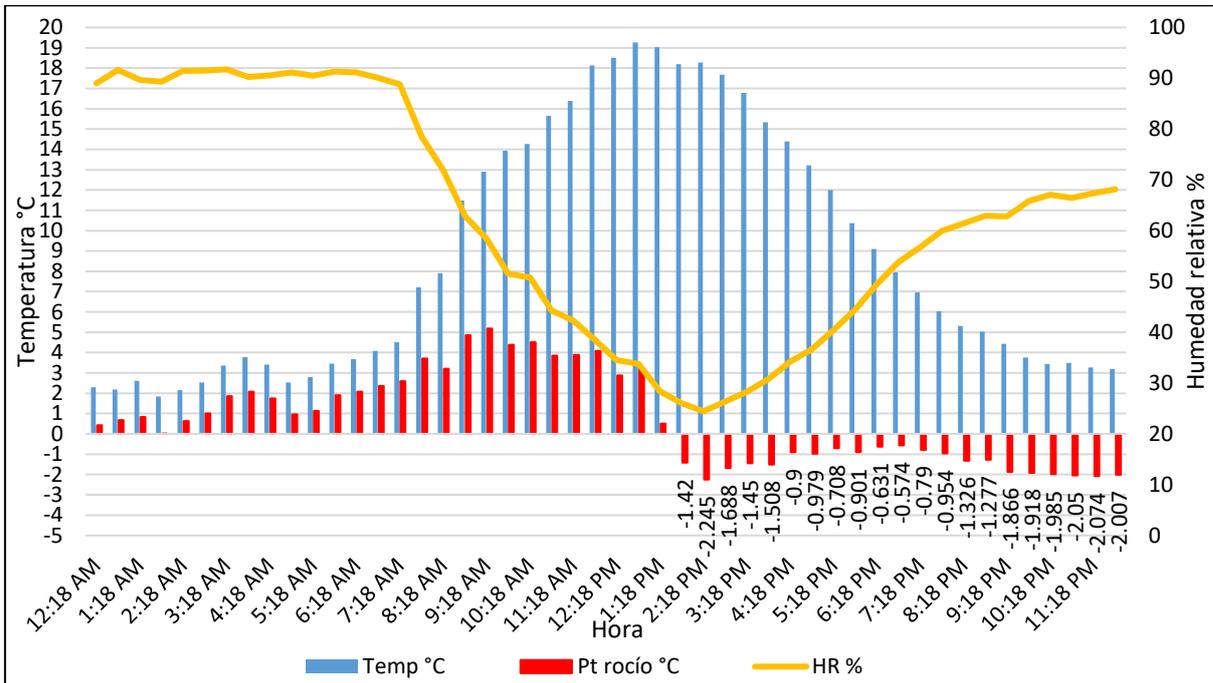


Figura 131

Incidencia de heladas fecha 24 de junio del 2020

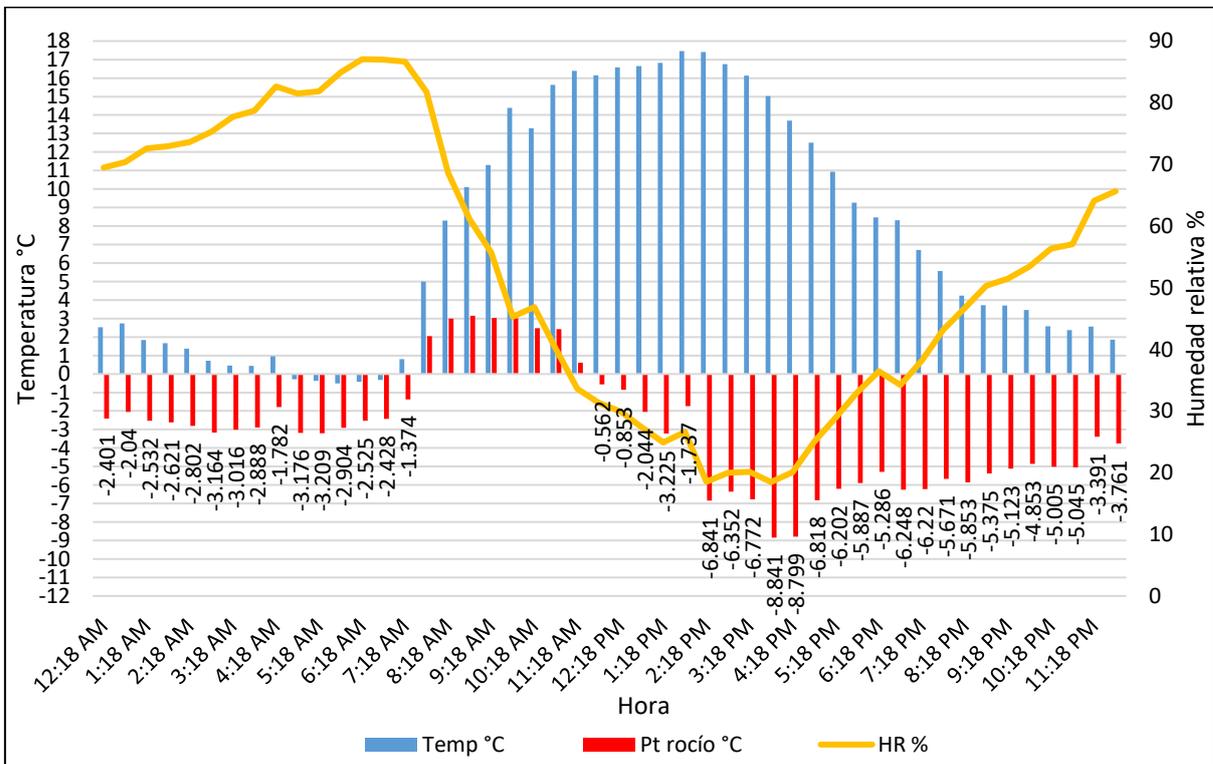


Figura 132

Incidencia de heladas fecha 25 de junio del 2020

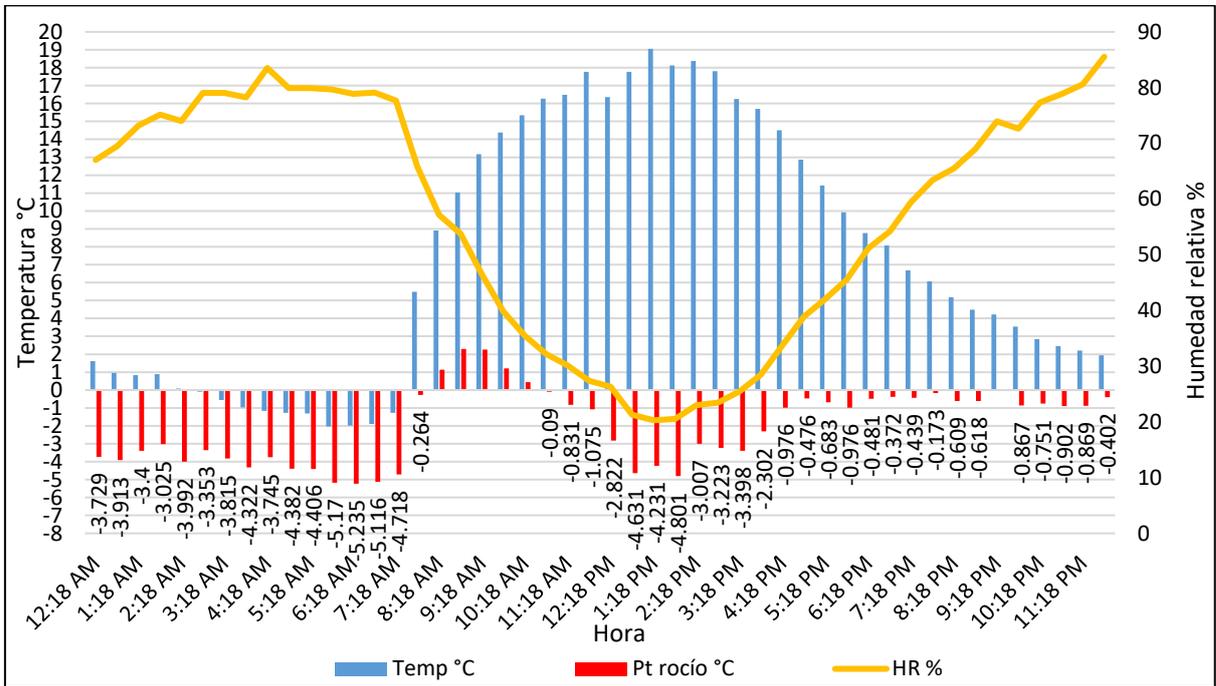


Figura 133

Incidencia de heladas fecha 26 de junio del 2020

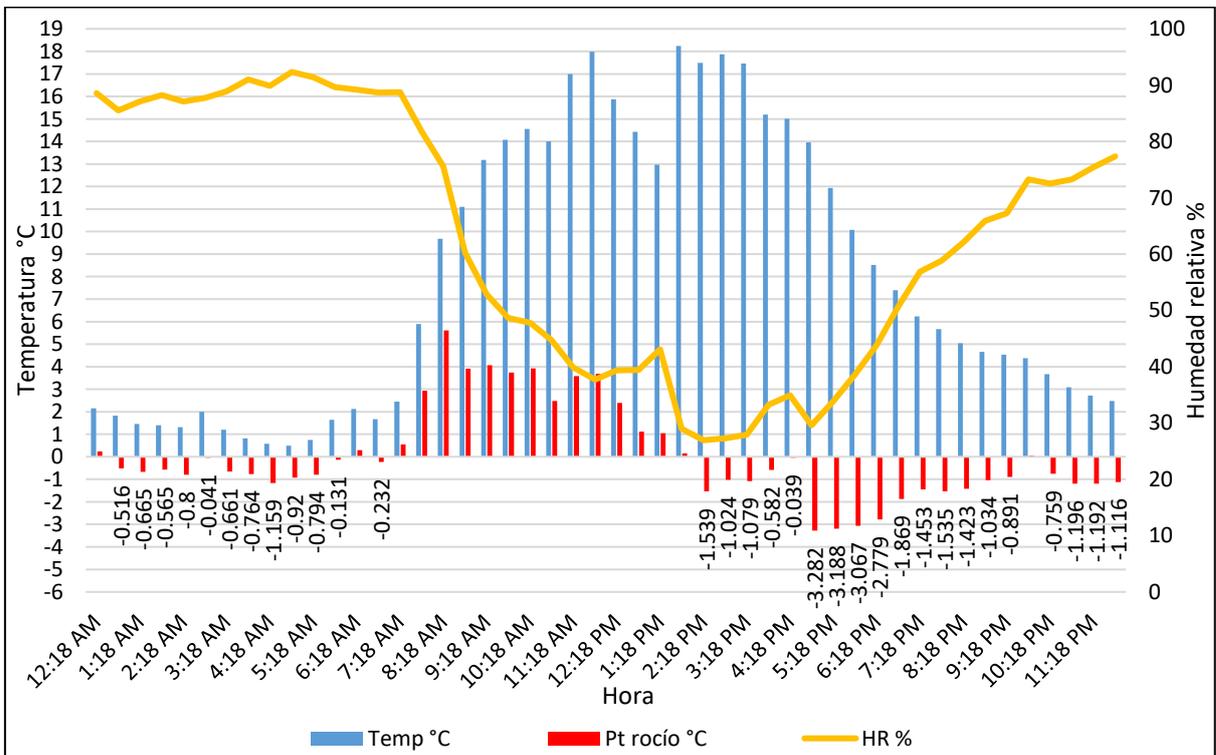


Figura 134

Incidencia de heladas fecha 28 de junio del 2020

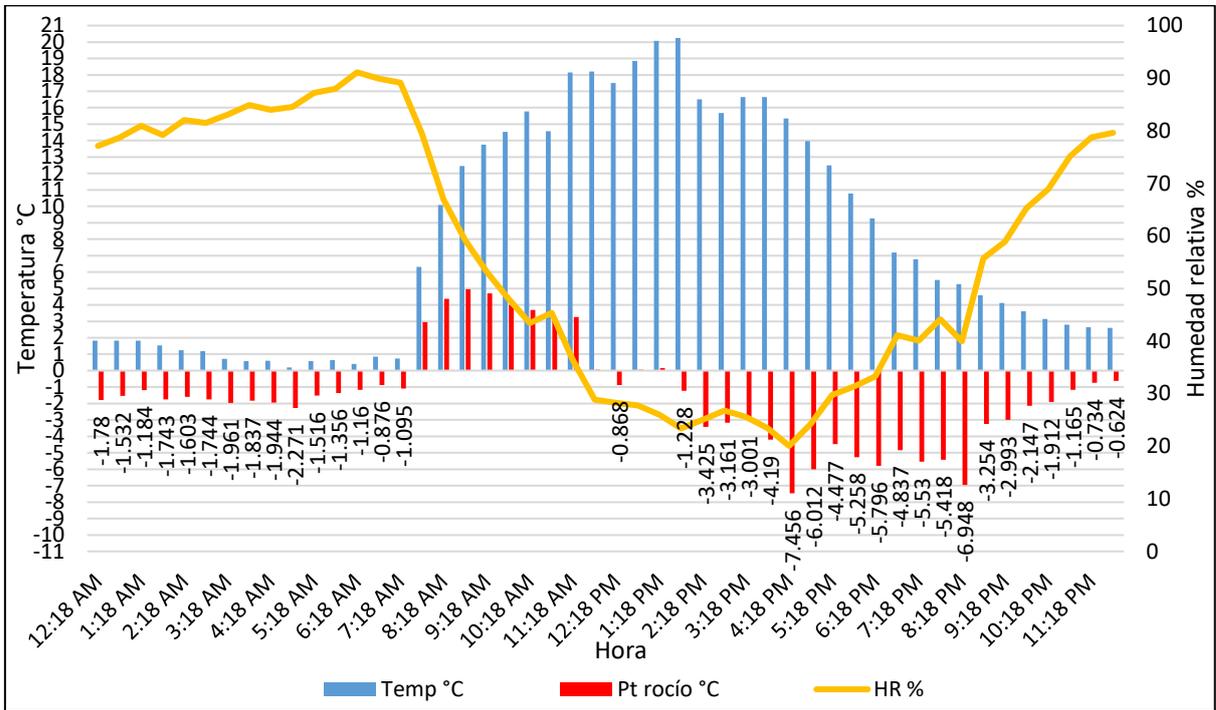
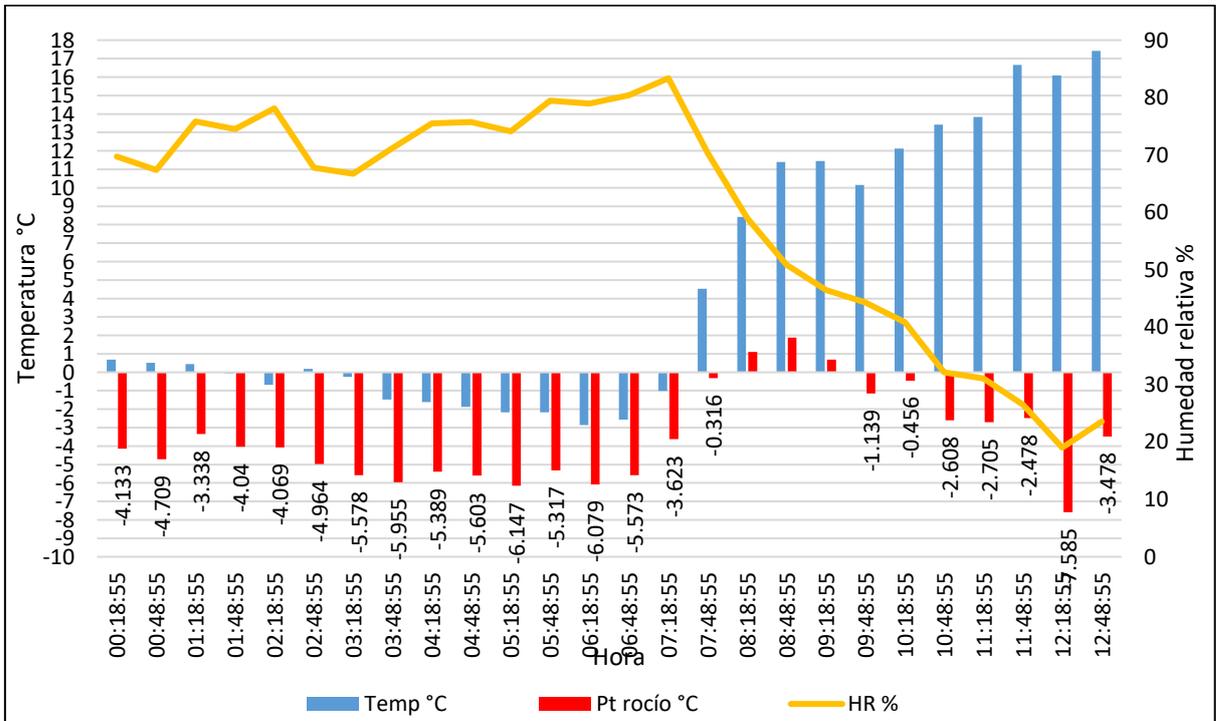


Figura 135

Incidencia de heladas fecha 29 de junio del 2020



Gráficos diarios de lectura de temperatura diaria con incidencia de heladas diarias de la segunda campaña agrícola 2020-2021

Figura 136

Incidencia de heladas fecha 07 de enero del 2021

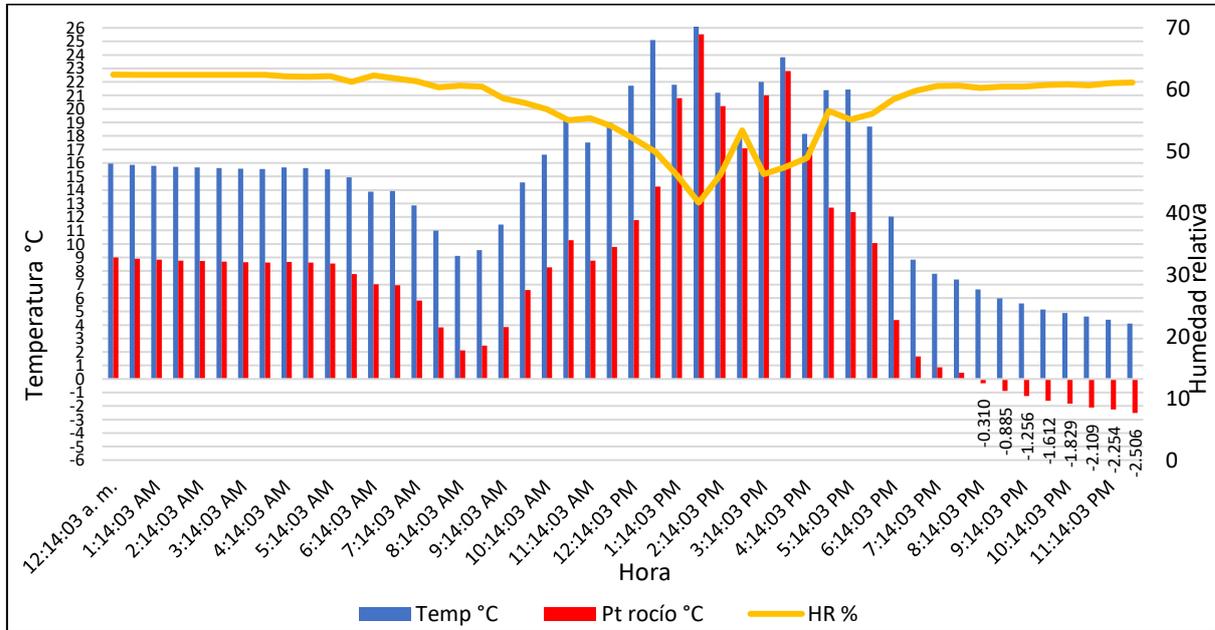


Figura 137

Incidencia de heladas fecha 08 de enero del 2021

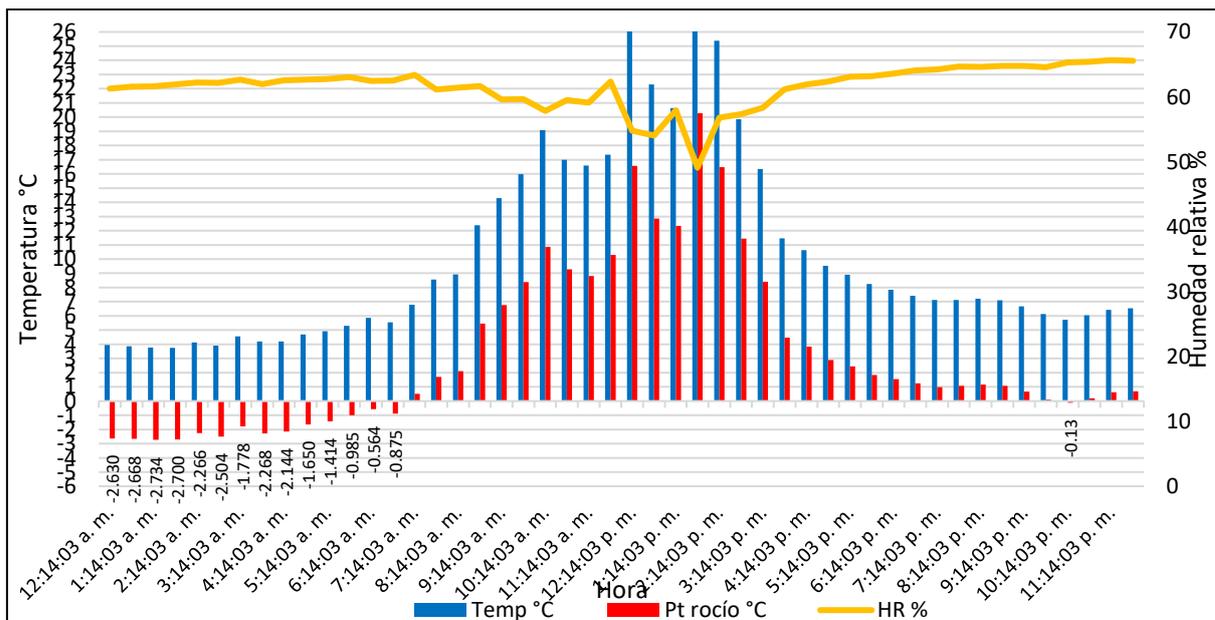


Figura 138

Incidencia de heladas fecha 09 de enero del 2021

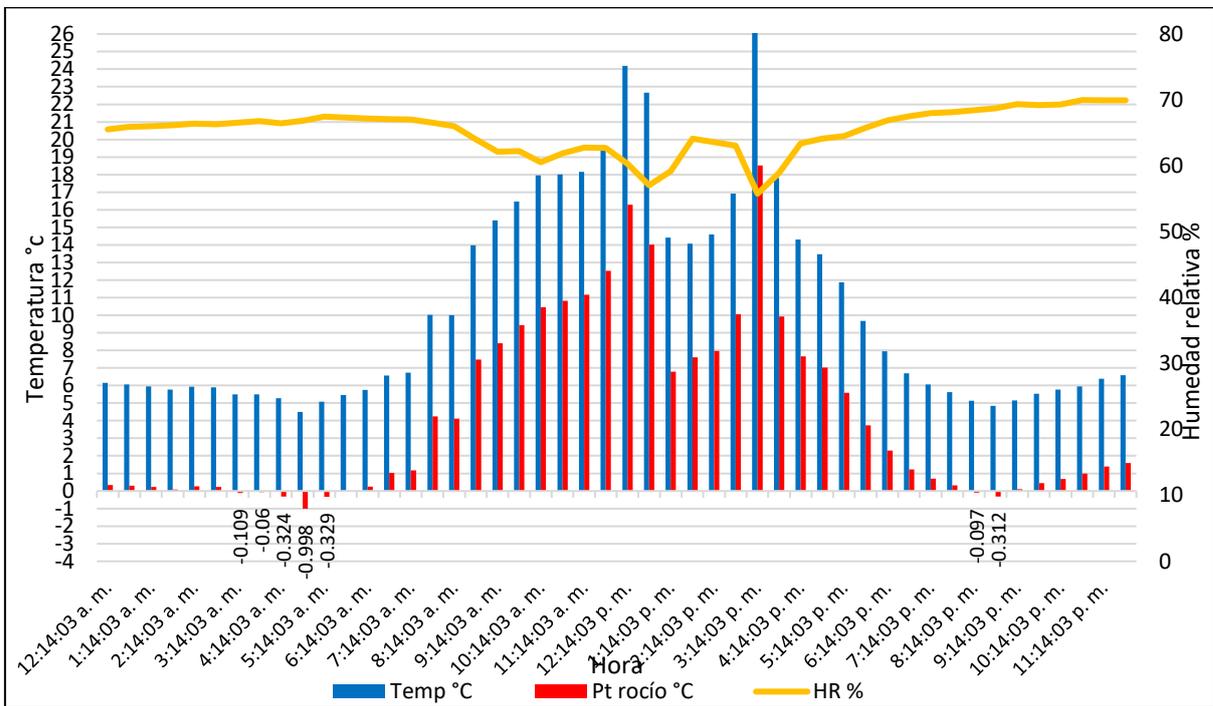


Figura 139

Incidencia de heladas fecha 12 de enero del 2021

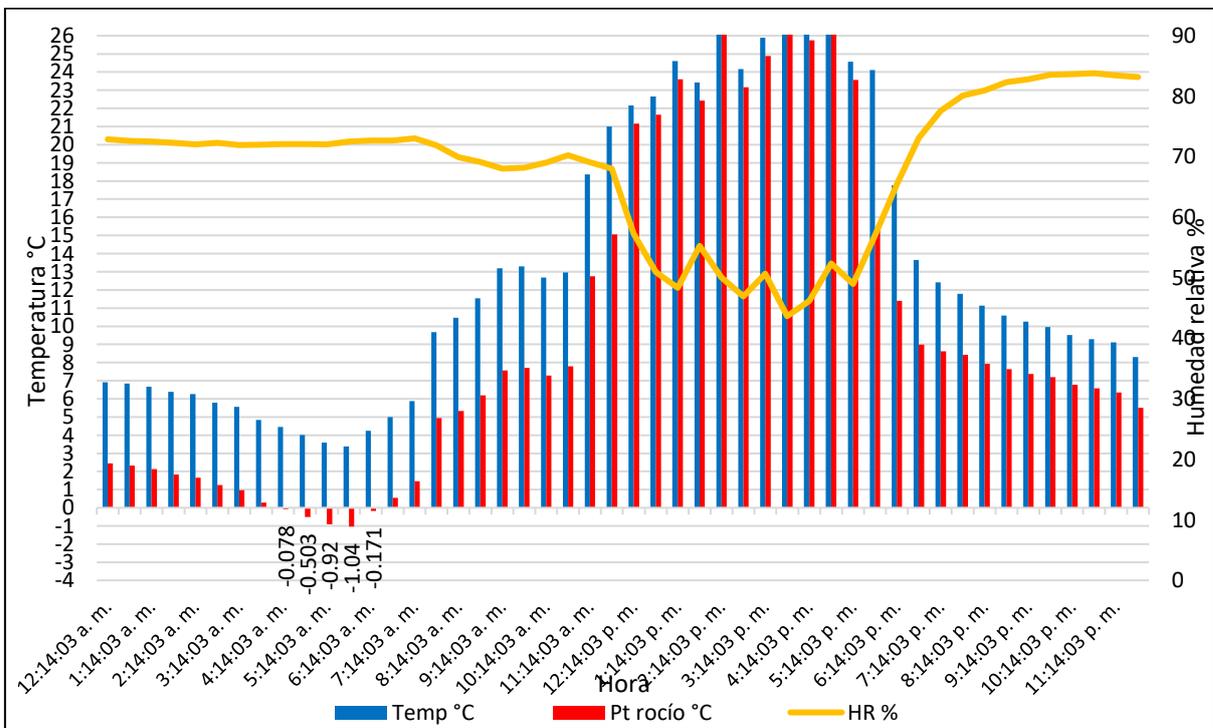


Figura 140

Incidencia de heladas fecha 23 de enero del 2021

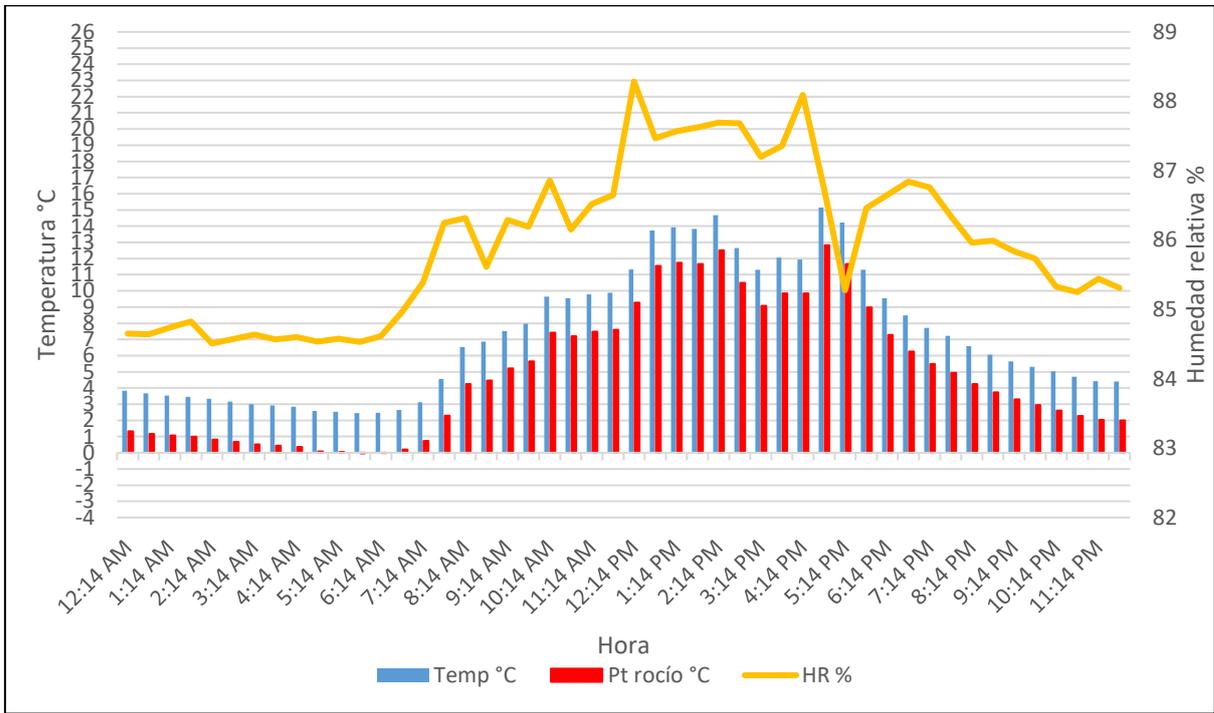
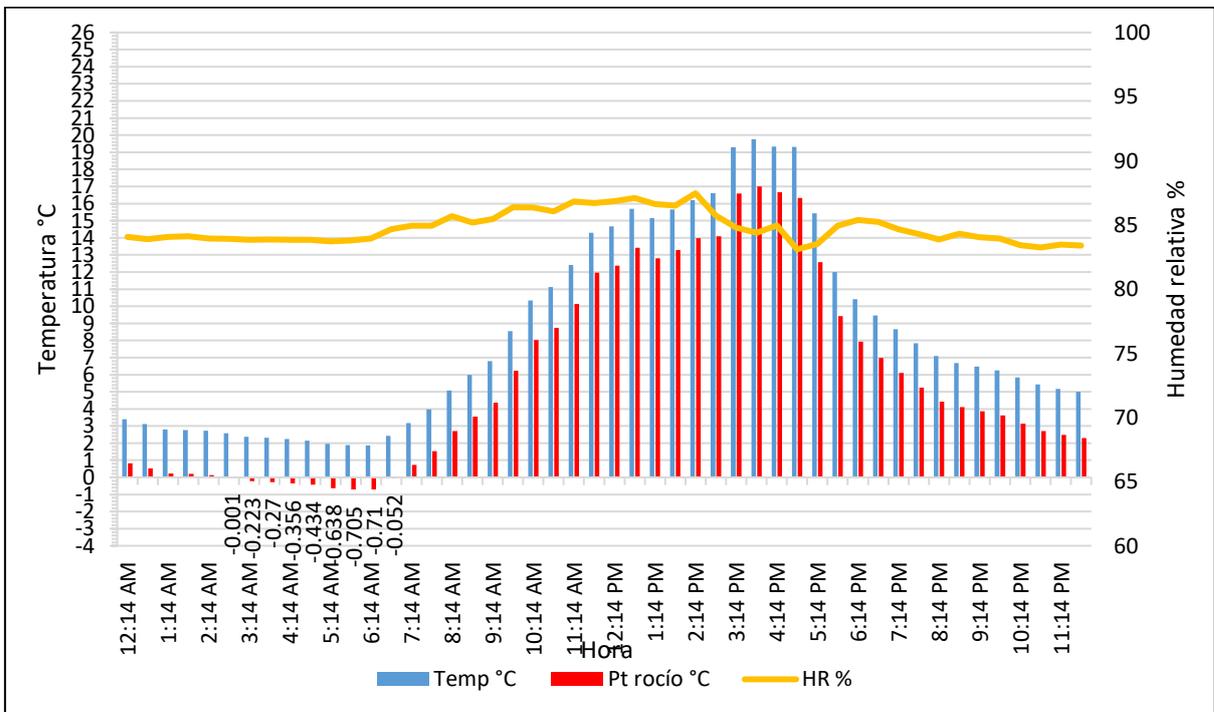


Figura 141

Incidencia de heladas fecha 25 de enero del 2021



a. Panel fotográfico



Semillas de (*Solanum commersonii.*)



Selección y conteo de semillas



Prueba de germinación de semillas



Germinación de semillas



Traspasso de plantulas a jiffys



Plantas listas para campo definitivo



Primera plantación campaña 2020



Transplante campaña 2020



Crecimiento de plantas
transplantadas



Progenie (cb adg 13 x cmm fus)



Progenie (cb adg 21 x cmm fus)



Progenie (cb adg 16 x cmm fus)



Progenie (cb adg 41 x cmm fus)



Progenie Puno II gen (Puno 3 way bulk)



Progenie Puno III gen (Puno Cold Breed)



Daño de heladas primera campaña 2020



Daño de heladas primera campaña 2020



Daño de heladas primera campaña 2020



Segunda evaluación campaña 2020



Cosecha de progenies



Brotamiento de tallos



Cosecha de progenie (cb adg 41 x cmm fus)



Cosecha de progenie (cb adg 13 x cmm fus)



Cosecha de progenie Puno II gen (Puno 3 way bulk)



Cosecha de progenie (cb adg 41 x cmm fus)



Cosecha de progenie (cb adg 21 x cmm fus)



Cosecha de progenie (cb adg 18 x cmm fus)



Siembra de segunda campaña 2020-2021



Etiquetado de tubérculillos sembrados



Etiquetado de tubérculillos sembrados



Germinación de tubérculillos campaña 2020-2021



Germinación de tubérculillos campaña 2020-2021



Evaluación de germinación de tubérculillos campaña 2020-2021



Evaluación de daño por heladas campaña 2020-2021



Evaluación de daño por heladas campaña 2020-2021



Evaluación de daño por heladas campaña 2020-2021



Cosecha progenie (cb adg 21 x cmm fus) campaña 2020-2021



Cosecha progenie (cb adg 41 x cmm fus) campaña 2020-2021



Evaluación de cosecha progenie (cb adg 21 x cmm fus) campaña 2020-2021



Evaluación de cosecha progenie (cb adg 16 x cmm fus) campaña 2020-2021



Evaluación de cosecha progenie (cb adg 13 x cmm fus) campaña 2020-2021



Evaluación de cosecha progenie Puno II gen (Puno 3 way bulk) campaña 2020-2021



Evaluación de cosecha progenie (cb adg 18 x cmm fus) campaña 2020-2021



Almacenaje de progenies cosechadas



Ubicación de progenies cosechadas en almacén



Preparación de semilla para tercera siembra campaña 2021-2022



Semilla seleccionada para tercera siembra campaña 2021-2022



Siembra de semilla seleccionada para tercera siembra campaña 2021-2022



Etiquetado de semilla sembrada para tercera campaña 2021-2022



Germinación de tubérculos sembrados en la tercera campaña 2021-2022



Germinación de tubérculos sembrados en la tercera campaña 2021-2022



Evaluación de crecimiento de plantas



Evaluación de crecimiento de plantas



Identificación de crecimiento de flores (cb adg 13 x cmm fus) en plantas prendidas



Identificación de crecimiento de flores (cb adg 41 x cmm fus) en plantas prendidas



Identificación de crecimiento de flores (cb adg 16 x cmm fus) en plantas prendidas



Identificación de crecimiento de flores en plantas prendidas



Cosecha de progenies campaña 2021-2022



Cosecha de progenies campaña 2021-2022



Evaluación de rendimiento cosecha de progenie (cb adg 21 x cmm fus) campaña 2021-2022



Evaluación de rendimiento cosecha de progenie (cb adg 18 x cmm fus) campaña 2021-2022



Evaluación de rendimiento cosecha de progenie (cb adg 13 x cmm fus) campaña 2021-2022



Evaluación de rendimiento cosecha de progenie Puno II gen (Puno 3 way bulk) campaña 2021-2022



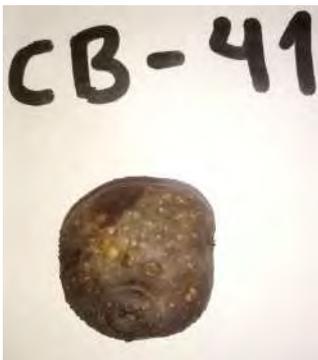
Tuberculo de (cb adg 13 x cmm fus)



Tuberculo de (cb adg 16 x cmm fus)



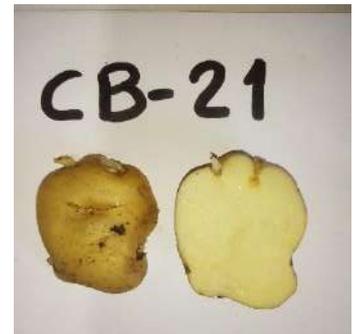
Tuberculo de (cb adg 21 x cmm fus)



Tuberculo de (cb adg 41 x cmm fus)



Tuberculo de Puno II gen (Puno 3 way bulk)



Tuberculo de (cb adg 21 x cmm fus)



Tuberculo de (cb adg 16 x cmm fus)



Tuberculo de (cb adg 13 x cmm fus)



Tuberculo de Puno II gen (Puno 3 way bulk)

b. Matriz de consistencia

EVALUACION DE OCHO PROGENIES HÍBRIDAS DE PAPA (<i>Solanum sp.</i>) CON INTROGRESIÓN DE (<i>Solanum commersonii.</i>), PARA LA TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS EN LA COMUNIDAD DE OCCOPATA- DISTRITO DE SANTIAGO- REGION CUSCO				
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		
¿Cómo alternativa de adaptación al cambio climático, cuáles de las ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) presentarán tolerancia a bajos niveles de temperatura y tendrán buenas características agronómicas, bajo condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco?	Seleccionar las progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) que presenten tolerancia a bajos niveles de temperatura y tengan buenas características agronómicas, en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco.	Como alternativa de adaptación al cambio climático, las ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>), sometidos a evaluación en campo no presentarán daño por heladas, tendrán un potencial de recuperación y crecimiento muy bueno así mismo tendrán buenos rendimientos en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco y tendrán buenas características agronómicas de rendimiento.	Variable 1: Grado de daño por heladas Variable 2: Grado de respuesta, potencial de recuperación y crecimiento Variable 3: Rendimiento	Enfoque Investigación: Cuantitativo y cualitativo (Mixto) Nivel de la Investigación: Descriptiva y correlacional Tipo de investigación: Básica y aplicada mixta Diseño de investigación: No experimental Unidad de Análisis: Progenies de (<i>Solanum commersonii.</i>) y papas nativas Población de estudio: Ocho progenies de (<i>Solanum commersonii.</i>) 10 plantas por progenie Técnica de selección de muestra: Selección completamente al azar Tamaño de muestra: No probabilístico Ámbito de estudio (localización política y geográfica): Comunidad de Occopata, distrito de Santiago Cusco Técnicas de recolección de información: Recolección de data sobre temperatura en Datalogger Evaluaciones en laboratorio Evaluaciones en campo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
¿Cómo alternativa de adaptación al cambio climático, cuál será el nivel de respuesta de daño por heladas de ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) afectadas por las heladas?	Como una alternativa de adaptación al cambio climático, seleccionar las progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) que presenten tolerancia a bajos niveles de temperatura y tengan buenas características agronómicas, en condiciones de la comunidad de Occopata, distrito de Santiago-Cusco.	Como alternativa de adaptación al cambio climático, las ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>), no presentaran ningún daño por heladas.		
¿Es posible tener alternativas de adaptación al cambio climático, identificando el potencial de recuperación y crecimiento frente a heladas de ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>)?	Como alternativa de adaptación al cambio climático, evaluar el grado de daño de ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) afectadas por las heladas	Las ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>), serán óptimos en cuanto al nivel de potencial de recuperación y crecimiento frente al daño por heladas como alternativa de adaptación al cambio climático.		
¿Es posible hacer frente al cambio climático, buscando mecanismos adaptativos que mejoren el comportamiento agronómico respecto al rendimiento de ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) tolerantes a heladas?	Como alternativa de adaptación al cambio climático, identificar el nivel de potencial de recuperación y crecimiento de ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) afectadas por las heladas.	El comportamiento agronómico respecto al rendimiento de las ocho progenies con introgresión de (<i>Solanum commersonii.</i>) tolerantes a heladas, serán adecuados como mecanismo de adaptación para hacer frente al cambio climático.		

c. Árbol de problemas

