



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



FACTIBILIDAD DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO
MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO FRENTE A LAS HELADAS
EN EL ALTIPLANO DE PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RONALD PEREZ TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

FACTIBILIDAD DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZA

AUTOR

RONALD PEREZ TICONA

RECuento de palabras

27433 Words

RECuento de caracteres

140388 Characters

RECuento de páginas

129 Pages

Tamaño del archivo

4.9MB

Fecha de entrega

Jul 24, 2024 4:31 PM GMT-5

Fecha del informe

Jul 24, 2024 4:33 PM GMT-5

● **18% de similitud general**


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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


H. BC. Julio C. Sosa CA
ASESON
C.D. 2190404


D. Sc. Román Alfredo Callohuamca
Ponicipuzca
Dirección de sub unidad de investigación
C.D. 82081

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este proyecto primeramente a DIOS, por llenarme de fuerza y sabiduría al emprender mi camino de conocimiento en mi formación profesional que me condujo hasta el momento en el que estoy ahora; te lo dedico a ti padre celestial.

A mi querida MADRE, por ser mi motivación, el ejemplo de esfuerzo, superación y constancia, y por su inmenso apoyo en cada instante de mi vida hacia mi meta profesional, A mi querido PADRE por alentarme a seguir escalando en los caminos del conocimiento para lograr y destacar en todas mis metas y propósitos, y mi querida HERMANA por la confianza que siempre pone en mí.

Ronald Perez Ticona



AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera instancia a DIOS, por todo lo recibido, la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniera Agronómica, a todos sus docentes que impartieron sus conocimientos y consejos para mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc. Julio Cesar Sosa Choque por su inmensa paciencia, su profesionalidad, consejos y el trato que me ha dispensado, sin su colaboración no habría sido posible el presente trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamani, Dr. Felix Alonso Astete Maldonado y M.Sc. Abdon Charaja Villalta por su gran apoyo en mi formación como profesional.

A mis familiares y amigos, por su aliento además de acompañarme en esta gran experiencia que es el proyecto de tesis, compartido muchos momentos. Muchas gracias.

Ronald Perez Ticona



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	20
ABSTRACT.....	21
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	23
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. CULTIVO DE PAPA.....	25
2.1.1. Origen del cultivo de papa	25
2.1.2. Importancia del cultivo de papa	26
2.1.3. Composición química del cultivo de papa	26
2.1.4. Cultivo de papa variedad Imilla negra	26
2.1.5. Clasificación taxonómica del cultivo de papa.....	27
2.1.6. Morfología del cultivo de papa.	27
2.1.6.1. El brote.....	27



2.1.6.2. Raíz	27
2.1.6.3. El tallo	28
2.1.6.4. Rizomas.....	28
2.1.6.5. La hoja.....	28
2.1.6.6. La flor.....	28
2.1.6.7. El fruto y la semilla.....	29
2.1.6.8. El estolón.....	29
2.1.6.9. El tubérculo.....	29
2.1.7. Ciclo vegetativo del cultivo de papa	30
2.1.7.1. Fase de inicio emergencia	30
2.1.7.2. Fase de inicio formación de estolones	30
2.1.7.3. Fase de inicio tuberización.....	30
2.1.7.4. Fase de inicio floración	30
2.1.7.5. Fase de floración	31
2.1.7.6. Fase de tuberización.....	31
2.1.7.7. Fase de maduración.....	31
2.1.8. Manejo del cultivo.....	31
2.1.8.1. Elección del terreno	31
2.1.8.2. Preparación de la semilla	31
2.1.8.3. Siembra	32
2.1.8.4. Profundidad de siembra	32
2.1.8.5. Densidad de plantación	32
2.1.8.6. Deshierba	32
2.1.8.7. Fertilización	33
2.1.8.8. Aporque.....	34



2.1.8.9. Condiciones de suelo y clima para siembra.....	34
2.1.8.10. Manejo integrado de plagas y enfermedades	35
2.1.8.11. Cosecha	36
2.2. HELADAS	36
2.2.1. Características generales	36
2.2.2. Heladas	37
2.2.3. Efecto de las heladas en la planta.....	38
2.2.4. Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas.....	38
2.2.4.1. Viento.....	38
2.2.4.2. Nubosidad	39
2.2.4.3. Humedad atmosférica	39
2.2.4.4. Radiación solar.....	39
2.2.5. Tipos de heladas	40
2.2.5.1. Clasificación de las heladas a partir de su origen climatológico.	40
2.2.5.2. Clasificación de la helada por la época en que ocurren.	41
2.2.5.3. Clasificación de las heladas por su efecto visual	41
2.2.6. Daños por heladas en el cultivo de papa	42
2.2.6.1. Efectos de las heladas sobre los cultivos	42
2.2.6.2. Efectos de las heladas en el cultivo de papa	43
2.3. MICRO TÚNELES.....	46
2.3.1. Medidas de protección en cultivos	46
2.3.2. Agricultura de protección.....	46
2.3.3. Micro túneles (túneles pequeños).....	47
2.3.4. Motivos para usar micro túneles	47



2.3.4.1. Proteger de las heladas	48
2.3.4.2. Obtener cosechas precoces.....	48
2.3.4.3. Obtener cosechas tardías	48
2.3.4.4. Aumentar la producción	48
2.3.5. Características de los micro túneles	48
2.3.6. Materiales y equipos para su instalación.....	51
2.3.7. Instalación de los micro túneles	51
2.3.7.1. Preparación del terreno	51
2.3.7.2. Preparación del micro túnel	51
2.3.7.3. Colocación de los tubos	52
2.3.7.4. Colocación de la cuerda central	52
2.3.7.5. Colocación del plástico	52
2.3.7.6. Colocación de las cuerdas	53
2.4. USO DE LOS PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA.....	53
2.4.1. Origen de la Plasticultura	53
2.4.2. Plasticultura en el mundo	53
2.4.3. Uso del acolchado	54
2.4.4. Uso de los plásticos agrícolas	54
2.4.5. Uso de bioplásticos en la agricultura	55
2.4.6. Color del acolchado.....	56
2.5. PARÁMETROS DE ESTUDIO	57
2.5.1. Características agronómicas.....	57
2.5.2. Análisis económico	57
2.5.2.1. Costos.....	57
2.5.2.2. Clasificación de los costos de producción	57



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN.....	60
3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	60
3.2.1. Topografía	60
3.2.2. Clima	60
3.2.3. Temperatura	60
3.2.4. Precipitación pluvial.....	62
3.2.5. Suelo.....	64
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	65
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	65
3.5. DIMENSIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	66
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	66
3.7. VARIABLES EXPERIMENTALES.....	67
3.7.1. Variables dependientes.....	67
3.7.2. Observaciones	67
3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	68
3.8.1. Muestreo de suelo	68
3.8.2. Preparación del terreno	68
3.8.3. Marcado del área experimental	68
3.8.4. Fertilización.....	68
3.8.5. Densidad de semilla	69
3.8.6. Instalación de los tratamientos	69
3.8.6.1. Instalación del testigo (T-0).....	69
3.8.6.2. Instalación de micro túneles (T-1)	69



3.8.6.3. Instalación del acolchado (T-2).....	71
3.8.6.4. Instalación del acolchado y micro túnel (T-3)	71
3.8.7. Deshierbo	71
3.8.8. Aporque.....	71
3.8.9. Riego	72
3.8.10. Cosecha	72
3.9. EVALUACIONES REALIZADAS	72
3.9.1. Evaluar el número del tubérculo (cm/tubérculo) en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.....	72
3.9.2. Evaluar el diámetro del tubérculo (cm/tubérculo) en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.....	72
3.9.3. Evaluar el rendimiento (kg/ha) en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.....	73
3.9.4. Evaluar el porcentaje de daño causado por las heladas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, utilizando micro túneles y acolchado.....	73
3.9.5. Evaluar el índice de rentabilidad en la producción del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, utilizando micro túneles y acolchado.....	74



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO.	76
4.2. DIÁMETRO DE TUBÉRCULO POR PLANTA EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO. ..	79
4.3. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO.	81
4.4. EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO POR HELADAS EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO	96
4.5. EVALUAR EL ÍNDICE DE RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO	98
V. CONCLUSIONES.....	102
VI. RECOMENDACIONES	103
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	108

ÁREA : Ciencias agrárias

TEMA: Manejo Agronómico De Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de julio 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Contenido nutricional del cultivo de papa por 100gr.....	26
Tabla 2 Severidad de heladas meteorológicas	42
Tabla 3 Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, temperatura (°C) máxima, media y mínima.....	61
Tabla 4 Datos meteorológicos campaña agrícola 2022 – 2023, precipitación (mm/mes)	63
Tabla 5 Análisis físico químico del suelo experimental	64
Tabla 6 Los materiales y equipos que se utilizaron durante el proceso experimental fueron los siguientes:	65
Tabla 7 Clave de tratamientos.....	66
Tabla 8 Dimensiones.....	66
Tabla 9 Análisis de varianza (ANVA).....	67
Tabla 10 Nivel de daño por bajas temperaturas en el cultivo de papa.....	73
Tabla 11 Clasificación de tubérculos del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) por tamaño para mercado, consumo, procesamiento y transformación.	74
Tabla 12 Análisis de variancia para el numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.....	76
Tabla 13 Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.....	77
Tabla 14 Análisis de variancia para el diámetro de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra, utilizando microtúneles y acolchado.	79



Tabla 15	Análisis de variancia para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra.	81
Tabla 16	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra.	82
Tabla 17	Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.....	84
Tabla 18	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.....	84
Tabla 19	Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera	86
Tabla 20	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera	86
Tabla 21	Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.	88
Tabla 22	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.	89
Tabla 23	Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.....	90
Tabla 24	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.....	91
Tabla 25	Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.....	93
Tabla 26	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.....	93



Tabla 27	Análisis de variancia de daño por heladas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.....	96
Tabla 28	Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.....	97
Tabla 29	Costos de producción y beneficio económico por hectárea.	100
Tabla 30	Promedio de numero de tubérculos/planta.....	109
Tabla 31	Promedio de Diámetro de tubérculo/planta	109
Tabla 32	Daño por heladas, en el cultivo de papa	110
Tabla 33	Promedio de rendimiento del cultivo (kg/96m ²).....	110
Tabla 34	Promedio de rendimiento del cultivo (kg/ha)	110
Tabla 35	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 0: testigo	111
Tabla 36	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 1: Micro túnel	112
Tabla 37	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 2: acolchado .	113
Tabla 38	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 3: micro túnel y acolchado	114



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Daño por congelación.	44
Figura 2 Daño por frío. (A) Foliolos deformados. (B).....	45
Figura 3 Vista general del micro túnel, con sus componentes principales.....	50
Figura 4 Dimensiones recomendadas.....	50
Figura 5 Distribución geográfica de superficie trabajada con acolchado platicos en el mundo mercado total de aplicación 2,300,000 Ha (CIDAPA, 2004).	56
Figura 6 Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, temperatura (°C) máxima, media y mínima.....	62
Figura 7 Datos meteorológicos campaña agrícola 2022 – 2023, precipitación (mm/mes).....	63
Figura 8 Numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla Negra, utilizando micro túneles y acolchado.....	78
Figura 9 Diámetro de tubérculos por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.....	80
Figura 10 Rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra.	82
Figura 11 Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.....	85
Figura 12 Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera.	87
Figura 13 Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.	89



Figura 14	Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.....	92
Figura 15	Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.....	94
Figura 16	Rendimiento del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra, primera, segunda, tercera y cuarta.	95
Figura 17	Daño por heladas por planta del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Imilla Negra, utilizando micro túneles y acolchado.....	98
Figura 19	Ubicación del área experimental.....	115
Figura 20	División de parcelas del área experimental	115
Figura 21	Preparado y semilla de papa para su siembra	115
Figura 22	Utilización de humus de lombriz para el abonamiento del cultivo de papa	115
Figura 23	Abonamiento entre surcos del cultivo de papa	115
Figura 24	Siembra de papa en el área experimental.....	115
Figura 25	Tapado del cultivo de papa	116
Figura 26	Materiales utilizados en para el experimento.....	116
Figura 27	Preparativos para la instalación de los micro túneles (estacas)	116
Figura 28	Instalación de tratamiento 01 del área experimental.....	116
Figura 29	Instalación de tratamiento 02 del área experimental.....	116
Figura 30	Instalación de tratamiento 03 del área experimental.....	116
Figura 31	Problema de heladas	117
Figura 32	Problema de heladas	117
Figura 33	Daños Problema de heladas en el cultivo de papa (testigo).	117
Figura 34	Problema de heladas en el cultivo de papa (testigo).	117



Figura 35	Problema de heladas en el cultivo de papa (testigo).....	118
Figura 36	Problema de heladas, deformación de hojas en el testigo.....	118
Figura 37	Protección de microtuneles en cultivo de papa tratamiento 1.....	118
Figura 38	Testigo sin protección de microtuneles (testigo).	118
Figura 39	Destapado de micro túneles para el aprovechamiento de lluvias	118
Figura 40	Retraso en el crecimiento foliar en el tratamiento (T- 2).....	118
Figura 41	Evaluación del área experimental	119
Figura 42	Experimentación agraria con micro túneles y acolchado	119
Figura 43	Desinstalación de micro túneles y acolchado del área experimental.....	119
Figura 44	Desinstalación de acolchado del área experimental.....	119
Figura 45	Cosecha del cultivo de papa.....	119
Figura 46	Conteo de tubérculos/planta.....	119
Figura 47	Conteo de tubérculos por planta (verificación de homogeneidad)	120
Figura 48	Verificación de diámetro de tubérculo con “pie de rey”	120
Figura 49	Categoría primera de tuberculos de papa.....	120
Figura 50	Pesado de tuberculos de papa por categoría	120



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Tablas adicionales	109
ANEXO 2: Panel fotográfico	115
ANEXO 3: Ubicación del área experimental	121
ANEXO 4: Información meteorológica SENAMHI Temperatura (°C) Máxima	122
ANEXO 5: Información meteorológica SENAMHI Temperatura (°C) Mínima.....	123
ANEXO 6: Información meteorológica SENAMHI Precipitación (mm/día)	124
ANEXO 7: Certificado de análisis de suelos	125
ANEXO 8: Interpretación de análisis de suelos, salinidad	126
ANEXO 9: Declaración jurada de autenticidad de tesis	127
ANEXO 10: Autorización para el repositorio de tesis en el repositorio institucional	129



ACRÓNIMOS

%:	Porcentaje
* :	Es significativo
** :	Es altamente significativo
**:	Es altamente significativo
*:	Es significativo
ANVA:	Análisis de varianza
C.E:	Conductividad eléctrica
C.I.C:	Capacidad de intercambio catiónico
C.M:	Cuadrados medios
C.V.	Coefficiente de variación
F.V.	Fuente de variabilidad
Fc:	F calculada
Ft:	F tabular
Kg:	kilogramos
M.O:	Materia orgánica
N P K:	Nitrógeno, Fosforo y Potasio
N.S:	No significativo
Ppm:	Partes por millón
Pr:	Probabilidad
S.C.	Suma de cuadrados
S/:	Nuevos Soles



RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Tancuaña, distrito de Cabanilla, Provincia Lampa, región Puno. Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar las características agronómicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, frente a las heladas utilizando micro túneles y acolchado. 2) Evaluar el índice de rentabilidad en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, frente a las heladas utilizando micro túneles, El diseño empleado fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un total de 4 tratamientos, con tres repeticiones. Las mejores características agronómicas, número de tubérculos/planta, el tratamiento de micro túneles y acolchado con 28 tubérculos/planta, la instalación de micro túnel con 26 tubérculos/planta, el tratamiento de acolchado con 24, superando al testigo con 22 tubérculos/planta; el mayor diámetro de tubérculo se dio con el micro túnel con 68.30 mm; seguido de micro túnel y acolchado con 66.60 mm, seguido del acolchado con 64.77 mm, superando al testigo con 61.10 mm. El mayor rendimiento de tubérculos registra la instalación de micro túneles con 39,030.90 kg/ha, los microtúneles juntamente con los microtúneles y acolchado no registraron daños por heladas en comparación a los demás tratamientos. Los mayores índices de rentabilidad del cultivo de papa, se registraron con la instalación de acolchado con una relación Beneficio/costo de 3.58, seguido del Testigo con una relación Beneficio/costo de 3.44, a pesar que los mayores ingresos brutos se obtuvieron con la instalación de microtúneles que representan S/. 70,237.80, el cual se debe principalmente a los elevados costos de producción de la instalación de microtúneles que representan en el primer año de cultivo (S/ 58,657.05).

Palabras clave: *Solanum tuberosum* L., Micro túneles, Acolchado, Heladas, Rentabilidad.



ABSTRACT

This research was carried out in the community of Tancuaña, Cabanilla district, Lampa Province, Puno region. The specific objectives were: 1) Evaluate the agronomic characteristics in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) variety Imilla negra, against frost using micro tunnels and mulching. 2) Evaluate the profitability index in the production of potato crops (*Solanum tuberosum* L.) variety Imilla negra, against frost using micro tunnels. The design used was the Random Complete Block Design (DBCA), with a total of 4 treatments, with three repetitions. The best agronomic characteristics, number of tubers/plant, micro tunnel and mulching treatments with 28 tubers/plant, micro tunnel installation with 26 tubers/plant, mulching treatment with 24, surpassing the control with 22 tubers/plant ; The largest tuber diameter occurred with the micro tunnel with 68.30 mm; followed by micro tunnel and padding with 66.60 mm, followed by padding with 64.77 mm, surpassing the control with 61.10 mm. The highest tuber yield was recorded by the installation of micro tunnels with 39,030.90 kg/ha, the micro tunnels together with the micro tunnels and mulching did not register frost damage compared to the other treatments. The highest profitability indices of potato cultivation were recorded with the mulching installation with a Profit/cost ratio of 3.58, followed by the Control with a Profit/cost ratio of 3.44, despite the fact that the highest gross income was obtained with the installation of microtunnels that represent S/. 70,237.80, which is mainly due to the high production costs of the installation of microtunnels that they represent in the first year of cultivation (S/ 58,657.05).

Keywords: *Solanum tuberosum* L., Micro tunnels, mulching, frost, profitability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de los cultivos, con fines de producción y comercialización. (Miserendino, 2011).

En Perú cuenta con variedades de papa, como las nativas, cuyas características son enormes. Se trata de especies nativas cuya calidad culinaria es reconocida y el Perú es el centro de mayor diversidad de papa nativa, existen más de 2800 cultivares de los 3900 existentes en el mundo. (Egúsqiza, 2000).

En zonas agroecológicas de la sierra peruana, se presentan eventos climáticos que ponen en riesgo la producción agrícola. Las heladas, las sequías y las granizadas son algunas de las principales anomalías que se han manifestado de manera recurrente durante los últimos años. (Quintana, 2018).

En la Región Puno, la agricultura se ha concentrado en cultivos de granos andinos y tubérculos como ejes principales los cuales son conocidos como tradicionales. Puesto que depende de las condiciones climatológicas y diferentes medios ecológicos, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m. en los andes altos. (MINAGRI, 2015).

En los últimos años, se reportó daños provocados por heladas en el cultivo de papa a nivel mundial, siendo un riesgo en la seguridad alimentaria en países como Perú y Bolivia. Dañando las hojas y tallos, mermando la capacidad del cultivo, si la helada se produce durante el periodo de tuberización (retrasando su desarrollo), provocan que el



interior del tubérculo se oscurezca, con tonos entre café rojizo a negro, en la superficie del tubérculo es una mancha café oscuro, a veces hundido. (Zamora, 2022).

Por lo anterior expuesto los micro túneles y acolchado constituye una de las prácticas más apropiadas para corregir los problemas de temperatura, mejorando el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Siendo los micro túneles pequeñas estructuras, sencillas, de fácil instalación y económicamente accesibles, conformado por una hilera de arcos entre los cuales se tiende una malla o agrofilm favoreciendo su desarrollo, ya que, al aumentar la temperatura ambiental, actúa a modo de invernadero.

Además, el acolchado permitirá la protección frente a las heladas (evitando que las raíces se congelen y estas se mueran), reduciendo la evaporación de agua cuando aumenta las temperaturas (evitando que el agua se evapore como consecuencia del calor), evita la aparición de malezas (impidiendo el paso de la luz solar) a su vez protegen al terreno de la erosión por lluvias y vientos (manteniendo la estructura del suelo).

La presente tesis evalúa el efecto de la instalación de micro túneles y acolchado frente a las heladas en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en condiciones de campo y así garantizar la producción sostenible del cultivo, los objetivos planteados del presente trabajo fueron:

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la factibilidad de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, utilizando micro túneles y acolchado frente a las heladas en el altiplano de Puno.



1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características agronómicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, frente a las heladas utilizando micro túneles y acolchado.
- Evaluar el índice de rentabilidad en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, frente a las heladas utilizando micro túneles y acolchado



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE PAPA

2.1.1. Origen del cultivo de papa

La palabra papa es de origen quechua y hace referencia al cultivo, la planta y el tubérculo, siendo domesticado por la mujer mientras el hombre se dedicaba a la caza y a la pesca. También hoy en día son las mujeres quienes cumplen un rol muy importante en la selección de semilla. (Quintana, 2018).

El cultivo de papa es una planta originaria de los Andes en América del Sur. Su domesticación y cultivo se presume que la papa fue domesticada hace unos 10,000 años por la mujer andina cuando el hombre se dedicaba a la caza y pesca y se puede decir con certeza que este cultivo ha sido la base de las civilizaciones y culturas andinas, en la cuenca del “Lago Titicaca” área comprendida entre Perú y Bolivia sobre 3,800 m de altitud.

En la región de Puno es el centro de origen de la papa cultivada debido a la existencia de un gran número de especies, silvestres y cultivadas. (Aparco, 2017).

La papa nativa constituye uno de los cultivos andinos de importancia tanto para la agricultura como en la alimentación de las familias campesinas (Peceros, 2017).

Presenta tubérculos de diversas formas, sabores, textura y múltiples colores, gracias al cuidado y dedicación del agricultor alto andino que ha preservado por muchos años una extraordinaria diversidad (Flores, 2017).

2.1.2. Importancia del cultivo de papa

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L). Es uno de los cultivos alimenticios más importantes en el mundo de hoy, encontrándose en el cuarto lugar después del trigo, arroz, y maíz a nivel mundial, por su contenido de aminoácidos esenciales y carbohidratos, es una fuente de vitamina C y minerales, hierro y zinc. (Cabana, 2015).

2.1.3. Composición química del cultivo de papa

Este contenido varía con la variedad, suelo, la madurez y almacenamiento.

Tabla 1

Contenido nutricional del cultivo de papa por 100gr

Contenido	Cantidad
Riboflavina	0.02 mg
Vitamina C	13.0 mg
Tiamina	0.106 mg
Proteína	1.87 gr
Grasa	0.1 gr
Niacina	1.44 mg
Hierro	0.31 mg
Fosforo	44.00 mg
Fibra	1.80 gr
Calcio	5 mg
Carbohidratos	20.13 gr

Fuente: Livisi, (2017).

2.1.4. Cultivo de papa variedad Imilla negra

El cultivo de papa variedad “Imilla Negra” es nativa de siembra individual para la comercialización por ser de buena calidad culinaria (harinosa). Cultivado



en la sierra del Perú, especialmente en altitudes superiores a 3000 m.s.n.m., esto se debe a la tolerancia en clima, plagas y enfermedades. (Asqui, 2018).

2.1.5. Clasificación taxonómica del cultivo de papa

Clasificación taxonómica del cultivo de papa en la siguiente:

Reino : Plantae
Filo : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Solanales
Familia : Solanaceae
Género : Solanum
Especie : *Solanum Tuberosum* L. ssp. Andigena
(INIA, 2019)

2.1.6. Morfología del cultivo de papa.

Aparco (2017) el cultivo de papa tiene de las siguientes partes principales:

2.1.6.1. El brote

El brote es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo, constituido por: lenticelas, yema terminal y lateral. Al plantarse en la tierra los brotes agilizan su desarrollo y al salir a la superficie del suelo se convierten en tallos.

2.1.6.2. Raíz

Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forman un sistema fibroso, el conjunto de raíces forma el sistema radicular,



es fibroso, ramificado y extendiéndose superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad, cumpliendo la función de absorción de agua y nutrientes contenidos en el suelo.

2.1.6.3. El tallo

El tallo crece en sentido opuesto a la raíz y ayuda al soporte de la planta; hojas, flores, frutos. Presentando tres tipos de tallos, uno aéreo, circular o angular en sección transversal, sobre el cual se disponen las hojas compuestas y dos tipos de tallos subterráneos: los rizomas y los tubérculos.

2.1.6.4. Rizomas

Creado por brotes laterales más o que nacen alternadamente desde sub nudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo.

2.1.6.5. La hoja

Se define hoja a todo órgano lateral que brota del tallo de los esporofitos o de sus ramas de manera exógena con crecimiento limitado y que por lo general es laminar y de estructura dorsiventral, se originan directamente por la actividad del meristemo apical del tallo a manera de pequeñas protuberancias laterales denominadas primordios foliares que poseen crecimiento limitado.

2.1.6.6. La flor

Contiene órgano masculino (Androceo) y femenino (Gineceo), que



son pentámeras (posee cinco pétalos) y sépalos que cuenta con varios colores, blanco, amarillo, rojo y púrpura. Muchas variedades dejan caer las flores después de la fecundación.

2.1.6.7. El fruto y la semilla.

La semilla, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Contando con la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias. Los elementos internos de la semilla son: plúmula (futuro tallo), hilium, radícula (futuro raíz), testa (cubierta seminal), embrión, endospermo.

2.1.6.8. El estolón

El extremo del estolón tiene la forma de “gancho”. Es un tallo especializado en el transporte de las sustancias (azúcares) producidos en las hojas y que se almacenarán en el tubérculo en forma de almidones. El número y longitud de estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta. El escape de estolones no significa pérdida de rendimiento. Inicialmente el número de estolones por planta es mayor al número de tubérculos cosechados.

2.1.6.9. El tubérculo.

El tubérculo es el “fruto” agrícola producto del trabajo, dedicación, responsabilidad del “papero” y de las condiciones favorables del ambiente en el que ha crecido. Los elementos externos del tubérculo son: lenticelas, tercio distal o apical, ceja, tercio central, pestaña, estolón y tercio proximal



o basal; en cambio los elementos internos son: parénquima de reserva, médula, ojo, haz vascular, corteza y piel.

2.1.7. Ciclo vegetativo del cultivo de papa

La duración del ciclo vegetativo del cultivo de papa varía de acuerdo a la variedad (Livisi, 2017). Presenta una descripción de las fases fenológicas del cultivo son:

2.1.7.1. Fase de inicio emergencia

La planta germina del suelo y ocurre entre los 25 a 35 días de la siembra, siendo muy susceptible al ataque de gusano de tierra por falta de humedad en el suelo.

2.1.7.2. Fase de inicio formación de estolones

Se origina de 15 a 20 de la emergencia del tubérculo, iniciando su crecimiento horizontal en forma de ramificaciones.

2.1.7.3. Fase de inicio tuberización

Se caracteriza por el agrandamiento del extremo distal de los primeros estolones formados y ocurre entre los 35 a 40 días de la emergencia.

2.1.7.4. Fase de inicio floración

Se considera cuando la corola de la flor de la inflorescencia, se abre completamente esto ocurre entre los 20 a 25 días.



2.1.7.5. Fase de floración

Comienza con los primeros botones florales destituyendo las flores. Se hallaron variedades con una buena proliferación de flores.

2.1.7.6. Fase de tuberización

Comienza en el engrosamiento de los tubérculos ubicados en los estolones. debido a la adsorción de los azúcares en forma de almidón.

2.1.7.7. Fase de maduración

Comienza al ser comprimida con la yema de los dedos no pierde su cáscara. el inicio de la fase de plena floración (botón floral) puede coincidir con el de inicio de la tuberización.

2.1.8. Manejo del cultivo

2.1.8.1. Elección del terreno

Una vez elegido el área de trabajo, En suelos secanos la preparación se inicia terminada la temporada de lluvias, para aprovechar la humedad y vegetación del terreno, en el mes de marzo a mayo, se realiza el barbecho, agosto-setiembre, el desterronado y octubre a diciembre: mullimiento, nivelación, surcado y/o siembra o plantación (Livisi, 2017).

2.1.8.2. Preparación de la semilla

Los tubérculos maduros de diferentes tamaños y pesos 30- 80 gr/tubérculo que hayan alcanzado la madurez fisiológica y sanitariamente buena. Todos los tubérculos (semillas), ellas son la pureza genética, energía de emergencia y sanidad (Livisi, 2017).



2.1.8.3. Siembra

La siembra se realiza por surcos, colocando el “tubérculo semilla” al fondo del surco, a la distancia previamente establecida, conviene evitar el contacto directo entre el tubérculo y el fertilizante químico para evitar se quemen los brotes, la siembra debe realizarse dentro del período de lluvias de la zona (Livisi, 2017).

2.1.8.4. Profundidad de siembra

La siembra superficial se recomienda cuando hay exceso de humedad. La semilla profunda a menudo retarda la emergencia y se recomienda en épocas secas, pudiendo considerarse como profundidad adecuada la que varíe entre 5 y 15 cm (Asqui, 2018).

2.1.8.5. Densidad de plantación

La distancia reducida (25-30 cm) producirá tubérculos de tamaño semilla. En promedio se requieren 30-35 sacos de 45 kg/ha. Otro de los factores que deberá tomarse muy en cuenta es la topografía del terreno (plano o irregular), desde 1.10 a 1.40 m entre surcos (Asqui, 2018).

2.1.8.6. Deshierba

Esta labor debe hacerse solamente con la menor frecuencia posible y sólo a la profundidad necesaria. Entre 30 y 45 días, después de la siembra, con el propósito de eliminar las malezas que establecen competencia con el cultivo, recomendando el control manual, posteriormente el cultivo cierra los espacios con su follaje y no permite que las malezas se desarrollen (Asqui, 2018).



2.1.8.7. Fertilización

a) Análisis químico del suelo

Un análisis químico de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, se necesita conocer la diferencia entre la demanda nutricional del cultivo y la disponibilidad de nutrientes del suelo. Se recomienda tomar varias sub muestras (20-25/ha) entre diversos sitios, de toda el área de terreno. La profundidad debe ser a 20 cm. Mezclando todas las muestras en un recipiente poniendo un kg de suelo en dos bolsas plástica (coloca una hoja de información de la muestra), para enviar al laboratorio para el análisis. (Asqui, 2018).

b) Fertilización orgánica

Se puede utilizar guano de corral, humus de lombriz, guano de isla, desechos urbanos y subproductos de la agroindustria. Algunas ventajas de los abonos orgánicos son:

- Aireación de los suelos.
- Aumento en capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Disposición de macro y micronutrientes para las plantas.
- Formación y estabilización de agregados en el suelo.
- Incremento de la población de macro y microorganismos.
- Retención de agua.

c) Fertilización química o convencional

La incorporación de los abonos orgánicos se debe efectuar en su debida oportunidad. Esta incorporación se realiza antes de la siembra para



favorecer la humificación y evitar la toxicidad por el efecto de la fermentación (Asqui, 2018).

2.1.8.8. Aporque

Livisi, (2017) menciona que se realiza en dos fechas, el primero llamado medio aporque o coreo se lo realiza a los 60 a 80 días y el segundo aporque propiamente dicho a los 90 días o inicio de la floración. con el objetivo de:

- Cubrir los fertilizantes.
- Eliminar las malezas.
- Evitar los estolones en formación salgan a la superficie del suelo.
- Evitar que penetren la luz y se verdeen los tubérculos.
- Evitar que penetren los insectos y bacterias que deterioran los tubérculos.
- Mejorar las condiciones físicas del suelo

2.1.8.9. Condiciones de suelo y clima para siembra.

a) Condiciones climáticas

Las características del clima son importantes para decidir la oportunidad de siembra. La zona en la que se desea sembrar papa debe existir por lo menos dos meses en los que las temperaturas promedio diarias deben ser $< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y no se debe sembrar en zonas donde exista escasez de agua (Aparco, 2017).

b) Condiciones del suelo

Para el momento de siembra, el suelo debe estar adecuadamente



preparado. En general, las labores esenciales en la preparación del suelo para la siembra de papa son: Arado, Cruzamiento, Mullimiento y Surcado (Aparco, 2017).

c) Altitud

En el piso Andino (>3600 msnm.), las especies mejor adaptadas y más difundidas son las raíces y tubérculos andinos, entre ellos la papa (Aparco, 2017).

d) Riego

El cultivo de papa requiere de 400 a 600 litros de agua para producir 1 kilogramo de materia seca de tubérculos, por ello el eficiente uso de agua es baja en condiciones de riego comunes y no supera los 2.3 kg/m³ (Egusquiza, 2000).

2.1.8.10. Manejo integrado de plagas y enfermedades

a) Plagas

Gusano Blanco (*Premnotrypes vorax*). considerado la plaga más importante en el cultivo. Provocando pérdidas económicas entre el 10 a 80 % del valor comercial del producto. Sin embargo, el control se debe realizar en aquellos lugares más importantes en que se presenta la plaga tanto durante el cultivo como fuera de él (Egúsqiza, 2013).

b) Enfermedades.

La enfermedad más importante en el mundo y en nuestro país es el principal factor limitante de la producción del cultivo de papa siendo la



Tizón Tardío, Ranca (*Phytophthora infestans*). Los síntomas son variados, dependiendo de la temperatura, humedad, intensidad de luz y variedad del hospedante. En hojas presenta unas manchas de color verde oscuro de forma irregular. En condiciones medioambientales favorables, las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas grandes de color castaño a negro, pueden causar la muerte de los folíolos y diseminarse por los peciolos hacia el tallo, matando eventualmente toda la planta (Egúsqüiza, 2013).

2.1.8.11. Cosecha

Es una de las labores más costosas, efectuado al cumplir su madurez. Se encuentra formas para realizar la extracción de cultivo del suelo, la más común es manual con la ayuda de un azadón, lampilla, palas. La cosecha se clasifica de la siguiente manera: diámetro mayor- primera, mediano- segunda, pequeña- tercera (Asqui, 2018).

2.2. HELADAS

2.2.1. Características generales

Las actividades afectadas por el cambio climático se extienden a diversos ámbitos productivos y económicos, el sector agropecuario.

Las heladas son fenómenos atmosféricos que ocurren por la disminución de la nubosidad en los Andes y se produce cuando la temperatura ambiental disminuye más allá de los cero grados centígrados (Caminada y Rosales, 2015).

Mientras, en zonas de clima templado las heladas pueden afectar el cultivo de papa en primavera e inicios del otoño, en regiones Andinas las heladas pueden



ocurrir en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, disminuyendo así los rendimientos en diferentes intensidades (Pino, 2015).

La temporada productiva de octubre a abril, el riesgo de heladas es inminente, según las diferentes estaciones meteorológicas. Estas condiciones retrasan el desarrollo del cultivo y pueden resultar en disminuciones de hasta un 30% del rendimiento en cultivos con prácticas agronómicas adecuadas e incluso la pérdida total de la producción en aquellos con semilla de mala calidad y sin tecnología. (Ojeda & Martínez, 2020).

En los últimos años, diversos han sido los reportes del daño provocado por heladas en el cultivo de papa a nivel mundial, presentándose como un riesgo en la seguridad alimentaria de países como Perú, Bolivia y Colombia. (Pino y Chen, 2016).

2.2.2. Heladas

La helada se presenta cuando la temperatura ambiente desciende a 0°C o menos. Definiéndolo en dos condiciones, la meteorológica y la biológica como tolerancia propia del cultivo o variedad, etapa de desarrollo, condiciones fisiológicas, sanitarias, condiciones de suelo y duración de la helada (Quintana, 2018).

Las heladas son fenómenos atmosféricos que ocurren por la disminución de la nubosidad en los Andes y se produce cuando la temperatura ambiental disminuye más allá de los 0°C. El daño directo se produce cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación intracelular), mientras que el daño indirecto ocurre cuando se forma hielo dentro de las plantas,



pero fuera de las células (congelación extracelular). Lo que daña realmente a las plantas no son las temperaturas frías sino la formación de hielo (FAO, 2018).

Estos daños provocan una significativa pérdida de producción del cultivo, especialmente si la helada se produce durante el periodo de tuberización (retrasando su desarrollo), provocan que el interior del tubérculo se oscurezca, con tonos entre café rojizo a negro, en la superficie del tubérculo es una mancha café oscuro, a veces hundido. El tejido congelado muestra una pudrición húmeda, que exuda agua y las orillas de las áreas afectadas se ponen negras. (Zamora, 2022).

2.2.3. Efecto de las heladas en la planta

Zamora, (2022) menciona que el daño por congelación ocurre por:

- La muerte por deshidratación, se enfrían a temperaturas sobre cero, e igualmente si se detiene la transpiración.
- Desnutrición paulatina de las plantas, debido al consumo de reservas acumuladas y falta de asimilación.
- Un exceso de la descomposición de las proteínas sobre el proceso de síntesis.

2.2.4. Elementos meteorológicos que afectan la formación de heladas.

Zamora, (2022). Menciona que los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son:

2.2.4.1. Viento

La temperatura del aire disminuye conforme aumenta su distancia a la superficie del suelo, sin embargo, cuando la temperatura es mayor



conforme aumenta la elevación. Este fenómeno se manifiesta en los valles, principalmente en invierno, está cielos despejados con temperaturas bajas, cercanas a la superficie de la Tierra.

2.2.4.2. Nubosidad

Cuando el cielo está cubierto por nubes, estas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y de ese calor a la Tierra. Al descender la temperatura $<0^{\circ}\text{C}$ el vapor de agua que una capa delgada de hielo en la superficie de la Tierra, que se conoce como escarcha blanca.

2.2.4.3. Humedad atmosférica

Al disminuir la temperatura a $<0^{\circ}\text{C}$, y el insuficiente viento, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa la humedad es abundante, esta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

2.2.4.4. Radiación solar

Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde, estos procesos dependen de la nubosidad y de vientos sobre ciertas regiones del planeta. En el tiempo de los días cortos y las noches largas, aumenta la ocurrencia de heladas, aunque se encuentre una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.



2.2.5. Tipos de heladas

Zamora, (2022). Señala que las heladas se pueden clasificar de tres formas:

2.2.5.1. Clasificación de las heladas a partir de su origen climatológico.

Quintana, (2018). Señala que las heladas se pueden clasificar desde los puntos de vista de origen como se menciona a continuación:

Heladas por advección: Se presentan de día o noche, van acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h), los daños que sufren dependen de su naturaleza y la etapa en que se encuentre el cultivo.

Heladas por radiación: Se presenta por la pérdida de calor del suelo durante la noche. En el día el suelo se calienta, en la noche se pierde calor por radiación. Esto se debe a la acumulación del aire frío durante la noche. Esta helada, aunque poco frecuente, afecta a las plantas con flores y a las hortalizas.

La severidad de estas heladas varía considerablemente con las condiciones generales de la atmosfera y depende de las condiciones locales, tales como topografía, vegetación, entre otros. Este tipo de heladas suelen predominar en latitudes medias, a finales de primavera y a principios de otoño y son las que producen mayores pérdidas en los cultivos, si bien pueden producirse también en el verano, en zonas tropicales y subtropicales de mayor altitud.



Helada por evaporación: Se produce al evaporarse el agua depositada sobre las plantas, con el consiguiente enfriamiento al ser absorbido del aire el calor latente necesario para la evaporación. Si después de una precipitación desciende la humedad relativa del aire, lo que es frecuente después del paso de un frente frío, el agua que recubre los vegetales se evapora rápidamente.

2.2.5.2. Clasificación de la helada por la época en que ocurren.

Heladas primaverales. Este tipo de heladas afectan a los cultivos de ciclo anual, al encontrarse en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de nacimiento.

Heladas otoñales: Llamadas heladas tempranas, siendo perjudiciales en los cultivos interrumpiendo bruscamente el proceso de formación de botones de las flores y la maduración de frutos.

Heladas invernales: Se forman durante el invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan principalmente a los árboles perennes con frutos y especies forestales.

2.2.5.3. Clasificación de las heladas por su efecto visual

Helada blanca. Se condensa inmediatamente haciendo que el vapor de agua del aire pase de estado sólido para formar hielo, formando capas de color blanco sobre las plantas. Se ve especialmente en las horas de la mañana.

Helada negra: Se efectúa cuando el aire tiene poco vapor de agua (baja humedad) y la temperatura del punto de inferior a 0°C, de modo que

existe escasa condensación y nula formación de hielo sobre la planta. Sin embargo, los cultivos dañados y al día siguiente las plantas presentan una coloración negruzca, por la congelación de la savia de las plantas o sus tejidos. Durante este tipo de helada, sucede que, al congelarse el agua, se origina un incremento de su volumen y quemaduras en el follaje.

2.2.6. Daños por heladas en el cultivo de papa

Quintana(2018), señala la clasificación simple de la severidad de las heladas por la temperatura mínima del aire.

Tabla 2

Severidad de heladas meteorológicas

Heladas	Intervalo de temperaturas (°C)
Muy severas	> - 10 °C
Severas	- 8.0 a - 9.9 °C
Muy fuertes	-6.0 a -7.9 °C
Fuertes	-4.0 a -5.9 °C
Moderadas	-2.0 a -3.9 °C
Suaves	0.0 a -1.9 °C

Fuente: Quintana, 2018.

2.2.6.1. Efectos de las heladas sobre los cultivos

Los órganos de la planta, mueren cuando son sometidos a la acción del frío suficientemente intenso y prolongado. La muerte del tejido vegetal por frío es un proceso físico-químico. El proceso se inicia cuando se alcanza la temperatura crítica de la planta, en la que ocurre congelamiento de la solución extracelular, que resulta en un desequilibrio con el potencial químico del agua de la solución intracelular. Este proceso genera pérdida de agua, provocando la deshidratación de la célula o congelamiento de la solución intracelular.



Las primeras señales resultantes de este proceso son deshidratación de la célula, pérdida del potencial de turgencia, aumento en la concentración de solutos, reducción de volumen celular y ruptura de membrana plasmática (Campos, 2005).

Estrada (2000) reporta que el agua se moviliza desde adentro hacia afuera de la célula, los solutos y componentes celulares adquieren una alta concentración y causan un estrés prolongado a las células, que causa la muerte eventual de las células por la desnaturalización de las proteínas o de las uniones químicas y por la destrucción de las proteínas de la membrana celular.

Además de las pérdidas en rendimientos y del daño foliar, las heladas inducen la formación de cristales de hielo a temperaturas de congelación. Se pueden formar cristales de hielo dentro del protoplasma causando la ruptura y muerte celular, o también. En los espacios extracelulares produciendo severa deshidratación celular. (Quintana, 2018).

2.2.6.2. Efectos de las heladas en el cultivo de papa

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es significativamente afectado por heladas. La mayoría de las variedades cultivadas son sensibles a temperaturas inferiores a -2.5°C que producen daños visibles a nivel foliar y mermas tanto en los rendimientos como en la calidad de los tubérculos. (Quintana, 2018).

Mientras que en zonas de clima templado las heladas pueden afectar el cultivo de papa en primavera e inicios del otoño, en regiones

andinas de América del Sur las heladas pueden ocurrir en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, disminuyendo así los rendimientos en diferentes intensidades.

En el sur de Puno, las heladas que ocurren entre la etapa de emergencia y formación de estolones bajaron los rendimientos entre 30 y 50%, y las heladas en floración afectaron el rendimiento en 50%. Hijmans (1999), estimó que cerca del 25% del área total plantada con papa en el altiplano tiene alto riesgo de heladas (>33%). Un estudio reciente en Korea mostró que plantas de papas afectadas con daño severo por helada (>75% daño visual) alcanzaron un rendimiento de 31 t/ha, mientras que aquellas plantas que experimentaron un bajo daño (<25% daño visual) alcanzaron un rendimiento de 53 t/ha (Chang et al., 2014).

Ojeda & Martínez (2020), señala que cuando el agua dentro de las células de la planta se convierte en hielo, produciendo un “evento de congelación” que puede dañar sus tejidos, según factores de tolerancia del cultivo y la magnitud de la helada (temperatura mínima y duración).

Figura 1

Daño por congelación.



Fuente: Ojeda, F. & Martínez, A. (2020)

La Figura 1. Describe los daños por congelación en el cultivo de papa con síntomas de marchitamiento y muerte de tejidos. Post heladas negras. T° de $-1,7$ y $-1,0^{\circ}\text{C}$, con una duración de 3 y 4 h respectivamente.

Figura 2

Daño por frío. (A) Foliolos deformados. (B)



Fuente: Ojeda, F. & Martínez, A. (2020).

En la Figura 2. Describe los daños por frío y que genera lesiones y deformación de hojas, con contraste con una hoja sana. Tres eventos de heladas. T° entre $-0,3$ y $-0,7^{\circ}\text{C}$, con una duración entre 1 y 3 h. respectivamente.

La temperatura de congelación de la papa es de $-0,8^{\circ}\text{C}$, no obstante, se puede mencionar que con temperaturas de $+0,6^{\circ}\text{C}$ se observaron daños severos (pérdida de gran parte del follaje) en el cultivo. Sin embargo, la estación meteorológica que registró. Provocando daños significativos en el rendimiento del cultivo, especialmente si la helada se produce durante el periodo de tuberización. Si los daños por heladas se



producen las primeras semanas de brotación, las plantas (en caso de no haber muerto completamente) tienen muchas posibilidades de recuperarse y rebrotar con vigorosidad (Zamora, 2022).

2.3. MICRO TÚNELES

2.3.1. Medidas de protección en cultivos

Métodos indirectos. Son pasivos (elección apropiada de especies, variedades, distancia entre plantas, control de nutrientes, fertilizantes, rompe vientos, entre otros. Sembrar en cerros, lomas y montañas son sitios de dispersión del aire frío, que determinan poco favorables a la formación de las heladas (Molina, 2005).

Métodos directos. Son activos (reduciendo calor protegiéndolo con plástico, fibra de vidrio, red, túneles, calentadores, cajones, cestos u otros elementos vegetales hasta barreras forestales, o bien, produciendo nieblas o humo en la capa de aire adyacente a la superficie del suelo. (Molina, 2005).

2.3.2. Agricultura de protección

La protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad. El mercado demanda productos de calidad, sin daños por plagas o enfermedades y climáticos, lo que implica el uso de una serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de agricultura protegida. En la agricultura protegida se obtienen producciones con alto valor agregado además de:

- Extender las áreas de producción y los ciclos de cultivo.
- Garantizar el suministro de productos de alta calidad a los mercados hortícolas.



- Producir fuera de época (se extiende la temporada de producción).
- Proteger los cultivos de las bajas temperaturas, lluvia, granizo y heladas.
- Reducir la velocidad del viento, necesidades de agua, daños ocasionados por plagas, enfermedades, malezas, pájaros y otros

2.3.3. Micro túneles (túneles pequeños)

Los micro túneles son estructuras construidas formadas por arcos que se emplean para la protección de las plantas favoreciendo su desarrollo durante todo el ciclo productivo, permitiendo afrontar las inclemencias climáticas. reduciendo los daños mecánicos por efecto de la intensidad de la lluvia y por ende la proliferación de enfermedades, protegiendo plantas de las inclemencias del clima. El montaje para la protección de cultivos es variado por sus particularidades de sus estructuras, por su control ambiental.

Los micro túneles son pequeñas estructuras, sencillas, de fácil instalación y económicamente accesibles, dependiendo del material que pongamos sobre los arcos obtenemos diferentes usos, materiales como: mallas de sombreado, proporcionando sombra y controlando la cantidad de luz solar que reciben las plantas.

Este material puede ser: polietileno transparente resistente a los rayos ultravioletas. (Miserendino, 2011).

2.3.4. Motivos para usar micro túneles

Miserendino, (2011). Menciona los usos QUE les atribuye los micro túneles:



2.3.4.1. Proteger de las heladas

Esta manta aumenta la temperatura ambiente. Además, permite la correcta circulación del aire y deja pasar el agua, aprovechando así el agua de la lluvia.

2.3.4.2. Obtener cosechas precoces

Es posible adelantar el trasplante de los cultivos protegiéndolos con una manta térmica al aumentar la temperatura ambiental, permitiendo que el aire no se quede condensado al mismo tiempo que deja pasar el agua.

2.3.4.3. Obtener cosechas tardías

Podemos cubrir los cultivos de verano, protegiéndolos de las temperaturas para continuar con su producción durante más tiempo, retrasando el trasplante.

2.3.4.4. Aumentar la producción

Al simular un microclima que favorezca el desarrollo de los cultivos, ubicada en dirección al sol, podemos cosechar en unas semanas antes. La única diferencia es la temperatura exterior. Por tanto, si aumentamos la temperatura, podremos cosechar ciertos cultivos antes de tiempo.

2.3.5. Características de los micro túneles

Miserendino, (2011). Señala que las características de los micro túneles son:



Aspectos estructurales: Las partes del micro túnel son: arcos, cobertura y sujeción de cobertura. Los arcos se utilizan materiales flexibles, sin rugosidades o aristas que puedan dañar el polietileno de cobertura como la madera, el metal, el plástico o la combinación de alguno de estos. Entre estos contamos con fierros de construcción 3/8 pulgadas (los que se cubren con caños plásticos, cintas de goteo o manguera). El polietileno de cobertura debe permitir el mayor ingreso de luz posible (radiación), retener el calor, ser flexible, de fácil manejo, con tratamiento ultravioleta (uv) como el Polietileno Larga Duración Térmico (LDT). Para el sistema de sujeción se debe contar con estacas, hilos, ganchos y alambre. La sujeción es uno de los puntos más importantes a tener en cuenta porque determinará no sólo el ajuste de la cobertura, además fortaleza la estructura.

Dimensiones: Estructuras cubiertas en el área foliar del cultivo. Así se logrará el aguante de los fuertes vientos, los arcos que conforman la estructura.

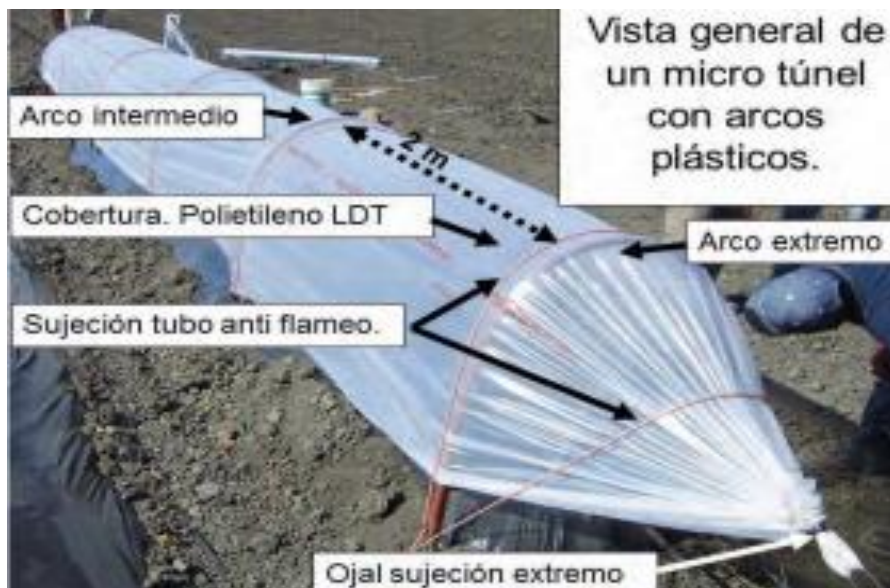
Ancho y altura: Cuenta con distintas dimensiones, pero se recomienda que las mismas estén relacionadas al ancho del cantero y del material de cobertura a utilizar. Como así también a la altura que adquirirá el cultivo al momento de la cosecha. Se recomienda que el área foliar a cubrir no supere el metro de ancho (debo a las hojas). Con este ancho se podrá realizar un micro túnel de unos 0.50 a 0.80 m de altura y el perímetro del arco será de unos 2 metros, que coincide con la medida estándar de los rollos de polietileno que existen en el mercado.

Largo: Conviene que el largo no supere los 30 m ya que a mayores largos se han presentado problemas con el viento, esto ocurre porque se pierde fortaleza en la estructura. Por otro lado, conviene hacerlos de un múltiplo de 2 m, ya que es la distancia recomendada entre los arcos a lo largo del micro túnel.

Aspectos ambientales: La apariencia que se destaca en estas estructuras es que permiten aumentar las temperaturas medias y máximas diarias durante la temporada de producción, además, que las temperaturas desciendan del grado en el mismo periodo.

Figura 3

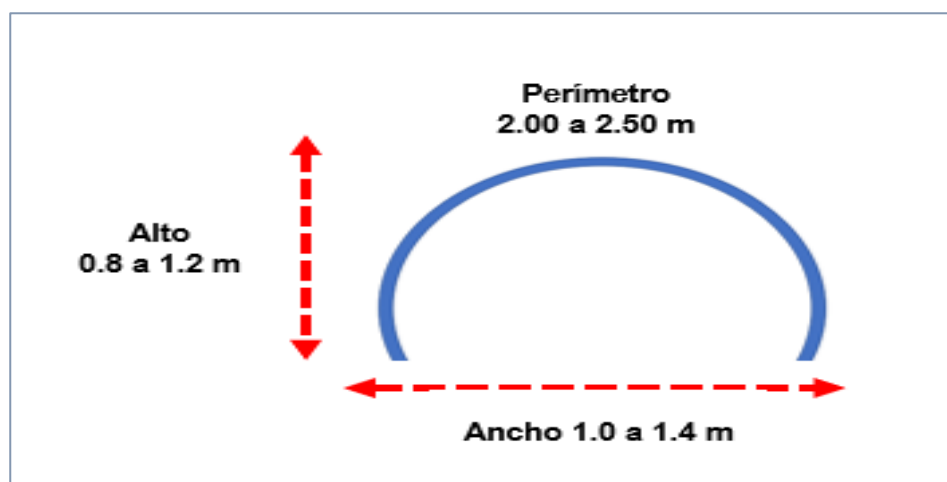
Vista general del micro túnel, con sus componentes principales



Fuente: Miserendino, (2011).

Figura 4

Dimensiones recomendadas



Fuente: Miserendino, (2011).



2.3.6. Materiales y equipos para su instalación

- Tubos de poliuretano de 20 cm cada uno.
- Estacas de hierros de 60 cm.
- Martillo
- Cuerda.
- Plástico fuerte de al menos 2 m de ancho y con 10 m de largo que el total de túnel.
- Tubos de PVC de $\frac{1}{2}$ por 2.40 a 3. 40 m de largo.

2.3.7. Instalación de los micro túneles

Molina, (2005). Menciona que en la construcción de micro túneles se debe tomar en cuenta lo siguiente:

2.3.7.1. Preparación del terreno

Se debe contar con un suelo muy mullido, después se confecciono lomillos de 0,50 a 0,70 m de ancho y una altura de 40 cm. Es aconsejable preparar el suelo con la finalidad de que esté suelto y posteriormente se puedan confeccionar eras o camas de 1,1 m de ancho, con una altura de 30 – 80 cm.

2.3.7.2. Preparación del micro túnel

Las medidas, con el ancho debe ser de 1.20 m. Para empezar, se colocará en el piso a los lados del micro túnel una cuerda, ponerlas en ambos lados.



2.3.7.3. Colocación de los tubos

Primero se clavó los tubos a 20 cm de donde comienza la cuerda que demarca el bancal. Se clávo en el suelo usando un combo, debes dejar fuera 1.5 cm para que de esta manera el mismo n se llene de tierra. El siguiente tubo clávalo a 80 cm del primero y el resto los clavarás a 1.20 cm de distancia del segundo tubo que colocaste. Por lo tanto, debes clavar los tubos a ambos lados del bancal a la misma distancia. Además, asegúrate que los claves uno frente a otro para que pueda calzar el tubo que hará el arco del túnel. Luego se procede a introducir al tuvo PVC del lado del tubo que clavaste al suelo y se lleva al otro extremo para introducirlo en el tubo del frente. De esta manera se formará un arco.

2.3.7.4. Colocación de la cuerda central

Primero se mide el centro de la estructura. Clavando estacas como forma de gancho. Se atará la cuerda en el fierro y se clavará para asegurar. El segundo paso es subir la cuerda al centro del arco dando dos vueltas para tensar. Así mismo se deberá pasar por el centro de cada arco tensando hasta el final. Luego de terminar, de tensar cada arco, al final se clavará otro fierro y se sujetará el resto de la cuerda, tensándola sin que los arcos cedan.

2.3.7.5. Colocación del plástico

En seguida se colocó la cuerda central pondrá el plástico encima de la estructura, dejando un metro de cada lado a lo largo. Se recogerá el sobrante del lado del inicio, tensándolo y clavando un fierro en el suelo,



dejando espacio para pasar el plástico sobrante, mientras se tensa con un nudo. Finalmente se clava el fierro para asegurar el plástico.

2.3.7.6. Colocación de las cuerdas

Primero se pasará la cuerda por encima de cada arco. Clavando una estaca a cada lado del arco. El segundo paso es amarrar la cuerda tensando un poco. Por lo tanto, se realizó este proceso en cada arco, tensando el sobrante de plástico como al inicio. Pudiendo abrir el plástico por un lateral y comenzar a plantar.

2.4. USO DE LOS PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA

2.4.1. Origen de la Plasticultura

El desarrollo de los polímeros de polietileno a finales de la década de los años 30`s, y su subsiguiente introducción a inicios de los 50`s como películas plásticas y acolchados, así como el desarrollo de tubos de goteo y cintas de goteo, revolucionó la producción comercial de varios tipos de vegetales y dio un impulso a la plásticultura. Con el descubrimiento de otros polímeros, como el cloruro de polivinilo, polipropileno y el poliéster y su uso en elaboración de mangueras, equipos de fertiirrigación, filtros, goteros y conectores, se amplió el uso de componentes plásticos en la elaboración de sistemas o equipos de uso agrícola (Lamont 1991).

2.4.2. Plasticultura en el mundo

La plasticultura en el mundo está siendo de gran ayuda para contrarrestar fenómenos climáticos cada vez más frecuentes como tormentas, sequías, granizo, temperaturas muy bajas e incluso la aparición de nuevas plagas que amenazan la



integridad de los cultivos. Los productores agrícolas y expertos en el área coinciden en que manejar tal cantidad de residuos plásticos generados mediante la plasticultura es una labor demandante. Aunque no parezca, el uso de plásticos agrícolas es en la actualidad uno de los agentes más importantes para hacer frente a los desafíos del cambio climático, (Molina, 2005).

2.4.3. Uso del acolchado

En el caso de los acolchados biodegradables, estos no necesitan ser retirados del campo una vez finalizado el cultivo, ahorrando tiempo y dinero con una clara tendencia hacia una agricultura biodegradable.

En Centro América se han hecho trabajos en pro de la toma de conciencia sobre los efectos negativos del uso de agroquímicos y el desarrollo de nuevas tecnologías alternativas que contrarresten el uso de estos, buscando un desarrollo en armonía con el ambiente (IICA 2001).

Una de las tecnologías propuestas es el uso de los acolchados plásticos, esta tecnología se presenta como una alternativa en la producción orgánica de cultivos ya que, con el avance actual en la tecnología del plástico y su incorporación en la actividad agrícola, dando origen al termino plásticultura, se ha mejorado y facilitado su uso como acolchados favoreciendo el control de malezas y de algunas plagas y enfermedades. (Molina, 2005).

2.4.4. Uso de los platicos agrícolas

El uso de plásticos como acolchados para evitar el crecimiento de malas hierbas o mantener el nivel de humedad en el suelo el mayor tiempo posible, tiene



numerosas ventajas para el normal crecimiento del cultivo. Los usos más relevantes de plásticos en agricultura son:

- Bolsas para conservación de granos y forrajes
- Envasado
- Geomembranas
- Invernaderos y túneles
- Mallas y redes
- Mantas
- Mantas flotantes
- Mulching o acolchado.

2.4.5. Uso de bioplásticos en la agricultura

Con el desarrollo de la plásticultura los acolchados plásticos pasaron a ser una alternativa que ha permitido incrementar los rendimientos y rentabilidad en la agricultura, disminuyendo el uso de herbicidas para el control de malezas y reduciendo además el uso de plaguicidas sintéticos (químicos), ya que hay estudios que han demostrado que los acolchados plásticos como el color plata rechazan cierta especie de afidos y reducen la incidencia de virus llevados por afidos en algunos cultivos como la calabaza de verano.

El uso de plásticos como acolchado favorece, dependiendo del color del acolchado, una reducción en la incidencia de insectos plagas, y en el control de malezas, con lo que se reduce el gasto en mano de obra al no tener que llevar a cabo la labor de deshierba tan frecuentemente.

Durante décadas, los agricultores y ganaderos de todo el mundo han confiado en el uso de plásticos para mejorar sus cultivos, ya que han demostrado

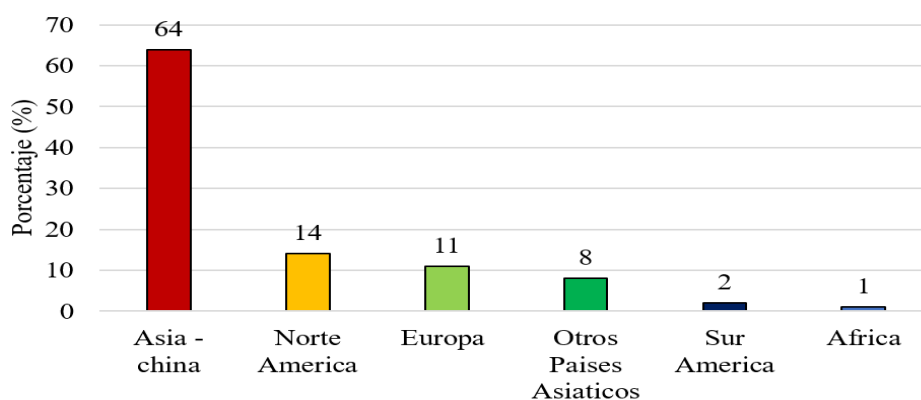
ser una excelente alternativa para cosechar antes, obtener productos más grandes, rendimientos más altos y de mejor calidad y tamaño, e incluso cosechar en temporadas donde antes era impensable, (Molina, 2005).

2.4.6. Color del acolchado

Entre los colores de acolchados más usados están los colores: negro, plata, blanco, amarillo y azul, sobresaliendo el color plata por su efecto repelente en adultos de afidos y mosca blanca, además del control de maleza. Se han hecho estudios donde se demuestra que el uso de acolchados plásticos también ejerce un efecto positivo sobre el rendimiento de ciertos cultivos. Los beneficios reportados para los cultivos desarrollados con acolchado plásticos incluyen adelanto en las cosechas, incremento en los rendimientos y mayor calidad de la producción entre otros” (Quezada et al. 2004).

Figura 5

Distribución geográfica de superficie trabajada con acolchado platicos en el mundo mercado total de aplicación 2,300,000 Ha (CIDAPA, 2004).



El uso del plástico en la agricultura es el acolchado (mulch), permitiendo un control de las malezas alrededor de los cultivos, actualmente se reportan otros beneficios en el uso de esta tecnología. Estos resultados son usuales cuando se



combina en el campo de producción con otras tecnologías como fumigaciones necesarias y el uso de riego por goteo (Decoteu, 2023).

2.5. PARÁMETROS DE ESTUDIO

2.5.1. Características agronómicas

Las modificaciones de rasgos importantes en el cultivo, tolerancia a factores abióticos (salinidad, sequía, altas y bajas temperaturas), y mejoramiento de características agronómicas (calidad nutricional, prendimiento de plántulas, diámetro apical, diámetro ecuatorial, número de hojas, longitud de hoja y rendimiento. (Francisco, 2011).

2.5.2. Análisis económico

2.5.2.1. Costos

Roque, (2013). Menciona que los costos son el desembolso originado en el consumo de recursos (materia prima) para realizar actividades relacionadas directamente con la producción de un bien o servicio, obteniendo un beneficio de corto o largo plazo.

2.5.2.2. Clasificación de los costos de producción

Arbulú, (2000). Menciona que existen dos tipos de costos de producción; costos variables (CV) y costos fijos (CF); tales como los costos de financieros y depreciaciones.

a) Costos variables

Los costos variables son tal como su nombre lo indica, aumentan con cada unidad adicional de producto; estos son generados por los



factores de producción que se pueden modificar en el corto plazo, variando con los cambios en la producción a mayor producto mayor costo; es decir son función del producto o cantidad. (Roque, 2013).

b) Costos fijos

Los costos fijos son aquellos que no se pueden modificar durante cierto periodo y son totalmente independientes de la cantidad de producción, estos costos son generados por la existencia de los factores de producción que no se pueden modificar en el corto plazo. (Cotacallapa, 2000).

c) Costos totales

Son todos los gastos en lo que incurre el agricultor, durante el proceso productivo de las diferentes actividades de producción de un bien o servicio (Arbulú, 2000). Son como el pago realizado por una empresa por los servicios de los factores de la producción. Es decir, el costo total se define en suma de los CV y CF. (Cotacallapa, 2000).

$$\text{Costo Total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable.}$$

d) Rentabilidad

Roque, (2013) menciona que el rendimiento económico se expresa en términos conceptuales. Es igual al ingreso neto dividida entre el costo total, multiplicado por 100.



e) Relación beneficio/costo

Roque, (2013) menciona que la relación beneficio/costo debe ser como mínimo. Si esta es igual a 1, los ingresos son iguales a los costos y si es menor que 1 hay pérdida y la actividad no es provechoso. Indicando los beneficios o déficit por cada sol empleado.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

La ubicación del área experimental fue en la comunidad de Tancuaña Distrito de Cabanilla, Provincia de Lampa, Departamento de Puno, situado a una distancia de 07 kilómetros de la Municipalidad Distrital de Cabanilla, por la carretera Cabanilla – Lampa. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas: X: 356274.00, Y: 8274787.60 con una altitud promedio de 3840 msnm.

3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

3.2.1. Topografía

Se puede distinguir una topografía casi llana que oscilan entre 0 a 1 %. En este contexto el grado de erosión es variable de acuerdo a las características de los suelos, tipo de vegetación, precipitación y vientos.

3.2.2. Clima

El distrito de Cabanilla se presenta dos de épocas, la época de lluvias que comprende los meses de octubre a marzo y la época seca que comprende los meses abril a septiembre.

3.2.3. Temperatura

Los antecedentes meteorológicos de temperatura (°C) máxima, media y mínima fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), del Departamento: Puno, provincia: Lampa, distrito:

Lampa, cuyas coordenadas son Latitud: 15°21'39.9", Longitud: 70°22'27",
Altitud: 3866 msnm, Tipo: Co – meteorológica, Código: 100081.

Correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 (octubre del 2022 hasta el mes de mayo del 2023). Esto se describe en la Tabla 3.

Tabla 3

Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, temperatura (°C) máxima, media y mínima.

Meses	Temperatura (°C)			
	Maxima	Media	Minima	
2022	Oct	19.46	9.26	-0.94
	Nov	20.73	10.67	0.62
	Dic	17.56	10.22	2.88
	Ene	18.17	10.57	2.97
2023	Feb	17.26	10.64	4.02
	Mar	17.84	10.46	3.08
	Abr	18.37	9.38	0.38
	May	17.17	8.03	-1.10
	Promedio	18.32	9.90	1.49

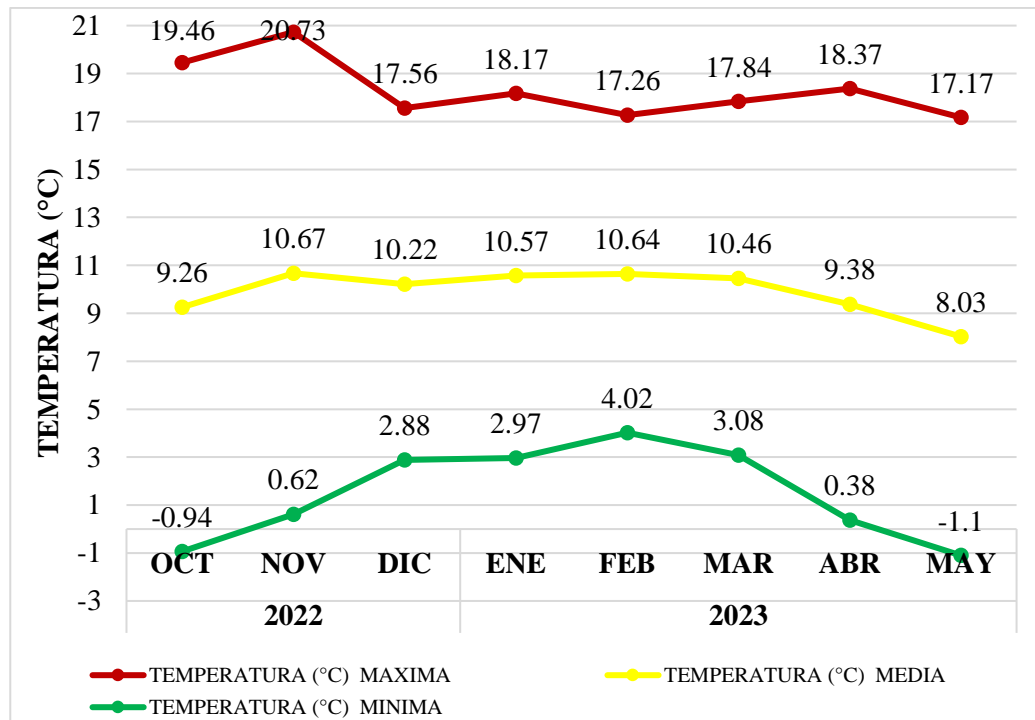
Fuente: SENAMHI Estación meteorológica de Lampa – Puno.

En la Figura 6, muestra Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, temperatura (°C), se muestra la máxima temperatura se dio en el mes de noviembre del 2022 con **20.73 °C**, y la mínima temperatura se dio en el mes de mayo del 2023 con **-1.10 °C**. En el transcurso de la campaña agrícola se observa que el promedio de la campaña es de **18.32 °C**, es superior a otros años, además de que el promedio de temperatura mínima es de **1.49 °C** mostrando que la presencia de heladas se dio mas que todo en los meses de enero y febrero, afectando el desarrollo foliar del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Estas heladas se dieron los días 22 y 23 de enero descendiendo a hasta -1.0 y -0.4 respectivamente, también se volvió a registrar heladas a finales del mes de febrero, los días 27 (-0.6 °C), 28 (-0.2 °C) de febrero y 01 de marzo con temperaturas de

que descendieron hasta $-1.40\text{ }^{\circ}\text{C}$, según reportes de la estación meteorológica del SENAMHI (Lampa-Puno).

Figura 6

Datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, temperatura ($^{\circ}\text{C}$) máxima, media y mínima.



3.2.4. Precipitación pluvial

Los datos meteorológicos de precipitación pluvial fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), del Departamento: Puno, Provincia: Lampa, Distrito: Lampa, cuyas coordenadas son Latitud: $15^{\circ}21'39.9''$, Longitud: $70^{\circ}22'27''$, Altitud: 3866 msnm, Tipo: Co – meteorológica, Código: 100081. Correspondiente a la campaña agrícola 2022 – 2023 (noviembre del 2022 hasta el mes de mayo del 2023). Esto se describe en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4

Datos meteorológicos campaña agrícola 2022 – 2023, precipitación (mm/mes)

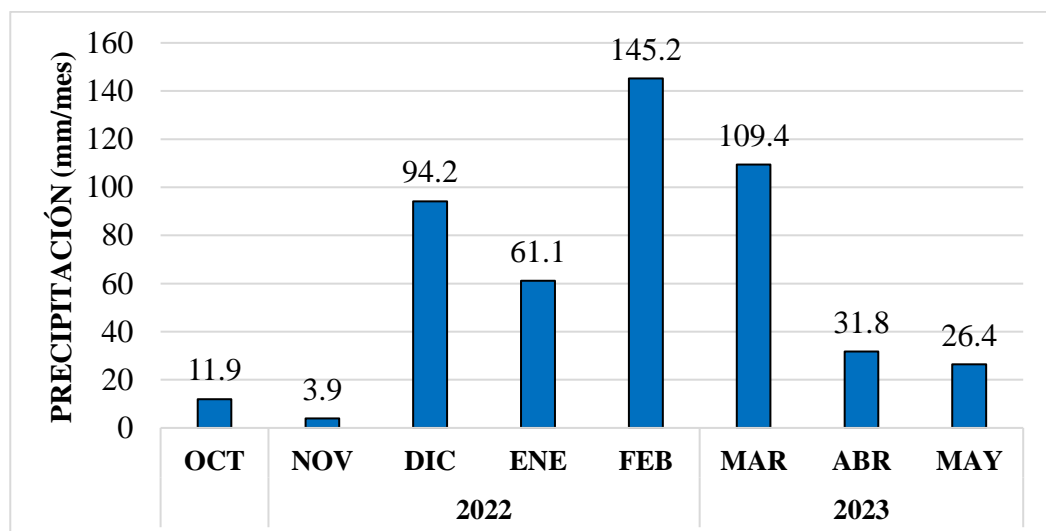
Meses		Precipitación (mm/mes)
2022	Oct	11.9
	Nov	3.9
	Dic	94.2
	Ene	61.1
2023	Feb	145.2
	Mar	109.4
	Abr	31.8
	May	26.4
Promedio		483.9

Fuente: SENAMHI Estación meteorológica de Lampa – Puno.

En la Figura 7, muestra los datos meteorológicos de la campaña agrícola 2022 – 2023, muestra la mayor precipitación pluvial se en el mes de **febrero del 2022 con 145.2 mm**, y la menor precipitación pluvial se dio en el mes **de noviembre del 2022 con 3.9 mm**, Al instalar el área experimental, las precipitaciones pluviales fueron escasos, en comparación a otros, afectando el desarrollo fenológico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Figura 7

Datos meteorológicos campaña agrícola 2022 – 2023, precipitación (mm/mes)



3.2.5. Suelo

El análisis físico y químico del suelo del área experimental, se llevó a cabo en el laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA - Puno.

La Tabla 5, muestra la interpretación del análisis de suelo, presentando mediante el método hidrómetro el suelo presenta Arena 79.00 %, Arcilla 8.00% y Limo 13.00 % representando una textura **arena franca (AF)**. En el análisis químico se muestra que en el contenido de nitrógeno total muestra 0.12% siendo una clasificación **media**. El contenido de fósforo disponible es 7.90 ppm **siendo clasificado como medio**. El contenido de potasio disponible conto con 120 ppm clasificándose como **media**; con un pH de 7.25 clasificándose como **ligeramente alcalino**, en cuanto a la conductividad eléctrica en análisis de suelo muestra 7.60 mS/cm cuya interpretación es **moderadamente salino** y con un contenido de materia orgánica de 2.90 % calificado como **medio**.

Tabla 5

Análisis físico químico del suelo experimental

Componentes	Cantidad	Métodos
Análisis mecánico		
Arena	79.00 %	Hidrómetro
Arcilla	08.00 %	Hidrómetro
Limo	13.00 %	Hidrómetro
Clase textural	Arena franca	Triangulo textural
Análisis químico		
N total	0.12 %	Micr-Kjeldahl
P disponible	7.90 ppm	Oslen modificado
K disponible	120 ppm	Fotometría de llama
pH	7.25	Potenciómetro
C.E.	7.60 mS/cm	Conductímetro
C.E (e)	38.00 mS/cm	Conductímetro
M.O.	2.90 %	Walkey y black

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos UNA - PUNO, 2022.

3.3. Materiales y equipos del campo experimental

Tabla 6

Los materiales y equipos que se utilizaron durante el proceso experimental fueron los siguientes:

Actividad	Descripción
Historial de campo experimental	- Campaña agrícola 2016 – 2021: Cultivo de alfalfa - Campaña agrícola 2021 – 2022: Cultivo de avena - Campaña agrícola 2022 – 2023: Cultivo de papa (experimento)
Semilla	- La semilla del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), variedad imilla negra, de la campaña agrícola 2021-2022, Cabanilla – Lampa. - Peso 61 – 80 gr/tubérculo.
Fertilización edáfica	- Se realizó la fertilización del suelo previa evaluación de suelo, con humus de lombriz adicionando 2kg/m ² en la siembra y a los 45-60 días después de la siembra 1kg/m ² en el aporque.
En la preparación del terreno	- Tractor (rastra de cincel) - Tractor (surcador)
En el marcado del campo experimental	- Cordel, Estacas. - Flexómetro - Yeso
Herramientas y materiales para el armado de los micro túneles	- Barras de acero de 9 m - Poli tubo de color negro de ½ pul. - Soga, Cinta métrica - Martillo, Sierra, Tijera - Agro film, Estacas
En la toma de muestras	- Bolsas de plástico - Etiquetas y Sacos
Para la toma de evaluaciones	- Balanza analítica. - Bolígrafo. - Cámara fotográfica. - Cuaderno de campo. - Pie de rey
Materiales de gabinete	- Computadora (laptop) - Software para análisis estadístico (SAS).

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Se estudió el uso micro túneles y acolchado; cuyos tratamientos describen su instalación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7*Clave de tratamientos*

Tratamiento	Descripción
T – 0	Testigo
T – 1	Instalación de micro túneles en el cultivo de papa
T – 2	Instalación de acolchado en el cultivo de papa
T – 3	Instalación de micro túneles y acolchado en el cultivo de papa

3.5. DIMENSIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Tabla 8*Dimensiones*

Tamaño del campo experimental total	Largo del campo experimental	: 16.00 m.
	Ancho del campo experimental	: 36.00 m.
	Área total del campo experimental	: 576.00 m ²
Tamaño de bloques	Largo del bloque	: 16.00 m.
	Ancho del bloque	: 12.00 m.
	Área de cada unidad del bloque	: 192.00 m ²
	Distanciamiento entre bloque	: 0.50 m.
	Número de bloques	: 3
Tamaño de parcela (tratamientos)	Largo del tratamiento	: 4.00 m.
	Ancho del tratamiento	: 12.00 m.
	Área de cada tratamiento	: 48.00 m ²
	Distanciamiento entre parcela (tratamiento):	: 0.00 m.
	Número de parcela (tratamiento)	: 12

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó el diseño bloque completamente al azar (DBCA), con 04 tratamientos, con 3 bloques, con un total de 12 unidades experimentales. La producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se determinó con la significancia entre tratamientos se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 0.05 y 0.01 de probabilidad.



Tabla 9

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variación	Grado de libertad
Bloque	$B-1 = 3-1 = 2$
Tratamiento	$T-1 = 4-1 = 3$
Error experimental	$(B-1) \times (T-1) = (3-1) \times (4-1) = 2 \times 3 = 6$
Total	$(B \times T) - 1 = (3 \times 4) - 1 = 12 - 1 = 11$

$$\text{Modelo aditivo lineal: } Y_{ij} = \mu + B_j + A_i + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Rentabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), Variedad imilla negra
- B_i = El efecto de bloque sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), Variedad imilla negra
- A_j = El efecto del uso de los tratamientos
- E_{ij} = El error experimental

3.7. VARIABLES EXPERIMENTALES

3.7.1. Variables dependientes

- Diámetro del tubérculo (cm/tubérculo)
- Numero de tubérculos (N° de tubérculos/planta)
- Rendimiento (kg/ha)
- Daño causado por heladas (Categoría)
- Análisis económico.

3.7.2. Observaciones

- Análisis físico – químico del suelo.



- Plagas y enfermedades.
- Precipitación.
- Temperatura.

3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.8.1. Muestreo de suelo

Se tomaron 5 sub muestras de 1kg cada uno, en la capa arable, luego de juntar y homogenizar se separó 1kg, obteniendo una sola muestra representativa, posteriormente se llevó al laboratorio de Aguas y Suelo, de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, para su respectivo análisis físico y químico.

3.8.2. Preparación del terreno

Se realizo la roturación del terreno con un maquina agrícola con un tractor agrícola de arado de discos, a una profundidad de 25 – 30 cm. Enseguida se acomoda la rastra pesada en forma cruzada hasta dejar el suelo suelto y mullido, para obtener un buen crecimiento de raíces, estolones y tubérculos.

3.8.3. Marcado del área experimental

Se trazo según las dimensiones del experimento siendo la medida del área total 32 m de largo y 36 m de ancho haciendo un total de 1,152 m² y la unidad experimental con medidas de 8 metros de largo y 12 metros de ancho siendo un total de 96 m², utilizando materiales como: flexómetro, cordel, yeso y estacas.

3.8.4. Fertilización

La fertilización se efectuó con humus de lombriz una vez que el terreno fue preparado, distanciado y marcado con yeso, con una cantidad de 2kg/m² en la



siembra y 1kg/m² en el aporque con total de 3kg/m² lo que representa 30 tn/ha de humus de lombriz; lo que se representa en 144 kg de humus de lombriz para 48m² para cada unidad experimental, donde se procedió a aplicar en forma manual en cada surco de cada parcela en estudio, incorporando en toda el área experimental.

3.8.5. Densidad de semilla

En el cultivo papa la variedad “imilla negra” se plantó a una distancia de 50 cm entre cada una y de las cuales por surco se depositó 20 semillas de tubérculo de papa y siendo 40 plantas en total por unidad de parcela experimental (48m²), utilizándose semilla de un peso 50 gr/tubérculo representándose en 2kg de semilla/48m², al final se cubrió con el mismo sustrato.

3.8.6. Instalación de los tratamientos

Una vez terminada la siembra se instalará los tratamientos que se describirán a continuación:

3.8.6.1. Instalación del testigo (T-0)

- No se instaló ningún tipo de protección contra la helada en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), que se usó como testigo.

3.8.6.2. Instalación de micro túneles (T-1)

- Se demarco con cal agrícola.
- Se instaló estacas de una pulgada de 20 cm de largo, dejando fuera 1.5 cm.
- Se colocaron estacas alrededor del área que servirá de guía para colocar los laterales de cada arco de manera prolija.



- Colocación de los arcos de los extremos: Para este experimento se realizó con arcos de acero siendo un poco más fuerte de 3.20 m de largo con 0.75 cm de diámetro, para evitar que el óxido afecte al cultivo y el agro film se utilizó poli tubo de 3.20 metros de largo de ½ pulgada de diámetro. Insertando 10 cm de profundidad en el suelo en cada lado.

- Colocación arcos intermedios: Se tensó un cordel sobre la parte alta de los arcos extremos para ajustar la altura de los arcos intermedios los cuales se van colocando cada 2.5 metros.

- Colocación de la cobertura: Primeramente, inserto dos estacas a 30 cm de altura al lado de los arcos ya instalados a cada extremo del micro túnel, resistiendo a la tensión que se generó al ajustar la cobertura, para permitir su ajuste con el cordel en el exterior. Luego se extendió toda la cobertura, y se realizó el corte de la misma, teniendo en cuenta dejar un tramo para realizar el ojal. Esto debe quedar también a unos 50 cm de la estaca. Luego se realizó el atado y ajuste sobre la estaca. Y se reiteró la operación en la primera, para reajustarla.

- Sujeción de la cobertura: Una vez que está colocado la cobertura se procederá a colocar los sujetadores. Los que rodearon por cada lado al arco. El material a utilizar puede ser hilo, cable o tubo antífleameo. Debe tener el doble de largo que la longitud del arco (perímetro). A este material se lo puede colocar utilizando ganchos de alambre o plástico.



3.8.6.3. Instalación del acolchado (T-2)

- Se instalo de manera manual, junto al sembrado de la papa, preparando el terreno mediante labrado para conseguir que el sustrato quede lo más sujeto posible (fertilizando el suelo antes de colocar el acolchado), extendiendo una película de plástico de color blanco entre los surcos creados en la plantación.

3.8.6.4. Instalación del acolchado y micro túnel (T-3)

- Se realizo la instalación del acolchado y micro túnel como los métodos ya mencionados anterior.

3.8.7. Deshierbo

Se realizo en los primeros 30-45 días de la siembra, manualmente. Las principales malezas identificadas fueron:

- Amor seco : *Bidens pilosa*
- Diente de león : *Taraxacum officinalis*
- Nabo silvestre : *Brassica campestris*
- Kikuyo : *Pennisetum clandestinum*

3.8.8. Aporque

Estas labores se realizan con el objeto de: Arrimar tierra a la planta, favorecer el desarrollo de los estolones que se producen de los tallos laterales y sostén a la planta, aflojar el suelo para mantener la humedad y aireación del suelo para una buena tuberización, cubrir la fracción de nitrógeno y mantener el suelo libre de malezas, proteger de algunas plagas y enfermedades. El primero se realizó a los 70 días de la plantación y el segundo aporque se realizó, a los 90 días o inicio de floración (Vásquez,1996).



3.8.9. Riego

Para un nivel adecuado de humedad durante su desarrollo para obtener buenos rendimientos. Esto siempre ocurre ya que el área ocupada por el cultivo depende de las lluvias para obtener su humedad (siembra de secano).

3.8.10. Cosecha

Se realizó en la culminación de la madurez comercial, luego se expusieron al sol por un par de horas para luego pesarlo, obteniendo de esta manera el rendimiento en kg/96 m² a kg/ha.

3.9. EVALUACIONES REALIZADAS

Se realizó las siguientes evaluaciones que se describirán a continuación:

3.9.1. Evaluar el número del tubérculo (cm/tubérculo) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.

Para esta variable se contó el número de tubérculos de cada planta, esta evaluación se repitió en 10 plantas tomadas al azar por tratamiento.

3.9.2. Evaluar el diámetro del tubérculo (cm/tubérculo) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.

La medición del diámetro del tubérculo se realizó con el instrumento denominado “pie de rey”. Dicha medición se realizó en la mitad de la altura del tubérculo, considerando 10 tubérculos por planta /10 planta por tratamiento.

3.9.3. Evaluar el rendimiento (kg/ha) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, contra las heladas utilizando micro túneles y acolchado.

La cosecha se realizó a la madurez fisiológica con la clasificación de tubérculos por su tamaño para consumo en fresco o procesamiento. Una vez obtenido el kg/96m² se procede hacer el rendimiento por hectárea (kg/ha).

3.9.4. Evaluar el porcentaje de daño causado por las heladas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, utilizando micro túneles y acolchado.

Esta evaluación se realizó cuando se presentaron las heladas los cuales se registraron en los meses de enero y febrero, donde se evaluó el porcentaje de área foliar afectado por las heladas en cada planta tomando en consideración la Tabla 8, sobre todo evaluando el daño cuantitativo.

Tabla 10

Nivel de daño por bajas temperaturas en el cultivo de papa.

Grado	Daño cualitativo	Daño cuantitativo
0	Sin daños visibles	0% de necrosis foliar
1	Ligero bronceado en el foliolo superior	5-9% de necrosis foliar
2	Unos pocos foliolos superiores necrosados	10-14% de necrosis foliar
3	Muchos foliolos superiores necrosados	15-30% de necrosis foliar
4	Todas las hojas y peciolo con necrosis	31-50% de necrosis foliar
5	Todas las hojas y peciolo fuertemente necrosados	51-90% de necrosis foliar
6	Planta entera necrosada	100% de necrosis foliar

Fuente: Quintana, 2018.

3.9.5. Evaluar el índice de rentabilidad en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, utilizando micro túneles y acolchado.

Se realizó las siguientes evaluaciones:

Costos variables. Los costos variables de producción del cultivo de papa son los siguientes: Preparación del terreno, Insumos agrícolas, Siembra, Labores culturales, Cosecha y Almacenado.

Costos fijos. En los costos fijos de producción de cultivo de papa fueron los siguientes: Análisis de suelo y Gastos Administrativos.

Costo total de producción del cultivo de papa (S/). Para determinar el rendimiento del cultivo de papa se procedió a muestrear bajo la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costos Variables} + \text{Costos Fijos.}$$

Rendimiento de producción (kg/ha). Al contar con los resultados de rendimiento, se procedió, a pesar por categorías en kg/parcela y posteriormente se transformó a tn/ha.

Tabla 11

*Clasificación de tubérculos del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) por tamaño para mercado, consumo, procesamiento y transformación.*

Categoría	Tamaño de tubérculo de papa	Destino
Extra	> 121 gr.	Mercado comercial
Primera	91 a 120 gr.	Mercado comercial
Segunda	61 a 90 gr.	Consumo y procesamiento
Tercera	31 a 60 gr.	Consumo y procesamiento
Cuarta	< 30 gr.	Transformación

Fuente: Cahuana, 2011.



Precio de venta por kilogramo de papa (S/.)

Se estimo mediante encuestas en mercados de la ciudad de Juliaca y Puno.

Ingreso Bruto (S/.): $IB = R \times P$

Dónde: IN = Ingreso Bruto, R = Rendimiento, P = Precio

Ingreso Neto (S/.): $IN = IB - CP$

Dónde: IN = ingreso neto, IB = Ingreso bruto, CP = costos de producción.

Rentabilidad (%): $RE = (IN / CT) \times 100$

Dónde: RE = Rentabilidad económica, IN = Ingreso Neto, CT = Costo Total

Relación beneficio/costo (S/.): $B/C = IB/CP$

Dónde: B/C = beneficio/costo, IB= ingreso bruto, CP= costos de producción

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO.

En el análisis de varianza para el numero de tubérculos por planta se muestra en la, Tabla 10, con la F-calculada para bloque (1.52) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques. Esto podría ser por que los tratamientos son muy cercanos, además de no existir diferencia edáfica y topográfica del área experimental. Para los tratamientos en la instalación de protección contra heladas en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (61.25) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una alta significancia entre tratamientos, lo que significa el uso de los micro túneles y acolchado, son superiores al testigo. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 2.3 %. Experimento conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 12

Análisis de variancia para el numero de tubérculos por planta del cultivo de papa

(Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	1.02	0.51	1.52	5.14	10.92	N.S.	0.2927
Tratamiento	3	61.81	20.60	61.25	4.76	9.78	**	<.0001
Error Experimental	6	2.02	0.34					
Total	11	64.85						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 2.3 %

Al existir una gran diferencia altamente significativa en tratamientos en el número de tubérculos la Tabla 11, se muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para

el numero de tubérculos por planta, el cual nos indica que el mayor número de tubérculos por planta fue con la protección del cultivo de papa con micro túneles y acolchado (T – 3) con 28 tubérculos por planta, quien le sigue es con la instalación de micro túneles (T – 1) con 26 tubérculos por planta, quien le sigue es con la instalación de acolchado (T – 2) con 24 tubérculos por planta, siendo superiores al testigo que cuenta con 22 tubérculos por planta.

Tabla 13

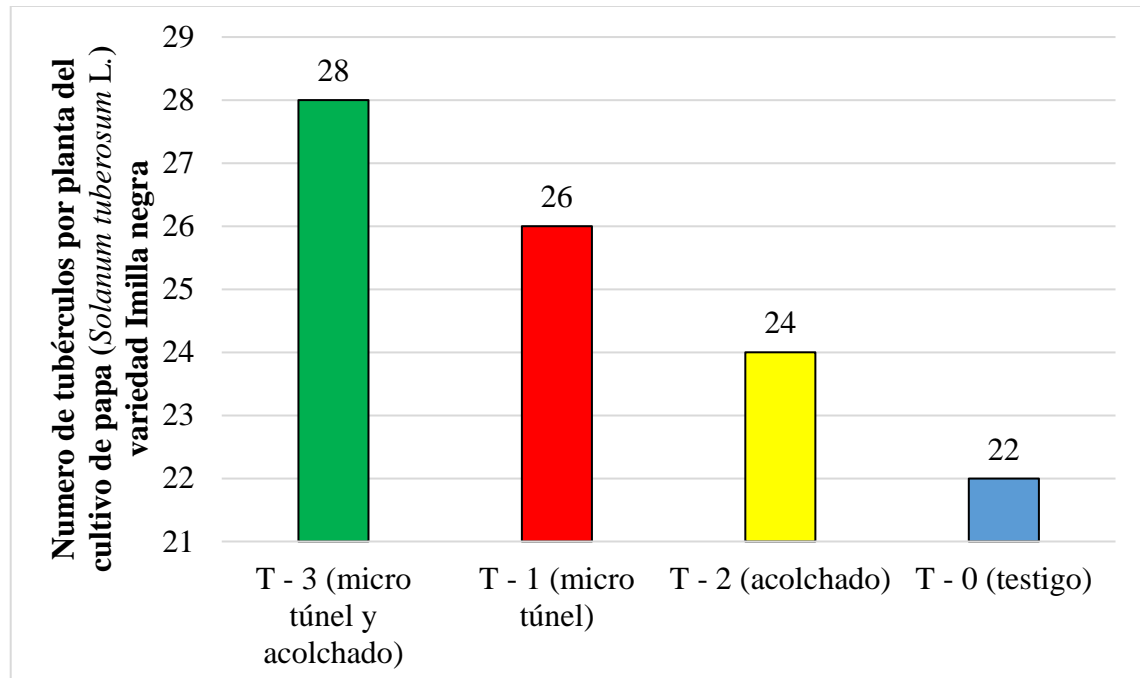
*Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Imilla negra*

Orden de merito	Tratamientos	Numero de tubérculos/planta	
Primero	T - 3 (micro túnel y acolchado)	28	A
Segundo	T - 1 (micro túnel)	26	B
Tercero	T - 2 (acolchado)	24	B C
Cuarto	T - 0 (testigo)	22	C

En el siguiente Figura 8, muestra el mayor número de tubérculos por planta por efecto del uso de micro túneles y acolchado, donde se observa que el mayor número de tubérculos por planta fue con la protección del cultivo de papa con micro túneles y acolchado (T – 3) con 28 tubérculos por planta, quien le sigue es con la instalación de micro túneles (T – 1) con 26 tubérculos por planta, quien le sigue es con la instalación de acolchado (T – 2) con 24 tubérculos por planta, siendo superiores al testigo (T – 0) que cuenta con 22 tubérculos por planta.

Figura 8

Numero de tubérculos por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla Negra, utilizando micro túneles y acolchado.



Estos resultados manifiestan un comportamiento heterogéneo entre ellos, principalmente en el número de tubérculos por planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), con la instalación de micro túneles y acolchado, contra las heladas, sin embargo, en el tratamiento con la protección de micro túneles y acolchado (T – 3) se observa que le faltó u poco de tiempo en la maduración, es decir cuando que la piel del tubérculo se desprendió con el dedo pulgar de la mano.

Quezada, (2004). Menciona que esencialmente la protección otorgada por los micro túneles, influye favorablemente al crecimiento foliar, manifestándose en un mayor número de tubérculos por planta.

Miserendino, (2011). Señala que el uso de micro túneles, muestra un incremento en la producción agrícola. Influyendo en el número de tubérculos por planta, durante las labores de cosecha por cada unidad experimental.

4.2. DIÁMETRO DE TUBÉRCULO POR PLANTA EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO.

En el análisis de varianza para el diámetro de tubérculos por planta se muestra en la, Tabla 12, la F-calculada para bloque (0.94) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en la instalación de protección contra heladas en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (0.50) es inferior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una homogeneidad en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 11.6 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 14

*Análisis de variancia para el diámetro de tubérculos por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, utilizando microtúneles y acolchado.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	108.36167	54.18083	0.94	5.14	10.92	N.S.	0.4408
Tratamiento	3	85.70250	28.56750	0.50	4.76	9.78	N.S.	0.6979
Error Experimental	6	345.16500	57.52750					
Total	11	539.22917						

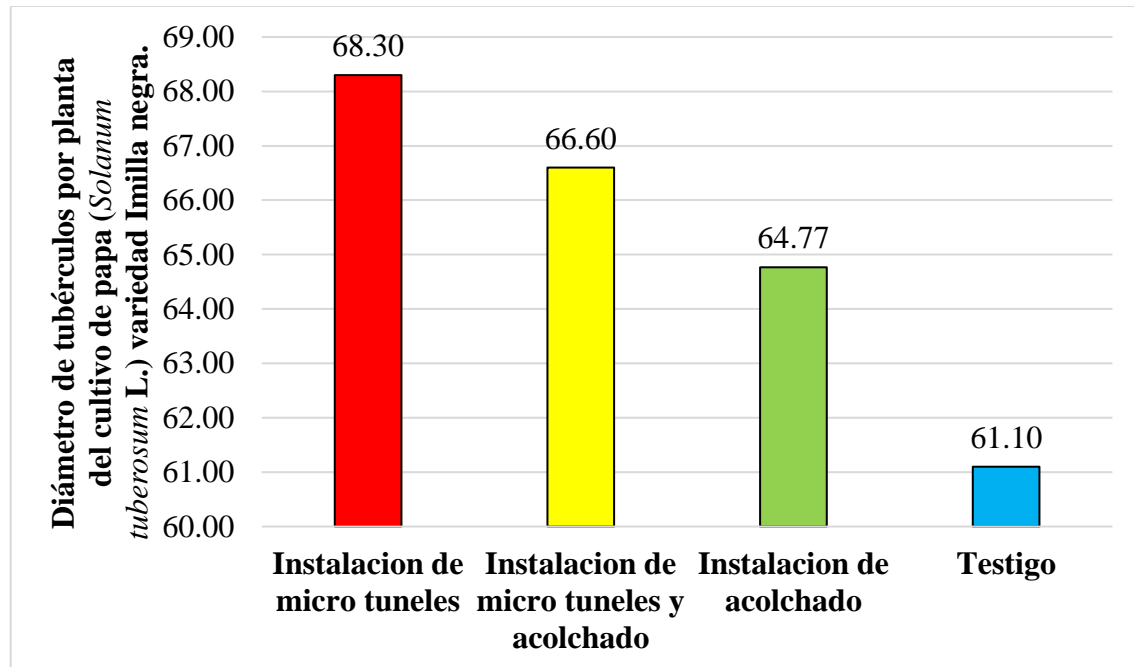
El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 11.6 %

En la Figura 9, presenta un gráfico de comparación de diámetro de tubérculo, el cual nos indica que el mayor diámetro se dio con el (T - 1) micro túneles con 68.30 mm; quien le sigue fue el (T - 3) micro túnel y acolchado con 66.60 mm, el tercer lugar fue el (T - 2) acolchado con 64.77 mm, y finalmente en cuarto lugar fue el tratamiento (T - 0) testigo con 61.10 mm.

Figura 9

*Diámetro de tubérculos por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)*

variedad Imilla negra.



Estos resultados manifiestan un comportamiento, homogeneidad en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, que no influye favorablemente en el diámetro de tubérculo. Siendo un parámetro no contundente para determinar los niveles de rendimiento o susceptibilidad a la helada.

Indicando que la variable de diámetro de tubérculo, no implica el rendimiento de producción así mismo no están correlacionadas. Aunque se encuentre un crecimiento foliar favorable por parte de la instalación de micro túneles, esto no se ve reflejado en la evaluación de diámetro de tubérculo.

4.3. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, CONTRA LAS HELADAS UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO.

a) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha.

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 14, muestra la F-calculada para bloque (1.03) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en la instalación de protección contra heladas en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (21.90) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 6.1 %. Experimento conducido de forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 15

*Análisis de variancia para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	8090469.8	4045234.9	1.03	5.14	10.92	N.S.	0.4116
Tratamiento	3	257300622.3	85766874.1	21.90	4.76	9.78	**	0.0012
Error Experimental	6	23495820.9	3915970.1					
Total	11	288886913.0						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 6.1 %

La Tabla 15, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 39071.00 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y

acolchado con 33469.00 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 29827.00 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 26603.00 kg/ha.

Tabla 16

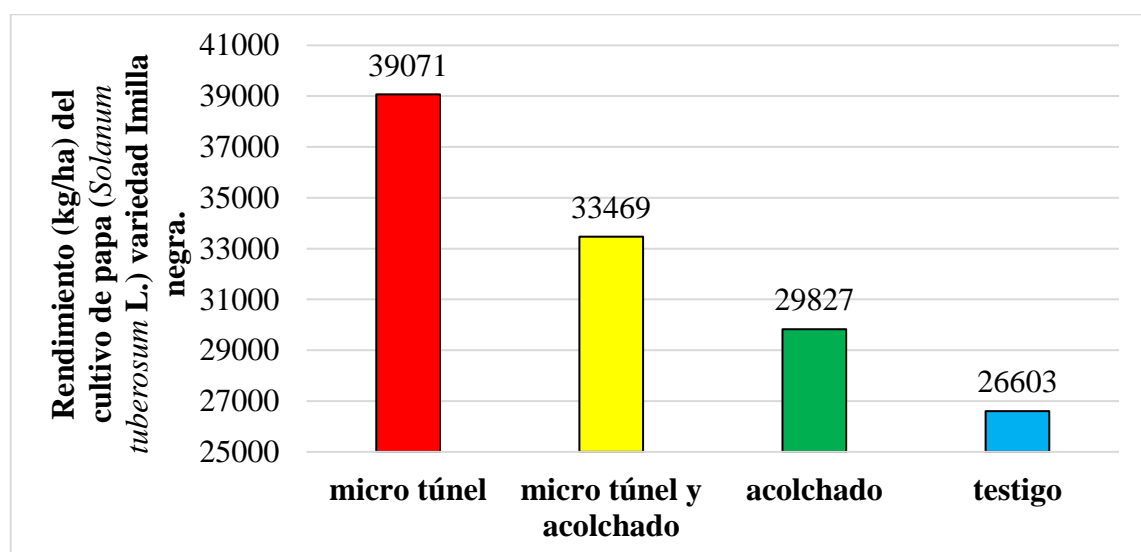
*Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra.*

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	
Primero	T - 1 (micro túnel)	39071.00	A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	33469.00	B
Tercero	T - 2 (acolchado)	29827.00	B C
Cuarto	T - 0 (testigo)	26603.00	C

La Figura 10, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T - 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 39071.00 kg/ha; quien le sigue fue (T - 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 33,469.00 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T - 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento de 29,827.00 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T - 0) testigo con rendimiento de 26,603.00 kg/ha.

Figura 10

*Rendimiento (kg/ha) del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra.*





La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Aumentando la producción. Por tanto, si aumentamos la temperatura, podremos cosechar ciertos cultivos antes de tiempo. (Miserendino, 2011).

El uso de plásticos como acolchado favorece, plagas y en el control de malezas, con lo que se reduce el gasto en mano de obra al no tener que llevar a cabo la labor de deshierba tan frecuentemente. (Molina, 2005). El uso de tecnologías como el acolchado y el micro túnel aísla al cultivo por medio de polipropileno permitiendo una ventaja para el cultivo logrando un mejor desarrollo del mismo permitiendo cosechar en un tiempo más corto. (Decoteu, 2023).

b) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 15, muestra la F-calculada para bloque (0.08) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (11.21) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 7.9 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 17

Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	34210.185	17105.093	0.08	5.14	10.92	N.S.	0.9229
Tratamiento	3	7071345.201	2357115.067	11.21	4.76	9.78	**	0.0072
Error Experimental	6	1261942.411	210323.735					
TOTAL	11	8367497.79						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 7.9 %

La Tabla 17, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 6,851.80 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y acolchado con 6,224.60 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 5,241.80 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 4,928.60 kg/ha,

Tabla 18

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.

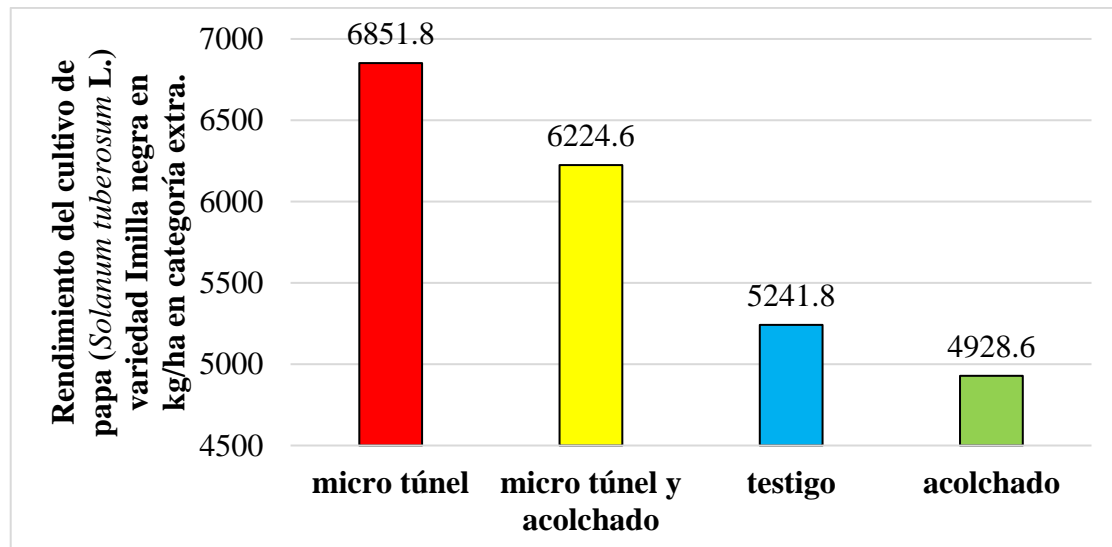
Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)
Primero	T - 1 (micro túnel)	6851.80 A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	6224.60 A B
Tercero	T - 0 (testigo)	5241.80 B
Cuarto	T - 2 (acolchado)	4928.60 B

La Figura 11, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T - 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 39071.00 kg/ha; quien le sigue fue (T - 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 33,469.00 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T - 2) cuya protección fue con acolchado muestra un

rendimiento de 29,827.00 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T – 0) testigo con rendimiento de 26,603.00 kg/ha.

Figura 11

Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra.



La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en categoría extra, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Obteniendo mejores rendimientos. (Miserendino, 2011).

c) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 17, muestra la F-calculada para bloque (0.79) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que

las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (20.74) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 6.6 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 19

Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	676631.36	338315.68	0.79	5.14	10.92	n.s.	0.4970
Tratamiento	3	26744446.94	8914815.65	20.74	4.76	9.78	**	0.0014
Error Experimental	6	2578446.06	429741.01					
Total	11	29999524.36						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 6.6 %;

La Tabla 19, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 12,101.00 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y acolchado con 10,475.00 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 8,981.00 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 8,197.00 kg/ha,

Tabla 20

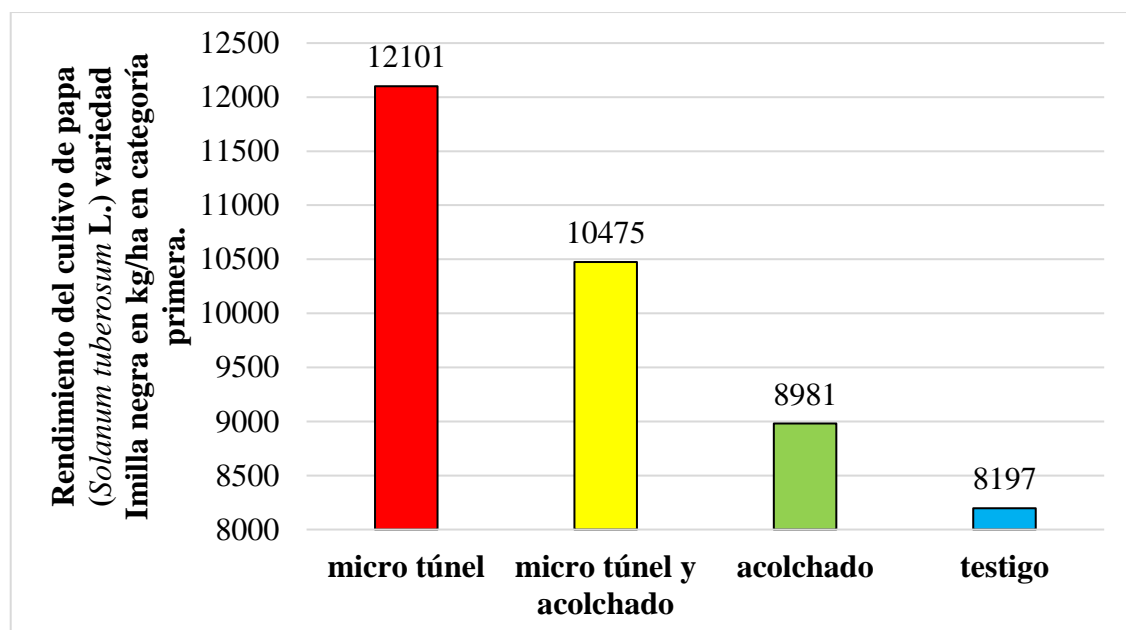
Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)
Primero	T - 1 (micro túnel)	12101.00 A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	10475.00 A B
Tercero	T - 2 (acolchado)	8981.00 B C
Cuarto	T - 0 (testigo)	8197.00 C

La Figura 11, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T – 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 39071.00 kg/ha; quien le sigue fue (T – 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 33,469.00 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T – 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento de 29,827.00 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T – 0) testigo con rendimiento de 26,603.00 kg/ha.

Figura 12

*Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría primera.*



La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en categoría primera, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Obteniendo mejores rendimientos. (Miserendino, 2011).

d) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 19, muestra la F-calculada para bloque (0.08) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (11.21) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 7.9 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 21

*Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	796695.480	398347.740	1.07	5.14	10.92	n.s.	0.3998
Tratamiento	3	6123207.420	2041069.140	5.49	4.76	9.78	*	0.0372
Error Experimental	6	2228791.571	371465.262					
Total	11	9148694.471						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 7.9 %

La Tabla 21, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 5,468.20 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y acolchado con 4,735.40 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 4,549.50 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 3,471.20 kg/ha.

Tabla 22

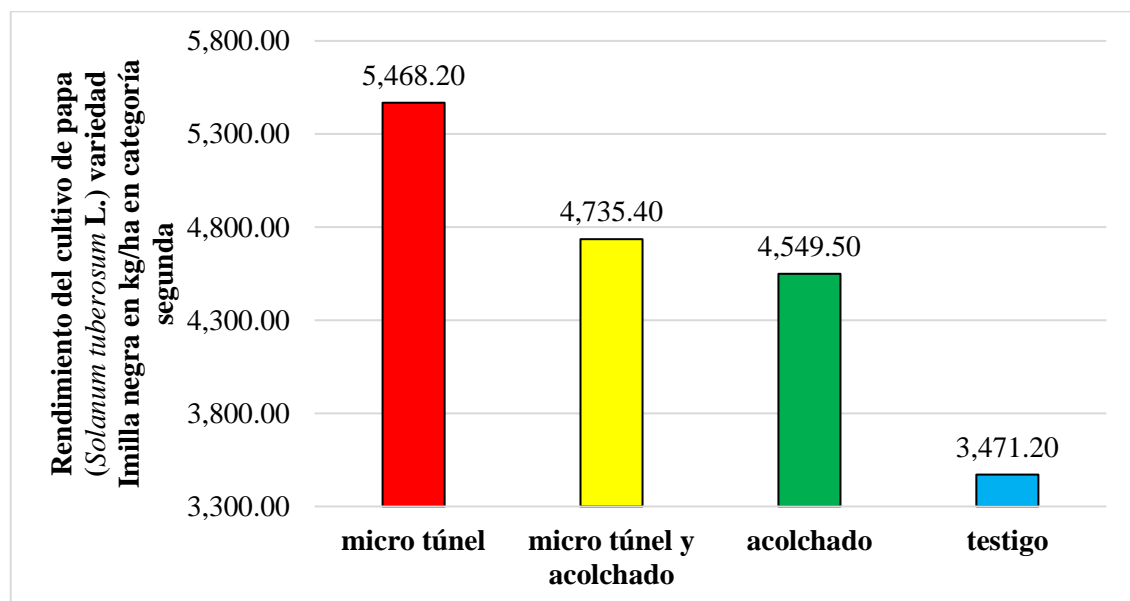
*Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.*

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)	
Primero	T - 1 (micro túnel)	5,468.20	A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	4,735.40	A B
Tercero	T - 2 (acolchado)	4,549.50	A B
Cuarto	T - 0 (testigo)	3,471.20	B

La Figura 13, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T – 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 5,468.20 kg/ha; quien le sigue fue (T – 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 4,735.40 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T – 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento de 4,549.50 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T – 0) testigo con rendimiento de 3,471.20 kg/ha.

Figura 13

*Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría segunda.*



La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en categoría segunda, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Obteniendo mejores rendimientos. (Miserendino, 2011).

e) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 21, muestra la F-calculada para bloque (0.08) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (11.21) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 6.1 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 23

*Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	460468.138	230234.069	0.85	5.14	10.92		0.4732
Tratamiento	3	9907549.368	3302516.456	12.19	4.76	9.78		0.0058
Error Experimental	6	1625722.11	270953.69					
Total	11	11993739.62						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 6.1 %

La Tabla 23, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 6,851.80 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y acolchado con 6,224.60 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 5,241.80 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 4,928.60 kg/ha.

Tabla 24

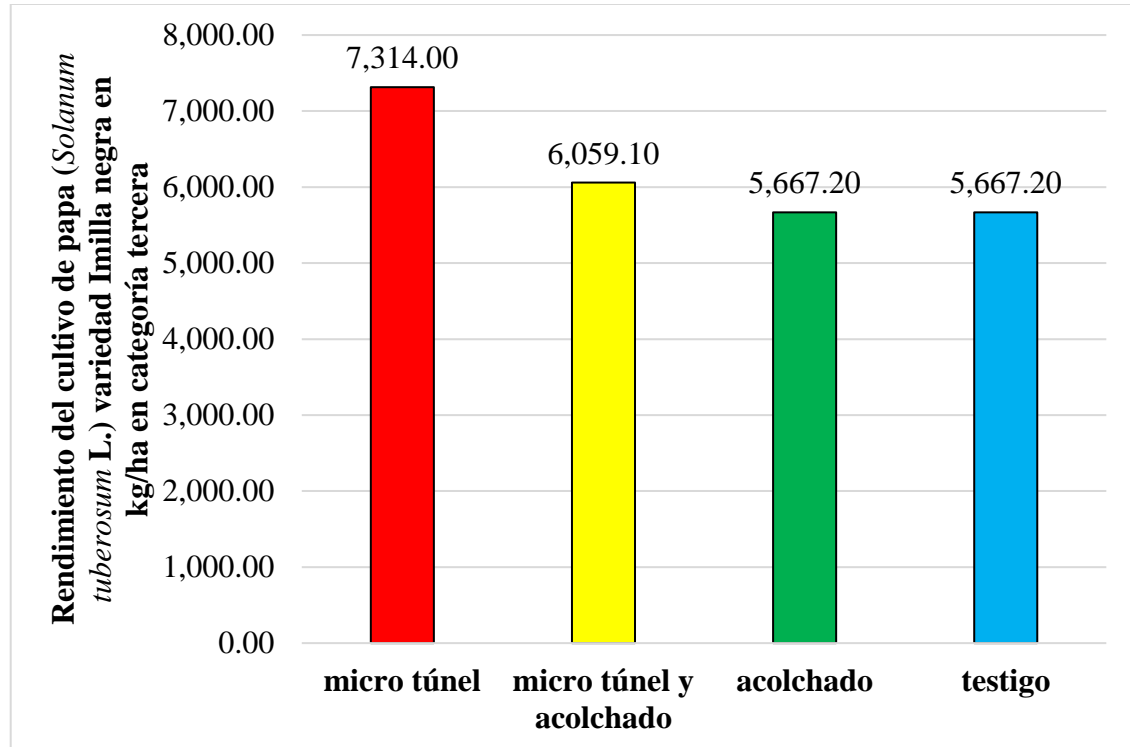
*Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.*

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)	
Primero	T - 1 (micro túnel)	7,314.00	A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	6,059.10	A B
Tercero	T - 2 (acolchado)	5,667.20	B
Cuarto	T - 0 (testigo)	5,667.20	B

La Figura 14, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T - 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 7,314.00 kg/ha; quien le sigue fue (T - 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 6,059.10 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T - 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento de 5,667.20 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T - 0) testigo con rendimiento de 5,667.20 kg/ha.

Figura 14

*Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría tercera.*



La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en categoría tercera, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Obteniendo mejores rendimientos. (Miserendino, 2011).

f) Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta

En el análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de papa se muestra en la, Tabla 24, muestra la F-calculada para bloque (1.13) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques, indicando que

las características del suelo experimental en los tres bloques conducidos, fueron uniformes y con las mismas características topográficas. Para los tratamientos en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (16.14) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una diferencia altamente significativa en los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 7.3 %. El experimento ha sido conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 25

Análisis de variancia para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	431618.085	215809.043	1.13	5.14	10.92		0.3820
Tratamiento	3	9212837.454	3070945.818	16.14	4.76	9.78		0.0028
Error Experimental	6	1141414.65	190235.77					
TOTAL	11	10785870.19						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 7.3 %

La Tabla 24, muestra la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$), para rendimiento kg/ha, el cual nos indica que los mayores rendimientos fueron en el (T - 1) micro túneles con 7,335.50 kg/ha; el segundo lugar se encuentra (T - 3) micro túneles y acolchado con 5,975.10 kg/ha; el tercer lugar se encuentra (T - 2) acolchado con 5,701.40 kg/ha y por último lugar se encuentra (T - 0) testigo con 4,904.90 kg/ha.

Tabla

26

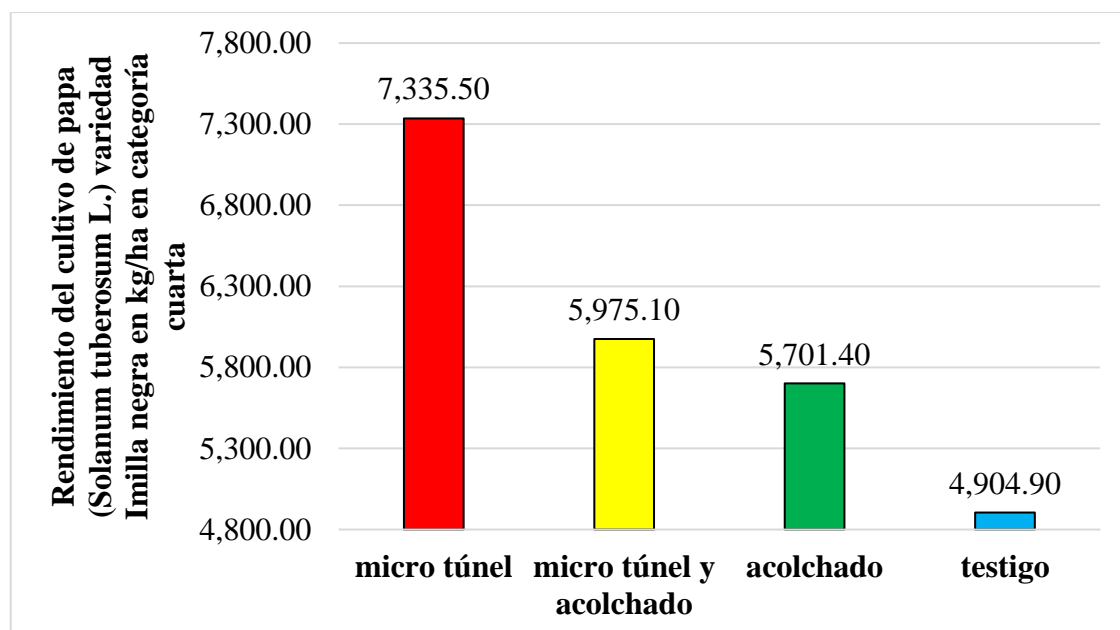
Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento (kg/m ²)	
Primero	T - 1 (micro túnel)	7,335.50	A
Segundo	T - 3 (micro túnel y acolchado)	5,975.10	B
Tercero	T - 2 (acolchado)	5,701.40	B
Cuarto	T - 0 (testigo)	4,904.90	B

La Figura 15, se observa gráficamente el comparativo de rendimiento (kg/ha), por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T – 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 7,335.50 kg/ha; quien le sigue fue (T – 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 5,975.10 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T – 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento de 5,701.40 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T – 0) testigo con rendimiento de 4,904.90 kg/ha.

Figura 15

Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría cuarta.

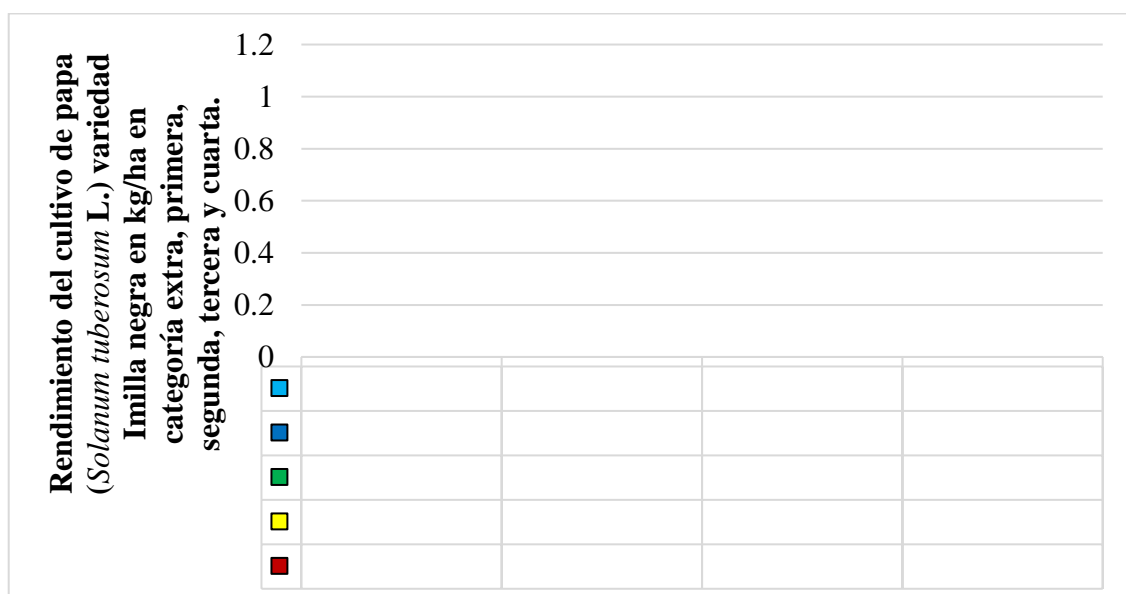


La variable de respuesta del rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Imilla negra en categoría cuarta, en respuesta al uso micro túneles y acolchado, contra las heladas, muestra que los tratamientos en condiciones altiplánicas, presentaron un comportamiento heterogéneo entre ellos, fundamentalmente el aumento de temperatura ambiental, actuando como un invernadero, permitiendo que el aire no se condense. Obteniendo mejores rendimientos. (Miserendino, 2011).

La Figura 16, se observa gráficamente el comparativo la suma de los rendimientos extra, primera, segunda, tercera y cuarta, por efecto del uso de micro túneles y acolchado, en donde (T – 1) protección contra heladas con micro túneles con un rendimiento mayor con 6,851.80 kg/ha extra, 12,101.38 kg/ha primera, 5,468.22 kg/ha segunda, 7,313.97 kg/ha tercera, 7,335.53 kg/ha cuarta con un total de 39,070.90 kg/ha; quien le sigue fue (T – 3) cuya protección de fue micro túnel y acolchado con un rendimiento 6,22.65 kg/ha extra, 10,474.64 kg/ha primera, 4,735.35 kg/ha segunda, 6,059.06 kg/ha tercera, 5,975.05 kg/ha cuarta con un total de 33,468.75 kg/ha; en el tercer lugar se encuentra el (T – 2) cuya protección fue con acolchado muestra un rendimiento 4,928.55 kg/ha extra, 8,980.64 kg/ha primera, 4,549.49 kg/ha segunda, 5,667.17 kg/ha tercera, 5,701.37 kg/ha cuarta con un total de 29827.22 kg/ha, siendo superiores por mucho al tratamiento (T – 0) testigo con rendimiento 5,241.77 kg/ha extra, 8,197.29 kg/ha primera, 3,471.23 kg/ha segunda, 4,787.93 kg/ha tercera, 4,904.91 kg/ha cuarta con un total de 26,603.13 kg/ha.

Figura 16

Rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Imilla negra en kg/ha en categoría extra, primera, segunda, tercera y cuarta.



4.4. EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO POR HELADAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO

En el análisis de varianza para el porcentaje de daño por heladas (bajas temperaturas) por planta se muestra en la, Tabla 25, con la F-calculada para bloque (0.48) es menor a F-tabular (5.14) y (10.92), demostrando que no existe diferencia significativa entre bloques. Esto se debería a que los tratamientos están ubicados muy próximos dentro del área experimental, además de no existir diferencia edáfica y topográfica. Para los tratamientos en la instalación de protección contra heladas en el cultivo de papa variedad imilla negra la F-calculada para tratamiento (81.06) es superior a F-tabular (4.76) y (9.78), mostrando una alta significancia entre tratamientos, lo que significa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (C.V.) es 13.75 %. Experimento conducido en forma aceptable. (Vázquez, V. 1990).

Tabla 27

*Análisis de variancia de daño por heladas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla negra.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloque	2	0.04	0.02	0.48	5.14	10.92	N.S.	0.6402
Tratamiento	3	8.85	2.95	81.06	4.76	9.78	**	<.0001
Error Experimental	6	0.22	0.04					
TOTAL	11	9.10						

El coeficiente de variabilidad (C.V.) = 13.75 %

Al existir una diferencia altamente significativa en tratamientos se observa que el daño en el área foliar por heladas (Tabla 27), se observa al realizar la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), para el daño por heladas en el cultivo de papa que el tratamiento testigo (T – 0) con 2.5 ocupa el primer lugar en porcentaje de daño de área foliar por heladas, que registro un daño entre 13 a 22 % del área foliar, donde los foliolos superiores

fueron necrosados, seguido de la instalación de acolchado (T – 2) con 1.1 que registro un necrosamiento del área foliar entre 5 a 9 % del área foliar, sobre todo de los folíolos superiores, los demás tratamientos no registraron daño en el área foliar, siendo la instalación de micro túneles y acolchado (T – 3) y microtúneles (T-1) los que no presentaron daño en el área foliar por heladas.

Tabla 28

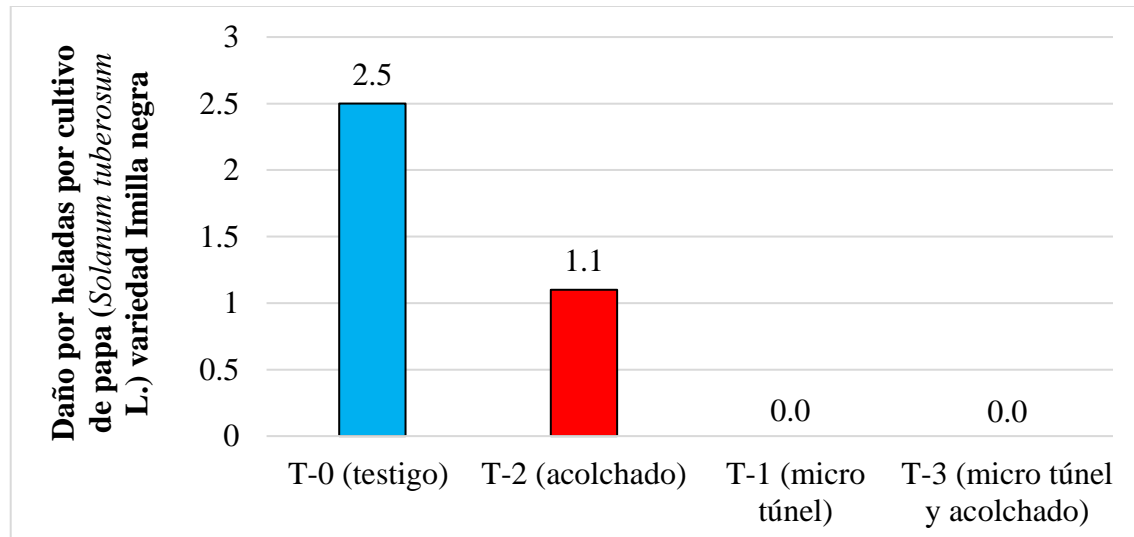
*Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Imilla negra*

Orden de mérito	Tratamientos	Daño cualitativo	Daño cuantitativo (necrosis foliar)	Grado
Primero	T-0 (testigo)	folíolos superiores necrosados	12 – 22 %	2.5 A
Segundo	T-2 (acolchado)	Ligero bronceado en el folíolo superior	5-9%	1.1 B
Tercero	T-1 (micro túnel)	Sin daños visibles	0%	0.0 C
Cuarto	T-3 (micro túnel y acolchado)	Sin daños visibles	0%	0.0 C

En la figura 17, se observa los tratamientos T- 0 (testigo) es el que mayor daño registro por las bajas temperaturas, seguido del T – 2 (acolchado) que también registro daños en el área foliar, pero que es menor a lo registrado por el testigo, el cual se debería a que el acolchado concentra calor durante el día y este es liberado gradualmente durante la noche, pero que no es suficiente como para poder evitar las heladas registradas en la zona de estudio.

Figura 17

*Daño por heladas por planta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Imilla Negra, utilizando micro túneles y acolchado.*



Estrada (2000), menciona que la tolerancia a las heladas se debe a factores morfológicos como la capa empalizada más gruesa en el tejido parenquimatoso de las hojas; al igual que Pino et al., (2006), quienes afirman que la tolerancia a heladas se debe a la capa empalizada del parénquima foliar más gruesa.

4.5. EVALUAR EL ÍNDICE DE RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO

Los costos de producción se basaron en los gastos directos que fueron:

- **Mano de obra** (Preparación de terrero, Abonamiento, Siembra, Deshierbo, Aporque (coreado), Aporque, Riego, Cosecha y Almacenamiento).
- **Maquinaria agrícola** (Roturado, Rastrada Cruzada, Surcado, Tapado de semilla y Desenterrado de tubérculos).



- **Semilla** (Variedad imilla negra).
- **Fertilizante** (Humus de lombriz).
- **Tratamiento** (Instalación de micro túnel, Poli tubo de 1/2 pul, Estacas, Agro fil de 50 x 4 m de ancho rollo, Cordel, Barra de acero de 5/8 de y 3.20 m, Instalación de acolchado y Plástico de acolchado).
- **Agua superficial** (Comité de regantes).
- **Gastos indirectos fueron:** Alquiler de terreno, Análisis de suelo y Gastos Administrativos, (Anexo Tablas 30 al 33).

La Tabla 25, muestra el análisis económico en producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Imilla Negra con mayor relación beneficio/costo es con la instalación de acolchado al cultivo de papa con 3.59, con una rentabilidad del 258.50 %, con un costo total de producción de S/. 14,976.00 (catorce mil nueve cientos setenta y seis con 00/100 soles).

El menor resultado en la relación beneficio/costo fue de 1.01 con la instalación de micro túneles y acolchado al cultivo de papa, obteniendo una rentabilidad del 0.90 %. con un costo total de producción de S/. 59,707.05 (cincuenta y ocho mil seiscientos cincuenta y siete con 05/100 soles).

Estos resultados muestran que todas las instalaciones en el cultivo de papa variedad imilla negra, no tienen una relación beneficio costo mayor a uno, en la instalación de micro túneles (T - 1) y la Instalación de micro túneles y acolchado (T – 3), mostrando que cada sol invertido no se recupera su diferencia. Tal es el caso de la instalación de acolchado (T – 2) donde se muestra una relación beneficio/costo de 3.59, con una ganancia de 2.59 soles por 1.00 sol invertido.

Tabla 29*Costos de producción y beneficio económico por hectárea.*

Descripción	Testigo (T – 0)	Instalación de micro túneles (T – 1)	Instalación de acolchado (T – 2)	Instalación de micro túneles y acolchado (T – 3)
Rendimiento de cosecha (kg/ha)	26,603.00	39,071.00	29,827.22	33,469.00
Costo total de producción (S/.)	13,926.00	58,657.05	14,976.00	59,707.05
Precio venta por kg (S/.)	1.80	1.80	1.80	1.80
Ingreso Bruto (S/.)	47,885.40	70,237.80	53,688.60	60,244.20
Ingreso Neto (S/.)	33,959.40	11,670.75	38,712.60	537.15
Rentabilidad (S/.)	243.86	19.90	258.50	0.90
Relación Beneficio/Costo	3.44	1.20	3.58	1.01

Estos resultados muestran un buen rendimiento, esto es debido al precio de venta que es S/. 1.80 por kilogramo (en los mercados de las ciudades de Cabanilla, Lampa y Juliaca el cultivo de papa variedad imilla negra cuenta con un precio de Extra S/. 2.50, Primera S/. 2.20, Segunda S/. 1.80, Tercera S/. 1.50 y Cuarta S/. 1.00 con un promedio de S/. 1.80), por consecuencia del déficit hídrico en la campaña 2022 – 2023, además de las repentinas heladas que suscitaron en la campaña agrícola, aunque el cultivo de papa variedad imilla negra sea resistencia no quiere decir que soportes fuertes granizas y heladas constantes. Los resultados obtenidos en relación beneficio costo obtenidos en la variedad de papa nativa Imilla Negra son mejores a lo reportado por Rojas, (2016). En la variedad “Imilla Negra” el sistema de cosecha con mejor relación beneficio costo es la cosecha Semi mecanizado con 1.76, con una rentabilidad del 75.55%, bajo un costo total de S/. 5 905.41. El sistema de cosecha Mecanizado tuvo menor relación beneficio costo con 0.61, con una rentabilidad del -39.43%, bajo un costo total de S/. 15 271.38. Mientras que la cosecha Tradicional tuvo una relación beneficio costo de 1.11, con una rentabilidad del 11.31%. Si bien los beneficios son muy bajos con el uso de micro túneles y el acolchado los materiales quedan como saldo para las próximas campañas agrícolas, mediante una buena rotación de cultivos los rendimientos, mejoraran a largo plazo.



Sugiriendo a los agricultores de la zona altiplánica, que consideren la protección en la planificación del cultivo de papa, la protección de estas con micro túneles, es una opción viable ya que instalación es sencilla y utiliza insumos propios de la zona al alcance de los productores.



V. CONCLUSIONES

- Las mejores características agronómicas como número de tubérculos/planta se registraron en los tratamientos de micro túneles y acolchado con 28 tubérculos/planta, seguido de la instalación de micro túnel con 26 tubérculos/planta, el tratamiento de acolchado con 24 superando al testigo que registro 22 tubérculos/planta; el mayor diámetro de tubérculo se dio con el micro túnel con 68.30 mm; seguido de micro túnel y acolchado con 66.60 mm, seguido del acolchado con 64.77 mm, superando al testigo con 61.10 mm. El mayor rendimiento total de tubérculos lo registro la instalación de micro túneles con 39,030.90 kg/ha, asu vez los microtuneles juntamente con los microtuneles y acolchado no registraron daños por heladas en comparación a los demás tratamientos.
- Los mayores índices de rentabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad imilla negra, se registraron con la instalación de acolchado con una relación Beneficio/costo de 3.58, seguido del Testigo con una relación Beneficio/costo de 3.44, a pesar que los mayores ingresos brutos se obtuvieron con la instalación de microtuneles que representan S/. 70,237.80, el cual se debe principalmente a los elevados costos de producción de la instalación de microtuneles que representan en el primer año de cultivo (S/ 58,657.05).



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar mayores investigaciones en diferentes cultivos sobre la utilización de micro túneles y acolchado a fin de validar su comportamiento y efectividad en la protección contra heladas en el altiplano puneño.
- Se recomienda la ubicación de los micro túneles a favor del viento, puesto que pueden ser desarmados por efectos climáticos como vientos fuertes.
- Aunque los beneficios son muy bajos con el uso de micro túneles los materiales quedan como saldo para las próximas campañas, mejorando los resultados en las próximas campañas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparco, H. (2017). Caracterización Fenotípica de Papas Nativas Cultivadas (*Solanum* sp) en el Anexo de Cruz Pata, Distrito y Provincia de Castrovirreyna – Huancavelica. Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba - Huancavelica.
- Arbulú, P. (2000). Manual de Economía Agrícola; Primera Edición. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía, Lambayeque – Perú.
- Asqui, S. (2018). Efecto de encalado en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. imilla negra en un suelo ácido del CIP. Camacani – Puno. Tesis Para Optar Título Profesional De: Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional De Ingeniería Agronómica, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Del Altiplano.
- Cabana, M. W. (2015). Caracterización y descripción morfológica de la papa.
- Cahuana, Q. R., Condori, M.T y Flores P.M. (2011). Cosecha, Selección y clasificación de tubérculos de papa. Revista visión agraria año III – Edición N° 11. Puno – Perú.
- Caminada, R.; Rosales, S. (2015). El eterno retorno del fenómeno de las heladas en el Perú: ¿Existen adecuadas políticas para combatir dicho fenómeno en el Perú? Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1784?mode=full>
- Cidapa. VI (2004). Congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. Consultado: 28/02/23 Disponible en: <http://www.cidapa.com/archivos/MEMORIAS%20CIDAPA%202004.pdf>.
- Cotacallapa, H. (2000). Gestión empresarial básica con aplicación en microempresa. Editorial Universitaria. Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú,
- Decoteu, D. R. 2023. Plastic acolchado color effects on reflected Light and tomato plant growth. Scientia Hort. Department of horticulture, Clemson University, Consultado en el 12/03/2023. Disponible en: <http://www.clemson.edu/hort/research/photo.php>.



- Egúsqiza, B. R. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. Guía técnica. Lima – Perú.
- Egusquiza, B.R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Lima – Perú.
- FAO (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations El daño producido por las heladas: fisiología y temperatura crítica. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/y7223s/y7223s05.pdf>
- Flores, C. 2017. Análisis de los factores que inciden en la baja productividad de 5 variedades de papa nativa en la provincia de Cotabambas, región Apurímac. Tesis título profesional. Universidad Nacional de San Agustín. 118 pp.
- Francisco, P. (2011). Producción orgánica de hortalizas de clima templado
- Ilica. (2001). Aproximación de la oferta Centro Americana de productos orgánicos y situación de sus mercados. Síntesis Regional.
- INFOAGRO. (2015). El cultivo de la Patata, Parte 1° y 2° Disponible en: http://www.infoagro.com/cultivo/papa_caracteristicas.htm
- INIA (2019). Sistematización de la experiencia de los Subproyectos de papa financiados por El Programa Nacional de Innovación Agraria. Instituto Nacional De Innovación Agraria.
- Lamont, W.J. Jr. (1991). La tecnología moderna de los plásticos tiene un lugar en los sistemas que cultivan vegetales orgánicos investigación y las empresas el cultivar.
- Livisi, C. (2017). Caracterización agromorfológica de dos clones y dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tolerancia a heladas en condiciones agroecológicas de Illpa-Puno. Tesis para optar para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional De Ingeniería Agronómica, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Del Altiplano. Puno – Perú.
- MINAGRI (2015). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Dirección General de Políticas Agrarias Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Lima, Perú.



- Miserendino, (2011). Manual para la construcción de microtúneles. Agencia de Extensión Rural Bariloche. EEA Bariloche "Dr.Grenville Morris"
- Molina, M. (2005). Efecto de acolchados plásticos y micro túneles de tela no tejida de polipropileno en la producción de tomate orgánico en época seca en Zamorano. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciatura Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- Ochoa, C. M. (1999). Las papas de Sudamérica: Pert. CIP, Lima, Perú. CIP, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación COSUDE., Lima – Perú.
- Ojeda, F. & Martínez, A. (2020). Efecto de las heladas en el cultivo de papas en magallanes y posibles métodos de control. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Kampenaike - Informativo N° 96
- Peceros, C. (2017). Análisis de las restricciones que influyen en la competitividad de la cadena productiva de papas nativas (*Solanum tuberosum*) en la región Apurímac. Tesis profesional de ingeniero agroindustrial. Andahuaylas – Apurímac – Perú. 118 pp.
- Pino, M. & Chen, T. (2016). Efectos de las heladas en el cultivo de papa, y desafíos del mejoramiento genético. En: Estrés Hídrico y Térmico En Papas, Avances y Protocolos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Pino, M. (2015). Buscando tolerancia a heladas en plantas silvestres de papa para crear nuevas variedades. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). La Platina, Santiago, Chile. CP: 8831314. Disponible en: <https://medium.com/@redepapa/buscando-tolerancia-a-heladas-en-plantas-silvestres-de-papa-para-crear-nuevas-variedades-6b80b7886d01>
- Quezada, M. R.; Munguía, J.L.; Ibarra, J. L. (2004). Efectos de acolchados foto selectivos sobre la acumulación de materia seca y rendimiento en pimiento morron. VI congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias. Cartagena, Colombia.



Quintana P. (2018). Indicadores Morfológicos Y Fisiológicos De La Reacción A Bajas Temperaturas En Plantas De Papas Nativas (*Solanum spp.*). Tesis Para Optar El Título De: Ingeniero Agrónomo. Facultad De Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.

Roque, R. (2013). Manual de costos de producción agropecuaria. 1ra edición. Puno, Perú.

Vasquez, V. (1990). Experimentos agrícolas. Amaru editores. 1ra ed. Lima, Peru.

Zamora, S. (2022). Daños internos en los tubérculos afectados por heladas disponible en:
<https://patatadesiembra.es/lesiones-en-los-tuberculos-por-frio-y-heladas>



ANEXOS



ANEXO 1: Tablas adicionales

Tabla 30

Promedio de numero de tubérculos/planta

Rep.	T - 0			T - 1			T - 2			T - 3		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	18	19	22	22	25	28	23	22	25	30	22	33
2	19	27	18	33	28	27	28	25	23	28	31	31
3	22	25	22	28	22	31	22	31	22	22	28	30
4	25	19	27	27	33	30	25	28	25	31	25	30
5	21	25	25	22	20	22	27	23	31	28	30	22
6	18	21	19	33	30	29	23	28	23	25	28	31
7	18	19	22	20	22	20	22	22	28	30	25	28
8	22	22	25	24	28	27	22	25	22	28	28	25
9	27	18	21	31	30	22	25	19	25	22	30	30
10	25	22	19	20	25	18	21	18	30	31	29	28
Suma	215	217	220	260	263	254	238	241	254	275	276	288
Prom.	21.5	21.7	22.0	26.0	26.3	25.4	23.8	24.1	25.4	27.5	27.6	28.8

Tabla 31

Promedio de Diámetro de tubérculo/planta

Rep.	T - 0			T - 1			T - 2			T - 3		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	58.00	62.00	57.00	66.00	71.00	62.00	66.00	63.00	64.00	78.00	62.00	54.00
2	69.00	57.00	58.00	70.00	69.00	77.00	65.00	67.00	71.00	93.00	49.00	69.00
3	66.00	62.00	63.00	62.00	75.00	70.00	62.00	56.00	63.00	86.00	69.00	62.00
4	58.00	55.00	66.00	77.00	74.00	69.00	66.00	71.00	67.00	78.00	51.00	54.00
5	54.00	66.00	61.00	60.00	84.00	62.00	55.00	65.00	69.00	98.00	62.00	74.00
6	61.00	58.00	57.00	73.00	72.00	77.00	64.00	71.00	65.00	88.00	52.00	64.00
7	59.00	62.00	58.00	62.00	60.00	60.00	70.00	63.00	63.00	84.00	51.00	60.00
8	63.00	67.00	62.00	70.00	69.00	65.00	63.00	67.00	63.00	72.00	57.00	48.00
9	57.00	61.00	69.00	73.00	62.00	74.00	67.00	59.00	67.00	78.00	51.00	54.00
10	62.00	59.00	66.00	67.00	57.00	60.00	73.00	57.00	61.00	83.00	58.00	59.00
Suma	607	609	617	680	693	676	651	639	653	838	562	598
Prom.	60.7	60.9	61.7	68	69.3	67.6	65.1	63.9	65.3	83.8	56.2	59.8

Tabla 32

Daño por heladas, en el cultivo de papa

Rep.	T - 0			T - 1			T - 2			T - 3		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	13	15	20	0	0	0	5	9	6	0	0	0
2	15	15	16	0	0	0	9	6	6	0	0	0
3	18	17	18	0	0	0	6	9	9	0	0	0
4	13	20	19	0	0	0	8	8	9	0	0	0
5	15	20	18	0	0	0	9	6	7	0	0	0
6	16	17	17	0	0	0	6	6	6	0	0	0
7	18	19	20	0	0	0	6	6	8	0	0	0
8	22	19	22	0	0	0	9	8	7	0	0	0
9	20	22	20	0	0	0	9	8	9	0	0	0
10	22	22	19	0	0	0	8	6	6	0	0	0
Suma	172	186	189	0	0	0	75	72	73	0	0	0
Prom.	17.2	18.6	18.9	0.0	0.0	0.0	7.5	7.2	7.3	0.0	0.0	0.0

Tabla 33

Promedio de rendimiento del cultivo (kg/96m²)

Bloque	Tratamiento			
	T - 0	T - 1	T - 2	T - 3
I	260.45	405.20	279.07	331.50
II	255.30	368.25	269.95	307.00
III	250.42	350.35	310.00	325.40
Suma	766.17	1123.80	859.02	963.90
Promedio	255.39	374.60	286.34	321.30

Tabla 34

Promedio de rendimiento del cultivo (kg/ha)

Bloque	Tratamiento			
	T - 0	T - 1	T - 2	T - 3
I	27,130.21	42,208.33	29,070.00	34,531.25
II	26,593.75	38,359.38	28,120.00	31,979.17
III	26,085.42	36,495.00	32,291.67	33,895.83
Suma	79,809.38	117,062.71	89,481.67	100,406.25
Promedio	26,603.13	39,020.90	29,827.22	33,468.75

Tabla 35

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 0: testigo

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Mano de obra				1120.00
1.1. Preparación de terrero	Jr	4.00	40.00	160.00
1.2. Abonamiento	Jr	4.00	40.00	160.00
1.3. Siembra	Jr	5.00	40.00	200.00
1.4. Deshierbo	Jr	10.00	40.00	400.00
1.5. Aporque (coreado)	Jr	1.00	40.00	40.00
1.6. Aporque	Jr	1.00	40.00	40.00
1.7. Cosecha	Jr	2.00	40.00	80.00
1.8. Almacenamiento	Jr	1.00	40.00	40.00
II. Maquinaria agrícola				1260.00
2.1. Roturado	H/mq	6.00	70.00	420.00
2.2. Rastrada Cruzada	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.3. Surcado	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.4. Tapado de semilla	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.5. Desenterrado de tubérculos	H/mq	3.00	70.00	210.00
III. Semilla				2400.00
3.1. Variedad imilla negra	Kg	1200.00	2.00	2400.00
IV. Fertilizante				8000.00
4.1. Humus de lombriz	Kg	20000.00	0.40	8000.00
V. Tratamiento en estudio				0.00
5.1. Instalación de micro túnel	Jr	0.00	40.00	0.00
5.2. Poli tubo de 1/2 pul	Rollo	0.00	55.00	0.00
5.3. Estacas	Unidad	0.00	1.10	0.00
5.4. Agro fil de 4 m de ancho	Rollo	0.00	700.00	0.00
5.5. Cordel	Rollo	0.00	30.00	0.00
5.6. Barra de acero de 5/8 y 3.20m	Unidad	0.00	2.60	0.00
5.7. Instalación de acolchado	Jr	0.00	40.00	0.00
5.8. Plástico de acolchado	Rollo	0.00	120.00	0.00
VI. Agua superficial				140.00
6.1. Comité de regantes	hr/ha	4.00	35.00	140.00
Gastos directos				12920.00
Alquiler de terreno	Ha	1.00	300.00	300.00
Análisis de suelo	Muestra	1.00	60.00	60.00
Gastos Administrativos	%	5.00	12920.00	646.00
Gastos indirectos				1006.00
Costo total de producción				13926.00
ANALISIS ECONOMICO				
Rendimiento de cosecha (kg/ha)	Kg			26603.13
Costo total de producción	S/.			13926.00
Precio por kg de papa var. Imilla	S/.			1.80
Ingreso Bruto	S/.			47885.63
Ingreso Neto	S/.			33959.63
Rentabilidad	%			243.86
Relación Beneficio/Costo				3.44

Tabla 36

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 1: Micro túnel

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Mano de obra				1120.00
1.1. Preparación de terrero	Jr	4.00	40.00	160.00
1.2. Abonamiento	Jr	4.00	40.00	160.00
1.3. Siembra	Jr	5.00	40.00	200.00
1.4. Deshierbo	Jr	10.00	40.00	400.00
1.5. Aporque (coreado)	Jr	1.00	40.00	40.00
1.6. Aporque	Jr	1.00	40.00	40.00
1.7. Cosecha	Jr	2.00	40.00	80.00
1.8. Almacenamiento	Jr	1.00	40.00	40.00
II. Maquinaria agrícola				1260.00
2.1. Roturado	H/mq	6.00	70.00	420.00
2.2. Rastrada Cruzada	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.3. Surcado	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.4. Tapado de semilla	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.5. Desenterrado de tubérculos	H/mq	3.00	70.00	210.00
III. Semilla				2400.00
3.1. Variedad imilla negra	Kg	1200.00	2.00	2400.00
IV. Fertilizante				8000.00
4.1. Humus de lombriz	Kg	20000.00	0.40	8000.00
V. Tratamiento				42601.00
5.1. Instalación de micro túnel	Jr	10.00	40.00	400.00
5.2. Poli tubo de 1/2 pul	Rollo	72.00	55.00	3960.00
5.3. Estacas	Unidad	4320.00	0.25	1080.00
5.4. Agro fil de 50 x 4 m de ancho rollo	Rollo	45.00	700.00	31500.00
5.5. Cordel	Rollo	1.00	45.00	45.00
5.6. Barra de acero de 5/8 de y 3.20 m	Unidad	2160.00	2.60	5616.00
5.7. Instalación de acolchado	Jr	0.00	40.00	0.00
5.8. Plástico de acolchado	Rollo	0.00	120.00	0.00
VI. Agua superficial				140.00
6.1. Comité de regantes	hr/ha	4.00	35.00	140.00
Gastos directos				55521.00
Alquiler de terreno	ha	1.00	300.00	300.00
Análisis de suelo	Muestra	1.00	60.00	60.00
Gastos Administrativos	%	5.00	55521.00	2776.05
Gastos indirectos				3136.05
Costo total de producción				58657.05
ANALISIS ECONOMICO				
Rendimiento de cosecha (kg/ha)	Kg			39020.90
Costo total de producción	S/.			58657.05
Precio por kg de papa var. Imilla	S/.			1.80
Ingreso Bruto	S/.			70237.63
Ingreso Neto	S/.			11580.58
Rentabilidad	%			19.74
Relación Beneficio/Costo				1.20

Tabla 37

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 2: acolchado

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Mano de obra				1120.00
1.1. Preparación de terrero	Jr	4.00	40.00	160.00
1.2. Abonamiento	Jr	4.00	40.00	160.00
1.3. Siembra	Jr	5.00	40.00	200.00
1.4. Deshierbo	Jr	10.00	40.00	400.00
1.5. Aporque (coreado)	Jr	1.00	40.00	40.00
1.6. Aporque	Jr	1.00	40.00	40.00
1.7. Cosecha	Jr	2.00	40.00	80.00
1.8. Almacenamiento	Jr	1.00	40.00	40.00
II. Maquinaria agrícola				1260.00
2.1. Roturado	H/mq	6.00	70.00	420.00
2.2. Rastrada Cruzada	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.3. Surcado	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.4. Tapado de semilla	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.5. Desenterrado de tubérculos	H/mq	3.00	70.00	210.00
III. Semilla				2400.00
3.1. Variedad imilla negra	Kg	1200.00	2.00	2400.00
IV. Fertilizante				8000.00
4.1. Humus de lombriz	Kg	20000.00	0.40	8000.00
V. Tratamiento				1000.00
5.1. Instalación de micro túnel	Jr	0.00	40.00	0.00
5.2. Poli tubo de 1/2 pul	Rollo	0.00	55.00	0.00
5.3. Estacas	Unidad	0.00	0.25	0.00
5.4. Agro fil de 50 x 4 m de ancho rollo	Rollo	0.00	700.00	0.00
5.5. Cordel	Rollo	0.00	45.00	0.00
5.6. Barra de acero de 5/8 y 3.20m	Unidad	0.00	2.60	0.00
5.7. Instalación de acolchado	Jr	10.00	40.00	400.00
5.8. Plástico de acolchado	Rollo	5.00	120.00	600.00
VI. Agua superficial				140.00
6.1. Comité de regantes	hr/ha	4.00	35.00	140.00
Gastos directos				13920.00
Alquiler de terreno	Ha	1.00	300.00	300.00
Análisis de suelo	Muestra	1.00	60.00	60.00
Gastos Administrativos	%	5.00	13920.00	696.00
Gastos indirectos				1056.00
Costo total de producción				14976.00
ANALISIS ECONOMICO				
Rendimiento de cosecha (kg/ha)	Kg			29827.22
Costo total de producción	S/.			14976.00
Precio por kg de papa var. Imilla	S/.			1.80
Ingreso Bruto	S/.			53689.00
Ingreso Neto	S/.			38713.00
Rentabilidad	%			258.50
Relación Beneficio/Costo				3.59

Tabla 38

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 3: micro túnel y acolchado

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Mano de obra				1120.00
1.1. Preparación de terrero	Jr	4.00	40.00	160.00
1.2. Abonamiento	Jr	4.00	40.00	160.00
1.3. Siembra	Jr	5.00	40.00	200.00
1.4. Deshierbo	Jr	10.00	40.00	400.00
1.5. Aporque (coreado)	Jr	1.00	40.00	40.00
1.6. Aporque	Jr	1.00	40.00	40.00
1.7. Cosecha	Jr	2.00	40.00	80.00
1.8. Almacenamiento	Jr	1.00	40.00	40.00
II. Maquinaria agrícola				1260.00
2.1. Roturado	H/mq	6.00	70.00	420.00
2.2. Rastrada Cruzada	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.3. Surcado	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.4. Tapado de semilla	H/mq	3.00	70.00	210.00
2.5. Desenterrado de tubérculos	H/mq	3.00	70.00	210.00
III. Semilla				2400.00
3.1. Variedad imilla negra	Kg	1200.00	2.00	2400.00
IV. Fertilizante				8000.00
4.1. Humus de lombriz	Kg	20000.00	0.40	8000.00
V. Tratamiento				43601.00
5.1. Instalación de micro túnel	Jr	10.00	40.00	400.00
5.2. Poli tubo de 1/2 pul	Rollo	72.00	55.00	3960.00
5.3. Estacas	Unidad	4320.00	0.25	1080.00
5.4. Agro fil de 50 x 4 m de ancho rollo	Rollo	45.00	700.00	31500.00
5.5. Cordel	Rollo	1.00	45.00	45.00
5.6. Barra de acero de 5/8 y 3.20 m	Unidad	2160.00	2.60	5616.00
5.7. Instalación de acolchado	Jr	10.00	40.00	400.00
5.8. Plástico de acolchado	Rollo	5.00	120.00	600.00
VI. Agua superficial				140.00
6.1. Comité de regantes	hr/ha	4.00	35.00	140.00
Gastos directos				56521.00
Alquiler de terreno	ha	1.00	300.00	300.00
Análisis de suelo	Muestra	1.00	60.00	60.00
Gastos Administrativos	%	5.00	56521.00	2826.05
Gastos indirectos				3186.05
Costo total de producción				59707.05
ANALISIS ECONOMICO				
Rendimiento de cosecha (kg/ha)	Kg			33468.75
Costo total de producción	S/.			59707.05
Precio por kg de papa var. Imilla	S/.			1.80
Ingreso Bruto	S/.			60243.75
Ingreso Neto	S/.			536.70
Rentabilidad	%			0.90
Relación Beneficio/Costo				1.01

ANEXO 2: Panel fotográfico



Figura 18. Ubicación del área experimental



Figura 19. División de parcelas del área experimental



Figura 20. Preparado y semilla de papa para su siembra



Figura 21. Utilización de humus de lombriz para el abonamiento del cultivo de papa



Figura 22. Abonamiento entre surcos del cultivo de papa



Figura 23. Siembra de papa en el área experimental



Figura 24. Tapado del cultivo de papa



Figura 25. Materiales utilizados en para el experimento



Figura 26. Preparativos para la instalación de los micro túneles (estacas)



Figura 27. Instalación de tratamiento 01 del área experimental



Figura 28. Instalación de tratamiento 02 del área experimental



Figura 29. Instalación de tratamiento 03 del área experimental



Figura 30. Problema de heladas



Figura 31. Problema de heladas



Figura 32. Daños Problema de heladas
en el cultivo de papa (testigo).



Figura 33. Problema de heladas en el
cultivo de papa (testigo).



Figura 34. Problema de heladas en el cultivo de papa (testigo).



Figura 36. Protección de microtúneles en cultivo de papa tratamiento 1

Figura 35. Problema de heladas, deformación de hojas en el testigo



Figura 37. Testigo sin protección de microtúneles (testigo).



Figura 38. Destapado de micro túneles para el aprovechamiento de lluvias



Figura 39. Retraso en el crecimiento foliar en el tratamiento (T- 2)



Figura 40. Evaluación del área experimental



Figura 41. Experimentación agraria con micro túneles y acolchado



Figura 42. Desinstalación de micro túneles y acolchado del área experimental



Figura 43. Desinstalación de acolchado del área experimental



Figura 44. Cosecha del cultivo de papa



Figura 45. Conteo de tubérculos/planta



Figura 46. Conteo de tubérculos por planta (verificación de homogeneidad)



Figura 47. Verificación de diámetro de tubérculo con “pie de rey”



Figura 48. Categoría primera de tubérculos de papa



Figura 49. Pesado de tubérculos de papa por categoría

ANEXO 3: Ubicación del área experimental





ANEXO 4: Información meteorológica SENAMHI Temperatura (°C) Máxima

DIA	TEMPERATURA (°C) MAXIMA							
	2022				2023			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	20.2	20.2	21.8	19.4	16.2	20.4	14.6	20.6
2	19.2	20.6	21.6	17.2	17.4	20.2	18.2	20.4
3	17.6	20.4	21.6	17.8	15.8	19.8	17.8	18.8
4	18.2	20.6	20.6	18.0	15.6	20.6	15.6	19.0
5	18.0	20.8	20.0	15.6	15.6	18.6	16.8	14.6
6	19.4	20.4	17.4	18.2	14.2	19.8	17.4	14.4
7	19.8	20.8	16.6	17.8	13.6	20.6	16.8	14.6
8	20.4	21.6	17.8	18.4	16.0	19.8	16.4	14.8
9	20.0	20.2	16.4	18.8	16.4	19.4	17.2	13.8
10	19.8	21.2	17.8	19.2	16.8	19.0	17.0	15.2
11	20.0	20.6	16.2	18.8	18.0	18.6	17.8	15.6
12	20.2	22.0	16.0	18.6	16.6	19.6	15.4	14.0
13	19.8	21.8	14.2	19.8	17.0	19.4	16.8	14.8
14	18.4	22.4	14.4	19.8	16.6	17.2	18.2	17.0
15	17.4	19.4	16.2	20.2	16.4	17.0	18.6	18.2
16	18.6	18.6	15.8	18.6	17.6	16.8	19.0	19.8
17	19.4	22.6	16.2	17.6	18.0	15.6	19.2	18.0
18	18.6	21.8	17.8	17.2	14.8	14.6	19.8	18.6
19	20.0	22.2	18.6	18.0	18.2	14.0	20.0	19.4
20	19.6	21.8	18.0	18.6	17.6	16.2	18.8	16.4
21	19.8	22.6	17.8	18.6	18.6	16.6	20.4	19.8
22	19.6	20.4	17.2	18.2	18.4	14.6	20.2	19.4
23	20.0	19.0	17.6	20.0	18.6	16.8	20.6	17.8
24	20.2	18.2	16.8	19.6	19.8	17.2	19.6	18.2
25	19.4	19.0	18.0	17.8	20.4	17.2	19.6	18.0
26	20.2	21.4	16.6	17.0	19.4	16.8	19.8	17.6
27	19.8	18.8	16.2	17.6	20.2	17.2	20.0	16.2
28	20.4	19.0	16.8	16.8	19.6	16.6	19.8	15.4
29	18.8	21.0	18.6	17.8		17.6	20.2	16.8
30	20.0	22.4	16.0	17.0		18.0	19.6	16.6
31	20.4		17.8	15.2		17.2		18.4

Fuente:

Estación: LAMPA

Departamento	: PUNO	Provincia	: LAMPA	Distrito	: LAMPA
Latitud	: 15°21'39.9"	Longitud	: 70°22'27"	Altitud	: 3866 msnm.
Tipo	: CO -Meteorológica			Código	:100081

ANEXO 5: Información meteorológica SENAMHI Temperatura (°C) Mínima

DIA	TEMPERATURA (°C) MINIMA							
	2022				2023			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	-2.80	-1.20	0.20	3.20	5.60	-1.40	4.40	-3.60
2	0.20	-0.40	-2.20	4.80	4.00	0.80	1.80	-3.00
3	1.80	0.80	-6.80	3.20	5.60	3.00	2.80	-2.80
4	1.00	1.20	-1.00	4.40	4.80	1.00	3.20	0.80
5	0.80	-0.80	0.80	2.60	5.40	3.00	2.00	2.40
6	-3.80	-0.60	0.60	4.60	3.00	0.40	-1.00	4.00
7	-8.40	-0.80	3.00	3.20	4.20	1.00	1.80	4.20
8	-5.60	0.40	3.80	3.80	4.80	4.00	2.80	3.80
9	-4.60	0.60	3.80	4.40	6.00	3.60	3.80	4.20
10	-5.20	-0.60	3.40	3.60	5.40	4.20	4.20	-1.00
11	-1.60	0.00	4.20	4.00	7.40	3.60	3.60	-1.60
12	-1.40	0.60	1.80	2.60	5.20	2.80	2.20	-0.80
13	-3.80	-1.40	4.20	2.00	5.80	0.40	3.20	1.20
14	-4.20	-2.80	4.60	1.60	6.20	2.40	2.00	-0.60
15	-0.40	0.80	3.80	0.80	6.00	4.80	1.80	-0.80
16	2.20	1.40	3.80	1.40	5.80	4.80	1.60	-3.60
17	2.80	1.40	3.40	0.80	2.60	4.00	-0.40	-4.40
18	3.80	-0.40	4.00	1.80	3.80	5.40	0.60	-4.00
19	2.00	-0.20	1.20	3.80	3.20	3.60	-1.00	-2.80
20	-1.00	1.80	3.20	0.40	4.80	2.80	0.80	-2.40
21	-1.60	3.20	2.80	2.80	4.20	4.20	-1.20	0.60
22	0.20	4.80	4.60	-1.00	3.00	3.20	-1.40	-4.60
23	0.00	4.20	5.20	-0.40	2.80	3.20	-2.60	-4.20
24	0.80	2.60	4.80	1.80	1.20	3.80	-3.80	-3.80
25	1.00	1.00	3.60	4.80	1.80	4.00	-2.80	-4.80
26	0.40	0.80	5.00	4.00	0.80	4.40	-2.40	-0.60
27	1.20	0.80	5.60	4.40	-0.60	1.40	-4.80	3.40
28	0.80	1.00	4.80	4.80	-0.20	4.60	-3.40	2.80
29	-1.60	1.80	4.20	5.00		3.80	-4.20	1.40
30	-1.20	-1.40	5.20	7.60		4.00	-2.20	-5.40
31	-0.80		3.60	4.40		4.60		-8.20

Fuente:

Estación: LAMPA

Departamento	: PUNO	Provincia	: LAMPA	Distrito	: LAMPA
Latitud	: 15°21'39.9"	Longitud	: 70°22'27"	Altitud	: 3866 msnm.
Tipo	: CO -Meteorológica			Código	:100081

ANEXO 6: Información meteorológica SENAMHI Precipitación (mm/día)

DIA	PRECIPITACIÓN (mm/día)							
	2022				2023			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	0.00	0.00	0.00	8.30	6.70	0.00	0.00	0.00
2	4.80	0.00	0.00	14.10	6.70	0.00	0.00	0.00
3	3.90	0.00	0.00	0.10	15.70	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.10	18.20	0.00	8.70	0.00
5	0.00	0.00	0.20	1.40	13.90	0.00	0.00	7.90
6	0.00	0.00	3.60	0.00	13.70	0.00	2.70	5.90
7	0.00	0.00	5.80	0.00	8.40	12.30	0.00	4.60
8	0.00	0.00	0.70	1.80	16.00	2.80	15.90	4.80
9	0.00	0.00	4.90	0.20	10.00	0.00	3.80	0.00
10	0.00	0.00	2.80	1.10	14.90	0.10	0.00	0.00
11	0.00	0.00	6.70	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	6.30	0.00	2.30	0.00	0.70	0.00
13	0.00	0.00	3.50	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	9.90	0.00	1.10	15.50	0.00	0.40
15	1.80	0.00	2.40	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00
16	0.90	0.00	4.00	1.00	0.10	4.10	0.00	0.00
17	0.40	0.00	0.00	0.00	3.30	11.20	0.00	0.00
18	0.10	0.00	0.20	0.00	4.70	15.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	7.70	0.00	0.00
20	0.00	0.00	3.30	0.00	0.10	8.50	0.00	1.10
21	0.00	0.00	6.50	0.80	1.30	1.50	0.00	0.00
22	0.00	3.10	0.50	1.10	0.00	5.10	0.00	0.00
23	0.00	0.70	5.30	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00
24	0.00	0.00	5.20	0.90	0.00	1.30	0.00	S/D
25	0.00	0.00	0.10	1.70	0.00	7.50	0.00	0.00
26	0.00	0.00	4.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.10
27	0.00	0.00	4.30	7.10	0.00	0.90	0.00	0.30
28	0.00	0.10	3.90	1.00	0.00	1.30	0.00	1.30
29	0.00	0.00	5.30	4.10		0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	2.40	0.80		0.00	0.00	0.00
31	0.00		1.90	8.30		0.30		0.00

Fuente:**Estación: LAMPA**

Departamento	: PUNO	Provincia	: LAMPA	Distrito	: LAMPA
Latitud	: 15°21'39.9"	Longitud	: 70°22'27"	Altitud	: 3866 msnm.
Tipo	: CO -Meteorológica			Código	:100081

ANEXO 7: Certificado de análisis de suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO –
PUNO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Tancuaña – Cabanilla – Lampa - Puno
SOLICITANTE : Ronald Perez Ticona.

MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelo
MUESTREO : 28/11/2022 (por el interesado)
ANÁLISIS : 17/12/2022.
LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Muestra de campo	79	08	13	Arena franca	1.40	2.90	0.12

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
						me/100 g suelo						
01	7.25	7.60	38.00	7.90	120	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FAr = Franco arcillo arenoso
Ar = Arcilloso
FArA = Franco arcillo arenoso
CIC= Capacidad Intercambio Cationico
N = Nitrógeno total
K⁺ = Potasio cambiabile
A= Arena
Ca²⁺= Calcio cambiabile
Na⁺= Sodio cambiabile
CO₃⁼ = Carbonatos
me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
M.O.=Materia orgánica
P = Fósforo disponible
K = Potasio disponible
C.E. = Conductividad eléctrica
SB = Saturación de bases
Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
mS/cm = milisiemens por centímetro
C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiabile
NC= no corresponde



D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS.

ANEXO 8: Interpretación de análisis de suelos, salinidad

Clasificación	CE (es)
Muy ligeramente salino	<2
Ligeramente salino	2 a 4
Moderadamente salino	4 a 8
Fuertemente salino	>8

Fuente: INIA – SALCEDO – PUNO**Anexo 08. Interpretación de análisis de suelos, N, P, K y M.O.**

Clasificación	Nitrógeno (%)	Fosforo (ppm P)	Potasio (ppm K)	Materia Orgánica (%)
Bajo	0 – 0,1	<7,0	<100	<2,0
Medio	0,1 – 0,2	7,0 a 14	100 – 240	2 a 4
Alto	>0,2	>14	>240	>4,0

Fuente: INIA – SALCEDO – PUNO**Anexo 09. Interpretación de análisis de suelos, Relaciones Catiónicas.**

Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Normal	0,2 – 0,3	5 a 9
Deficiente Mg	>0,5	
Deficiente Mg	>0.2	
Deficiente Mg		>10

Fuente: INIA – SALCEDO – PUNO**Anexo 10. Interpretación de análisis de suelos, Reacción pH**

Clasificación	pH
Fuertemente ácido	<5,5
Moderadamente ácido	5,6 – 6,0
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5
Neutro	7,0
Ligeramente alcalino	7,1 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	>8,5

Fuente: INIA – SALCEDO – PUNO**Anexo 11. Interpretación de análisis de suelos, Distribución de Cationes.**

Ca ⁺²	60 – 75
Mg ⁺²	15 – 20
K ⁺	3 a 7
Na ⁺	<15

Fuente: INIA – SALCEDO – PUNO**Observaciones:**

- 1 ppm = 1mg/kilogramo.
- 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro.
- 1 meliequivalente/100g = 1 cmol(+)/kilogramo
- Sales solubles totales (TDS) en ppm o mg/kg = 640 x CEes
- CE (1:2.5) mmho/cm x2 = CE (es) mmho/cm



ANEXO 9: formato 1



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



FORMATO N° 1




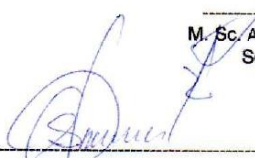

**SEÑOR SUB DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA
PROFESIONAL INGENIERIA AGRONOMICA UNA - PUNO:**

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, titulado **FACTIBILIDAD DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD IMILLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TÚNELES Y ACOLCHADO FRENTE A LAS HELADAS EN EL ALTIPLANO PUNO** con código PILAR N° **2022-2961** presentado por el bachiller **RONALD PEREZ TICONA**, el jurado revisor lo declara:

APTO (X)

Por tanto, esta expedido para la sustentación presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día **25 de julio del 2024** a las **09:00** horas. Por lo que solicitamos a usted, se efectuó los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.


En Puno (C.U.), a los 15 días del mes de JULIO del 2024 (fecha de dictamen)

 ----- M.Sc. M.Sc. DANIEL CANAZA MAMANI Presidente	 ----- Dr.FELIX ALONSO ASTETE MALDONADO Primer miembro
 ----- M. Sc. ABDON CHARAJA VILLALTA Segundo miembro	
 ----- M. Sc. JULIO CESAR SOSA CHOQUE Director o asesor de Tesis	 ----- Bachiller: RONALD PEREZ TICONA Tesista

PROVEÍDO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Considerando que la evaluación y dictamen del borrador de tesis por el jurado revisor se declaró como apto:
Esta Sub-Dirección autoriza el trámite y la publicación de la sustentación presencial y defensa de la tesis; de acuerdo a la fecha y hora determinada por los jurados, en la sala de docentes para su desarrollo. A la misma, los documentos que se presentan para su publicación en el Repositorio Institucional son veraces y auténticos del autor (es).

Puno C.U. 15 de julio del 2024 (fecha de dictamen)



D.Sc. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza
Director de la Sub unidad de Investigación-EPIA



ANEXO 9: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RONALD PEREZ TICANA
identificado con DNI 45616413 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AERONAUTICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"FACTIBILIDAD DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPPA (Solanum tuberosum L.)
VARIEDAD TIERRA NEGRA, UTILIZANDO MECANIZACIONES Y BOLSACHADO
FRONTE A LAS HELADAS EN EL ALTIPLANO PUNO"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de JULIO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 10: Autorización para el repositorio de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ROBALDO PEREZ TILHANA,
identificado con DNI 45616413 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AERONAUTICA
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ FACILIDAD DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum)
VARIEDAD TALLA NEGRA, UTILIZANDO MICRO TUNELES Y ACOLCHADO
FRENTE A LAS HELADAS EN EL ALTIPLANO PUNO. ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de JULIO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella