

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**Influencia de colores de malla rashell y dos fuentes nitrogenadas en tuna
para producción y ácido carmínico de cochinilla del carmín
(*Dactylopius coccus* Costa) - Huasacache**

Tesis presentada por la Bachiller:

Aguilar Muñoz, Raquel

ORCID: 0009-0006-3029-3723

para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesora:

Mg. Sc. Mamani Gutiérrez, Dina Beatriz

ORCID: 0000-0001-9641-5347

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 21 de Julio del 2025

Dictamen: 013817-C-EPIAvA-2025

Visto el borrador del expediente 013817, presentado por:

2021152022 - AGUILAR MUÑOZ RAQUEL

Titulado:

**INFLUENCIA DE COLORES DE MALLA RASHELL Y DOS FUENTES NITROGENADAS EN TUNA
PARA PRODUCCIÓN Y ÁCIDO CARMÍNICO DE COCHINILLA DEL CARMÍN (DACTYLOPIUS
COCCUS COSTA) - HUASACACHE**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO AGRONOMO Y AGRÍCOLA

**29568810 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT
DICTAMINADOR**



**43717897 - VELASQUEZ BARBACHAN JUAN PABLO
DICTAMINADOR**



**41785189 - RAMIREZ CHOQUEHUANCA SHIRLEY GABRIELA
DICTAMINADOR**



Influencia de colores de malla rashell y dos fuentes nitrogenadas en tuna para producción y ácido carmínico de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) - Huasacache

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

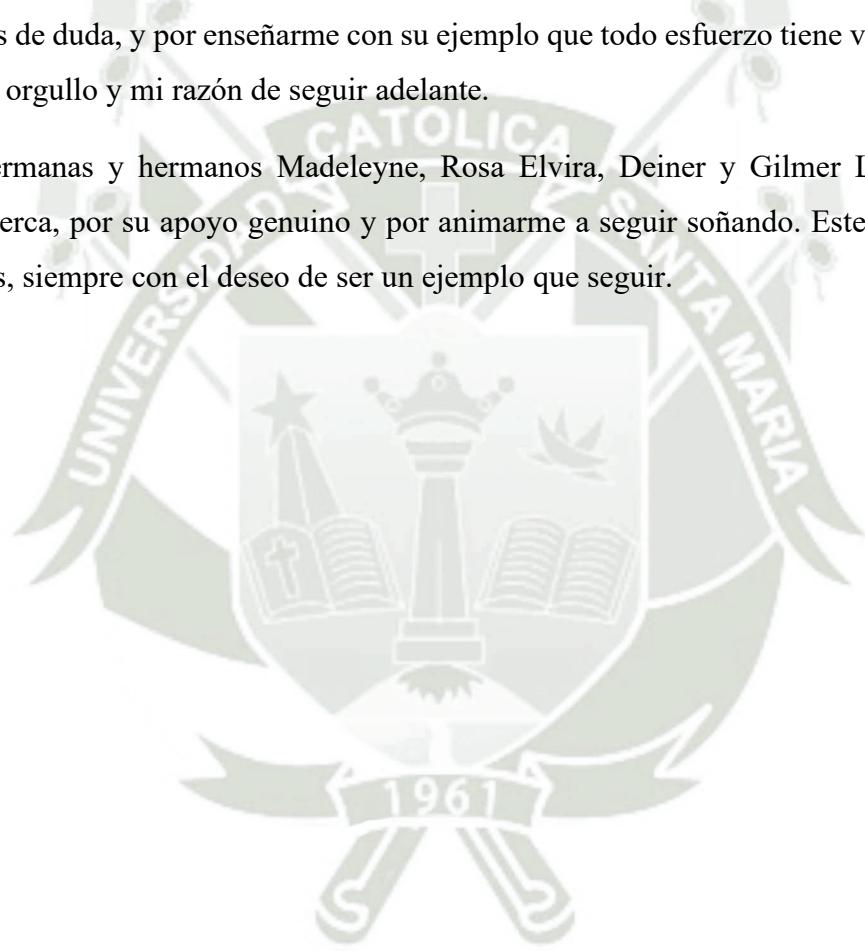
1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	2%
	Trabajo del estudiante	
2	dspace.esPOCH.edu.ec	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsa.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.ucsm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	es.scribd.com	1%
	Fuente de Internet	
6	tesis.ucsm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	eprints.uanl.mx	1%
	Fuente de Internet	
8	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Al ser invisible y todo poderoso por brindarme fuerza en los momentos difíciles y permitir que hoy vea cumplido este logro. Gracias por la vida, la salud y las oportunidades que me han llevado hasta aquí. Mi más profundo agradecimiento por darme todo lo necesario para llegar a este punto de mi vida.

A mis progenitores, Gilmer y Eva, por su amor sin medida, por creer en mí incluso en mis momentos de duda, y por enseñarme con su ejemplo que todo esfuerzo tiene valor. Ustedes son mi mayor orgullo y mi razón de seguir adelante.

A mis hermanas y hermanos Madeleyne, Rosa Elvira, Deiner y Gilmer Lleycol por estar siempre cerca, por su apoyo genuino y por animarme a seguir soñando. Este paso también es de ustedes, siempre con el deseo de ser un ejemplo que seguir.



AGRADECIMIENTOS

Extiendo mi gratitud a toda mi familia que conforma mi hogar que fueron la base fundamental para seguir adelante con mis sueños y siempre estuvieron para brindarme sus buenos deseos y consejos.

A mi Asesora Dina Beatriz por estar siempre acompañándome el paso a paso y compartiendo su experiencia, orientación y palabras motivadoras las cuales fueron claves en momentos de incertidumbre, aportando claridad y confianza en cada etapa. A la ingeniera Ingrid Mirna por su disposición generosa al compartir su conocimiento y brindarme siempre una perspectiva alentadora. Su guía oportuna fue esencial en el desarrollo y afinamiento de este trabajo investigativo.

A todos mis profesores, quienes, con su dedicación y esfuerzo constante, han dejado huellas profundas en mi formación. Su compromiso con mi educación, por sus enseñanzas que han expandido mis horizontes y por impulsar mi capacidad de análisis y reflexión. Su orientación me ha permitido crecer en diversas áreas, desarrollando mis capacidades de investigación, resolución de problemas y análisis. Han sabido impulsar mi potencial, desafiándome a superar mis límites y a dar lo mejor de mí en cada trabajo y proyecto. Sin su apoyo y motivación, no habría alcanzado los logros que hoy celebro.

Agradezco también al ingeniero Ainer Condori Ramos por su generosidad al compartir sus saberes y estar siempre dispuesto a colaborar en el proceso. Sus aportes resultaron valiosos en la estructuración y consolidación de esta investigación.

RESUMEN

La investigación se llegó a desarrollar en el Lote 1A del Fundo La Banda “Huasacache” perteneciente a la Universidad Católica de Santa María con la finalidad de determinar la influencia de dos colores de malla rashell y fuentes nitrogenadas para rendimiento y contenido de Ácido carmínico de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) en *Opuntia* - Huasacache. Para el estudio se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) bajo un esquema de Parcelas Divididas; considerando dos colores de malla (negra, verde y testigo) con dos fuentes nitrogenadas (Urea 0.82 gr y Nitrato de Amonio 114 gr) por planta, basándose en el aporte de 100 unidades de N. Las combinaciones de colores de malla y fuentes nitrogenadas generaron 6 tratamientos contando cada uno con 3 bloques. Para evaluar el porcentaje de infestación y peso fresco se realizaron dos evaluaciones, a los 45 días y a los 90 días; para peso seco y peso tamizado se realizaron después del proceso post cosecha y finalmente para la concentración de Ácido Carmínico fueron enviados a laboratorio 18 muestras. Para *Dactylopius coccus* Costa el porcentaje de infestación se obtuvo que el mejor rendimiento fue con malla verde, 34.055% y Urea, 30.55444%. En cuanto a peso fresco fue con malla negra, 285.1738 kg/ha⁻¹ y Urea, 279.4952 kg/ha⁻¹. Para el peso seco fue con negra con 122.21735 kg/ha⁻¹ y Urea con 128.88373 kg/ha⁻¹. En peso tamizado fue con malla negra, 71.84897 kg/ha⁻¹ y Urea con 81.23133 kg/ha⁻¹. En concentración de ácido carmínico (%) fue con malla verde, 22.18833% y Nitrato de Amonio, 22.19%.

Palabras clave: *Dactylopius coccus* Costa, Malla rashell, Fuentes nitrogenadas.

ABSTRACT

This research was carried out in Lot 1A of the La Banda “Huasacache” Farm, which belongs to the Catholic University of Santa María, in order to determine the influence of two rashell mesh colors and nitrogen sources on the yield and carminic acid content of the carmine scale insect (*Dactylopius coccus* Costa) in Opuntia - Huasacache. For the study, a completely randomized block design (CRBD) was implemented under a split-plot scheme; considering two mesh colors (black, green, and control) with two nitrogen sources (Urea 0.82 gr and Ammonium Nitrate 114 gr) per plant, based on the contribution of 100 N units. The combinations of mesh colors and nitrogen sources generated 6 treatments, each with 3 blocks. To evaluate the percentage of infestation and fresh weight, two evaluations were carried out, at 45 days and 90 days; for dry weight and sieved weight were carried out after the post-harvest process and finally for the concentration of Carminic Acid 18 samples were sent to the laboratory. For *Dactylopius coccus* Costa the infestation percentage was obtained that the best yield was with green mesh, 34.055% and Urea, 30.55444%. As for fresh weight it was with black mesh, 285.1738 kg / ha-1 and Urea, 279.4952 kg / ha-1. For dry weight it was with black with 122.21735 kg / ha-1 and Urea with 128.88373 kg / ha-1. In sieved weight it was with black mesh, 71.84897 kg / ha-1 and Urea with 81.23133 kg / ha-1. In carminic acid concentration (%) it was with green mesh, 22.18833% and Ammonium Nitrate, 22.19%.

Keywords: *Dactylopius coccus* Costa, Raschel mesh, Nitrogen sources.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO I..... 2

1. Planteamiento del problema..... 2

1.1 Enunciado del Problema 2

1.2 Descripción del Problema 2

1.3 Justificación del trabajo..... 2

1.3.1 Aspecto general 2

1.3.2 Aspecto tecnológico 3

1.3.3 Aspecto social 3

1.3.4 Aspecto económico 3

1.3.5 Importancia 3

1.4 Objetivos..... 4

1.4.1 Objetivo general 4

1.4.2 Objetivos específicos 4

1.4.3 Hipótesis..... 4

CAPÍTULO II..... 5

2. MARCO TEORICO 5

2.1 Cultivo de Tuna (*Opuntia ficus-indica*)..... 5

2.1.1 Origen del cultivo de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) 6

2.1.2 Etimología 7

2.1.3 Clasificación taxonómica 7

2.1.4 Variedades 7

2.1.5 Morfología 9

2.1.6 Factores Edafoclimáticos..... 14

2.1.7 Usos de la Tuna	15
2.2 Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa)	16
2.2.1 Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).....	16
2.2.2 Origen de la cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).....	16
2.2.3 Historia de la cochinilla del carmín.....	17
2.2.4 Importancia de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	17
2.2.5 Etimología.....	17
2.2.6 Clasificación taxonómica.....	18
2.2.7 Alimentación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa	18
2.2.8 Morfología	18
2.2.9 Ciclo biológico de cochinilla del carmín.....	24
2.2.10 Factores climáticos.....	24
2.3 Manejo Agronómico de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en <i>Opuntia ficus-indica</i>	26
2.3.1 Métodos de infestación con <i>Dactylopius coccus</i> Costa en tuna	26
2.3.2 Protección de Tuna para la producción de <i>Dactylopius coccus</i> Costa	28
2.3.3 Aspectos biológicos del nopal que inciden en la cría de la cochinilla del carmín.	32
2.3.4 Plagas y enfermedades.....	32
2.3.5 Riego.....	32
2.3.6 Fertilización	33
2.3.7 Importancia del nitrógeno en tuna para la producción de cochinilla	33
2.3.8 Cosecha de cochinilla y técnicas	34
2.3.9 Manejo Post cosecha de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	36
2.3.10 Secado.....	36
2.3.11 Clasificación de la calidad de cochinilla del carmín	36
2.3.12 Composición química de <i>Dactylopius coccus</i> Costa	37
2.3.13 Usos de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (cochinilla del carmín).....	37

2.3.14 Principales productores de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en Perú	37
2.3.15 Mercados extranjeros de (<i>Dactylopius coccus</i> Costa)	38
2.4 Antecedentes de investigación	39
2.4.1 Revisión de tesis universitarias	39
2.4.2 Revisión de artículos de investigación	40
CAPÍTULO III	43
3. MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1 Materiales	43
3.1.1 Localización del trabajo	43
3.1.2 Material biológico	44
3.1.3 Material de laboratorio	44
3.1.4 Material de campo	44
3.1.5 Equipos y maquinarias	45
3.1.6 Otros materiales	45
3.2 Muestreo	45
3.2.1 Universo	45
3.2.2 Tamaño de muestra	46
3.2.3 Procedimiento de muestreo	46
3.3 Metodología de experimentación	46
3.3.1 Malla rashell	46
3.3.2 Temperaturas dentro de cada parcela _ color de malla	50
3.3.3 Análisis de condiciones de suelo en lugar de estudio (Suelo Franco Arenoso)	52
3.3.4 Fertilización	53
3.3.5 Riego por gravedad	55
3.3.6 Análisis de agua de riego	55
3.3.7 Manejo Fitosanitario del cultivo de tuna.	57
3.3.8 Labores Culturales	59

3.3.9 Tratamientos	61
3.4. Recopilación de información	62
3.4.1. En el campo.....	62
3.4.2. En laboratorio.....	68
3.4.3. Variables consideradas	69
3.5. Evaluación estadística	69
3.5.1. Diseño experimental.....	69
3.5.2. Modelo aditivo lineal.....	70
3.5.3. Unidades Experimentales	70
3.5.4. Croquis Experimental.....	71
3.5.5. Análisis estadísticos	72
3.5.6. Análisis de significancia	72
CAPÍTULO IV	73
4. RESULTADOS.....	73
4.1 Observaciones biométricas	73
4.1.1 Altura de <i>Opuntia ficus-indica</i> a los 45 días de iniciado Trt	73
4.1.2 Altura de <i>Opuntia ficus-indica</i> a los 90 días de iniciado Trt.	76
4.1.3 Número de cladodios en <i>Opuntia ficus-indica</i> a los 45 días de iniciado Trt.....	80
4.1.4 Número de cladodios en <i>Opuntia ficus-indica</i> a los 90 días de iniciado Trt.....	83
4.2 Porcentaje de infestación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	88
4.2.1 Primera evaluación (45 días) de porcentaje de infestación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en <i>Opuntia ficus-indica</i>	88
4.2.2 Segunda evaluación (90 días) de porcentaje de infestación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en <i>Opuntia ficus-indica</i>	91
4.3 Producción y rentabilidad de <i>Dactylopius coccus</i> Costa	96
4.3.1 Peso Fresco de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (Cochinilla del carmín)	96
4.3.2 Peso Seco de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (Cochinilla del carmín)	99
4.3.3 Peso Tamizado de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (Cochinilla del carmín).....	102

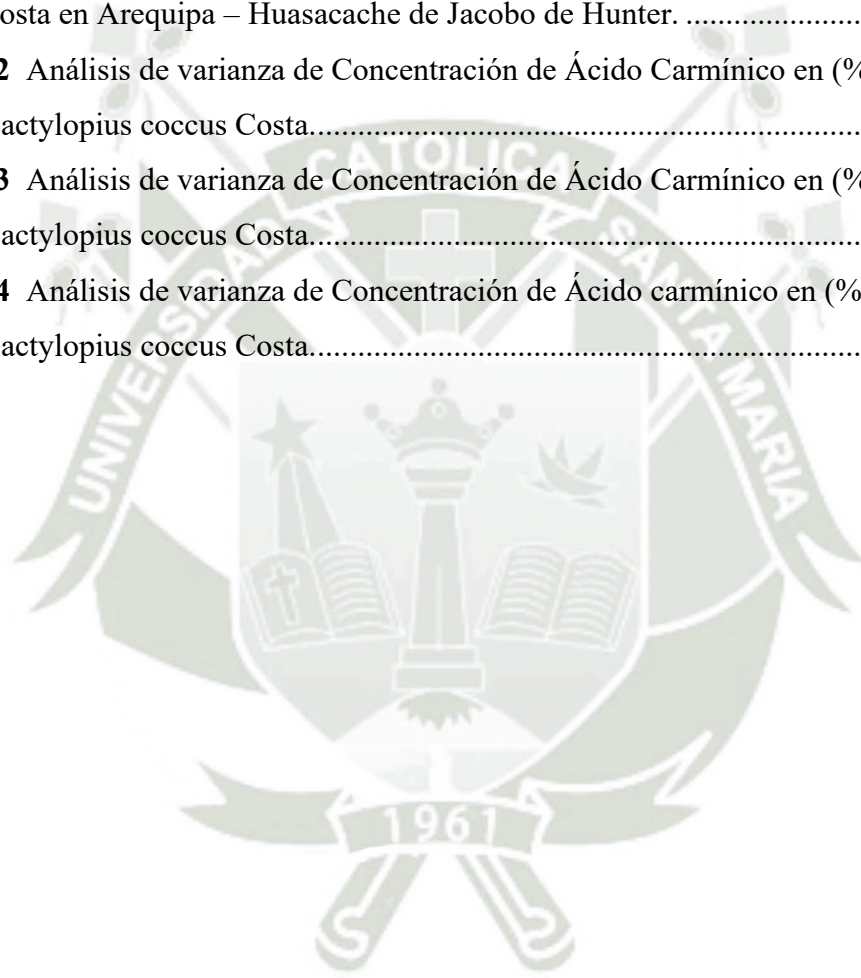
4.3.4 Análisis de rentabilidad de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (Cochinilla del carmín).....	106
4.4 Concentración de ácido carmínico de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en porcentaje (%).	107
CAPÍTULO V.....	112
5. DISCUSION.....	112
5.1 Infestación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en (%).	112
5.2 Producción y rentabilidad de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (kg/ha-1).....	113
5.3 Concentración de ácido carmínico (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa	115
CAPÍTULO VI	118
6. CONCLUSIONES.....	118
6.1 Infestación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en (%).	118
6.2 Producción y rentabilidad de <i>Dactylopius coccus</i> Costa (kg/ha ⁻¹).....	118
6.3 Concentración de ácido carmínico (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	119
CAPÍTULO VII.....	120
RECOMENDACIONES.....	120
CAPÍTULO VIII	121
REFERENCIAS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Mercados extranjeros de la cochinilla del carmín.	38
Tabla 2	Datos obtenidos de análisis de agua de riego por gravedad en Huasacache.	56
Tabla 3	Esquema de tratamientos.	62
Tabla 4	Análisis de varianza en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	74
Tabla 5	Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	74
Tabla 6	Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	75
Tabla 7	Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	77
Tabla 8	Análisis de medias para la Altura de Planta (cm) a los 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	77
Tabla 9	Análisis de medias para la Altura de Planta (cm) a los 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	78
Tabla 10	Análisis de varianza de Número de Cladodios (N°) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	81
Tabla 11	Análisis de las medias en el Número de Cladodios (N°) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	81
Tabla 12	Influencia de color de malla rashell en el número de cladodios (N°) después 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	82

Tabla 13 Análisis de varianza del Número de Cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).....	84
Tabla 14 Análisis de medias para número de cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).....	85
Tabla 15 Análisis de medias para Número de Cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).....	85
Tabla 16 Análisis de varianza de Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos.....	89
Tabla 17 Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos.....	89
Tabla 18 Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos.....	90
Tabla 19 Análisis de varianza para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	92
Tabla 20 Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	93
Tabla 21 Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	93
Tabla 22 Análisis de varianza de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.....	97
Tabla 23 Análisis de las medias de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	97
Tabla 24 Análisis de las medias de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.....	98
Tabla 25 Análisis de varianza en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.....	100
Tabla 26 Análisis de las medias en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.....	100
Tabla 27 Análisis de las medias en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa los 90 días de iniciado los tratamientos.....	101

Tabla 28 Análisis de varianza de Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	103
Tabla 29 Análisis de las medias en el Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	103
Tabla 30 Análisis de las medias en el Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	104
Tabla 31 Análisis económico de rentabilidad para la producción de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en Arequipa – Huasacache de Jacobo de Hunter.	106
Tabla 32 Análisis de varianza de Concentración de Ácido Carmínico en (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	108
Tabla 33 Análisis de varianza de Concentración de Ácido Carmínico en (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	109
Tabla 34 Análisis de varianza de Concentración de Ácido carmínico en (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tuna variedad morada	5
Figura 2 Opuntia ficus-indica como cultivo.....	6
Figura 3 Hojas de tuna formando parte de los cladodios.	10
Figura 4 Cladodios de Opuntia ficus-indica.....	11
Figura 5 Flor de Opuntia ficus-indica.	12
Figura 6 Frutos de Opuntia ficus-indica.....	13
Figura 7 Semillas de Opuntia ficus-indica	13
Figura 8 Dactylopius coccus Costa – plagas de la tuna con fines comerciales.....	16
Figura 9 Macho adulto de Dactylopius coccus Costa.	20
Figura 10 Estado adulto de hembra de Dactylopius coccus Costa.....	21
Figura 11 Cópula de Dactylopius coccus Costa.....	22
Figura 12. Ovoposición de Dactylopius coccus Costa (Ovovivíparos – preninfas).	23
Figura 13 Ciclo biológico.....	24
Figura 14 Infestación de Dactylopius coccus Costa por el método del cartón en Opuntia ficus-indica	28
Figura 15 Cosecha con cuchara de Dactylopius coccus Costa.	35
Figura 16 Ubicación del Cultivo de Tuna infestada con Dactylopius coccus Costa en el Fundo “La Banda” Huasacache.....	44
Figura 17. Distribución de ubicación de parcelas con colores de mallas y testigo.	47
Figura 18 Parcela con malla rashell color negro ubicada en el cultivo de tuna infestada con cochinilla del carmín.	48
Figura 19 Parcela con malla rashell color verde ubicada en el cultivo de tuna infestada con cochinilla del carmín.	49
Figura 20 Parcela del testigo ubicado en el cultivo de tuna infestada con cochinilla del carmín.....	49
Figura 21 Temperaturas mínimas obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.	51
Figura 22 Temperaturas máximas obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.	51
Figura 23 Humedad relativa obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.	52
Figura 24 Pesado de Urea y Nitrato de Amonio en balanza electrónica.....	54

Figura 25 Fertilización focalizada con Urea y Nitrato de Amonio en el cultivo de tuna para la producción de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	54
Figura 26 Riego por gravedad en el cultivo de tuna para la producción de cochinilla del carmín.	55
Figura 27 Análisis de agua de riego por gravedad en Huasacache – laboratorio UCSM.	56
Figura 28 Control mecánico de cladodios enfermos en el cultivo de tuna.	57
Figura 29 Presencia de <i>Diaspisis echinocacty</i> en los cladodios de los primeros pisos de tuna.	58
Figura 30 <i>Hippodamia convergens</i> predando a <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	58
Figura 31 Eliminación de malezas y fertilización focalizada con Urea y Nitrato de Amonio en los diferentes tratamientos.	59
Figura 32 Malezas encontradas durante el periodo de investigación.	60
Figura 33 Eliminación de frutos de los cladodios de <i>Opuntia ficus-indica</i>	61
Figura 34 Medición de altura de planta de <i>Opuntia ficus-indica</i>	63
Figura 35 Conteo del número de cladodios de <i>Opuntia ficus-indica</i>	63
Figura 36 Material de cosecha y cosecha de <i>Dactylopius coccus</i> Costa por el método de poda de <i>Opuntia ficus-indica</i> .obtenido por cosecha con el método de poda	65
Figura 37 Peso fresco de <i>Dactylopius coccus</i> Costa de los 18 (dieciocho) unidades experimentales.	66
Figura 38 Secado de <i>Dactylopius coccus</i> Costa en ambiente con alta intensidad del sol.	67
Figura 39 Peso seco de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	67
Figura 40 Peso tamizado de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	68
Figura 41 Croquis experimental y distribución de unidades experimentales.	71
Figura 42 Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) a los 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	75
Figura 43 Influencia de color de fuentes nitrogenadas en la Altura de Planta (cm) a los 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	76
Figura 44 Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	78

Figura 45 Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos	79
Figura 46 Influencia de color de malla rashell y fuente nitrogenada en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	79
Figura 47 Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	82
Figura 48 Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	83
Figura 49 Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios por planta (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	86
Figura 50 Influencia de fuentes nitrogenadas en el Número de Cladodios de Planta (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	86
Figura 51 Influencia de colores de malla rashell y fuentes nitrogenadas en el Número de Cladodios de Planta (N°) a los 45 días y al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (<i>Dactylopius coccus</i> Costa).	87
Figura 52 Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de <i>Dactylopius coccus</i> después de 45 días de iniciado los tratamientos.	90
Figura 53 Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de <i>Dactylopius coccus</i> después de 45 días de iniciado los tratamientos.	91
Figura 54 Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.	94
Figura 55 Influencia de fuentes nitrogenadas en el Porcentaje de Infestación (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.	94
Figura 56 Influencia de color de malla rashell y fuentes nitrogenadas en Porcentaje de Infestación (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.	95
Figura 57 Influencia de color de malla rashell de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.	98

Figura 58 Influencia de tipos de fertilizantes nitrogenados en el Peso Fresco en (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	99
Figura 59 Influencia de color de malla rashell en Peso Fresco (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	101
Figura 60 Influencia de color de malla rashell en Peso Fresco (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.....	102
Figura 61 Influencia de color de malla rashell en Peso Tamizado (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	104
Figura 62 Influencia de color de malla rashell en Peso Tamizado (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i>	105
Figura 63 Influencia de color de malla rashell y fuentes nitrogenadas en el peso fresco, seco y tamizado (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	105
Figura 64 Influencia de color de malla rashell en concentración de Ácido carmínico (Kg/ha-1) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	110
Figura 65 Influencia de fuentes nitrogenadas en concentración de Ácido carmínico (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	110
Figura 66 Influencia de color de malla rashell y fuentes nitrogenadas en concentración de Ácido carmínico (%) de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica de la Urea	130
Anexo 2 Ficha técnica del Nitrato de Amonio.....	131
Anexo 3 Instalación de malla rashell color negro como protección del cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) infestada con Dactylopius coccus Costa.....	132
Anexo 4 Instalación de malla rashell color verde como protección del cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) infestada con Dactylopius coccus Costa.....	132
Anexo 5 Datos de temperatura y humedad durante el periodo de protección bajo condiciones de malla negra, verde y testigo.....	133
Anexo 6 Huasacache lote_1A – 30 cm.	134
Anexo 7 Huasacache lote_1A – 60 cm	135
Anexo 8 Huasacache lote_1A – 90 cm	136
Anexo 9 Cálculo de dosis de aplicación de Urea y Nitrato de Amonio como fertilizantes nitrogenados	137
Anexo 10 Índice de infestación de Dactylopius coccus Costa en porcentajes (%).....	137
Anexo 11 Pérdida por precipitación de Dactylopius coccus Costa.	138
Anexo 12 Retiro de protección (malla negra) después de 45 días de instalación.....	138
Anexo 13 Retiro de protección (malla verde) después de 45 días de la instalación	139
Anexo 14 Temperatura y precipitaciones ocurridas durante el periodo de investigación. ...	139
Anexo 15 Empaquetado de 18 unidades experimentales con Dactylopius coccus Costa obtenidas de la cosecha por el método de poda.	140
Anexo 16 Resultado de análisis de Dactylopius coccus Costa en el laboratorio PROAGRO SUR.....	141
Anexo 17 Base de Datos.	142
Anexo 18 Código Utilizado para la evaluación estadística en R.	143
Anexo 19 Rentabilidad de cochinilla del carmín considerando Infestación.	144

INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es un cultivo presente las regiones costa y sierra de nuestro territorio nacional, esta especie de cactácea está presente en diferentes niveles tecnológicos de agricultura debido a su adaptabilidad a situaciones cambiantes en la agricultura (siendo sembrada tanto sistemas de riego tecnificado como en riego por gravedad), es el hospedero comercial para la producción de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).

La producción de cochinilla es una actividad comercial de gran valor que es desarrollada en épocas de verano, los meses de producción varían a la zona de explotación, cuyo producto comercial puede ser almacenado y no es perecible. En la región Arequipa se tiene como mayor zona productora al distrito de La Joya en la provincia de Arequipa.

El manejo agronómico del hospedero de la cochinilla no requiere de alta implementación tecnológica, sin embargo, es un sistema productivo con aspectos que pueden mejorarse para elevar la producción y la calidad de producto. Entre los aspectos tecnológicos de gran importancia encontramos el nivel de fertilización a lo largo del cultivo y la implementación de mallas rashell para alterar el nivel de radiación solar que afecta directamente al ciclo de reproducción del insecto de interés (la cochinilla del carmín).

A nivel local, nuestro sistema productivo de cochinilla permite mejoras tecnológicas en la fertilización nitrogenada y la elección de malla rashell por sus características técnicas, llegando a formar un paquete tecnológico que puede ser extendido al agricultor para mejorar sus condiciones de producción y por ende su calidad de vida.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema

1.1 Enunciado del Problema

Debido a la falta de cultivos rentables en la zona de Huasacache y suelos pobres en nitrógeno se optó por la siembra del cultivo de tuna con fines productivos de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) bajo protección de colores de malla y aplicaciones de dos fuentes nitrogenadas.

1.2 Descripción del Problema

Los agricultores de la campiña de Arequipa se dedican principalmente al cultivo de productos como cebolla, ajo, alfalfa en mayor área, otras leguminosas y gramíneas. Sin embargo, enfrentan un contexto económico complicado, caracterizado por la volatilidad en los precios de comercialización e incluso, en determinadas ocasiones, por ingresos inferiores a lo invertido para la producción. Esta realidad se refleja en pérdidas económicas significativas, afectando negativamente su calidad de vida.

Dado esta situación, es importante que los agricultores busquen alternativas de cultivo que ofrezcan precios más estables. De acuerdo con investigaciones realizadas acerca del efecto positivo en cuanto a la producción de *D. coccus* se espera que implementando el cultivo de tuna para la producción de cochinilla bajo condiciones de techado con dos colores de malla rashell al 50% de luminosidad tanto la producción como la concentración de ácido carmínico tenga efectos positivos lo cual reflejará en los precios de mercado. Los datos que se obtengan serán para brindar recomendaciones prácticas para los cultivadores, optimizando así la producción de este valioso recurso.

1.3 Justificación del trabajo

1.3.1 Aspecto general

Bajo las condiciones de Huasacache, aun no se han realizado investigaciones acerca de la producción de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) para la comercialización a pesar de que en el distrito La Joya (mayor productor) la producción va en aumento, es por ello por lo que se propone incorporar esta actividad como alternativa dentro de la gama de productos en Huasacache.

1.3.2 Aspecto tecnológico

Según (Barreda G. D., 2020), el uso de mantas antes de la infestación detiene el crecimiento de la paleta lo que evita que la cochinilla tenga menos espacio donde reproducirse. El uso de la manta rashell es muy favorable para la producción de la cochinilla, ya que al tener un buen uso potencia el rendimiento mediante la creación del efecto invernadero, es prioritario conocer y aplicar el periodo idóneo para su implementación.

1.3.3 Aspecto social

En el ámbito social, al tener la cochinilla un alto porcentaje de ácido carmínico bajo techado con dos colores de malla rashell con luminosidad al 50% y fuentes de nitrógeno, podría representar una alternativa productiva dentro de la zona de estudio generando nuevos medios de trabajo y oportunidad de desarrollo local.

1.3.4 Aspecto económico

El estudio sobre la crianza de la grana cochinilla a través de la implementación de dos tonalidades de malla Rashell busca obtener rendimientos óptimos en condiciones de luminosidad del 50% y fuentes de nitrógeno. Este enfoque no solo tiene como objetivo incrementar la productividad de cochinilla y concentración de ácido carmínico, sino también contribuir a la sostenibilidad económica de los agricultores locales. Al implementar prácticas modernas y efectivas, esta investigación representa una oportunidad para elevar los estándares de producción de cochinilla, promoviendo un desarrollo agrícola más eficiente y rentable.

1.3.5 Importancia

Los agricultores están sometidos a una inestabilidad de precios en sus cultivos que normalmente son anuales, es por ello por lo que se debe producir productos que generen pocas demandas en cuanto su producción. La tuna al ser una cactácea no requiere de gran cantidad de agua por lo que se puede sembrar más áreas con la misma cantidad de agua que nos requiere los cultivos a los que se dedican, además lo que se obtiene con este cultivo es la producción de cochinilla fuente segura de mejora de calidad de vida por el valor comercial estable lo que contribuye a mejores opciones de producción y mejor economía.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de dos colores de malla rashell y fuentes nitrogenadas para rendimiento y Ácido carmínico de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) en tuna – Huasacache.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de infestación de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) por planta, cultivados con dos colores de malla rashell y fuentes de nitrógeno en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica*).
2. Evaluar la producción y rentabilidad de cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) bajo dos colores de malla rashell y diferentes fuentes de nitrógeno en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica*).
3. Analizar el porcentaje de ácido carmínico presente en la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) en función al color de malla y la fuente de nitrógeno.

1.4.3 Hipótesis

Dado que en el Huasacache no hay cultivo de tuna para producción de cochinilla y en otras zonas del departamento se viene implementando métodos productivos de tuna para cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa), es probable que bajo techado con malla rashell negra y verde con luminosidad al 50% se incremente tanto la productividad de la cochinilla del carmín como su contenido de ácido carmínico en comparación de condiciones sin malla.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Cultivo de Tuna (*Opuntia ficus-indica*)

En el Perú, la tuna se desarrolla en forma silvestre; su cultivo se ha establecido estratégicamente en diversas regiones, principalmente a lo largo de los Andes y la costa sur, como Huancavelica, Cusco, Apurímac, Áncash, Lima y Arequipa. Es importante notar que la clasificación de ecotipo de tuna se basa en criterios morfológicos, específicamente en la pigmentación del fruto y la presencia o ausencia de espinas.

Figura 1

Tuna variedad morada



Nota. Tomado de (Perez, 2024).

La variedad de tuna identificada como 'Morada' se caracteriza por su imponente morfología, con ejemplares que superan los 3 metros de altura y presentan cladodios (pencas) grandes y carnosos con una mínima presencia de espinas. Este ecotipo se considera de calidad superior debido a su doble aptitud productiva (producción de cochinilla y fruto), destacando además por su alta productividad y la intensidad cromática del fruto, cuya tonalidad oscila entre el rojo claro y el rojo oscuro., de acuerdo con Marcaquispe (2021).

Figura 2*Opuntia ficus-indica* como cultivo

Nota. Tomado de Álvarez (2002).

2.1.1 Origen del cultivo de Tuna (*Opuntia ficus-indica*)

El origen de la *Opuntia ficus-indica* se sitúa en América, con un rango geográfico extenso que conecta la provincia de Alberta (Canadá) con la Patagonia (Argentina). La dificultad para datar el inicio de la propagación de las opuntias radica en su capacidad para colonizar diversas zonas climáticas, incluidas las regiones tropicales y subtropicales globales. Un dato notable es que, aunque la planta es originaria de América, su nomenclatura botánica proviene de un asentamiento en la antigua Grecia, de donde se tomó el término para designar a la especie; según Espinoza 1998, citado por Coya (2015).

La manipulación genética inicial de esta planta tuvo como meta el desarrollo de ejemplares con pencas libres de espinas y frutos de mejor calidad organoléptica. El gran valor que la especie *Opuntia ficus-indica* adquirió en el siglo XVI ante los españoles se debió a una combinación de factores: su apariencia distintiva, su eficacia contra el escorbuto, su aptitud para el consumo humano y, fundamentalmente, por ser el hospedero primario del *Dactylopius coccus* Costa, de acuerdo con Murillo (2018).

La tuna en el Perú crece y se desarrolla en costa, sierra y ceja de selva. En los valles interandinos crece en forma silvestre, la mayor concentración de tuna se encuentra en las regiones de la Sierra y la Costa. Entre los principales focos de cultivo en los Andes se

encuentran Cusco, Huánuco, Huancavelica, Apurímac, Junín y Cajamarca. Asimismo, la siembra se extiende a zonas como Arequipa, Áncash, Moquegua y Tacna (en el sur), y los valles de Ica, Lima, La Libertad y Piura; según Espinoza 1998, citado por Coya (2015).

2.1.2 Etimología

El género *Opuntia* recibió su nombre por parte de Tournefort en el año 1700, inspirado en el parecido que tenía con una planta con espinas originaria de Opus, una antigua ciudad griega. Mucho antes de esto, Linneo ya había empleado el término *figus indica* en descripciones técnicas (conocidas como frases diagnósticas) para referirse a diversas especies, aunque no de manera formal dentro del sistema de nomenclatura binomial que él mismo desarrollaría después, de acuerdo con Murillo (2018).

2.1.3 Clasificación taxonómica

De acuerdo con Marcaquispe (2021), basándose al sistema de clasificación de Cronquist (1988) *Opuntia ficus-indica* tiene la siguiente posición taxonómica;

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Carophyllales

Familia: Cactaceae

Género: *Opuntia*

Especie: *Opuntia ficus-indica*

Nombre vulgar: Tuna, nopal.

2.1.4 Variedades

En el Perú no se ha estudiado bien las variedades de tuna, a pesar de que no hay muchas que produzcan una fruta con buenas características de calidad. Las variedades de tunas difieren por el color del fruto y por la ausencia o presencia de espinas; según Espinoza 1996, citado por Anicama (2024).

En Perú tenemos las siguientes variedades:

A. Blanca

Son arbustos de mediano tamaño entre 1.8 y 2.5 metros de altura, cuentan con pencas de 20 a 30 cm de diámetro y espinas poco pobladas de pequeño a mediano tamaño. Sus flores son de color amarillo claro y los frutos de esta variedad suelen medir entre 8 y 10 cm de longitud y tienen un diámetro aproximado de 4,5 a 5 cm. Su pulpa, de textura firme y jugosa, presenta un sabor muy dulce y un característico color verde cristalino. Esta variedad destaca en el mercado por ser la más demandada, principalmente por sus óptimas cualidades fisiológicas que facilitan su manejo y comercialización., según Godenzi (2018).

B. Amarilla

Es una variedad que se desarrolla en plantas que alcanzan entre 2 y 3 metros de altura, con pencas que miden entre 15 y 25 cm de ancho. Tanto los cladodios como los frutos carecen de espinas. Presenta una alta resistencia frente a plagas y enfermedades, y es considerada la opción más adecuada para la producción de cochinilla. Además, es la más cultivada debido a su elevada productividad y su buena adaptación a sistemas de cultivo intensivo. El fruto posee una pulpa de color amarillo anaranjado, con buena firmeza, sabor agradable, numerosas semillas y una cáscara gruesa, ligeramente más harinosa que la de la variedad blanca. Su aceptación en el mercado es muy positiva, nos menciona Sulca (2022).

C. Morada

Esta variedad se origina en una planta que puede superar los tres metros de altura, con flores de tonalidades violetas. Su cultivo es predominante en zonas de sierra. Se valora por la alta calidad de sus frutos, los cuales son grandes, jugosos, dulces y de consistencia suave y ligeramente harinosa. El color del fruto varía entre rojo claro y rojo oscuro, llegando incluso a tonos púrpuras. La cáscara es gruesa y presenta pocas espinas, pequeñas y dispersas., según Sulca (2022).

D. Colorada

Posee una altura que varía entre 1,60 y 2,50 metros, esta planta presenta flores rojas y destaca por la rapidez con la que sus frutos alcanzan la madurez. Sus pencas son de gran grosor, y su uso principal está orientado a la producción de fruta, de acuerdo con Coya (2015).

2.1.5 Morfología

A. Raíz

El sistema radicular de esta planta es adventicio, lo que implica que las raíces secundarias no brotan de la raíz principal, sino de otras partes del tallo o la planta. Estas raíces se extienden ampliamente, aunque no profundizan demasiado, y son capaces de infiltrarse fácilmente en grietas de suelos duros y pedregosos. Normalmente son gruesas, pero no suculentas, con un tamaño y grosor que varían y suelen estar relacionados con el desarrollo de la parte aérea de la planta. La mayor parte de la masa radicular se concentra en los primeros 30 centímetros del suelo. Durante la temporada de lluvias, en los extremos de estas raíces crecen numerosas raíces pequeñas y blancas, cubiertas de pelos finos que incrementan la superficie para la absorción de agua y nutrientes. Estas raíces, conocidas como raíces de lluvia, tienen una vida limitada únicamente a esta época, según Marcaquispe (2021).

B. Tallo

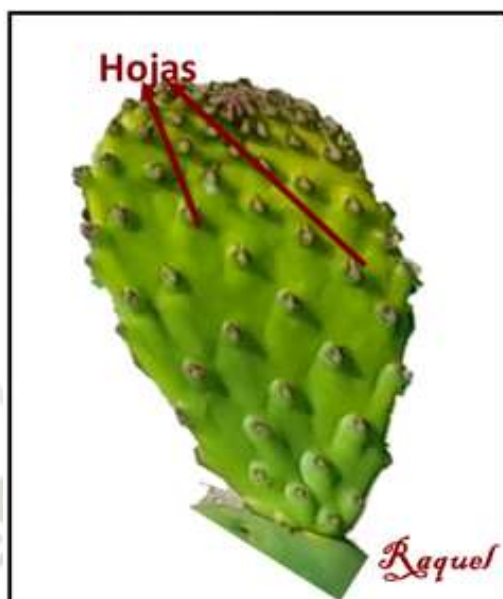
Las ramas aplanadas que forman el tallo de la tuna se conocen como cladodios. En ellos, las yemas están organizadas en una red dentro de pequeñas concavidades llamadas aréolas, donde también se encuentran diminutas espinas llamadas gloquidios y espinas mayores que pueden medir más de 5 centímetros. Estas espinas pueden desprenderse o mantenerse, dependiendo de la variedad de tuna, de acuerdo con Álvarez (2002). El tallo primario presenta una forma cilíndrica y está lignificado. Su color oscila entre tonos castaños oscuros, verdes o grises, y su tamaño alcanza alrededor de 45 cm de largo por 20 cm de diámetro, indica Sulca (2022).

C. Hojas

En el nopal, estas hojas se presentan únicamente en los brotes jóvenes de las pencas (conocidas también como cladodios) mientras aún están tiernos. A medida que la penca madura y se desarrolla, dichas hojas se pierden por completo, y en su lugar se forman espinas, según Anicama (2024). En la capa epidérmica de los tallos tiernos surgen las espinas, que aparecen cuando las pencas maduran y las hojas se caen. Las areolas contienen grupos de espinas que miden de 4 a 5 mm. La cantidad de espinas depende de la especie, y estas cumplen un papel importante en la regulación de la transpiración y la defensa contra animales herbívoros, nos menciona Cañar (2022).

Figura 3

Hojas de tuna formando parte de los cladodios.



Nota. Elaboración propia

D. Cladodios

Estas estructuras están unidas de forma segmentada y presentan una forma aplanada que puede ser ovalada, alargada o similar a una espátula. Su tonalidad varía desde verdes claros hasta un verde grisáceo. Además, poseen una epidermis de gran grosor, una cutícula resistente y estomas hundidos (poros), de los cuales surgen los llamados "quepos", nos indica Barreda (2020).

En el nopal, los cladodios están unidos entre sí formando muchas ramificaciones. Su forma es parecida a una raqueta de tenis y su tamaño varía con la edad. La cutícula que los recubre evita que pierdan agua en épocas de calor intenso, y pueden almacenar hasta un 95% de su peso en agua. Además, se orientan de diferente manera según la estación del año, para aprovechar mejor la luz solar. Cuando los cladodios son jóvenes, presentan hojas planas de forma oval, oblonga o espatulada, con colores que van del verde claro al gris verdoso. Estas hojas tienen una epidermis gruesa y poros hundidos llamados estomas, de donde salen los "quepos". Conforme la penca crece, estas hojas desaparecen y son reemplazadas por espinas., de acuerdo con Lacunza (2018).

Figura 4

Cladodios de Opuntia ficus-indica.



Nota. Elaboración propia

E. Flores

Las flores del nopal son solitarias, miden de 7 a 10 cm y son hermafroditas, lo que significa que tienen partes reproductivas de macho y hembra en la misma flor. Nacen en la parte de arriba de las pencas, una por cada areola, pero no todas florecen al mismo tiempo; algunas lo hacen en el primer año y otras después. Estas flores no tienen tallo (se llaman sésiles) y cambian de color cuando se abren y se cierran. Tienen muchos estambres, entre 480 y 500, que están dentro de la parte central de la flor. El estilo, que conecta el estigma con el ovario, es ancho en la base y tiene un estigma dividido en partes. En su interior se forma un canal donde crecen los tubos que

llevan el polen. El ovario está en la parte inferior de la flor y los óvulos están pegados a las paredes internas, según Marcaquispe (2021).

Figura 5

Flor de Opuntia ficus-indica.



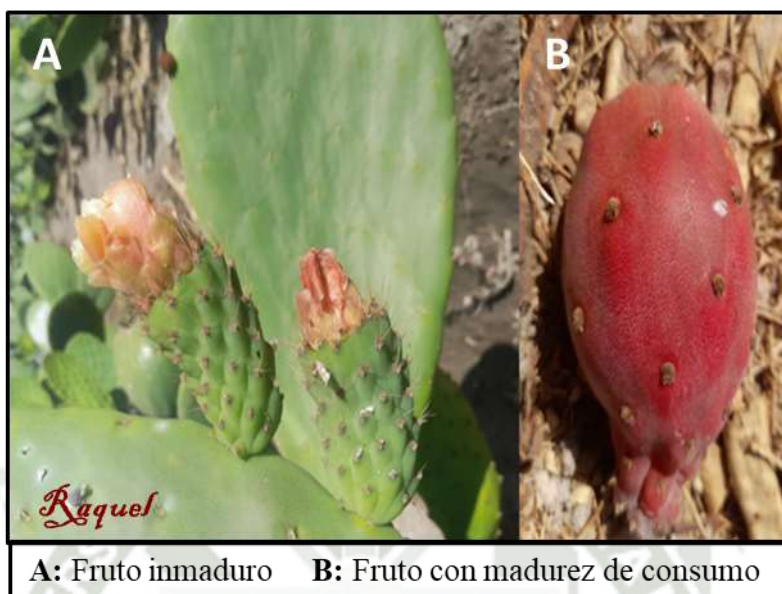
Nota. Elaboración propia

F. Fruto

El fruto se forma a partir del desarrollo del ovario de una flor una vez que ocurre la fecundación. Su función principal es albergar y proteger las semillas de las plantas con flores (angiospermas), y en muchos casos también facilita su dispersión hacia nuevos lugares, de acuerdo con Marcaquispe (2021). El fruto del nopal es una baya carnosa, con una sola cavidad (unilocular) y contiene múltiples semillas (polisperma). Su forma puede variar entre ovoide y esférica. Las dimensiones y colores cambian según la especie, encontrándose frutos que miden entre 4 y 12 centímetros —o incluso más—, y que presentan una amplia gama de tonalidades como amarillo canario, amarillo limón, naranja, rojo, guinda, rojo morado, verde claro, blanco verdoso, etc; indica Coya (2015).

Figura 6

Frutos de Opuntia ficus-indica.



Nota. Elaboración propia

G. Semillas

Poseen una cubierta muy dura y presentan una forma reniforme (similar a un riñón), aunque de contorno irregular. Miden entre 4 y 6 mm de largo, 3 a 4 mm de ancho y tienen un grosor que varía entre 1.8 y 2.5 mm. Su peso puede oscilar entre 20 y 50 miligramos, y en algunos casos, su contenido de aceite puede alcanzar hasta un 20 %. indica Álvarez (2002). Poseen una testa dura, esta es clara, el arilo ancho, el embrión curvo, los cotiledones grandes y polisperma está bien desarrollado, según Fumero (2023).

Figura 7

Semillas de Opuntia ficus-indica



Nota. Elaboración propia

2.1.6 Factores Edafoclimáticos

A. Clima

Para un crecimiento y desarrollo adecuados, el tunal requiere una temperatura media anual que oscile entre los 16 y 28 °C. La fotosíntesis alcanza su nivel máximo cuando las temperaturas diurnas están alrededor de 25 °C y las nocturnas cerca de 15 °C. Temperaturas fuera de este rango, ya sean más altas o bajas, disminuyen la asimilación de dióxido de carbono, lo que reduce la acumulación neta de materia y la productividad. Cuando las temperaturas superan los 30 °C, la actividad fotosintética puede disminuir hasta en un 70 %, provocando una maduración prematura y frutos de menor tamaño. Por otro lado, temperaturas diurnas por debajo de los 15 °C retrasan el crecimiento y la maduración de los frutos, resultando en una cáscara más gruesa, menor contenido de azúcar y un color menos atractivo, nos menciona Marcaquispe (2021).

B. Rango de Altitud del Cultivo

La tuna crece de manera óptima en altitudes que van desde los 800 hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar, de acuerdo con Barreda (2020).

C. Suelo

El nopal se desarrolla mejor en suelos sueltos, arenosos y calcáreos, típicos de tierras marginales y poco fértiles, además de ser superficiales y pedregosos, lo que refleja su amplia tolerancia a diferentes tipos de suelo. Sin embargo, no es recomendable cultivarla en suelos muy arcillosos y húmedos, ya que estas condiciones no favorecen su crecimiento según Vargas (2004). Para crecer adecuadamente, la tuna necesita suelos con un pH que oscile entre 7 y 8, y una conductividad eléctrica (CE) en un rango de 1 a 3 dS/m, de acuerdo con Loayza de Vinatea & Zegarra (2015).

D. Luminosidad

La luz es un factor esencial para la tuna, ya que estimula la brotación de nuevos cladodios. Por ello, es crucial considerar la orientación de las pencas al establecer la plantación, con el fin de optimizar la captación lumínica. La forma aplanada de los cladodios favorece la captación directa de la luz, y esta depende principalmente de su orientación. Se recomienda que las pencas se orienten de norte a sur, de manera que sus caras queden hacia el este y oeste. Esta disposición también influye en la producción de brotes tiernos, ya que cuando las pencas no están bien posicionadas, la mayoría de los brotes emergen del lado que recibe más luz. La baja luminosidad afecta negativamente la floración, la fecundación y el desarrollo vegetativo. En

etapas críticas del crecimiento, la interacción entre la temperatura diurna, nocturna y la luz es determinante para el desarrollo de la planta, citado por Coya (2015).

2.1.7 Usos de la Tuna

La tuna tiene múltiples usos tanto cladodios como frutos, siendo considerados alguno de ellos:

A. En alimentación humana

Según Barbera et.al, 1999, citados por Vargas (2004), se consume en:

- Frutos y cáscaras: Se consumen frescos, secos, enlatados, congelados o endulzados.
- Jugos y bebidas alcohólicas: Incluyen jugos a base de pulpa, así como bebidas fermentadas como vino, licor y coclonche.
- Mermeladas y dulces: Se elaboran mermeladas, melcochas, quesos de tuna, jarabes (miel de tuna), además de jaleas, productos de pastelería y líquidos endulzados.
- Aceite: Se extrae aceite de las semillas del fruto, con múltiples usos.
- Tallos: Los tallos pueden consumirse frescos o tras ser procesados en salmuera, vinagre, precocidos, congelados, o incluso convertidos en jaleas y dulces.

B. En la medicina

Los cladodios del tunal se emplean en la preparación de extractos, jugos y emolientes que poseen propiedades diuréticas, antidiabéticas, cicatrizantes para úlceras, antiescorbúticas y antiinflamatorias, además de ser utilizadas para aliviar dolores de garganta. El consumo de cladodios jóvenes y tuna ácida contribuye a la regulación de los niveles de glucosa y colesterol en sangre. Tanto la fruta como los cladodios contienen compuestos bioactivos que resultan beneficiosos para la salud cuando se ingieren de manera adecuada, de acuerdo con Marcaquispe (2021).

C. En la industria química

El nopal tiene varios usos en la industria química, donde se obtiene caucho sintético, mucílagos, pegamentos, productos anticorrosivos, gomas y floculantes. En apicultura, se utilizan las semillas molidas por su gran cantidad de aceite, además del forraje de las pencas y frutos. También es una fuente de alimento para la cochinilla, de acuerdo con Erazo et. al (2021).

2.2 Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa)

2.2.1 Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa)

La cochinilla de la tuna, (*Dactylopius coccus* Costa) o cochinilla del carmín es un insecto que se asienta principalmente en los cladodios (tallo aplanado/ penca) y en los frutos de la tuna y se alimenta de su savia. Se trata de un insecto parásito de pequeño tamaño, recubierto por una capa cerosa, originario de México y de países andinos como Perú, Bolivia y Ecuador. Es un insecto fitófago, lo que significa que se alimenta de tejidos vegetales, específicamente de la savia del cactus, a la que accede insertando su aparato bucal en la penca, nos menciona Cañar (2022).

La cochinilla puede ser considerada tanto una plaga como un recurso útil, dependiendo del propósito de la plantación de tunal. Si el objetivo principal es la obtención de tuna como fruto, la presencia de la cochinilla resulta perjudicial, ya que afecta negativamente la producción. Por esta razón, no se recomienda establecer cultivos mixtos para la obtención simultánea de fruta y cochinilla, pues lo que beneficia a uno puede perjudicar al otro, de acuerdo con Marcaquispe (2021).

Figura 8

Dactylopius coccus Costa – plagas de la tuna con fines comerciales.



Nota. Elaboración propia

2.2.2 Origen de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa)

El insecto *Dactylopius coccus* Costa (cochinilla) es originario de México y de los países como Ecuador, Perú y Bolivia. En su cuerpo *Dactylopius coccus* Costa (cochinilla) contiene mayor pigmento rojo, por lo que ha sido una de las más explotadas. Por esta razón en los siglos XV y XIX fue introducido en diversos países de la región mediterránea, (Lacunza M. F., 2018).

En 1825, la producción de cochinilla fue introducida en las Islas Canarias con el respaldo del Real Consulado de Comercio. Posteriormente, en 1856, la aparición de los primeros colorantes sintéticos marcó un punto de inflexión en la industria del teñido. A pesar de ello, para 1870, la producción de cochinilla en las Islas Canarias llegó a superar incluso a la de México, nos menciona (Godenzi, 2018).

2.2.3 Historia de la cochinilla del carmín

Según documentos de la época colonial, se presume que *Dactylopius coccus* fue domesticada durante el periodo del imperio inca y posiblemente utilizada en los textiles de la cultura Paracas. También se mencionan otras especies silvestres, como *D. ceylonicus* (Oreen) y *D. confusus* (Cockerell), que habrían sido recolectadas para su uso como colorantes en estos mismos tejidos. Más adelante, mediante análisis espectroscópicos, se logró identificar la presencia de ácido carmínico en textiles pertenecientes a las culturas Paracas, Nazca y Chimú; indica Coya (2015).

2.2.4 Importancia de *Dactylopius coccus* Costa

La grana cochinilla ha sido valorada desde tiempos prehispánicos por su capacidad para proporcionar color a diversos productos como alimentos, textiles, pinturas, cosméticos y fármacos. Durante el periodo colonial, adquirió una gran relevancia económica, llegando a convertirse en el tercer producto de exportación más importante de la Nueva España, de acuerdo con Franco (2022).

Es un insecto que posee una notable relevancia económica y social, ya que del cuerpo deshidratado de la hembra se extrae el ácido carmínico (AC), un compuesto del tipo hidroxiantraqui-nona unido a una molécula de glucosa. Este pigmento es ampliamente utilizado como colorante natural en productos alimenticios, bebidas, textiles, así como en las industrias farmacéutica y cosmética. Además, el AC es considerado seguro para el consumo humano y se le atribuyen propiedades antivirales, anticancerígenas y antibióticas, menciona Méndez et al. (2010).

2.2.5 Etimología

El nombre “cochinilla” tiene su origen en el latín y francés, y se debe a que este insecto se parece a otros que viven en sitios oscuros y húmedos, como el *Porcellio scaber*. Por esta razón, se le dio ese nombre por analogía. Además, el término “grana” se refiere al producto de cochinilla una vez procesado, tal como indican Velásquez (1998) y Scheinvar (1999), indica Murillo (2018).

2.2.6 Clasificación taxonómica

Para Tovar 2000 y Bustamante 2006, citador por Lacunza (2018) la clasificación taxonómica de *Dactylopius coccus* Costa es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Mandibulata

Clase: Insecto

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Coccocidea

Familia: Dactylopiidea

Género: *Dactylopius*

Especie: *Dactylopius coccus* Costa.

2.2.7 Alimentación de *Dactylopius coccus* Costa

La grana cochinilla tiene un tipo de alimentación fitófaga, utilizando un estilete bucal dentro de una trompa alargada que le permite extraer la savia de las tunas. Cuando pierde contacto con la planta, el parásito no puede adherirse ni alimentarse, lo que inevitablemente provoca su muerte. Este insecto se nutre directamente de la savia a través de su aparato bucal especializado, nos mencionan Erazo et al (2021).

2.2.8 Morfología

A. Huevo

Los huevos, en sus primeras etapas, son semitransparentes, lisos y tienen forma ovalada. Su color varía entre tonos rojizos y morados, y su tamaño depende del lugar donde se encuentren, aunque habitualmente miden cerca de 1 mm de largo y 0.5 mm de ancho, indica Cañar (2022). La eclosión ocurre entre 15 y 20 minutos después de su puesta, de acuerdo con Quispe (2006).

B. Ninfa I_ Ninfa migrante

Durante el estadio de ninfa migrante, el individuo presenta una morfología oval y alargada, con dimensiones aproximadas de 0,75 mm de largo por 0,40 mm de ancho. A diferencia de etapas anteriores, cuenta con estructuras sensoriales y locomotoras bien diferenciadas, lo que le permite desplazarse por el hospedero en búsqueda de condiciones óptimas. Una vez establecido, permanece inmóvil hasta completar su metamorfosis. Este periodo tiene una duración que oscila entre 21 y 25 días, indica Barreda (2020).

Las ninfas se desplazan utilizando sus patas para encontrar un lugar donde alimentarse. Por lo general, escogen sitios cerca de donde nació su madre y en zonas con poca luz solar directa y baja presencia de viento. Su desarrollo en esta fase incluye dos etapas: una en la que se mueven por la planta y otra donde se fijan a la penca. Cuando se estabilizan, comienzan a crecer y a producir una sustancia cerosa, nos menciona Cañar (2022).

C. Ninfa II

En esta etapa, el insecto adquiere una forma ovoide y un color rojo oscuro con un brillo notable, cubierto por una capa cerosa de color blanco. Durante este periodo, permanece inmóvil. Su tamaño alcanza aproximadamente los 2,5 milímetros de largo por 2 milímetros de ancho, y tanto sus antenas como patas son pequeñas o poco desarrolladas. La ninfa de segundo estadio sufre una muda para transformarse en hembra adulta. En el caso de los machos, se diferencian a partir de esta fase al comenzar a formar un capullo ceroso blanco. Luego atraviesan las etapas de pre-pupa y pupa hasta alcanzar la madurez sexual. A diferencia de las hembras, los machos carecen de coloración visible, según Gusqui (2012).

D. Macho

El macho de la grana cochinilla completa su ciclo vital en menos tiempo que la hembra, viviendo entre 58 y 65 días, mientras que la hembra requiere entre 90 y 120 días. En la fase de pre-pupa se inicia la transformación a adulto, y en la pupa el insecto se encierra en un capullo hasta alcanzar su forma alada. Ya en la adultez, los machos no se alimentan y viven brevemente, solo para aparearse. Durante el apareamiento, el macho transfiere el esperma a la hembra a través de sus dos aberturas genitales. Luego, la hembra deposita los huevos fertilizados en la penca huésped., nos indican Pin & Rivera (2024).

a) Pre-pupa, pupa

El capullo que forma el macho al alcanzar su desarrollo completo presenta una forma alargada y una tonalidad blanca con reflejos brillantes. En el extremo correspondiente al abdomen se encuentra un orificio por el cual son eliminadas las mudas previas. Tras la segunda muda, el insecto entra en el estado de pre-pupa, donde comienza a distinguirse la región cefálica del resto del cuerpo y aparecen los primeros indicios de patas y alas. Luego de la tercera muda, da paso a la etapa de pupa, en la cual las estructuras como las patas, antenas y alas muestran un desarrollo más evidente. Además, en esta fase se puede identificar claramente el órgano copulador ubicado en el extremo del abdomen, de acuerdo con Rodrigo et al. (2010).

b) Adulto

En los machos adultos de *Dactylopius coccus* Costa, se observan estructuras bien definidas como las patas, antenas y artejos. Sobre el fondo rojo del cuerpo resaltan cuatro ocelos de color negro, los cuales son fácilmente identificables. Las alas, de tipo membranoso y color blanco, superan en longitud al cuerpo del insecto y presentan dos venas principales —la radical y la media—, que no parecen estar conectadas de forma visible. En el extremo posterior del abdomen se desarrollan dos largos filamentos de seda blanca, cuya longitud puede triplicar la del cuerpo. Cabe destacar que estos machos carecen de aparato bucal, lo que les impide alimentarse en su fase adulta., indica Lacunza (2018).

Figura 9

Macho adulto de Dactylopius coccus Costa.



Nota. Elaboración propia

E. Hembra

La parte central del cuerpo de la hembra presenta una forma ensanchada y tonalidades rojizas, recubierta por una capa blanca. La hembra adulta emerge tras la última muda de la ninfa de segundo estadio. Su desarrollo reproductivo se divide en dos fases: una primera, llamada pre-ovoposición, que tiene una duración aproximada de entre 30 y 60 días; y una segunda, correspondiente al periodo de oviposición, que dura entre 10 y 20 días. Durante esta última etapa, cada hembra puede llegar a poner entre 293 y 586 huevos, según Cañar (2022).

La muda en la hembra adulta ocurre cuando mide aproximadamente 2.5 mm de largo por 1.7 mm de ancho. La exuvia es similar a la primera, pero mucho más grande. En las hembras jóvenes se notan claramente los segmentos del abdomen, que se van extendiendo conforme crecen. Al estar grávida, la hembra puede cuadruplicar su tamaño y adoptar una forma más globosa, menciona Lacunza (2018).

La duración promedio de vida de la hembra de cochinilla es de aproximadamente 130 días. Durante este período, realiza dos mudas antes de alcanzar la madurez adulta. La primera muda ocurre alrededor de los 25 días después del nacimiento, mientras que la segunda sucede cerca de los 50 días. Finalmente, la hembra alcanza la madurez sexual alrededor de los 100 días de vida, según Cañar (2022).

Figura 10

Estado adulto de hembra de Dactylopius coccus Costa.



Nota. Elaboración propia

a) Pre-ovoposición (cópula)

La ninfa II cambia de forma tras la muda, volviéndose adulta con un cuerpo ancho y de color blanco en la parte dorsal. Su tamaño varía según el clima y la época reproductiva. Está lista para la reproducción, que dura entre 30 y 50 días, de acuerdo con Coya (2015).

Figura 11

Cópula de Dactylopius coccus Costa.



Nota. Elaboración propia

b) Ovoposición (madre)

En esta etapa, el insecto carece de patas y alcanza la madurez sexual aproximadamente a los 90 días desde su nacimiento. El período de postura de huevos tiene una duración promedio de 20 días, aunque este tiempo puede variar dependiendo de la altitud ecológica del hábitat. Después de la puesta, el insecto muere de manera gradual. La duración total de esta fase oscila entre 28 y 40 días, según Coya 2015 citado por Barreda (2020) y Guamán (2022).

El periodo previo a la puesta de huevos, conocido como pre-ovoposición puede extenderse entre 30 y 100 días, seguido por la etapa de ovoposición que dura entre 10 y 20 días. Durante este tiempo la hembra suele depositar alrededor de 419 huevos de los cuales 372 se desarrollan y emergen como ninfas. La frecuencia de la ovoposición varía de día a día, siendo más intensa al inicio del periodo reproductivo ya que más de la mitad de las crías nacen en los primeros cinco días. según Méndez 2009 y Chambi 2012, citados por Coya (2015).

Figura 12.

Ovoposición de Dactylopius coccus Costa (Ovovivíparos – preninfas).



Nota. Elaboración propia

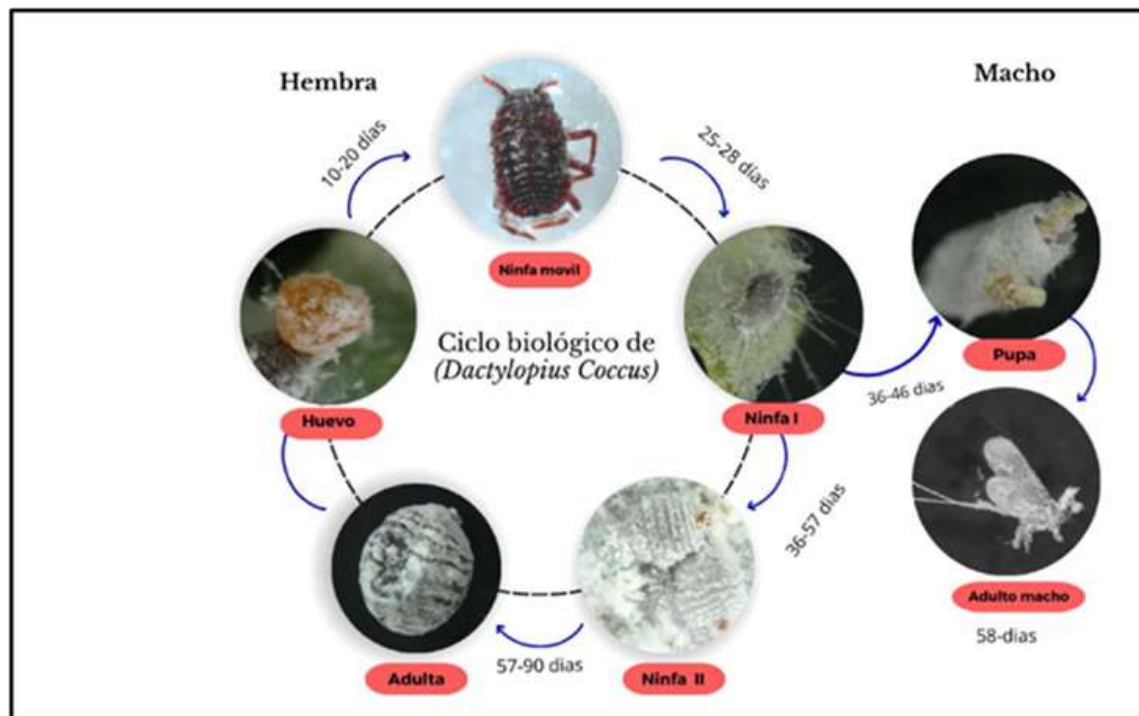
c) Post ovoposición

En esta fase, la hembra termina de depositar sus huevos. Sin embargo, el potencial reproductivo está determinado en promedio por la cantidad de huevos que pone cada hembra y por la proporción de sexos que se presenta en diferentes épocas del año. La oviposición puede darse en cualquier estación, y se estima que una hembra pone aproximadamente 200 huevos. Esta etapa tiene una duración mínima de 10 días y puede extenderse hasta 20 días, de acuerdo con Barreda (2020).

2.2.9 Ciclo biológico de cochinilla del carmín

Figura 13

Ciclo biológico



Nota. Tomado de Pin & Rivera (2024).

2.2.10 Factores climáticos

A. Temperatura

Las ninfas mueren cuando la temperatura supera los 26 °C. Por otro lado, cuando la temperatura es inferior a 14 °C, el ciclo de vida se prolonga y también hay mortalidad en las ninfas. Por lo tanto, las condiciones más favorables para su desarrollo están en un rango de temperatura entre 14 °C y 26 °C, de acuerdo con Murillo (2018).

La temperatura es un factor determinante para el establecimiento, supervivencia, desarrollo y reproducción de las cochinillas. Cuando las temperaturas se mantienen bajas, entre 10 y 25 °C por más de 48 horas, se inhiben el apareamiento, la fertilización y el desarrollo embrionario. En contraste, temperaturas altas de entre 30 y 35 °C pueden reducir el ciclo biológico de 90 a 60 días, afectando negativamente la capacidad reproductiva y el establecimiento de estas plagas; según Tovar 2000, citado por Franco (2022).

Se ha reportado que la cochinilla se desarrolla mejor entre 16 y 24°C. Sin embargo, estudios más recientes indican que la temperatura óptima podría estar entre 20 y 32°C, de acuerdo con Mamani & Huamani 2015, sientos citados por Franco (2022).

B. Humedad

El desarrollo y crecimiento de la cochinilla se ve favorecido por niveles altos de humedad relativa, presentando sus mejores condiciones entre el 80 % y el 86 %, de acuerdo con Álvarez (2002).

C. Precipitación

Las lluvias pueden causar una mortalidad de hasta el 98 % en los insectos, dependiendo de su intensidad. Las precipitaciones torrenciales desprenden cochinillas en cualquier etapa de desarrollo, mientras que las lluvias fuertes lavan las plantas, arrastrando tanto a las ninfas migratorias como a las cochinillas que se encuentran mudando antes de adherirse a las pencas. Por su parte, las lluvias moderadas eliminan la capa cerosa que las recubre, dejándolas vulnerables al ataque de sus enemigos naturales; según Marín & Cisneros 1993 y Quisbert 2006, citados por Guamán (2022).

D. Altitud

Por encima de los 2500 metros sobre el nivel del mar, el ciclo de vida de la cochinilla se prolonga, mientras que las altitudes comprendidas entre 1500 y 2500 msnm resultan más adecuadas para su desarrollo, de acuerdo con Lacunza (2018).

E. Viento

La acción del viento influye en la dinámica poblacional de la cochinilla, impidiendo la fijación de ninfas recién eclosionadas sobre los cladodios, provocando la caída de ejemplares maduros y afectando negativamente el proceso de fertilización, según Llanderal et al, 2001, citados por Cázares (2012).

F. Luminosidad e insolación

La cochinilla muestra preferencia por zonas con baja exposición solar, especialmente durante su fase de ninfa migratoria. Sin embargo, una vez fijada a la planta, el insecto puede continuar su desarrollo incluso bajo luz solar directa. No obstante, una alta intensidad lumínica y de insolación puede provocar una mortalidad promedio de hasta el 20 %, según Marín & Cisneros 1993 y Quisbert 2006, citados por Guamán (2022).

Las longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros, correspondientes al espectro de luz visible, son necesarias para un desarrollo adecuado en los insectos. En *Dactylopius coccus*, se ha determinado que una mayor exposición a la luz está directamente relacionada con un incremento en el contenido de ácido carmínico (AC), según Tello y Vargas 2015, citados por Contreras (2021). Es Govela.

2.3 Manejo Agronómico de *Dactylopius coccus* Costa en *Opuntia ficus-indica*

2.3.1 Métodos de infestación con *Dactylopius coccus* Costa en tuna

Existen diferentes métodos de infestación como también épocas:

A. Infestación natural

La propagación natural de la cochinilla en los campos de tuna ocurre principalmente durante su fase de ninfa migrante (Ninfa I), y puede darse tanto por desplazamiento propio del insecto como con la ayuda del viento, aves u otros insectos. Sin embargo, este mecanismo espontáneo presenta la desventaja de generar una baja densidad poblacional, por lo que se recomienda complementar el proceso con reinfestaciones mediante métodos artificiales, según Bernilla 1998 citado por Coya (2015).

B. Infestación artificial

Algunos de los métodos utilizados para la infestación artificial de *Dactylopius coccus* Costa son los siguientes:

a) Por pencas

El procedimiento consiste en cortar y recolectar cladodios infestados que alberguen colonias con una alta concentración de hembras en ovoposición. Posteriormente, estos se colocan y acoplan cuidadosamente sobre cladodios con más de un año de antigüedad, asegurando un contacto óptimo con el cladodio que contiene las cochinillas, de manera que los insectos migrantes puedan desplazarse y colonizar toda la superficie del cladodio receptor, según Pérez 2001, citado por Gusqui (2012).

b) Infestación con bolsitas o tull

El método consiste en introducir de 10 a 20 hembras oviplenas de *Dactylopius coccus* Costa, recién recolectadas, en una bolsita de tul de 10 x 10 cm, la cual se coloca de inmediato dentro del cladodio o penca que se pretende infestar. Fijadas con la ayuda de espinas de la propia tuna, las pencas elegidas para la propagación deben tener una edad de 6 meses a 12 meses de edad.

Este proceso debe efectuarse de preferencia en las mañanas a la salida del sol; según Guerra 1991, citado por Lacunza (2018).

c) Método del recipiente

Este método consiste en poner hembras de grana cochinilla listas para poner huevos en cajas Petri cubiertas con gasa. Al cabo de 20 días, las ninfas aparecerán en la gasa, que se coloca en la parte central del cladodio para que las ninfas se muevan por toda la planta, según Dahlgren 1990, citado por Guamán (2022).

d) Ricci

En este método, se colocan hembras ovíparas de grana cochinilla en cajas Petri cubiertas con gasa. Luego de 20 días, las ninfas se observarán en la gasa, que se coloca en la zona media del cladodio para que puedan migrar y colonizar toda la superficie de la planta, según Álvarez 1995, citado por Cañar (2022).

e) Método del cladodio o penca cortada

Se infesta la mitad superior de un cladodio que no tenga más de seis meses y que sea flexible. Antes de doblarlo, se realiza un corte superficial en la parte trasera donde están las cochinillas para facilitar el proceso. El cladodio se dobla con cuidado usando cuerdas que no corten ni dañen la penca. Este método es ideal para aplicarse en diciembre en los valles interandinos, ya que ayuda a proteger a los insectos de las lluvias y granizadas frecuentes en esa época, según Toledo 1993, citado por Coya (2015).

f) Por cartón

Se usan trozos de cartón de 12 por 12 cm con una cámara de 2.5 x 2.5 x 8 cm. Para propagar las cochinillas, se ponen las que recién se separaron del cladodio dentro de estos infestadores. Las ninfas migrantes se adhieren a la penca bajo el infestador, que las protege. Tras 20 a 24 días, se retiran los infestadores para recolectar las cochinillas que servirán como semilla. Se coloca un infestador por cada cladodio de 7 meses, según Chambi 2012 citado por Barreda (2020).

Figura 14

*Infestación de *Dactylopius coccus* Costa por el método del cartón en *Opuntia**



Nota. Tomado de Barreda (2020).

C. Infestación por gravedad

El aprovechamiento de este método ocurre en la fase inicial de ovoposición, cuando las ninfas locomotoras descienden por acción gravitacional hasta las pencas inferiores, facilitando así su establecimiento en la planta, según Ramirez y Arroyo 2017 citados por Cañar (2022).

2.3.2 Protección de Tuna para la producción de *Dactylopius coccus* Costa

A. Mallas

La malla rashell es un tipo de malla fabricada mediante cintas de polietileno de alta densidad (HDPE). Las fibras de HDPE utilizadas en la fabricación de las mallas rashell se lo tejen en diferentes densidades y reciben un tratamiento especial para resistir el daño de los rayos ultravioleta; según Shahak .et al 2002, citados por, citados por Pérez (2018).

El uso de mallas sombra permite disminuir entre un 10 % y un 95 % de la radiación solar total. Su propósito no se limita únicamente a reducir la luz incidente, sino también a controlar el exceso de temperatura. Dado que el calor proviene principalmente de la radiación infrarroja cercana dentro del espectro electromagnético, una malla sombra óptima debería actuar como un filtro selectivo que bloquee dicha radiación sin interferir con la luz visible necesaria para la fotosíntesis; según Juárez, P.et al 2011, citados por Pérez (2018).

El empleo de mallas contribuye a reducir el impacto negativo de las condiciones atmosféricas durante la eclosión y el desarrollo de la cochinilla del carmín, ya que una cobertura con mallas que disminuyen un 50 % la luminosidad brinda protección efectiva a esta especie, indica Coya (2015).

Se recomienda que la manta Rashell se mantenga colocada en el cultivo por un máximo de 45 días y únicamente una vez por ciclo. De lo contrario, la cochinilla puede disminuir su masa corporal progresivamente, mientras que la falta de luz solar por periodos extendidos podría comprometer la vitalidad del nopal, llegando incluso a provocar su muerte; según Agroexportadora CARMIN SAC 2018, citado por Barreda (2020).

a) Efectos productivos de la malla rashell

La aplicación de mantas antes del proceso de infestación detiene el crecimiento de las paletas de nopal, reduciendo el área disponible para la reproducción de la cochinilla. No obstante, un uso estratégico de la manta Rashell mejora la productividad del cultivo, debido al efecto invernadero que genera. Por lo tanto, es crucial identificar el momento oportuno para su colocación. Si se utiliza la manta en la fase de infestación previa a la cosecha, se incrementa la cantidad de cochinilla madre, pero se limita el crecimiento de la paleta, lo que afecta negativamente la propagación del insecto. Esto conlleva una reducción en la producción al momento de la poda. Por ello, se recomienda instalar la manta poco antes de la cosecha, lo que permite mayor crecimiento vegetativo y favorece el aumento en la población de cochinilla, gracias al efecto térmico de la cobertura, nos menciona Barreda (2020).

b) Influencia de malla rashell

El uso de la malla Rashell para proporcionar sombra es clave en el establecimiento exitoso de las ninfas, especialmente cuando se utiliza el “polvillo de cuchareo” distribuido al voleo. A diferencia del método con infestadores, donde las ninfas buscan refugio bajo el cartón para evitar la luz solar directa, la malla permite reducir un 50 % la radiación, lo que protege a las ninfas del primer instar, caracterizadas por su comportamiento foto negativo. Además, al disminuir la temperatura y la luminosidad, la malla mejora las condiciones del entorno, reduciendo la mortalidad y favoreciendo una mayor tasa de asentamiento de las ninfas de *Dactylopius coccus*, de acuerdo con Anculle (2019).

c) Uso inadecuado de malla rashell

Una gestión incorrecta en los tiempos de instalación y retiro de las mantas Rashell, especialmente cuando su uso se prolonga más de lo necesario, afecta negativamente la

producción de cochinilla. La exposición prolongada al efecto invernadero altera el crecimiento fisiológico del insecto, incrementando la producción de cera y reduciendo su masa corporal, lo cual puede llegar a provocar la muerte. Por otro lado, retirar las mantas antes de tiempo deja a las ninfas más jóvenes vulnerables al sol. Por estas razones, se recomienda utilizar las mantas por un periodo no mayor a 45 días, con el fin de aprovechar sus beneficios sin comprometer la salud del cultivo, de acuerdo con Barreda (2020).

B. Efecto color de malla rashell para producción cochinilla del carmín

Las mallas sombra de distintos colores no solo reducen la intensidad de la luz, sino que también modifican su composición espectral gracias a sus propiedades ópticas, como la transmisividad, el nivel de sombreo y el impacto en la temperatura. Estas características permiten un mejor aprovechamiento de la energía solar por parte de las plantas. Al permitir el paso de diferentes longitudes de onda, según su color, las mallas influyen en diversos procesos fisiológicos vegetales y en el desarrollo de los cultivos, nos indica López (2010).

Pueden inducir ciertas respuestas fisiológicas en las plantas que dependen de la luz, como la fotosíntesis y la fotomorfogénesis. Estas respuestas influyen en aspectos como el alargamiento del tallo, la expansión de las hojas, el desarrollo de los cloroplastos, la producción de clorofila y la síntesis de metabolitos secundarios. Estos procesos ocurren debido a la luz captada por fotorreceptores específicos, como los fitocromos y criptocromos, que se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas, según Devlin et al 2007, citado por Armandans et al. (2024).

El uso de las mallas rashell como protección tiene una serie de ventajas como las siguientes:

a) Bloqueo de la radiación directa

En situaciones de alta radiación solar, las mallas ayudan a proteger a las plantas al bloquear la luz directa y reducir el calor que se acumula en el suelo. Como resultado, la temperatura en el invernadero baja y la humedad relativa sube, creando un ambiente más adecuado para el desarrollo de los cultivos, nos menciona Barreda (2020).

b) Penetración de luz difusa

La luz recibida del exterior atraviesa las fibras del tejido de la malla y se distribuye de forma difusa alrededor de las plantas. La luz difusa contribuye al proceso de fotosíntesis de las plantas y calienta menos que la radiación directa del sol, de acuerdo con Barreda (2020).

c) Transmitancia o transmisividad

La transmisividad es la capacidad de la cubierta para permitir el paso de la radiación solar, y se expresa como la relación entre la cantidad de radiación dentro de la casa sombra y la que se mide en el exterior. Este valor varía según las propiedades de la malla y el tipo de radiación, ya sea directa o difusa. Al atravesar la malla, la calidad de la radiación cambia. En el caso de la radiación directa, la transmisividad se ve influida por el ángulo de incidencia de los rayos solares respecto a la perpendicular de la superficie de la malla; a menor inclinación, mayor será la transmisividad. Para la radiación difusa, que proviene de múltiples direcciones del cielo, no se puede definir un ángulo de incidencia específico, según Zagarpa 2010, citado por López (2010).

La cantidad de luz solar que atraviesa la malla afecta el control del calor en el invernadero y también influye en la fotosíntesis de las plantas. Esto ocurre porque la malla reduce la fuerza de la luz que entra y cambia los tipos de luz (colores o longitudes de onda) que llegan a los cultivos, según Goldberg et al 1996, citados por López (2010).

d) Efecto ultravioleta de Malla rashell Negra

Las mallas de color negro son las que se utilizan con mayor frecuencia para proporcionar sombra, según Rajapaksee y Shahak, citados por López (2010).

e) Efecto ultravioleta de Malla rashell Verde

Las mallas de color verde modifican el espectro lumínico que incide sobre las plantas, lo que favorece la activación de la síntesis de clorofila y, en consecuencia, la intensificación del color verde en el follaje. Sin embargo, debido a su tonalidad oscura, presentan efectos similares a los de las mallas negras, nos menciona Barreda (2020).

C. Porcentaje de luminosidad de mallas rashell

Esta es una característica propia de las mallas sombra, determinada por el porcentaje de sombra que ofrecen a los cultivos que se desarrollan bajo este sistema, lo cual tiene una influencia directa en el rendimiento de las plantas, de acuerdo con (Lopez, 2010).

2.3.3 Aspectos biológicos del nopal que inciden en la cría de la cochinilla del carmín.

Para Álvarez (2002) los factores biológicos son:

A. Cultivares de *Opuntia ficus-indica*

Los cultivares con presencia de espinas brindan una defensa más efectiva a las cochinillas frente al impacto directo de la precipitación y el granizo. Asimismo, los clones caracterizados por una epidermis con cutícula gruesa, como los denominados 'nopales forrajeros', muestran niveles mínimos de infestación.

B. Edad de las pencas

Aproximadamente el 90 % de las cochinillas se localiza en las pencas subterminales, algo más del 9 % en las pencas del nivel inferior, y menos del 1 % en las pencas más antiguas

2.3.4 Plagas y enfermedades

A. *Opuntia ficus-indica*

Las plagas agrónomicamente significativas por su daño persistente incluyen: Diabrotica sp. ('Vaquita'), que perfora las pencas; Terumocera santellata (larva de mosca), que mina y perfora las pencas; Schistocerca piceifrons (saltamontes), responsable de perforaciones en pencas y deterioro floral; *Diaspis echinocacty* ('Queresa' o escamas), que succiona y debilita las pencas; Zophondia analamprella (larva amarilla), que mina pencas y perfora frutos; y *Dactylopius coccus* Costa (cochinilla de carmín), que succiona y debilita las pencas, según Romero 1986 y Espinoza 1998, citados por Coya (2015).

B. *Dactylopius coccus* Costa

Se han identificado algunos depredadores que causan la muerte de cochinillas antes de que alcancen su desarrollo completo; sin embargo, hasta el momento, no representan un riesgo significativo para la producción de cochinillas, de acuerdo con Gusqui (2012).

2.3.5 Riego

La tuna es una planta que tolera condiciones de baja humedad, lo que provoca una reducción en la emisión de brotes, especialmente durante la temporada seca. Sin embargo, cuando se cultiva, es necesario que la planta mantenga una producción continua de brotes a lo largo del año, lo cual incrementa su necesidad de agua. Para lograr una producción constante de pencas, se recomienda el uso de sistemas de riego presurizados, como el riego por goteo o microaspersión, que permiten cubrir una gran superficie del suelo con cantidades reducidas de

agua, adecuándose al sistema radicular superficial de la tuna, según Rodríguez 2009, citado por Coya (2015).

Mantener un suministro continuo de agua al sistema radicular promueve la turgencia celular y previene la deshidratación del cladodio. Además, el agua de riego puede ser suplementada con macro y micronutrientes que afectan la biosíntesis del ácido carmínico producido por el insecto; según Coronado V, 2011, citado por Barreda (2020).

La cantidad de agua necesaria para el riego va de 1500 a 4000 m³/ha-1 anual dependiendo del área, de acuerdo con Sierra y Selva Exportadora (2021).

2.3.6 Fertilización

Es fundamental garantizar que la planta de tuna cuente con una adecuada disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya sean de origen orgánico o sintético, lo cual favorecerá una alta productividad. En cuanto a la producción de cochinilla, se recomienda una mayor aplicación de nitrógeno, ya que este elemento promueve el desarrollo del tejido vegetativo en mayor volumen, menciona Álvarez (2002). La incorporación de fósforo y potasio tiene como objetivo mejorar la calidad del producto final, específicamente el ácido carmínico presente en el colorante, de acuerdo con Loayza de Vinatea & Zegarra (2015).

Diversos estudios han evidenciado que el desarrollo de la grana fina varía entre los diferentes cultivares de nopal. Este comportamiento está influenciado por múltiples factores, tales como el régimen de fertilización, el estado nutricional de la planta, su condición fisiológica y la edad de los cladodios. En cuanto a la fertilización recomendada, se sugiere aplicar entre 100 y 120 kg de nitrógeno (N), 80 a 100 kg de fósforo (P) y de 100 a 120 kg de potasio (K), según Finck 1988 y Méndez 2003, citados por Violeta (2011).

2.3.7 Importancia del nitrógeno en tuna para la producción de cochinilla

Después del carbono, el hidrógeno y el oxígeno, el nitrógeno es el elemento más abundante en las plantas. Este nutriente es esencial en la formación de proteínas, ya que integra la estructura de componentes subcelulares y organelos como los cloroplastos, mitocondrias y peroxisomas, donde se llevan a cabo múltiples funciones metabólicas. Asimismo, participa en la conformación de las membranas plasmáticas, en la síntesis de pigmentos y de hormonas vegetales. También es un componente fundamental de los ácidos nucleicos, como el ARN y el ADN, según Beltrano J. y Giménez D. 2005, citados por Pérez (2018).

La aplicación de fertilizantes nitrogenados puede estimular el crecimiento y la reproducción de la cochinilla, fenómeno observado también en otras especies que se alimentan de savia. Por el contrario, cuando se utiliza fertilización orgánica con menor contenido de nitrógeno, se observa una disminución en la población de cochinillas. Esto se debe al aumento en el grosor de la cutícula y en los niveles de oxalatos, lo que dificulta el establecimiento de la cochinilla sobre la superficie del cladodio, menciona Hernández (2022).

Los cladodios que provienen de plantas fertilizadas con métodos químicos muestran una mayor producción de cochinilla, lo cual sugiere una correlación positiva entre los niveles de nitrógeno en la planta y la cantidad de hembras de *Dactylopius coccus* Costa, de acuerdo con Padilla (2018).

A. Urea

Contiene 46% de nitrógeno, se presenta en forma estándar y perlada y de color blanco claro, información que se detalla en la ficha técnica del Anexo 1.

B. Nitrato de Amonio

Contiene 33.5 de nitrógeno y 3% de P_2O_5 , se presenta en forma perlada y de color blanco crema, información que se detalla en la ficha técnica del Anexo 2.

2.3.8 Cosecha de cochinilla y técnicas

Durante la cosecha de *Dactylopius coccus* Costa (cochinilla), las hembras adultas oviplenas se pueden identificar fácilmente por su tamaño, que puede llegar hasta 7 mm de largo y 6 mm de ancho. Estas hembras muestran una disminución en la capa de cera o una apariencia húmeda en su superficie, lo que permite distinguir un punto oscuro en la parte superior del abdomen, conocido como el “ojo de hormiga”. Para asegurar futuras cosechas, se recomienda dejar algunas hembras adultas en cada penca, además de otros estadios del insecto. También es importante evitar la recolección durante la luna nueva, ya que en ese periodo las hembras están poniendo una gran cantidad de huevos, (Lacunza M. M., 2018).

A. Cosecha con cuchara

El método consiste en recolectar cochinillas oviplenas dejando aproximadamente 10 ejemplares por cladodio, lo cual permite una reproducción cercana al 100%; según Tukuypaj 1993, citado por Vargas (2004).

Para determinar que la hembra está en condiciones óptimas para la cosecha, debe medir cerca de 4 milímetros, presentar líneas finas que segmentan su cuerpo, mostrar un halo blanquecino

con apariencia de polvo a su alrededor y evidenciar una pequeña mancha roja en el extremo del abdomen, conocida entre productores como “ojo de hormiga”. Esta última es un indicador clave del momento ideal para recolectar. La extracción del insecto debe hacerse cuidadosamente desde los cladodios para evitar dañarlo, menciona Contreras (2021).

Figura 15

*Cosecha con cuchara de *Dactylopius coccus* Costa.*



Nota. Elaboración propia

B. Cosecha por el método de poda

Según Centro 2003, citado por Cañar (2022) algunas técnicas de cosecha para *Dactylopius coccus* Costa son:

a) Cepillado con brochas de fibras naturales

El uso de fibras naturales facilita la separación de las cochinillas sin causarles daño ni perforarlas, permitiendo que caigan intactas en un recipiente recolector.

b) Empleando una hoja metálica o utensilios de plástico

Al pasar la hoja sobre el cladodio, las cochinillas se desprenden cuidadosamente y son depositadas en un recipiente para su recolección.

c) Por medio de aire a presión

Esta técnica emplea aire a presión para separar las cochinillas de los cladodios. Una de sus principales ventajas es que permite dirigir manualmente el flujo del aire, lo que facilita una

remoción precisa en cada cladodio. Los insectos desprendidos son posteriormente recolectados mediante una malla de finas dimensiones.

2.3.9 Manejo Post cosecha de *Dactylopius coccus* Costa

Según Antezana (2017), la intensidad y calidad del tinte que se obtiene de la cochinilla está relacionada con el tiempo en que se recolecta y las formas en que se lleva a cabo su muerte y secado. Entre las técnicas más comunes se incluyen:

Las técnicas de sacrificio de la cochinilla incluyen la asfixia en bolsas o tambores, el uso de sustancias químicas como ácido acético o ácido fosfórico, y la exposición a la radiación solar. Esta última, conocida como insolación, es la más utilizada y recomendada por los productores. Antes de exponer los insectos al sol, es necesario retirar la capa cerosa que los recubre, lo cual se realiza mediante fricción con zarandas de malla metálica. Luego de esta limpieza, las cochinillas se colocan directamente sobre mantas extendidas al sol, donde permanecen entre tres y cuatro días hasta completar el proceso de secado.

2.3.10 Secado

De acuerdo con Loayza de Vinatea & Zegarra (2015), la técnica utilizada para el secado de la cochinilla tiene un impacto directo en la calidad y presentación del producto final. Para este proceso, se emplean principalmente dos métodos:

A. Secado natural

Este método se caracteriza por ser el más económico y sencillo, ya que utiliza la radiación solar como fuente de calor. Consiste en colocar la cochinilla muerta y aún húmeda sobre bandejas de calamina pintadas de negro, las cuales se exponen al sol durante un día y luego se trasladan a un área sombreada con buena ventilación. Durante este proceso, se remueve el producto con cuidado, y en un periodo de 1 a 3 días se obtiene un resultado de alta calidad.

B. Secado artificial

Para este propósito se emplean equipos conocidos como secadores, los cuales permiten un control preciso de las variables involucradas en el proceso de secado, tales como la temperatura, la velocidad del aire y la humedad. Además, estos dispositivos facilitan el monitoreo del comportamiento del producto durante el proceso y aseguran un manejo sanitario eficiente.

2.3.11 Clasificación de la calidad de cochinilla del carmín

Con zarandas de 2 mm se separa la cochinilla de primera calidad, diferenciando los insectos grandes de los pequeños. Luego, el residuo pasa por otro tamizado. Con una zaranda de 1 mm

se consigue la cochinilla de segunda calidad. Por último, con una zaranda de 0.2 mm se obtiene la cochinilla de tercera calidad, que tiene impurezas como espinas y ceras; según Avendaño 2008, citado por Murillo (2018).

La cochinilla se clasifica según su calidad basándose en el color, madurez, forma y tamaño. Para esto, se utiliza el método de tamizado tras el secado, de acuerdo con Trujillo (2022).

2.3.12 Composición química de *Dactylopius coccus* Costa

El ácido carmínico está presente dentro de las hembras de cochinilla *Dactylopius coccus* Costa y se obtiene a través de extracciones con alcohol, agua o una combinación de ambos, según Erazo y Caso 2001, citados por Cañar (2022).

La cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) se categoriza en tres calidades basándose en su contenido de ácido carmínico: Premium con un 22.5%, primera calidad con un 19.5% y segunda calidad con un 10%, según Murillo (2018).

2.3.13 Usos de *Dactylopius coccus* Costa (cochinilla del carmín)

De acuerdo con Álvarez (2002) alguno de los usos de *Dactylopius coccus* Costa son:

A. Alimentación

Se emplea para dar color a bebidas como Campari, refrescos, jarabes, así como a caramelos, helados, dulces, galletas, turrone, chicles, salsas, conservas vegetales, sopas deshidratadas, embutidos, encurtidos y productos lácteos.

B. Industria

Se usa para dar color a dentífricos, cosméticos, pinturas acquarelas, cintas de máquinas de escribir y calcular, y también para teñir textiles.

C. Medicina

Sirve para dar color a células y tejidos en preparaciones para el microscopio.

2.3.14 Principales productores de *Dactylopius coccus* Costa en Perú

Perú genera aproximadamente 885 toneladas anuales de grana cochinilla, de las cuales 400 toneladas se exportan en forma de cochinilla seca, mientras que el resto se comercializa como carmín y ácido carmínico, de acuerdo con Contreras (2021).

En Perú, las zonas principales donde se produce *Dactylopius coccus* Costa son Arequipa (La Joya y La Cano), Nazca, Huarochirí y Ayacucho. Arequipa es la región más importante, ya que aporta el 70% de la materia prima, según Koo (2017), citado por Lacunza (2018).

2.3.15 Mercados extranjeros de (*Dactylopius coccus* Costa)

Los principales mercados de destino incluyen Dinamarca, Estados Unidos y Brasil, según el diario Gestión. En el año 2000, la producción mundial de cochinilla orientada a la exportación fue de aproximadamente 1,045.9 toneladas. Perú es el mayor productor mundial de carmín de cochinilla o grana, aportando el 85 % de la producción global. Entre los países que reciben estas exportaciones, Dinamarca representa el 36 %, Alemania el 13 % y Brasil el 9 %, de acuerdo con Contreras (2021).

Tabla 1

Mercados extranjeros de la cochinilla del carmín.

País de Destino	Valor FOB (dólares)	Peso Neto Kilos	Peso Bruto (Kilos)	Porcentaje FOB
China	4558871.06	91421.00	111180.62	15.22
Alemania	3501476.50	74401.76	83763.05	11.19
España	2721398.41	59599.50	65456.99	9.08
Brasil	2626538.28	36092.80	41013.37	8.77
Dinamarca	1659114.10	8690.00	10713.166	5.54
Federación Rusa	1516239.09	22970.00	26593.08	5.06
México	1357299.74	24068.62	27320.56	4.53
República de Corea	1265219.67	10990.00	13051.50	4.22
Argentina	1159160.04	17300.50	19471.82	3.87
Reino Unido	1047378.88	17720.00	20435.96	3.5

Nota. Tomado de Contreras (2021).

2.4 Antecedentes de investigación

2.4.1 Revisión de tesis universitarias

Barreda (2020) en su investigación “Mejora de procesos en la producción de cochinilla para incrementar la productividad de la empresa agroexportadora carmín S.R.L. Arequipa 2019”. Se señala que la malla rashell debe mantenerse en el cultivo únicamente durante 45 días y colocarse solo una vez en todo el proceso. De lo contrario, la cochinilla reduce su peso y tamaño progresivamente, y la prolongada falta de exposición solar podría provocar la muerte del nopal.

Erazo et al. (2021) en su trabajo de investigación “La tuna y la cochinilla” se indica que, según estudios previos, las *D. coccus* criadas en cladodios con fertilización químico-orgánica alcanzan los valores más elevados de ácido carmínico (AC). Por otro lado, los cladodios tratados únicamente con fertilización química producen una mayor cantidad de hembras y, en consecuencia, un peso seco superior. El nivel de nitrógeno presente en el cladodio tiene un efecto positivo sobre el número de hembras, aunque reduce el contenido de AC. Este último parámetro es un factor determinante en el valor comercial internacional de la grana.

Coya (2015) realizó una investigación titulada “Tres colores de malla y tres periodos de sombreado en la producción de “cochinilla del carmín” (*Dactylopius coccus* Costa) en el cultivo de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la zona subtropical árido”. Se señala que el microclima generado por las mallas de distintos colores con un 50 % de luminosidad y los periodos de sombreado restringen la actividad fotosintética, lo que provoca un menor crecimiento vegetativo. Asimismo, para la producción de cochinilla del carmín, el tratamiento más eficiente fue el uso de malla negra con 30 días de sombreado, alcanzando un total de 741 individuos (ninfas y adultos). Le siguieron la malla negra con 60 días de sombreado (690 individuos) y la misma malla con 90 días (625 individuos por planta), siendo este último el de menor número dentro de ese grupo. En contraste, las mallas verdes con 90 y 60 días de sombreado registraron los valores más bajos, con 347 y 340 individuos por planta, respectivamente. En cuanto al rendimiento en peso, el tratamiento más productivo fue la malla negra con 90 días de sombreado, con un promedio de 91,33 g de cochinilla fresca, seguida de la malla negra con 60 días (69,45 g) y la de 30 días (44,10 g). El menor rendimiento se obtuvo con la malla verde y 30 días de sombreado, alcanzando solo 18,23 gr.

Hernández (2022) en su investigación “Análisis socioecológico de los agroecosistemas de nopal y su relación con la dinámica de la cochinilla silvestre”. Indica que el exceso de nitrógeno

generado por la fertilización química ocasiona un desequilibrio nutricional que promueve la acumulación de aminoácidos libres en la savia de las plantas, lo cual podría estimular el crecimiento y la reproducción de la cochinilla, al igual que ocurre en otras especies que se alimentan de savia. En cambio, cuando se aplica fertilización orgánica, con una menor concentración de nitrógeno, disminuye la población de cochinillas, mientras que aumenta el grosor de la cutícula y la concentración de oxalatos, factores que dificultan la fijación de la cochinilla sobre el cladodio.

Coy (2022) en su trabajo de investigación “Análisis financiero de la implementación de macrotúneles con diversos tipos de cobertura en la producción de tomate, en el valle de salamá, baja verapaz (2016-2020)”. Se expone que el estudio tuvo como propósito analizar el aspecto financiero del uso de macrotúneles con distintos tipos de cobertura en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Los resultados mostraron que el cultivo en campo abierto alcanzó un rendimiento de 60,409.11 kg/ha, con un costo de producción de Q.120,566.80 por ciclo, un ingreso bruto de Q.171,922.67 y una ganancia neta de Q.51,355.87, lo que representa una rentabilidad del 42.60%. Sin embargo, esta rentabilidad fue considerada baja por los productores, ya que en otras regiones tomateras del país se obtienen rendimientos superiores gracias al uso de estructuras de protección.

2.4.2 Revisión de artículos de investigación

Arroyo et al. (2020) en su artículo titulado “Morfología y edad del cladodio de *Opuntia ficus-indica* sobre la producción de *Dactylopius coccus* Costa y contenido de ácido carmínico”. Reportan que la edad del cladodio influyó significativamente ($P < 0.001$) en la producción del insecto, medida en peso seco, aunque no tuvo efecto ($P > 0.05$) sobre el contenido de ácido carmínico (AC), el cual varió entre 18.7 y 19.3 %. Además, se observó una correlación negativa entre el peso y grosor del cladodio con el contenido de AC, con valores de $r = -0.19$ ($P < 0.05$) y $r = -0.21$ ($P < 0.05$), respectivamente. En contraste, el largo y ancho del cladodio no mostraron correlación significativa ($P > 0.05$) con dicho contenido. En sistemas de producción de *D. coccus* Costa bajo invernadero, se recomienda utilizar cladodios de al menos cuatro meses de edad, ya que, aunque producen menor cantidad de grana cochinilla, presentan un contenido de AC comparable al de cladodios maduros o envejecidos.

Arroyo et al. (2024) en su artículo “Efecto del tamaño del hospedero (largo, ancho y grosor) sobre el porcentaje de ácido carmínico en la grana cochinilla” menciona que no existe efecto del largo, ancho y grosor de la penca en el porcentaje de ácido carmínico de la grana cosechada.

Sin embargo, si existe una relación lineal de aumento del porcentaje de AC con respecto al aumento a los tres parámetros de la penca (largo, ancho y grosor).

Mendoza et al. (2021) en su artículo “Impacto de cubierta, ecotipo y endomicorriza en morfología y calidad de chile piquín” señala que el estudio se llevó a cabo en dos condiciones ambientales: a) macrotúneles con mallas de color blanco, rojo, azul y negro tipo Rashell con un 30 % de sombreo, y b) campo abierto con una transmisión de luz del 100 %. Se evaluaron el rendimiento y diversas características morfológicas, como la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), longitud de raíz (LR), peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR) y rendimiento por planta (RPP). Los resultados mostraron que la malla blanca favoreció significativamente el desarrollo morfológico del cultivo, incrementando en 320 % la AP, 322.7 % el DT, 235.8 % la LR, ocho veces el PFP, 8.5 veces el PSP, 327.2 % el PFR, cinco veces el PSR y 6.8 veces el RPP, en comparación con las plantas cultivadas a campo abierto. Además, se observó que las condiciones generadas por esta malla favorecieron la formación de endomicorrizas, tanto en número de esporas como en porcentaje de colonización. Por otro lado, la malla azul, que presentó la menor radiación fotosintéticamente activa (RFA), también influyó positivamente en las variables agronómicas, de calidad y en la inoculación micorrízica.

Bustos & Zuñiga (2019) en su artículo titulado “Efecto de mallas rashell de colores en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* en condiciones de vivero” indican que, en cuanto a la intensidad lumínica, las mallas negra y azul proporcionan un mayor nivel de sombreo, con una atenuación del 70 % y 60 %, respectivamente, en comparación con las mallas verde y blanca, que reducen la luz en un 55 % y 50 %. La biomasa total final de las plántulas de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.016$ y $P = 0.048$, respectivamente), mientras que *E. nitens* no presentó variaciones relevantes. En todas las especies se observaron diferencias significativas al comparar los dos tipos de contenedor, obteniéndose mayor biomasa en las plantas cultivadas en recipientes de 500 cm³ frente a las de 130 cm³, que representan las condiciones habituales de vivero. Al analizar los tratamientos con mallas Rashell de distintos colores, se encontraron diferencias en *P. radiata*: los valores más bajos se registraron en el tratamiento sin malla, tanto en contenedores de 130 cm³ como de 500 cm³, mientras que los más altos se obtuvieron bajo malla negra y azul (500 cm³) y bajo mallas negra, azul y verde (130 cm³). En *Eucalyptus nitens*, no se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos en la relación vástago/raíz para ninguno de los volúmenes de contenedor. En

Eucalyptus globulus, las diferencias significativas solo se presentaron en el contenedor de 130 cm³ con malla azul, donde se registró el valor más bajo.

Hernández et al. (2017) en su artículo “Utilización de la técnica Nopaloteca para la crianza de *Dactylopius coccus* Costa bajo condiciones controladas” reporta que se evaluó el ciclo biológico de *Dactylopius coccus* Costa mediante la infestación de 150 pencas de tuna (*Opuntia ficus-indica*) suspendidas en posición invertida con hembras ovipositoras. Se registraron 192 cochinillas hembras adultas en etapa de oviposición a los 66 días por penca, lo que correspondió a un rendimiento de 9.6 g de grana fresca por penca y una producción total de 1,440 kg de cochinilla fresca. Se concluyó que la cría de *D. coccus* Costa bajo condiciones controladas, utilizando la técnica de Nopaloteca, permitió acelerar su ciclo biológico, obteniéndose hembras adultas en fase de oviposición a los 66 días.

Coronado et al. (2015) en su artículo “Productividad de cochinilla *Dactylopius coccus* (hemíptera: dactylopiidae) en cladodios de *Opuntia ficus-indica* (cactácea) con diferentes tratamientos de fertilización”. Se indica que los cladodios tratados únicamente con fertilización química produjeron el mayor número de hembras y el peso seco más elevado, mientras que aquellos que recibieron fertilización químico-orgánica registraron los valores más altos de ácido carmínico. Además, se observó que el contenido de oxalatos de calcio y el grosor de la cutícula del cladodio tuvieron un efecto negativo sobre la cantidad de hembras por cladodio. En conclusión, el contenido de nitrógeno en el cladodio incide de manera positiva en la cantidad de hembras, aunque reduce el nivel de ácido carmínico en *D. coccus*.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Localización del trabajo

A. Localización espacial

El desarrollo de la investigación fue realizada en una de las tabladas perteneciente al campo experimental de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, ubicado en el distrito de Jacobo Hunter, perteneciente a la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, con una altitud de 2,246 m.s.n.m.

Ubicación política:

- Departamento: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: Jacobo D. Hunter
- Lugar: Cultivo de tuna lote 1A

Posición geográfica:

- Latitud sur: 16°27'30.73"S
- Longitud oeste: 71°34'3.28"w
- Altitud: 2,246 m.s.n.m.
- Zona: 19 K
- Coordenada Este: 225784.84m E
- Coordenada Norte: 8178594.97m S

Figura 16

*Ubicación del Cultivo de Tuna infestada con *Dactylopius coccus* Costa en el Fundo “La Banda” Huasacache.*



Nota. Tomado de Google earth

B. Localización temporal

El presente trabajo de investigación comenzó en octubre del 2024 y concluyó en enero del 2025.

3.1.2 Material biológico

Plantas de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la producción de cochinilla del Carmín (*Dactylopius coccus* Costa

3.1.3 Material de laboratorio

- Balanza electrónica

3.1.4 Material de campo

- Sensores de humedad y temperatura
- Lupa entomológica
- Fichas de evaluación
- Malla rashell
- Alambre de amarrar
- Postes de madera
- Cinta métrica.
- Wincha

- Guantes de cuero
- Zarandas
- Escobillas
- Cuchillos
- Bandejas para recolección
- Cintas de serpentinas
- Fertilizantes:
 - Nitrato de Amonio
 - Urea

3.1.5 Equipos y maquinarias

- Calculadora
- Laptop
- Cámara de celular

3.1.6 Otros materiales

- Material de escritorio
- Programas para el Análisis estadístico
- Hoja de cálculo Excel
- USB

3.2 Muestreo

3.2.1 Universo

Se conto con un área de 731.43 m², en el cual se tuvo 108 plantas de tuna a una densidad de 13 333 (distancia de surcos 1.5m y distancia entre plantas 0.5m). El total de área fue dividida para los tratamientos en 3 partes iguales, siendo los tratamientos generales (malla negra, verde y sin malla), dentro de los cuales fueron se distribuyó para los sub-tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio. Cada sub-tratamientos conto con 3 bloques, siendo evaluadas 6 plantas por bloque.

Cada color de malla contó con 36 plantas evaluadas, de las cuales fueron 18 plantas pertenecieron a fertilización con Urea y las 18 plantas restantes a la fertilización con Nitrato de Amonio. De todas las combinaciones obtenidas de los tratamientos como sub-tratamientos se obtuvo 18 unidades experimentales, llegando contar con un total de 108 plantas evaluadas, siendo cada planta considerada una unidad experimental.

3.2.2 Tamaño de muestra

Cada unidad de los 18 sub-tratamientos contó con 6 aplicaciones, no obstante, para las evaluaciones de porcentaje de infestación de cochinilla del carmín cada aplicación abarco 6 plantas de tuna infestada con *Dactylopius coccus* Costa, las que promediaron un resultado más fiable para cada sub-tratamientos.

Para las evaluaciones de porcentaje de ácido carmínico en laboratorio, el tamaño de la muestra fue cosecha por el método de poda la cual abarcaba toda la producción de cochinilla seca por bloque (total de las 6 plantas), obtenida después del secado por el método de soleado en un periodo de 4 días.

3.2.3 Procedimiento de muestreo

El tipo de muestreo que se tuvo fue probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las plantas de tuna infestadas con cochinilla tendrá la probabilidad de formar parte de la muestra. Los muestreos de evaluaciones de para los parámetros biométricos de tuna y porcentaje de infestación serán 4 distribuidos de la siguiente manera:

Los muestreos de altura y número de cladodios de *Opuntia ficus-indica* y porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa se realizaron a los 45 días (duración de protección o cubierta) y 90 días (culminación de los tratamientos).

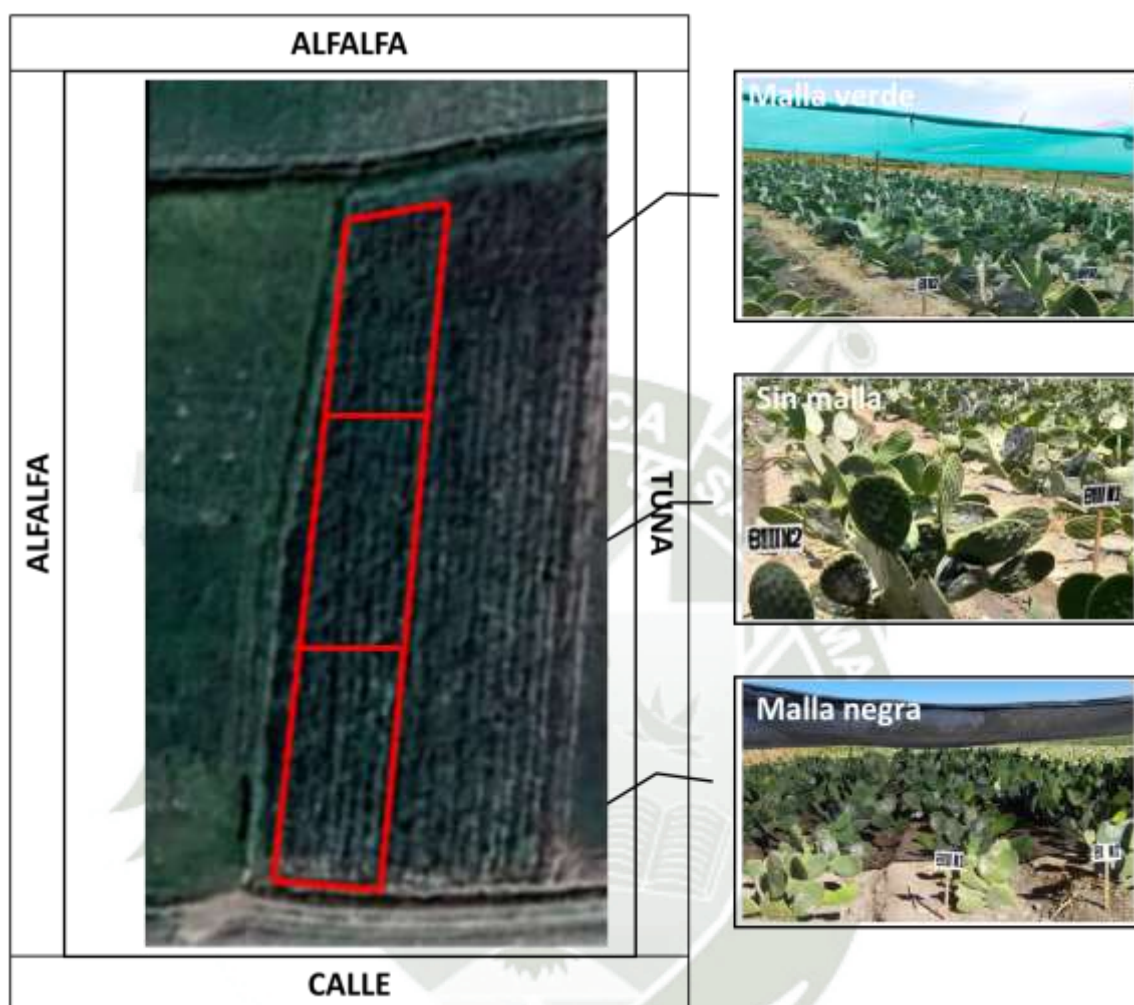
3.3 Metodología de experimentación

3.3.1 Malla rashell

La parcela dividida en tres espacios de área equivalente (longitud de 25 m por cada tratamiento), donde corresponde a cubierta sobre las plantas de tuna con malla rashell de color negro y verde al 50% de luminosidad como también sin malla rashell, (Figura 15).

Figura 17.

Distribución de ubicación de parcelas con colores de mallas y testigo.



A. Malla Rashell color negro

La parcela designada para la protección con malla rashell color negro fue al lado de la calle (Figura 15), para realizar el techado se hizo hoyos para la base de los palos que iban a ser el soporte del material usado como protección. Se consideró 1.8 metros para la protección porque el tamaño máximo inicial de la población de plantas de tuna fue de 130 cm, ya que los agricultores dedicados a la producción de cochinilla del carmín de La Joya usan 50 cm de diferencia de las plantas con el techo, dando facilidad de movilizarse dentro de las plantas para las respectivas evaluaciones como manejos agronómicos del cultivo, la instalación de malla se encuentra en el Anexo 3 y el retiro de protección con mallas rashell está en el Anexo 12.

Figura 18

Parcela con malla rashell color negro ubicada en el cultivo de tuna infestada con cochinilla



B. Malla Rashell color verde

La parcela designada para la cubierta con malla rashell color verde fue parte cabecera del cultivo, (Figura 15). Las labores realizadas para la protección o cubierta fueron las mismas que para la cubierta con malla rashell color negro, la instalación de mallas se encuentra en el Anexo 4 y el retiro de protección con mallas rashell está en el Anexo 13.

Figura 19

Parcela con malla rashell color verde ubicada en el cultivo de tuna infestada con cochinilla



C. Sin malla rashell

Por ser considerado como testigo dentro de la investigación se dejó en las mismas condiciones de ambiente libre sin ninguna labor realizada como con las parcelas anteriores.

Figura 20

Parcela del testigo ubicado en el cultivo de tuna infestada con cochinilla del carmín.



3.3.2 Temperaturas dentro de cada parcela _ color de malla

A. Temperatura _ Malla rashell negra

El tratamiento mostró valores de temperatura que variaron entre 19.90 °C y 24.9°C, con mínimas que estuvieron entre 5.41 y 12°C, y una humedad relativa que fluctuó entre 34.19% y 60.53%. Los registros se realizaron diariamente entre las 8 y 10 de la mañana, excluyendo los domingos. Esta información fue comparada con los datos obtenidos por la Estación Meteorológica Huasacache (SENAMHI), los cuales corresponden al mismo periodo de tiempo, mismas que fueron tomadas para condiciones de parcela sin malla rashell, (Figura 21, 22 y 23) datos registrados en Anexo 5.

B. Temperatura _ Malla rashell verde

El tratamiento registró temperaturas que variaron entre 20.70 °C y 25.70°C, con mínimas de 5.38 y 11.50°C, y una humedad relativa que fluctuó entre 32.56% y 56.43%. La obtención de datos se realizó de manera diaria, entre las 8 y 10 de la mañana, excluyendo los domingos. Esta información fue comparada con los datos obtenidos por la Estación Meteorológica Huasacache (SENAMHI), los cuales corresponden al mismo periodo de tiempo, mismas que fueron tomadas para condiciones de parcela sin malla rashell, (Figura 21, 22 y 23) datos registrados en Anexo 5.

C. Temperatura _ Sin malla rashell

El tratamiento registró temperaturas que variaron entre 21.60 °C y 26.40°C, con mínimas de 5.40 y 11.70°C, y una humedad relativa que fluctuó entre 29.60 y 51.30%. Para este tratamiento se utilizaron los datos obtenidos de la Estación Meteorológica Huasacache (SENAMHI), los cuales corresponden al mismo periodo de tiempo, (Figura 21, 22 y 23) datos registrados en Anexo 5.

Figura 21

Temperaturas mínimas obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.

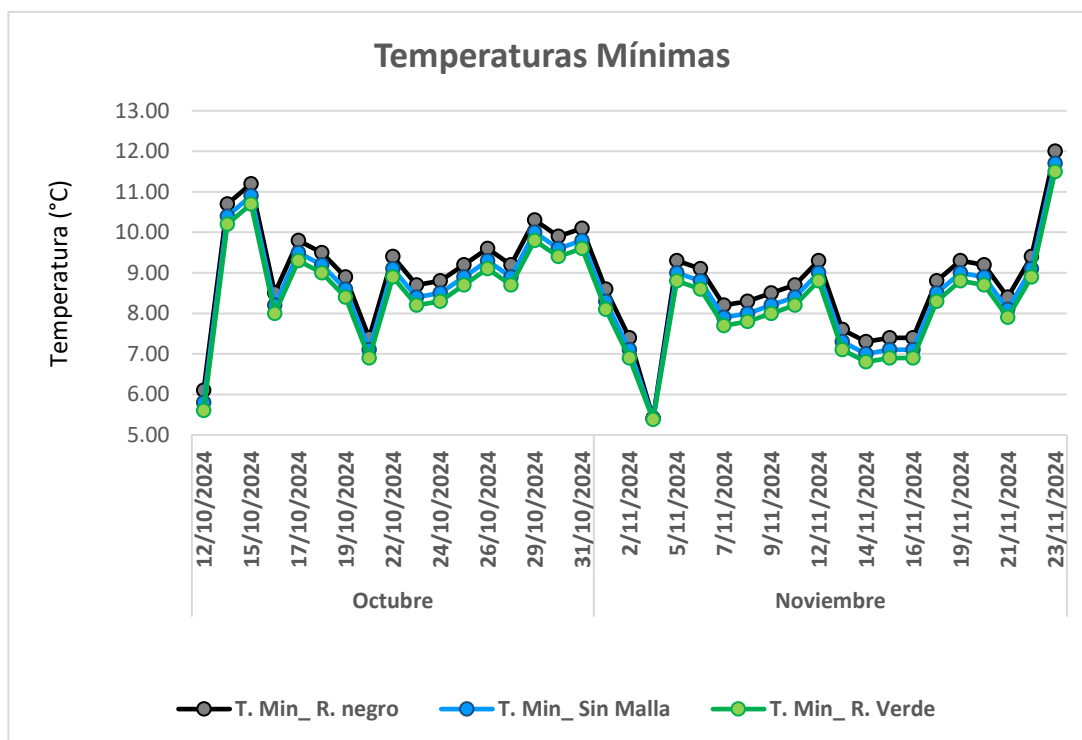


Figura 22

Temperaturas máximas obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.

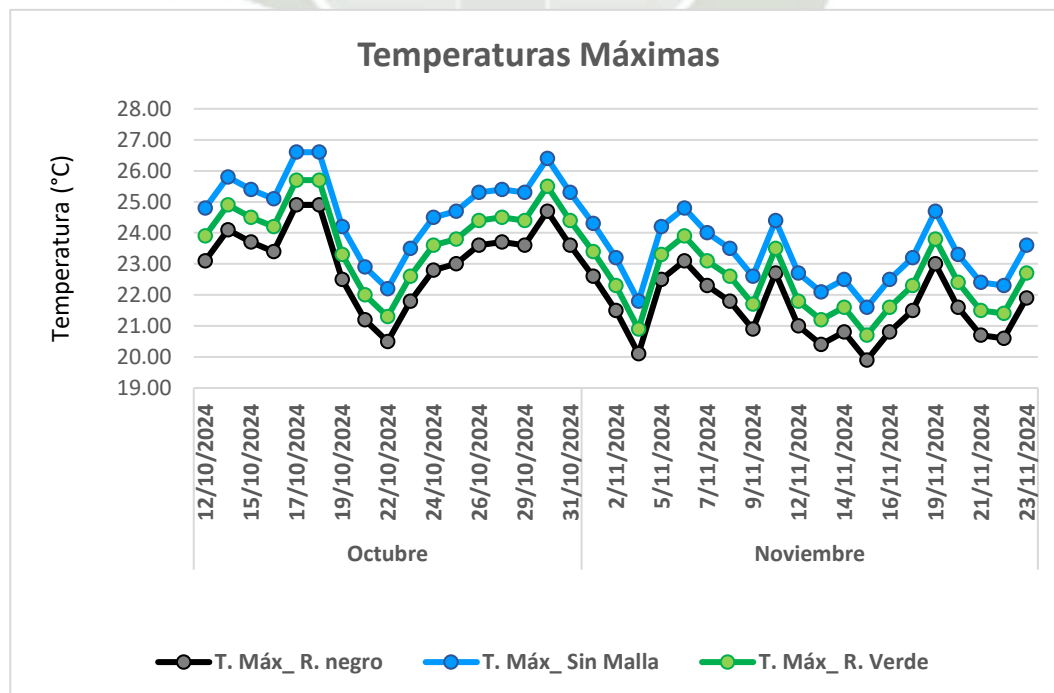
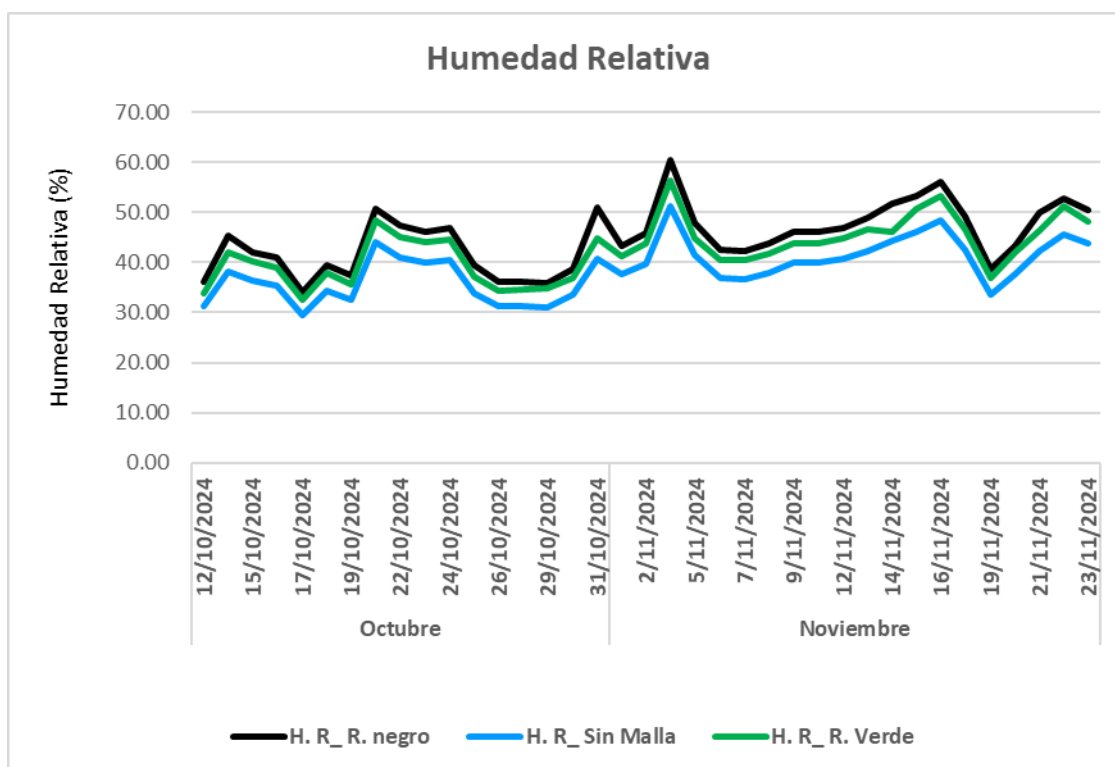


Figura 23

Humedad relativa obtenidas en condiciones malla negra, verde y sin protección.



3.3.3 Análisis de condiciones de suelo en lugar de estudio (Suelo Franco Arenoso)

De acuerdo con los datos el suelo de Huasacache, Lote 1A se clasifica en, análisis de 30 cm de profundidad en Anexo 6, análisis de 60 cm de profundidad en Anexo 7 y análisis de 90 cm de profundidad en Anexo 8.

- El suelo a los 30 cm de profundidad se caracteriza por ser de textura franco (44.18% de arena, 36.01% de limo y 19.81% de arcilla), reacción ácida ($\text{pH} = 8.26$), contenido de CaCO_3 (2.10%), Fosforo disponible (9.34ppm), Potasio disponible (376.40ppm), Nitrógeno total muy bajo (0.12%), Materia orgánica (2.07%). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja (2.10 ds/m) y las relaciones catiónicas ($\text{Ca/Mg} = 2.81$, $\text{Mg/K} = 3.76$, $\text{Ca/K} = 10.58$ y $\text{K/Na} = 0.13$).
- El suelo a los 60 cm de profundidad se caracteriza por ser de textura franco arenoso (64.19% de arena, 22.99% de limo y 12.82% de arcilla), reacción ácida ($\text{pH} = 8.30$), contenido de CaCO_3 (0.22%), Fosforo disponible (3.30ppm), Potasio disponible (323.0ppm), Nitrógeno total muy bajo (0.04%), Materia orgánica (0.69%). La capacidad

de intercambio catiónico (CIC) es baja (1.16ds/m) y las relaciones catiónicas ($\text{Ca/Mg} = 2.93$, $\text{Mg/K} = 1.99$, $\text{Ca/K} = 5.83$ y $\text{K/Na} = 0.82$).

- El suelo a los 90 cm de profundidad se caracteriza por ser de textura franco arenoso (68.15% de arena, 20.01% de limo y 11.84 de arcilla), reacción ácida ($\text{pH} = 8.23$), contenido de CaCO_3 (0.04%), Fosforo disponible (1.92ppm), Potasio disponible (890.80ppm), Nitrógeno total muy bajo (0.02%), Materia orgánica (0.34%). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja (1.21 ds/m) y las relaciones catiónicas ($\text{Ca/Mg} = 2.14$, $\text{Mg/K} = 0.65$, $\text{Ca/K} = 1.39$ y $\text{K/Na} = 0.24$).

3.3.4 Fertilización

Se decidió aplicar una fertilización nitrogenada (Urea y Nitrato de Amonio) para suplir el macronutriente deficiente en el campo (Anexo 6, 7 y 8). La elección de este tipo de fertilización se fundamentó de acuerdo con los datos proporcionados por la universidad, derivados del análisis de suelo de la zona, considerando que este macronutriente favorece a la planta al generar más clorofila y biomasa, además de contribuir a mantener los cladodios sin producción de lignina, lo que facilita una alimentación más eficiente para la cochinilla del carmín.

A. Dosis de Urea

Basado al requerimiento de 100 kg/ha-1 de Nitrógeno, se realizó un cálculo de acuerdo con la ley química de la Urea (46%) y teniendo en cuenta una densidad de 13 333 plantas/ ha⁻¹, donde se obtuvo como resultado que el requerimiento es de 108.70 kg/ ha⁻¹. Por lo tanto, se aplicó una dosis de 0.82 gramos de Urea para cada planta para los tres bloques de cada parcela con aplicación de Urea, Anexo 9.

La aplicación de fertilizante fue de manera focalizada con la ayuda de un recipiente de peso exacto para evitar realizar pesado en cada aplicación por planta, Figura 24 y 25.

B. Dosis de Nitrato

Basado al requerimiento de 100 kg/ha-1 de Nitrógeno, se realizó un cálculo de acuerdo con la ley química del Nitrato de Amonio y teniendo en cuenta una densidad de 13 333 plantas/ ha⁻¹, donde se obtuvo como resultado que el requerimiento es de 151.52 kg/ ha⁻¹. Por lo tanto, se aplicó una dosis de 114 gramos de Urea para cada planta para los tres bloques de cada parcela con aplicación de Nitrato de Amonio, Anexo 9.

La aplicación de fertilizante fue de manera focalizada con la ayuda de un recipiente de peso exacto para evitar realizar pesado en cada aplicación por planta, Figura 24 y 25.

Figura 24

Pesado de Urea y Nitrato de Amonio en balanza electrónica.



A: Urea
B: Nitrato de Amonio

Figura 25

Fertilización focalizada con Urea y Nitrato de Amonio en el cultivo de tuna para la



A y B: Aplicación y distribución de fertilizantes
C y D: Enterrado de fertilizantes

3.3.5 Riego por gravedad

El sistema de riego utilizado para el cultivo de tuna destinado a la producción de cochinilla del carmín fue por gravedad, ya que este es el método de riego más común en la zona para todos los cultivos agrícolas. El riego se realizó cada 8.5 días, con una duración de una hora (1.00), y un caudal (q) de 5.5 L/s. Por lo tanto, cada 8.5 días se aplicaba 19 800 litros por hectárea. El uso de agua durante los 90 días de duración fue de 118 800 litros (118.8 m³).

Figura 26

Riego por gravedad en el cultivo de tuna para la producción de cochinilla del carmín.



3.3.6 Análisis de agua de riego

Se llevó a cabo un análisis del agua, Figura 27, con el fin de determinar si existía variabilidad en su pH y conductividad eléctrica (C.E.), así como para evaluar la calidad del agua utilizada en el riego de los cultivos de la zona. El agua presentó un pH 8.35 y 8.90 y una conductividad eléctrica entre 2.40 y 2.58 dS/m. En la Tabla 2 se presentan los resultados de los análisis realizados durante el período de duración del estudio.

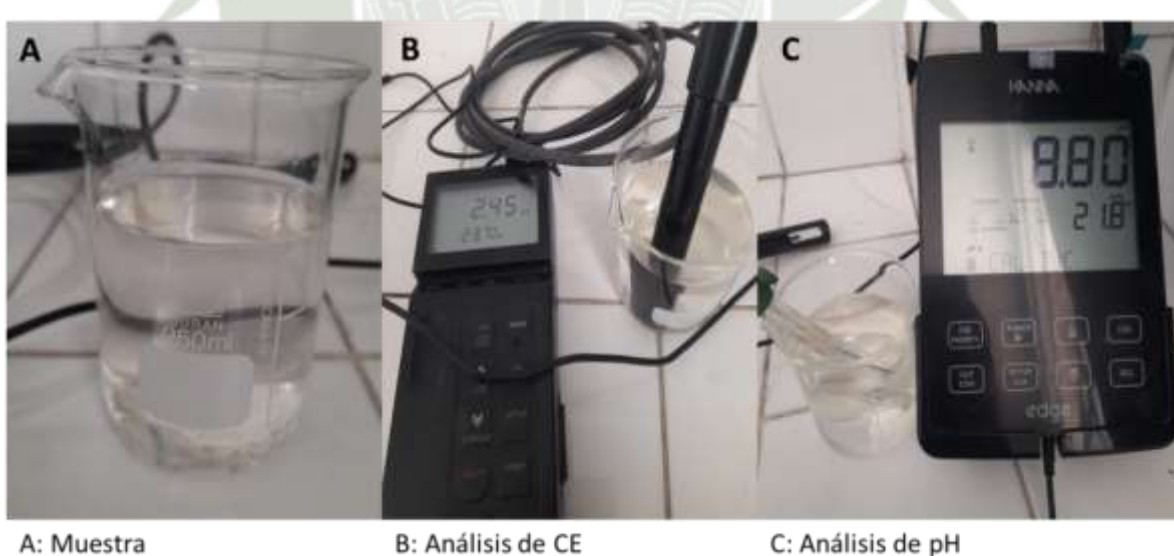
Tabla 2

Datos obtenidos de análisis de agua de riego por gravedad en Huasacache.

ANÁLISIS DE AGUA - HUASACACHE		
FECHA	PH	CE
3/10/2024	8.87	2.4
11/10/2024	8.85	2.48
20/10/2024	8.8	2.45
28/10/2024	8.8	2.46
6/11/2024	8.9	2.44
14/11/2024	8.79	2.5
23/11/2024	8.66	2.51
1/12/2024	8.52	2.55
10/12/2024	8.46	2.53
18/12/2024	8.4	2.54
27/12/2024	8.38	2.58
4/01/2025	8.35	2.56

Figura 27

Análisis de agua de riego por gravedad en Huasacache – laboratorio UCSM.



A: Muestra

B: Análisis de CE

C: Análisis de pH

3.3.7 Manejo Fitosanitario del cultivo de tuna.

A. Enfermedades y plagas en *Opuntia ficus-indica* y plagas de *Dactylopius coccus* Costa

a) *Opuntia ficus-indica*

Se realizó controles mecánicos como el de eliminar cladodios con enfermedades tales como Cercosporiosis (*Cercosporas sp*), Mancha paleta (*Phytophthora sp*) y *Pseudomonas sp*, con el objeto de reducir la propagación de dichas enfermedades en su totalidad correspondiente a la planta enferma. Este control solo se realizó en una sola ocasión teniendo las medidas necesarias de sanidad tales como el uso de cuchillo desinfectado con hipoclorito de sodio en cada uso o corte de cladodio para evitar propagar la enfermedad en plantas que no mostraban el mismo problema sanitario. Las pencas cortadas fueron recolectadas en una tinaja grande posteriormente fueron llevadas fuera del área de investigación.

Figura 28

Control mecánico de cladodios enfermos en el cultivo de tuna.



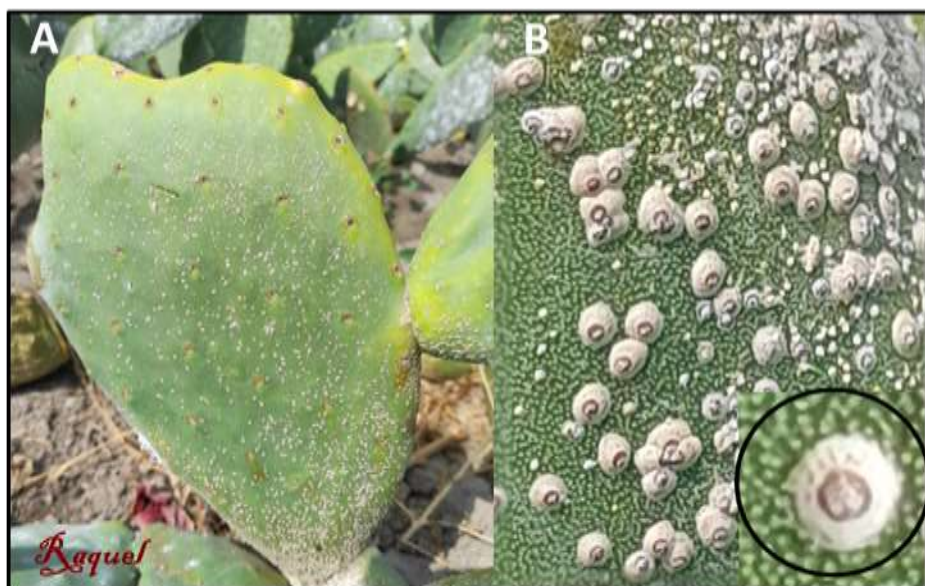
A y B: Cladodios enfermos
C: Recolección de cladodios extraídos

- Queresas (*Diaspisis echinocacty*)

La presencia de plagas como la queresa en los cladodios de tuna se presentó en el primer piso y en un aproximado de 10 plantas en el segundo piso. No se realizó ningún control porque al ser nuestro objeto de investigación la producción de cochinilla del carmín al ésta sometida a un tipo de control químico significa la pérdida de población como a su vez la plaga no se presentó en todas las plantas y en los cladodios de mayor infestación.

Figura 29

Presencia de Diaspisis echinocacty en los cladodios de los primeros pisos de tuna.



A: Vista macroscópica
B: Vista microscópica

b) *Dactylopius coccus* Costa

- *Hippodamia convergens* y arañas

Figura 30

Hippodamia convergens predando a *Dactylopius coccus* Costa.



La cochinilla del carmín, al ser una plaga, tiene algunos enemigos naturales. En este trabajo de investigación, se observó la presencia de mariquitas (*Hippodamia convergens*), que actúan como predadores y arañas (picador chupador), se consideró un daño en la producción de un 1 (uno) a 2 (dos)% de influencia en la producción.

3.3.8 Labores Culturales

A. Eliminación de malezas

Se llevó a cabo la eliminación periódica de malezas (cada 15 días), junto con la aplicación de fertilizantes (Urea y Nitrato de Amonio). Además, se realizó una nivelación del suelo en la cabecera del cultivo para prevenir encharcamientos y, al mismo tiempo, mantener la estructura de los camellones.

Las malezas más comunes en el cultivo fueron el rábano salvaje (*Raphanus raphanistrum*), la malva silvestre (*Malva parviflora*), el cenizo (*Chenopodium álbum*) y el bledo (*Amaranthus hybridus*), siendo estas las más predominantes. En menor cantidad, se encontraron cerraja (*Sonchus oleraceos*), trébol oloroso (*Melilontus indicus*) y colza o canola (*Brassica napus*).

Figura 31

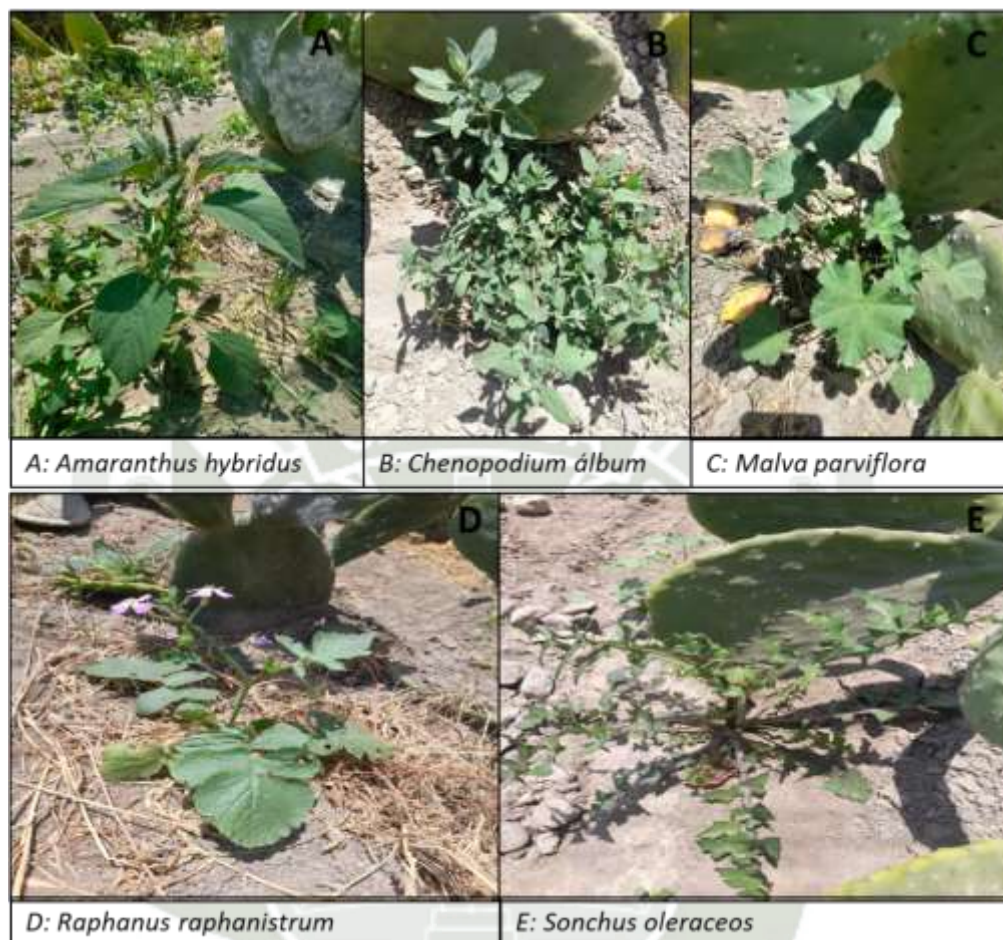
Eliminación de malezas y fertilización focalizada con Urea y Nitrato de Amonio en



A: Malezas de 15 a 20 cm
B: Eliminación de malezas

Figura 32

Malezas encontradas durante el periodo de investigación.

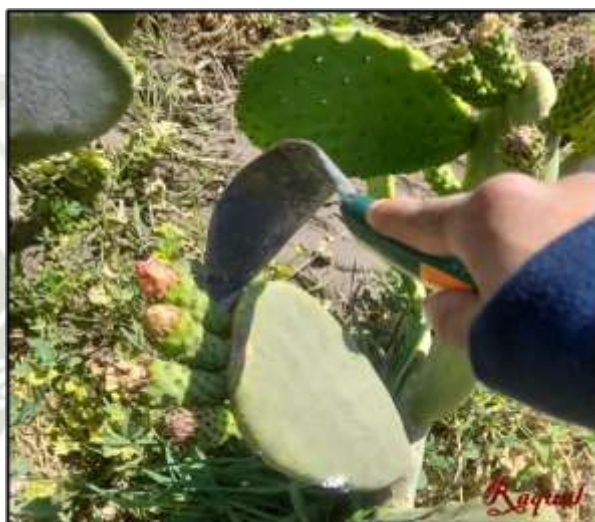


B. Eliminación de frutos

La eliminación de frutos se efectuó cada 5 días debido a la gran cantidad presente en cada cladodio de tuna, y por ende en cada planta. Esta labor se realizó para reducir la competencia por nutrientes con la cochinilla del carmín, que es el foco de este estudio.

Figura 33

Eliminación de frutos de los cladodios de Opuntia ficus-indica.



3.3.9 Tratamientos

Una vez establecidos los tratamientos (malla Rashell) y sub-tratamientos (fuente nitrogenada) y definida su distribución, se procedió a elaborar el esquema de distribución, realizando todas las combinaciones posibles.

Tabla 3
Esquema de tratamientos.

TRATAMIENTOS					
M	N	B	Cdg	Trt	Descripción
M1	N1	BI	M1N1BI	T1	Malla negra, fertilización con Urea bloque I
			M1N1BII		Malla negra, fertilización con Urea bloque II
		BII	M1N1BIII		Malla negra, fertilización con Urea bloque III
	N2	BII	M1N2BI	T2	Malla negra, fertilización con Nitrato de Amonio bloque I
			M1N2BII		Malla negra, fertilización con Nitrato de Amonio bloque II
			M1N2BIII		Malla negra, fertilización con Nitrato de Amonio bloque III
M2	N1	BI	M2N1BI	T3	Sin malla, fertilización con Urea bloque I
			M2N1BII		Sin malla, fertilización con Urea bloque II
		BII	M2N1BIII		Sin malla, fertilización con Urea bloque III
	N2	BII	M2N2BI	T4	Sin malla, fertilización con Nitrato de Amonio bloque I
			M2N2BII		Sin malla, fertilización con Nitrato de Amonio bloque II
			M2N2BIII		Sin malla, fertilización con Nitrato de Amonio bloque III
M3	N1	BI	M3N1BI	T5	Malla verde, fertilización con Urea bloque I
			M3N1BII		Malla verde, fertilización con Urea bloque II
		BII	M3N1BIII		Malla verde, fertilización con Urea bloque III
	N2	BII	M3N2BI	T6	Malla verde, fertilización con Nitrato de Amonio bloque I
			M3N2BII		Malla verde, fertilización con Nitrato de Amonio bloque II
			M3N2BIII		Malla verde, fertilización con Nitrato de Amonio bloque III

3.4. Recopilación de información

3.4.1. En el campo

A. Observaciones biométricas en *Opuntia ficus-indica*

a) Altura de *Opuntia ficus-indica* a los 45 y 90 días de iniciado Trt.

Utilizando la wincha, se midió la altura de seis plantas por bloque con el objetivo de calcular el valor promedio al concluir los tratamientos y sub-tratamientos, se tomó como altura inicial la base superficial del cladodio madre de cada planta de tuna y el ultimo cladodio de la planta, en total se muestrearon 108 plantas tanto al inicio de los tratamientos como al momento de su

término. Las mediciones fueron consideradas a los 45 días como primera evaluación (etapa de protección) y a los 90 días (término de tratamientos).

Figura 34

Medición de altura de planta de Opuntia ficus-indica.



b) Número de cladodios de *Opuntia ficus-indica* a los 45 y 90 días de iniciado Trt

Se contabilizó el número de cladodios de cada planta, el muestreo fue al azar y se tomó 6 plantas por bloque para obtener un valor promedio de cada bloque, en total se muestrearon 108 plantas de plantas tuna. El conteo de cladodios fue considerado a los 45 días como primera evaluación (etapa de cubierta) y a los 90 días (término de tratamientos).

Figura 35

Conteo del número de cladodios de Opuntia ficus-indica.



B. Infestación en (%), cosecha y peso fresco de *Dactylopius coccus* Costa

Se realizó la evaluación del porcentaje de infestación de cada cladodio por ambos lados (A y B), con ayuda de una hoja de severidad en porcentaje de valores de 0 – 100% de los parámetros de SENASA para la evaluación de plagas, adaptado al trabajo de investigación (Anexo 10).

a) Evaluación de porcentaje de infestación (%) a los 45 días y 90 días de iniciado Trt.

La primera evaluación se realizó 2 días antes de quitar la cubierta o techado (45 días de duración) días que recomienda Barreda (2020) como a su vez los productores de La Joya.

La segunda evaluación (90 días después de iniciado el trabajo de investigación) se realizó 2 días antes de la cosecha por el método de poda de acuerdo con la distribución de los tratamientos, donde se dicha evaluación se adelantó una semana debido a las precipitaciones ocurridas, teniendo pérdidas de *Dactylopius coccus* en porcentajes altos, Anexo 11.

b) Cosecha de *Dactylopius coccus* Costa por el método de poda en *Opuntia ficus-indica*

Fueron consideradas las 18 unidades experimentales, siendo 3 correspondientes a cada tratamiento. Para esta cosecha se utilizó escobillas sujetas a cuchillo para cortar los cladodios de cada planta como a su vez extraer todas las cochinillas, considerando su madurez fisiológica de acuerdo con el ciclo biológico las cuales fueron recolectadas en tinajones.

Cada muestra fue empaquetada y llevada para pesado y posteriores procesos post cosecha correspondientes.

Material de cosecha y cosecha de *Dactylopius coccus* Costa por el método de poda de *Opuntia ficus-indica* .obtenido por cosecha con el método de poda.

Figura 36

*Material de cosecha y cosecha de *Dactylopius coccus* Costa por el método de poda de *Opuntia ficus-indica* .obtenido por cosecha con el método de poda*



A: Material de cosecha
B: Cosecha

c) Peso fresco de *Dactylopius coccus* Costa

Se obtuvo 18 registros en peso fresco correspondiente a las unidades experimentales establecidas. Se usó una balanza electrónica y se ejecutó horas después de las cosechas (por la cosecha de todas las unidades experimentales y al ser un insecto no sufrirá problemas como pérdida de peso).

Figura 37

Peso fresco de Dactylopius coccus Costa de los 18 (dieciocho) unidades



C. Procesos post cosecha de *Dactylopius coccus* Costa

a) Secado y pesado – Peso seco

Cada muestra fue esparcida sobre mantas en ambiente con alta luminosidad del sol para la rápida muerte de la cochinilla del carmín evitando de tal manera la pérdida concentración de ácido carmínico, cada 30 minutos se realizó la redistribución de los insectos en la misma manta logrando un secado uniforme. Cuando los insectos se tornan de un color gris oscuro con disminución evidente de tamaño es que ya están listas los siguiente procesos post cosecha.

Figura 38

Secado de Dactylopius coccus Costa en ambiente con alta intensidad del sol.



Cada muestra después del secado fue pesada en una balanza electrónica, incluyendo las impurezas provenientes de cosecha.

Figura 39

Peso seco de Dactylopius coccus Costa



b) Tamizado y peso obtenido de *Dactylopius coccus* Costa

Las unidades experimentales obtenidas después del secado fueron tamizadas con ayuda de zarandas de 2mm y 3mm (separación de insectos, polvo e impurezas provenientes de la cochinilla).

Figura 40

*Peso tamizado de *Dactylopius coccus* Costa.*

**3.4.2. En laboratorio****A. Porcentaje de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa**

El peso seco puro (únicamente *Dactylopius coccus* Costa) a partir de los procesos post cosecha las 18 unidades experimentales fueron empaquetados y llevados a laboratorio, Anexo 15. A partir de las muestras el laboratorio utilizó el método de espectrometría UV-VIS para obtener los resultados de porcentaje de ácido carmínico de cada muestra. Los datos generados por el laboratorio PROAGRO SUR fueron en porcentajes, Anexo 16.

3.4.3. Variables consideradas

Las variables que se considerarán para determinar la efectividad de los tratamientos son:

A. Variables independientes

a) Colores de malla

- ✓ Malla negra
- ✓ Malla verde
- ✓ Sin malla (Testigo)

b) Fertilizaciones

- ✓ Nitrato de amonio
- ✓ Urea

B. Variables dependientes

- ✓ Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) infestada en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica*).

a) Observaciones Biométricas de *Opuntia ficus - indica*

- ✓ Altura inicial y final de planta.
- ✓ Numero de cladodios por planta - inicial y final.

b) Observaciones productivas de *Dactylopius coccus* Costa.

- ✓ Porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa.
- ✓ Peso fresco de *Dactylopius coccus* Costa.
- ✓ Peso seco de *Dactylopius coccus* Costa.
- ✓ Peso tamizado de *Dactylopius coccus* Costa.

c) Observaciones de concentración de ácido carmínico.

- ✓ Porcentaje de concentración de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa.

3.5. Evaluación estadística

3.5.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la investigación fue el de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo de parcelas divididas que incluyó dos factores:

1. Dos colores de malla rashell con 50% de luminosidad (verde, negra y el testigo).
2. Dos fuentes de nitrógeno (Urea y Nitrato de Amonio).

El diseño experimental conto con 3 bloques por cada tratamiento.

3.5.2. Modelo aditivo lineal

De acuerdo con nuestra metodología, el factor A (cubierta con malla Rashell) tiene 3 niveles (a), mientras que el factor B (fuentes nitrogenadas) tiene 2 niveles (b). Cada uno de los 3 (r) bloques del experimento incluye todas las combinaciones posibles de los tratamientos, es decir, contiene los 18 tratamientos posibles (ab).

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_j + \gamma_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

con

$$i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1, 2$$

donde:

- ✓ Y_{ijk} es el rendimiento observado con la i-ésimo nivel de color de malla rashell j-ésimo bloque y k-ésimo nivel de fuente nitrogenada.
- ✓ μ es el efecto de la media general.
- ✓ α_i es el efecto del i-ésimo nivel color de malla rashell.
- ✓ ρ_j es el efecto del j-ésimo bloque.
- ✓ γ_{ij} es el efecto del error experimental en parcelas (Error(α)).
- ✓ β_k es el efecto del k-ésimo nivel de fuente nitrogenada.
- ✓ $(\alpha\beta)_{ik}$ es el efecto de la interacción en el i-ésimo nivel de abonamiento y el k-ésimo nivel de variedad.
- ✓ ε_{ijk} es el efecto del error experimental en subparcelas (Error(β)).

3.5.3. Unidades Experimentales

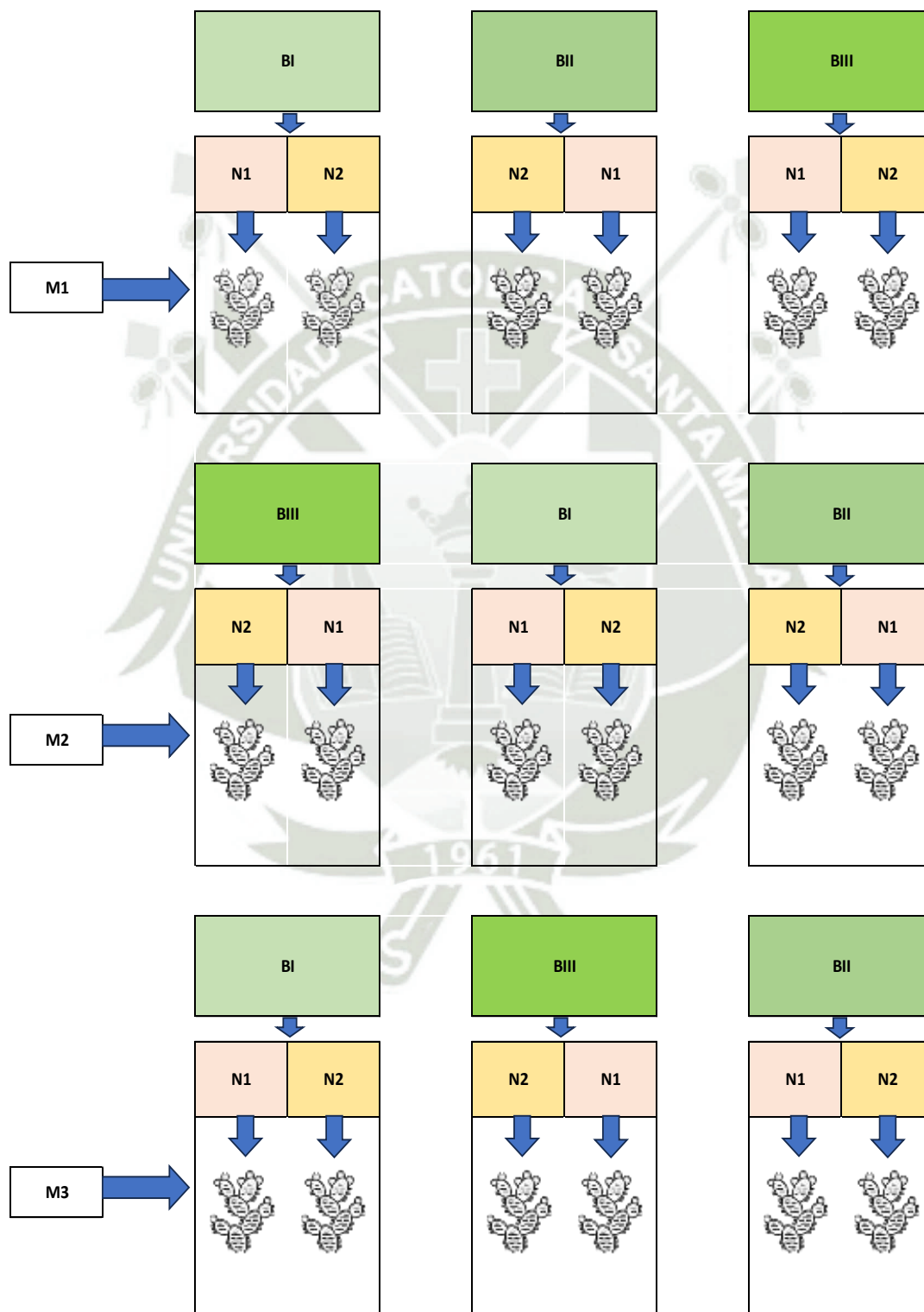
La unidad experimental se definió como un bloque de 37.5 m² de longitud con capacidad de 50 plantas de tuna. La investigación constó de 18 unidades experimentales, 3 para cada tratamiento.

La combinación de los niveles de cada factor (3 x 2) dio como resultado 6 tratamientos, distribuidos en 3 bloques, lo que permitió determinar el número total de unidades experimentales, que correspondieron a 18 unidades en el campo experimental.

3.5.4. Croquis Experimental

Figura 41

Croquis experimental y distribución de unidades experimentales



3.5.5. Análisis estadísticos

Todas las observaciones fueron organizadas en hojas de cálculo de Excel. Los datos de rendimiento se transformaron a kg/ha^{-1} para facilitar la interpretación de los resultados, los cuales se presentaron mediante gráficos de barras, bigote o boxplot, cuadros resumen y Tablas resumen.

El software utilizado para realizar los ANVA de las observaciones fue el lenguaje de programación R, mediante la interfaz RStudio (R Project for Statistical Computing). RStudio es una herramienta gratuita y de acceso libre que se apoya en paquetes estadísticos como Agricolae y ggplot2, según Condori (2023). El código utilizado para el análisis se encuentra adjunto en el Anexo 18.

3.5.6. Análisis de significancia

Los datos obtenidos de la evaluación fueron procesados a través de un análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 0.05 (5%). En los casos donde se observó una diferencia significativa en los efectos principales, se realizaron comparaciones de medias utilizando la prueba de Tukey, también con un nivel de significancia de 0.05. Este análisis se llevó a cabo en RStudio, empleando el paquete “Agricolae” (a través de la función “sp. plot”) y la librería “ggpubr” (mediante la función “ggboxpl”).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Observaciones biométricas

4.1.1 Altura de *Opuntia ficus-indica* a los 45 días de iniciado Trt

A partir de los datos presentados en el Anexo 17, se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) presentados en la Tabla 4 para la altura de la planta (cm) a los 45 días, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas y de los tipos de fertilización nitrogenada. En la Tabla 5 y Figura 42 se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de colores de mallas y en la Tabla 6 y Figura 43, se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que todos los valores de p son mayores a 0.05. De igual forma, al evaluar las fuentes nitrogenadas, no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio. Estos datos dan a conocer que ni las mallas ni los tipos de fertilización nitrogenada tienen un impacto significativo en la altura de las plantas.

El testigo generó resultados más favorables con 56.98 centímetros de altura después de 45 días, frente a malla verde que obtuvo una altura de 51.25 centímetros, representando una diferencia de 5.73 centímetros, lo que equivale a un 10.05% en favor del testigo.

Tabla 4

Análisis de varianza en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	55.181	27.591	2.5739	0.1559
Mallas	2	116.818	58.409	2.5736	0.1912
Ea	4	90.782	22.696		
F_Nitrogenadas	1	0.014	0.014	0.0013	0.9725
M x N	2	11.364	5.682	0.5301	0.6138
Eb	6	64.317	10.719		
Cv(a) = 8.7%, Cv(b) = 6%					
Shapiro-wilk = 0.6104					
Bartlett = 0.9585					

Tabla 5

Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

Protección				
Efecto de Mallas	Código	Altura_1	Significancia Estadística	
Testigo	M1	56.98333	A	
Negra	M3	56.25000	A	
Verde	M2	51.25000	A	

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 6

*Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	Altura_1	Significancia Estadística
Urea	N1	54.85556	a
Nitrato de Amonio	N2	54.80000	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 42

Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) a los 45 días de iniciado los

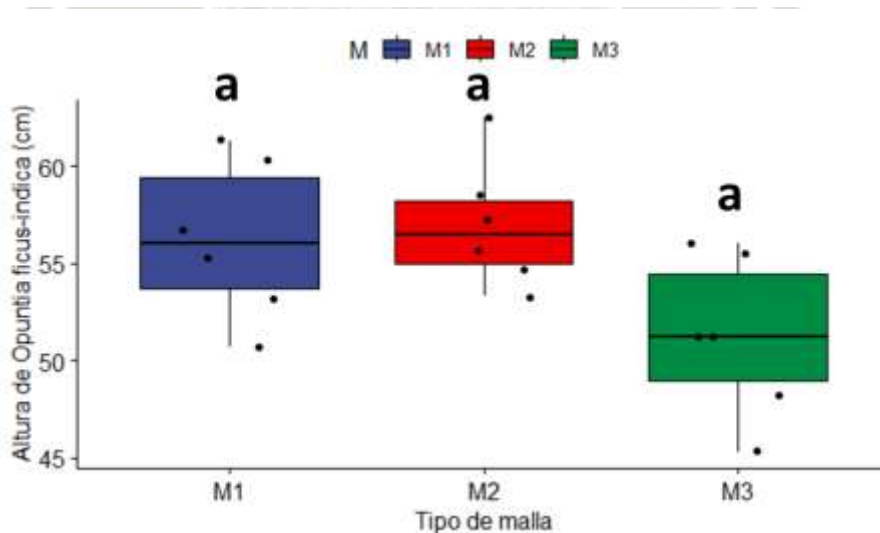
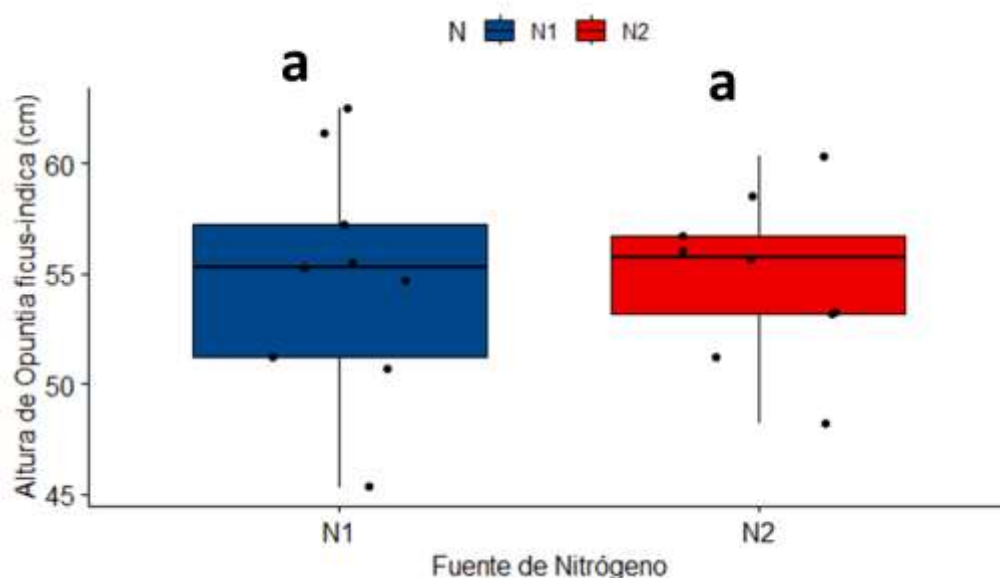


Figura 43

*Influencia de color de fuentes nitrogenadas en la Altura de Planta (cm) a los 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus*)*



4.1.2 Altura de *Opuntia ficus-indica* a los 90 días de iniciado Trt.

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) presentados en la [Tabla 7](#) para la altura de la planta (cm) a los 90 días, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas y de los tipos de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 8](#) y [Figura 44](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de colores de mallas y en la [Tabla 9](#) y [Figura 45](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas, ambos efectos se muestran en la [Figura 46](#), como también la altura a los 45 días.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que todos los valores de p son mayores a 0.05. De igual forma, al evaluar las fuentes nitrogenadas, no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio. Estos datos indican que ni las mallas ni los tipos de fertilización nitrogenada tienen un impacto significativo sobre la altura de las plantas.

El tratamiento de malla negra generó resultados más favorables con 76.53 centímetros de altura después de 90 días en comparación con la malla verde que obtuvo 70.52 centímetros, representando una diferencia de 6.0, lo que equivale a un 8.53% en favor de la malla negra. Aunque la malla negra presentó la mayor altura, no hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, lo que sugiere que los efectos de las mallas sobre la altura de las plantas no son relevantes.

Tabla 7

Análisis de medias en Altura de Tuna (cm) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

					$\alpha = 0.05$
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	38.663	19.332	0.9477	0.4389
Mallas	2	110.163	55.082	3.6518	0.1252
Ea	4	60.333	15.083		
F_Nitrogenadas	1	0.245	0.245	0.0120	0.9163
M x N	2	38.603	19.302	0.9462	0.4394
Eb	6	122.397	20.399		
Cv(a) = 5.3%, Cv(b) = 6.2%, Shapiro-wilk = 0.7493 Bartlett = 0.7184					

Tabla 8

Análisis de medias para la Altura de Planta (cm) a los 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

Protección			
Efecto de Mallas	Código	Altura_2	Significancia Estadística
Negra	M1	76.53333	a
Testigo	M2	72.90000	a
Verde	M3	70.51667	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 9

*Análisis de medias para la Altura de Planta (cm) a los 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	Altura_2	Significancia Estadística
Urea	N1	73.43333	a
Nitrato de Amonio	N2	73.20000	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 44

*Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

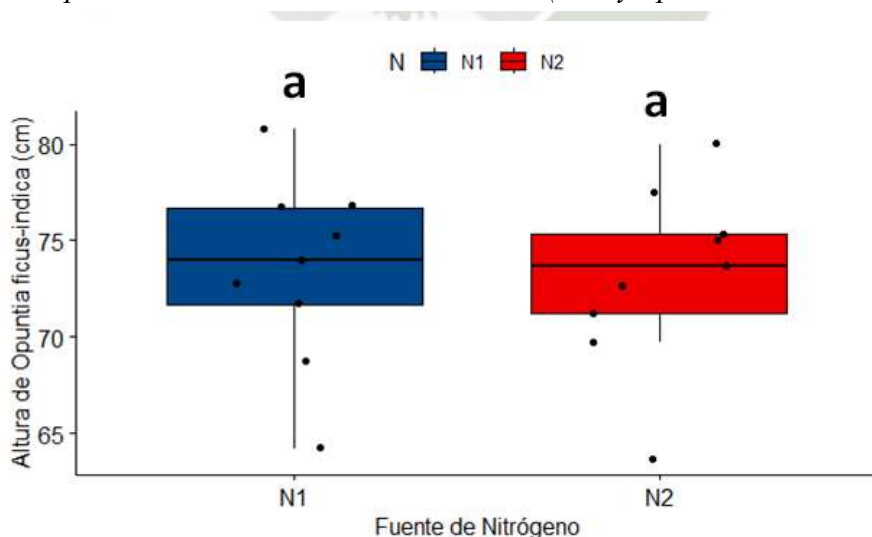


Figura 45

Influencia de color de malla rashell en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos

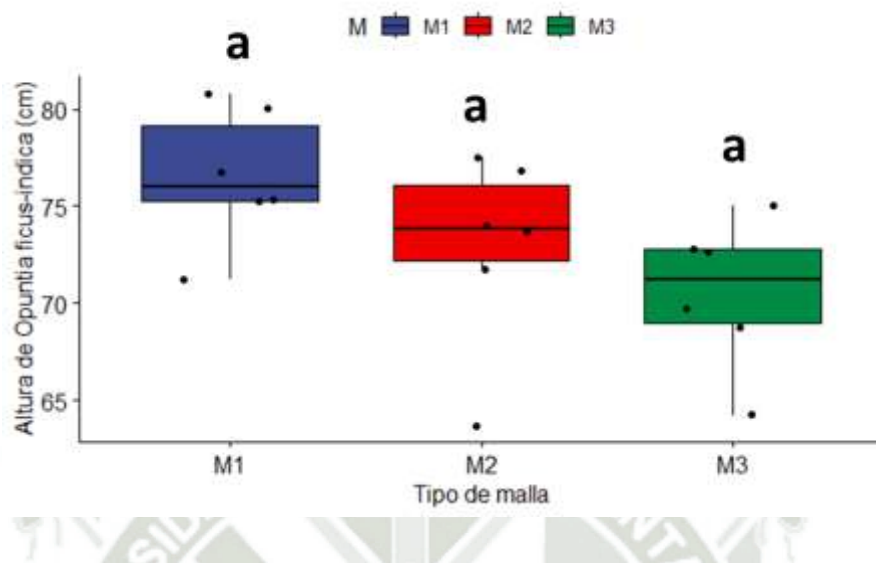


Figura 46

Influencia de color de malla rashell y fuente nitrogenada en la Altura de Planta (cm) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).



4.1.3 Número de cladodios en *Opuntia ficus-indica* a los 45 días de iniciado

Trt.

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 10](#), referido al número de cladodios. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas ni en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 11](#) y [Figura 47](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de los colores de mallas, mientras que en la [Tabla 12](#) y [Figura 48](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que todos los valores de p son mayores a 0.05. De igual forma, al evaluar las fuentes nitrogenadas, no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio, dado que el valor de p es mayor a 0.05. Estos resultados indican que ni las mallas ni las fuentes de fertilización nitrogenada tienen un impacto significativo sobre la altura de las plantas.

El tratamiento de malla negra generó resultados más favorables con 17.00 centímetros de altura después de 90 días, frente a malla verde con 14.67 centímetros, representando una diferencia de 1.83 centímetros, lo que equivale a un 12.1% en favor de la malla negra. Aunque la malla negra presentó la mayor altura, no hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, lo que sugiere que los efectos de las mallas sobre la altura de las plantas no son relevantes.

Tabla 10

Análisis de varianza de Número de Cladodios (Nº) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	0.1111	0.0556	0.0238	0.97656
Mallas	2	18.1111	9.0556	3.4316	0.13558
Ea	4	10.5556	2.6389		
F_Nitrogenadas	1	6.7222	6.7222	2.8810	0.14056
M x N	2	26.7778	13.3889	5.7381	0.04047 *
Eb	6	14.0000	2.3333		
Cv(a) = 10.4%, Cv(b) = 9.8%, Shapiro-wilk = 0.6065 Bartlett = 0.4506					

Tabla 11

Análisis de las medias en el Número de Cladodios (Nº) después de 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (Dactylopius coccus Costa).

Protección			
Efecto de Mallas	Código	Cladodios_1	Significancia Estadística
Negra	M1	17.00000	A
Testigo	M2	15.16667	A
Verde	M3	14.66667	A

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 12

*Influencia de color de malla rashell en el número de cladodios (N°) después 45 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	Cladodios_1	Significancia Estadística
Urea	N1	16.22222	a
Nitrato de Amonio	N2	15.00000	a

Las medias de los tratamientos dentro de una columna que están seguidas de la misma letra, para cada tipo de fertilizantes, no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba HSD de Tukey.

Figura 47

*Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

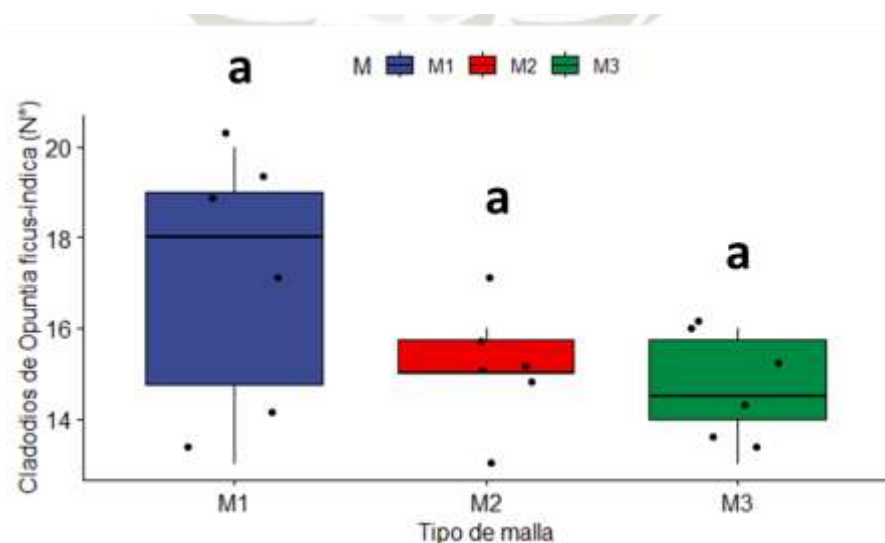
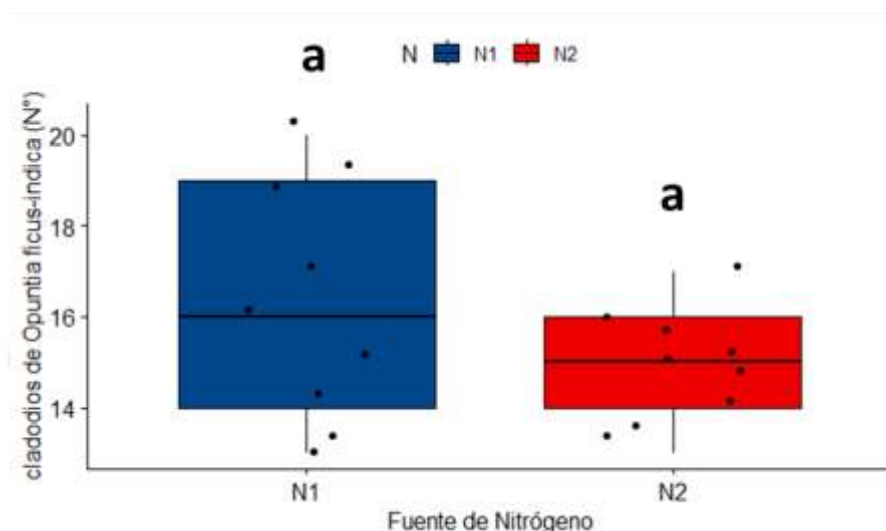


Figura 48

*Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*



4.1.4 Número de cladodios en *Opuntia ficus-indica* a los 90 días de iniciado

Trt.

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 13](#), referido al número de cladodios a los 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas ni en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 14](#) y [Figura 49](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de los colores de mallas, mientras que en la [Tabla 15](#) y [Figura 50](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas, ambos efectos se muestran en la [Figura 51](#), como también el número de cladodios a los 45 días.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que todos los valores de p son mayores a 0.05. De igual forma, al evaluar las fuentes nitrogenadas, no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio. Estos resultados indican que ni las mallas ni las fuentes de fertilización nitrogenada tienen un impacto significativo sobre el número de cladodios.

El tratamiento de malla negra presentó resultados más favorables con 20.66667 cladodios, frente a malla verde con 19.66667 cladodios, lo que representa una diferencia de 1.00 cladodio, equivalente a un 5.1% en favor de la malla negra. Sin embargo, aunque la malla negra mostró el mayor número de cladodios, no hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, lo que sugiere que los efectos de las mallas sobre la producción de cladodios no son relevantes. De igual manera, los tratamientos con Urea (20.77778) y Nitrato de Amonio (19.88889) no mostraron diferencias significativas en el número de cladodios, lo que indica que las fuentes nitrogenadas no tienen un efecto considerable sobre la cantidad de cladodios para la cochinilla del carmín.

Tabla 13

Análisis de varianza del Número de Cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	4.000	2.0000	0.1698	0.8477
Mallas	2	4.000	2.0000	1.0000	0.4444
Ea	4	8.000	2.0000		
F_Nitrogenadas	1	3.556	3.5556	0.3019	0.6025
M x N	2	61.778	30.8889	2.6226	0.1519
Eb	6	70.667	11.7778		
Cv(a) = 7%, Cv(b) = 16.9%, Shapiro-wilk = 0.7125 Bartlett = 0.8092					

Tabla 14

*Análisis de medias para número de cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

Protección			
Efecto de Mallas	Código	Cladodios_2	Significancia Estadística
Negra	M1	20.66667	a
Testigo	M2	20.66667	a
Verde	M3	19.66667	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 15

*Análisis de medias para Número de Cladodios (N°) después de 90 días de iniciado los tratamientos para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	Cladodios_2	Significancia Estadística
Urea	N1	20.77778	a
Nitrato de Amonio	N2	19.88889	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 49

*Influencia de color de malla rashell en el Número de Cladodios por planta (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

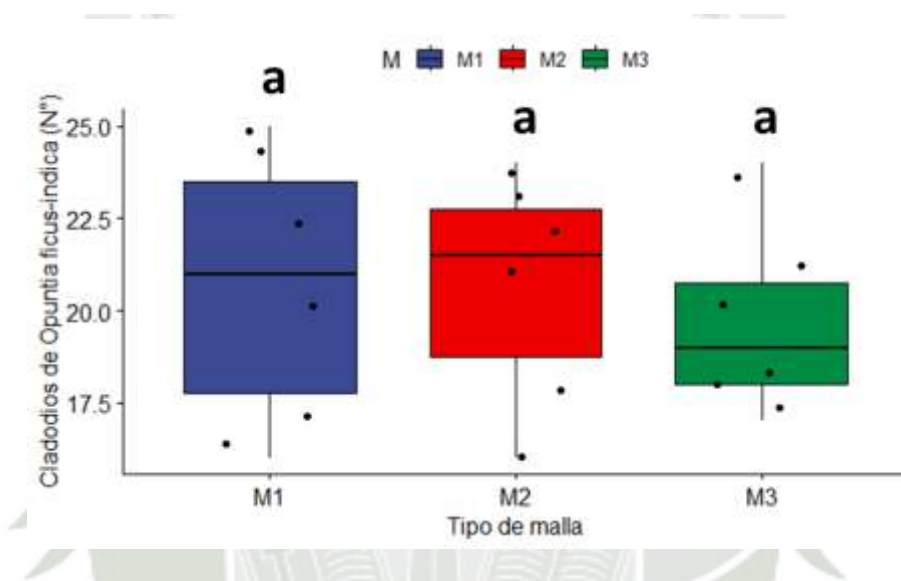


Figura 50

*Influencia de fuentes nitrogenadas en el Número de Cladodios de Planta (N°) al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*

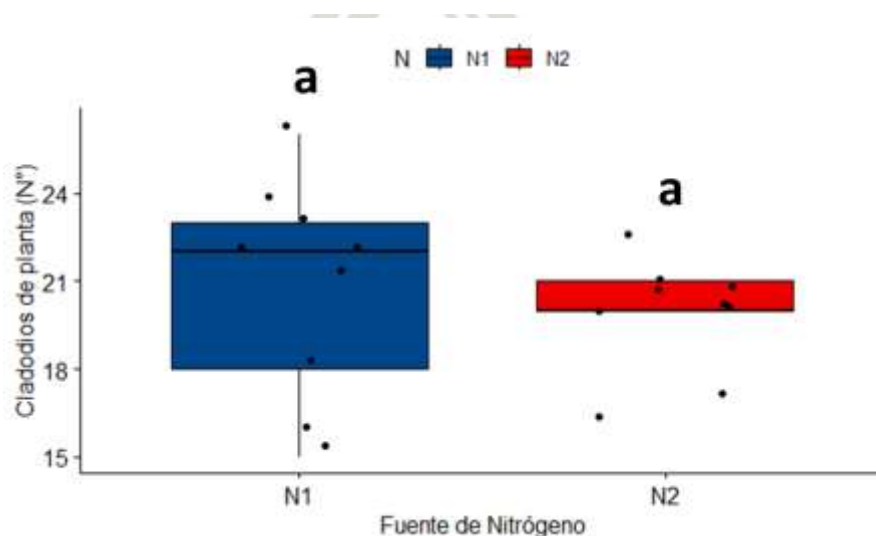


Figura 51

*Influencia de colores de malla rashell y fuentes nitrogenadas en el Número de Cladodios de Planta (N°) a los 45 días y al finalizar los tratamientos (90 días) para la producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa).*



4.2 Porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa.

4.2.1 Primera evaluación (45 días) de porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa en *Opuntia ficus-indica*.

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 16](#), referido al porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica*). Se observa que existen diferencias significativas en el efecto de las mallas, pero no en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 17](#) y [Figura 52](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras que en la [Tabla 18](#) y [Figura 53](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas.

Respecto al efecto de las mallas, se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que el valor de p para las mallas es menor a 0.05 ($p = 0.005505$). Los tratamientos con mallas verde (M3) y negra (M1) presentaron un porcentaje de infestación similar, con 34.16667% y 33.83333%, respectivamente, mientras que el tratamiento Testigo (M2) mostró un porcentaje de infestación significativamente menor, con 18.66667%. Esto indica que el uso de mallas verde o negra incrementa considerablemente el porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* en comparación con el Testigo.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, no se observó ninguna diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio, dado que el valor de p es mayor a 0.05 ($p = 0.192152$). Estos resultados indican que las fuentes de fertilización nitrogenada no tienen un impacto significativo sobre el porcentaje de infestación a los 45 días después de iniciado los tratamientos.

Tabla 16

Análisis de varianza de Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos.

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	45.93	22.96	0.8807	0.461978
Mallas	2	952.73	476.37	24.9555	0.005505 **
Ea	4	76.35	19.09		
F_Nitrogenadas	1	56.29	56.29	2.1587	0.192152
M x N	2	57.42	28.71	1.1011	0.391443
Eb	6	156.44	26.07		
Cv(a) = 15.2%, Cv(b) = 17.7%					
Shapiro-wilk = 0.6709					
Bartlett = 0.7802					

Tabla 17

Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos

Protección			
Efecto de Mallas	Código	INFESTACION_1	Significancia Estadística
Verde	M3	34.05500	a
Negra	M1	33.80500	a
Testigo	M2	18.49833	b

Las medias de los tratamientos dentro de una columna seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba HSD de Tukey.

Tabla 18

Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 45 días de iniciado los tratamientos.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	INFESTACION_1	Significancia Estadística
Urea	N1	30.55444	a
Nitrato de Amonio	N2	27.01778	a

Las medias de los tratamientos seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba HSD de Tukey.

Figura 52

Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus después de 45 días de iniciado los tratamientos.

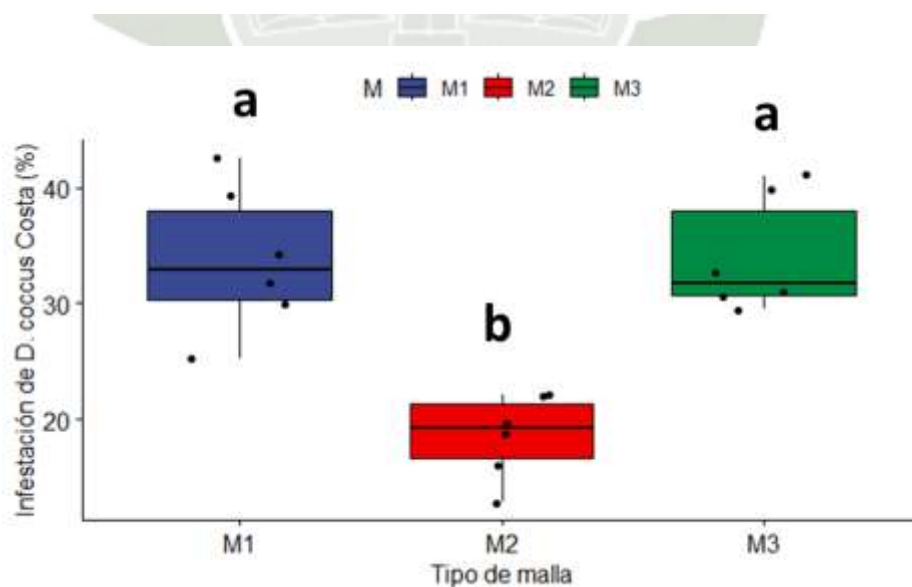
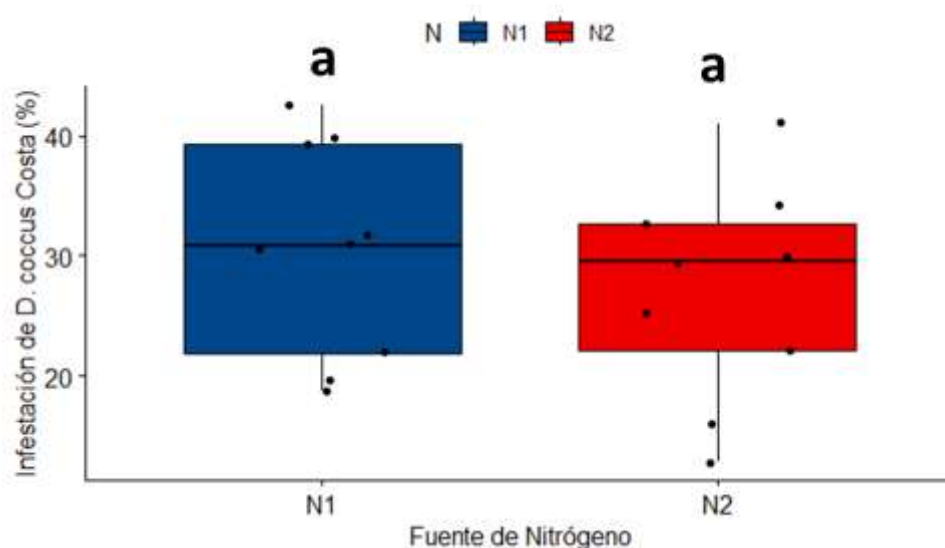


Figura 53

*Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de *Dactylopius coccus* después de 45 días de iniciado los tratamientos.*



4.2.2 Segunda evaluación (90 días) de porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa en *Opuntia ficus-indica*

Dado a las condiciones ambientales desfavorables como precipitaciones en la zona de investigación sucedidas en enero de 2025 se generó una pérdida de *Dactylopius coccus* Costa lo que repercutió para la evaluación del porcentaje de infestación como a su vez aceleró la cosecha para evitar pérdidas mayores o completas, detalles se presentan en el [Anexo 11](#).

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 19](#), referido al porcentaje de infestación de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica*). Se observa que no existen diferencias significativas en el efecto de las mallas, aunque sí se observa una tendencia en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 20](#) y [Figura 54](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras y en la [Tabla 21](#) y [Figura 55](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas, ambos efectos se muestran en la [Figura 56](#), como también el porcentaje de infestación a los 45 días en la misma Figura .

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que el valor de p para las mallas es mayor a 0.05 ($p = 0.13356$). Los tratamientos con mallas negra (M1) y verde (M3) presentaron un porcentaje de infestación similar, con 11.38000% y 9.88667%, respectivamente, mientras que el tratamiento Testigo (M2) mostró un porcentaje de infestación significativamente menor, con 7.07500%. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa, los tratamientos con mallas negra y verde presentan un porcentaje de infestación mayor en comparación con el Testigo.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, aunque el valor de p es de 0.06241, que está cercano a 0.05, no se considera una diferencia estadística significativa según los estándares comunes. Estos resultados sugieren que las fuentes de fertilización nitrogenada no tienen un impacto considerable sobre el porcentaje de infestación a los 90 días después de iniciado los tratamientos.

Los tratamientos con mallas negra (M1) y verde (M3) no difieren significativamente, tampoco el testigo (M2) aunque los datos que genera indica que está cerca de presentar una diferencia significativa (en el cuadro de ANVA nos genera que el valor de p es de 0.06241). Urea (N1) y nitrato de amonio (N2) no difieren significativamente en peso seco, ya que ambas medias están acompañadas de la misma letra (a). La media de peso seco para urea (N1) es de 10.32444 kg/ha⁻¹, mientras que para nitrato de amonio (N2) es de 8.57000 kg/ha⁻¹, lo que indica que ambos tratamientos tienen efectos similares en el peso seco de *Dactylopius coccus* Costa.

Tabla 19

Análisis de varianza para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	2.942	1.4711	0.5543	0.60132
Mallas	2	57.337	28.6685	3.4726	0.13356
Ea	4	33.023	8.2557		
F_Nitrogenadas	1	13.851	13.8513	5.2190	0.06241
M x N	2	17.681	8.8405	3.3310	0.10640
Eb	6	15.924	2.6540		
Cv(a) = 30.4%, Cv(b) = 17.2%, Shapiro-wilk = 0.6333					

Tabla 20

Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Protección			
Efecto de Mallas	Código	INFESTACION_2	Significancia Estadística
Negra	M1	11.380000	a
Verde	M3	9.886667	a
Testigo	M2	7.075000	a

Las medias de los tratamientos dentro de una columna seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba HSD de Tukey.

Tabla 21

Análisis de las medias para el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	INFESTACION_2	Significancia Estadística
Urea	N1	10.32444	a
Nitrato de Amonio	N2	8.57000	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 54

Influencia de color de malla rashell en Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

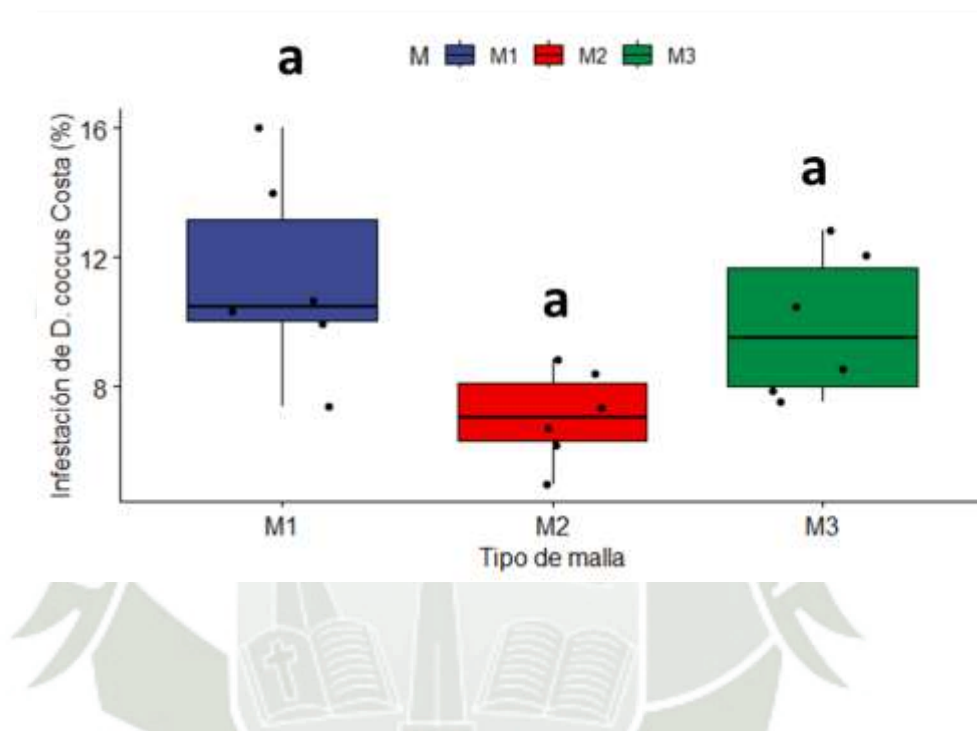


Figura 55

Influencia de fuentes nitrogenadas en el Porcentaje de Infestación (%) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

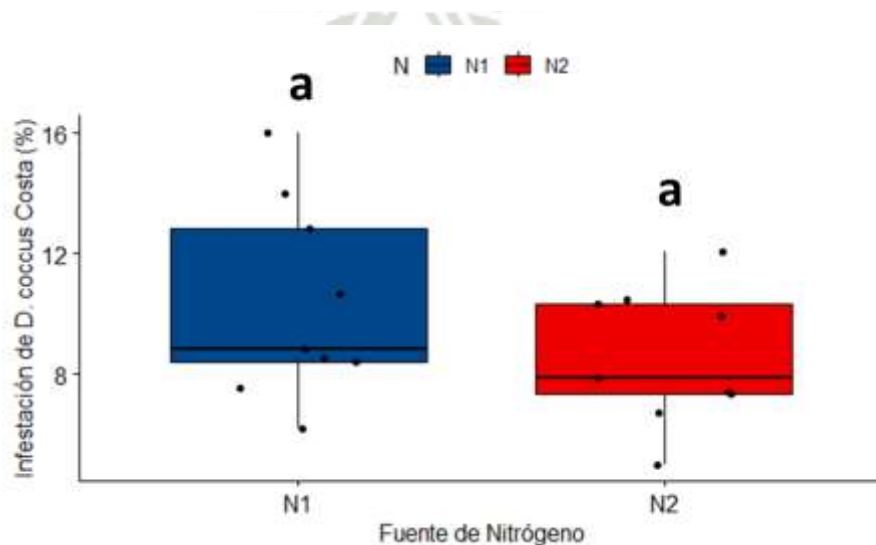
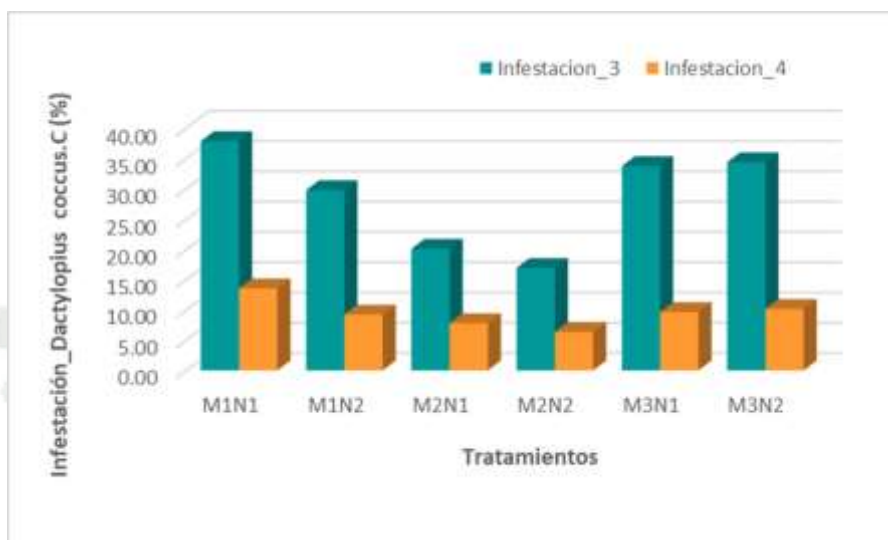


Figura 56

*Influencia de color de malla rashell y fuentes nitrogenadas en Porcentaje de Infestación (%) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.*



4.3 Producción y rentabilidad de *Dactylopius coccus* Costa

4.3.1 Peso Fresco de *Dactylopius coccus* Costa (Cochinilla del carmín)

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 22](#), referido al peso fresco (Kg/ha^{-1}) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas, pero sí existen diferencias significativas en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada y la interacción entre las mallas y las fuentes nitrogenadas. En la [Tabla 23](#) y [Figura 57](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras que en la [Tabla 24](#) y [Figura 58](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que el valor de p para las mallas es mayor a 0.05 ($p = 0.289136$). Los tratamientos con mallas negra (M1), verde (M3) y testigo (M2) presentaron valores similares en cuanto al peso fresco, con $285.1738 \text{ kg/ha}^{-1}$, $209.9919 \text{ kg/ha}^{-1}$ y $185.1778 \text{ kg/ha}^{-1}$, respectivamente. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa, se observa que el tratamiento con malla negra presentó el mayor valor de peso fresco en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio, dado que el valor de p es menor a 0.05 ($p = 0.003198$). El tratamiento con Urea ($279.4952 \text{ kg/ha}^{-1}$) presentó un mayor peso fresco en comparación con el tratamiento con Nitrato de Amonio ($174.0671 \text{ kg/ha}^{-1}$). Estos resultados sugieren que la fuente de fertilización nitrogenada Urea tiene un impacto significativo en el aumento del peso fresco de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Tabla 22

Análisis de varianza de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	6307	3154	1.4154	0.313663
Mallas	2	32535	16267	1.7195	0.289136
Ea	4	37843	9461		
F_Nitrogenada	1	50018	50018	22.4481	0.003198 **
s					
M x N	2	37976	18988	8.5218	0.017652 *
Eb	6	13369	2228		
Total	17				
Cv(a) = 42.9%, Cv(b) = 20.8%, Shapiro-wilk = 0.8321 Bartlett = 0.7852					

Tabla 23

Análisis de las medias de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Protección				
Efecto	de	Código	P. Fresco	Significancia Estadística
Mallas				
Negra		M1	285.1738	a
Verde		M3	209.9919	a
Testigo		M2	185.1778	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

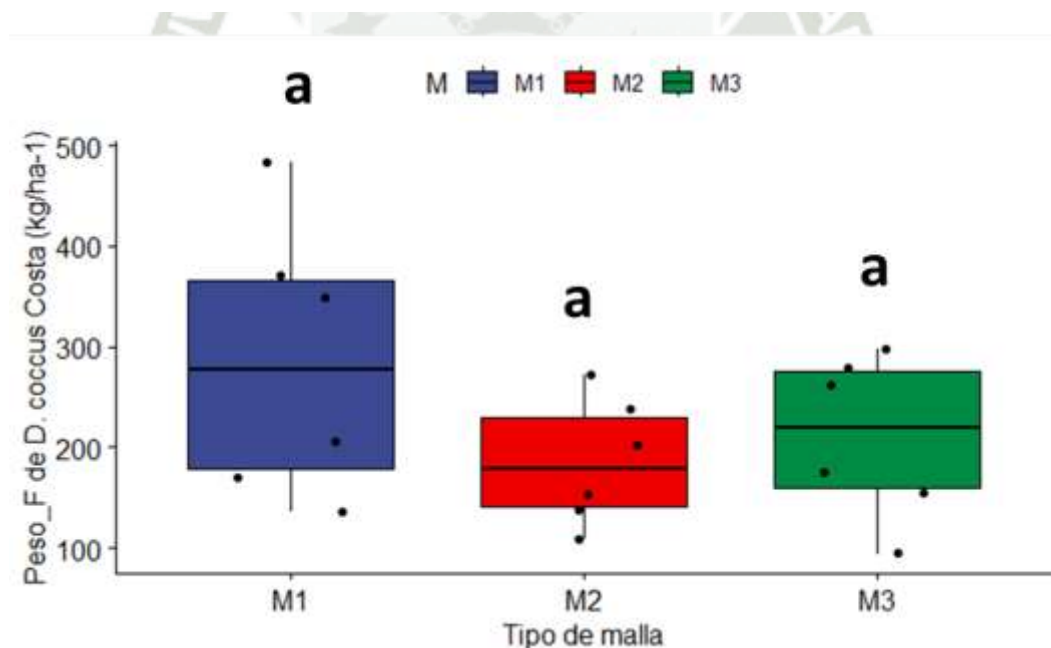
Tabla 24

Análisis de las medias de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	P.Fresco	Significancia Estadística
Urea	N1	279.4952	a
Nitrato de Amonio	N2	174.0671	b

Figura 57

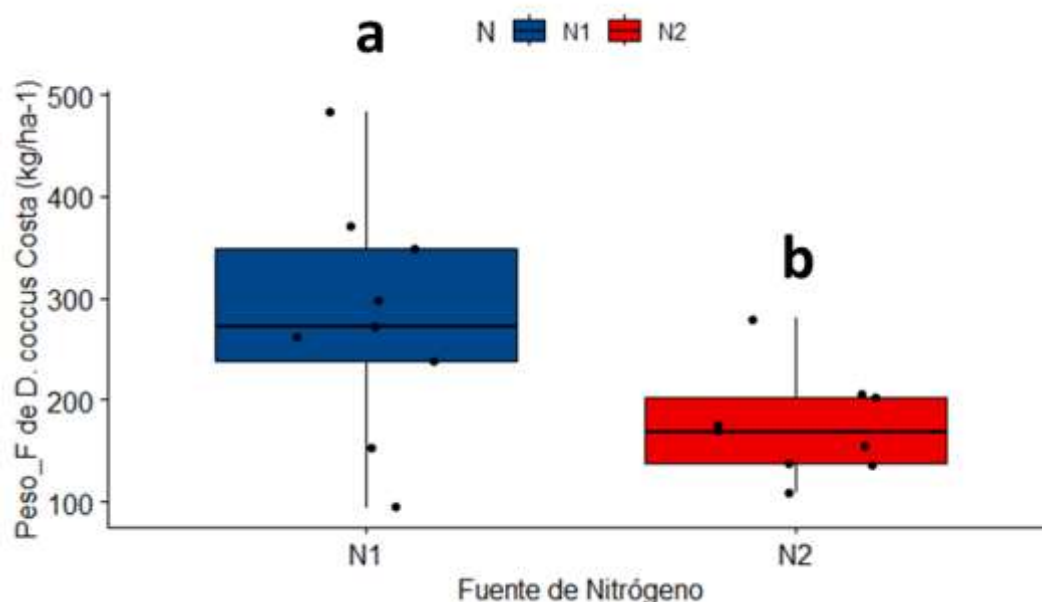
Influencia de color de malla rashell de Peso Fresco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.



Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 58

*Influencia de tipos de fertilizantes nitrogenados en el Peso Fresco en (Kg/ha-1) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.*



4.3.2 Peso Seco de *Dactylopius coccus* Costa (Cochinilla del carmín)

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 25](#), referido al peso seco (Kg/ha⁻¹) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas, pero sí existen diferencias significativas en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada y la interacción entre las mallas y las fuentes nitrogenadas. En la [Tabla 26](#) y [Figura 59](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras que en la [Tabla 27](#) y [Figura 60](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que el valor de p para las mallas es mayor a 0.05 ($p = 0.481704$). Los tratamientos con mallas negra (M3), verde (M1) y testigo (M2) presentaron valores similares en cuanto al peso seco, con 122.21735 kg/ha⁻¹, 99.99600 kg/ha⁻¹ y 97.03313 kg/ha⁻¹, respectivamente. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa, se observa

que el tratamiento con malla negra presentó el mayor valor de peso seco en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio, dado que el valor de p es menor a 0.05 ($p = 0.003231$). El tratamiento con Urea presentó un mayor peso seco en comparación con el tratamiento con Nitrato de Amonio. Estos resultados sugieren que la fuente de fertilización nitrogenada Urea tiene un impacto significativo en el aumento del peso seco de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Tabla 25

Análisis de varianza en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	2172.9	10.86.4	2.6728	0.147902
Mallas	2	2273.6	1136.8	0.8816	0.481704
Ea	4	5157.7	1289.4		
F_Nitrogenada	1	9086.8	9086.8	22.3546	0.003231 **
M x N	2	7876.5	3938.2	9.6885	0.013217 *
Eb	6	2438.9	406.5		
Total	17				
Cv(a) = 33.7%, Cv(b) = 18.9%					
Shapiro-wilk = 0.5842					
Bartlett = 0.5104					

Tabla 26

Análisis de las medias en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

Protección			
Efecto de Mallas	Código	P.Seco	Significancia Estadística
Negra	M1	122.21735	a
Verde	M3	99.99600	a
Testigo	M2	97.03313	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 27

Análisis de las medias en el Peso Seco en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa los 90 días de iniciado los tratamientos.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	P.Seco	Significancia Estadística
Urea	N1	128.88373	a
Nitrato de Amonio	N2	83.94726	b

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 59

Influencia de color de malla rashell en Peso Fresco (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

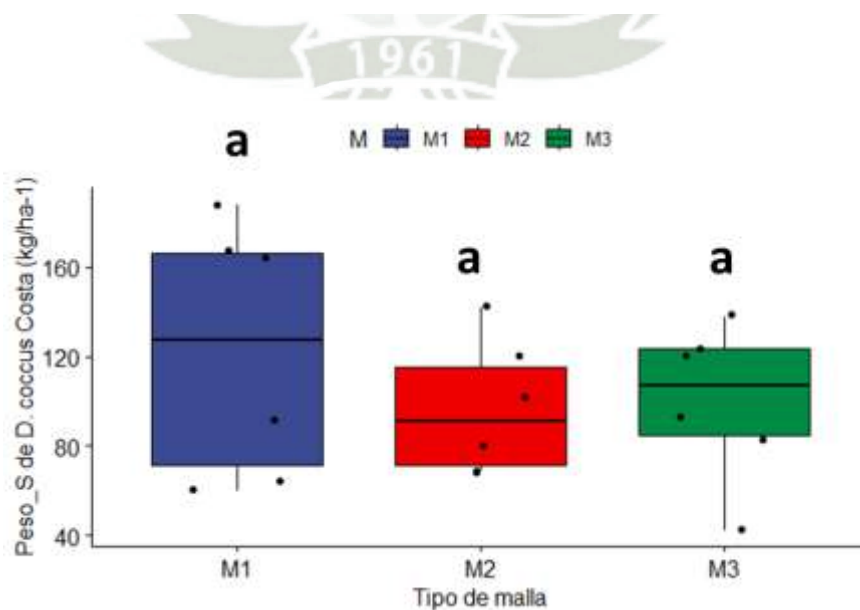
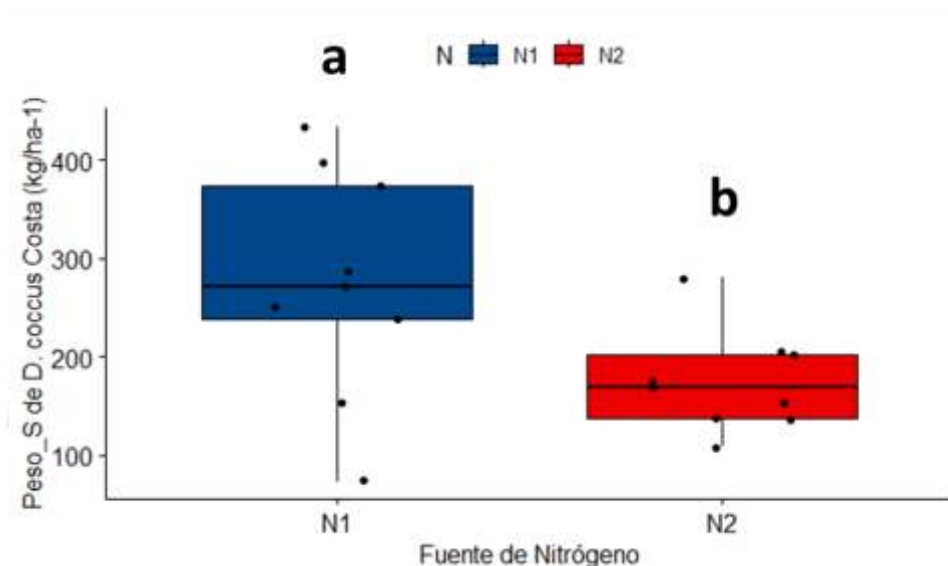


Figura 60

*Influencia de color de malla rashell en Peso Fresco (Kg/ha-1) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.*



4.3.3 Peso Tamizado de *Dactylopius coccus* Costa (Cochinilla del carmín)

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 28](#), referido al peso tamizado (Kg/ha⁻¹) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas, pero sí existen diferencias significativas en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada y la interacción entre las mallas y las fuentes nitrogenadas. En la [Tabla 29](#) y [Figura 61](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras que en la [Tabla 30](#) y [Figura 62](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas, efecto se muestran en la [Figura 63](#), como también el peso fresco y peso seco.

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Testigo, Negra y Verde), ya que el valor de p para las mallas es mayor a 0.05 ($p = 0.86936$). Los tratamientos con mallas negra (M3), verde (M2) y testigo (M1) presentaron valores similares en cuanto al peso tamizado, con 71.84897 kg/ha⁻¹, 66.293665 kg/ha⁻¹ y 59.62725 kg/ha⁻¹, respectivamente. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa, se

observa que el tratamiento con malla negra presentó el mayor valor de peso tamizado en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos de Urea y Nitrato de Amonio, dado que el valor de p es menor a 0.05 ($p = 0.002942$). El tratamiento con Urea presentó un mayor peso tamizado en comparación con el tratamiento con Nitrato de Amonio, con un valor de $81.23133 \text{ kg/ha}^{-1}$ frente a $50.61524 \text{ kg/ha}^{-1}$, respectivamente. Estos resultados sugieren que la fuente de fertilización nitrogenada Urea tiene un impacto significativo en el aumento del peso tamizado de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Tabla 28

Análisis de varianza de Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	1397.5	698.7	3.8476	0.084092
Mallas	2	449.3	224.7	0.3090	0.86936
Ea	4	2908.3	727.1		
F_Nitrogenada	1	4218.1	4218.1	23.2267	0.002942 **
s					
M x N	2	1422.7	711.3	3.9169	0.081588
Eb	6	1089.6	181.6		
Total	17				
Cv(a) = 40.9 %, Cv(b) = 20.4%, Shapiro-wilk = 0.6324 Bartlett = 0.5746					

Tabla 29

Análisis de las medias en el Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

Protección			
Efecto de Mallas	Código	P.Tamizado	Significancia Estadística
Negra	M3	71.84897	a
Testigo	M1	66.29365	a
Verde	M2	59.62725	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 30

Análisis de las medias en el Peso Tamizado en (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	P.Tamizado	Significancia Estadística
Urea	N1	81.23133	a
Nitrato de Amonio	N2	50.61524	b

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Figura 61

Influencia de color de malla rashell en Peso Tamizado (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

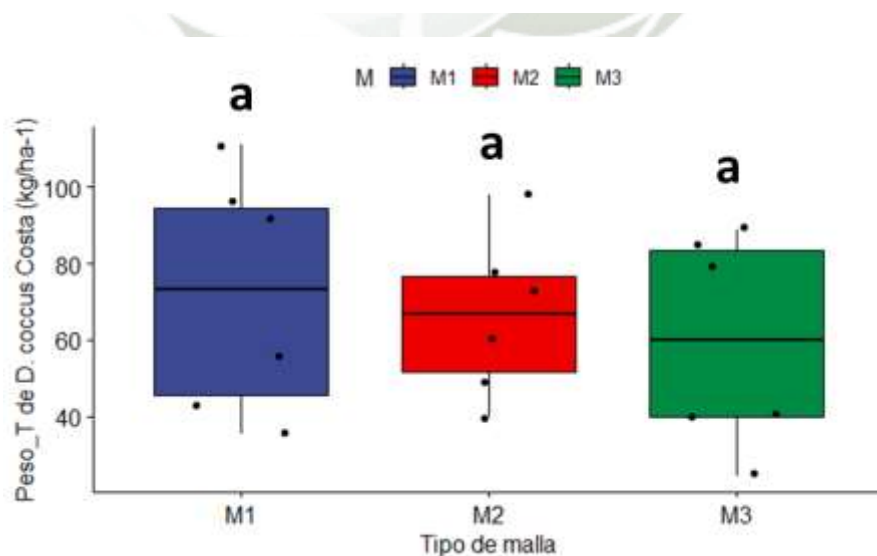


Figura 62

*Influencia de color de malla rashell en Peso Tamizado (Kg/ha-1) de *Dactylopius coccus**

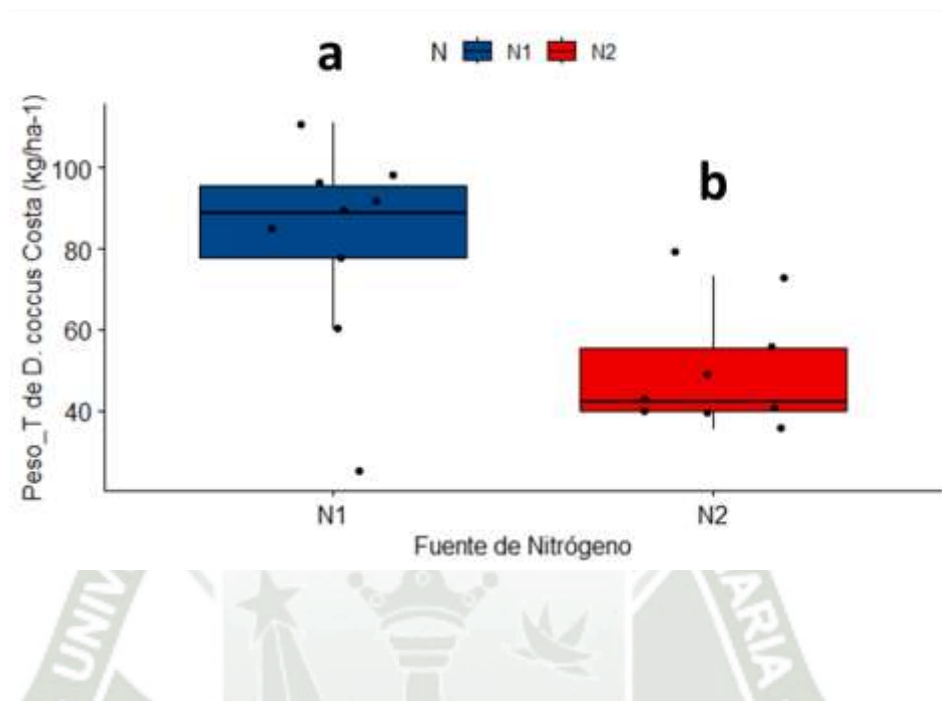
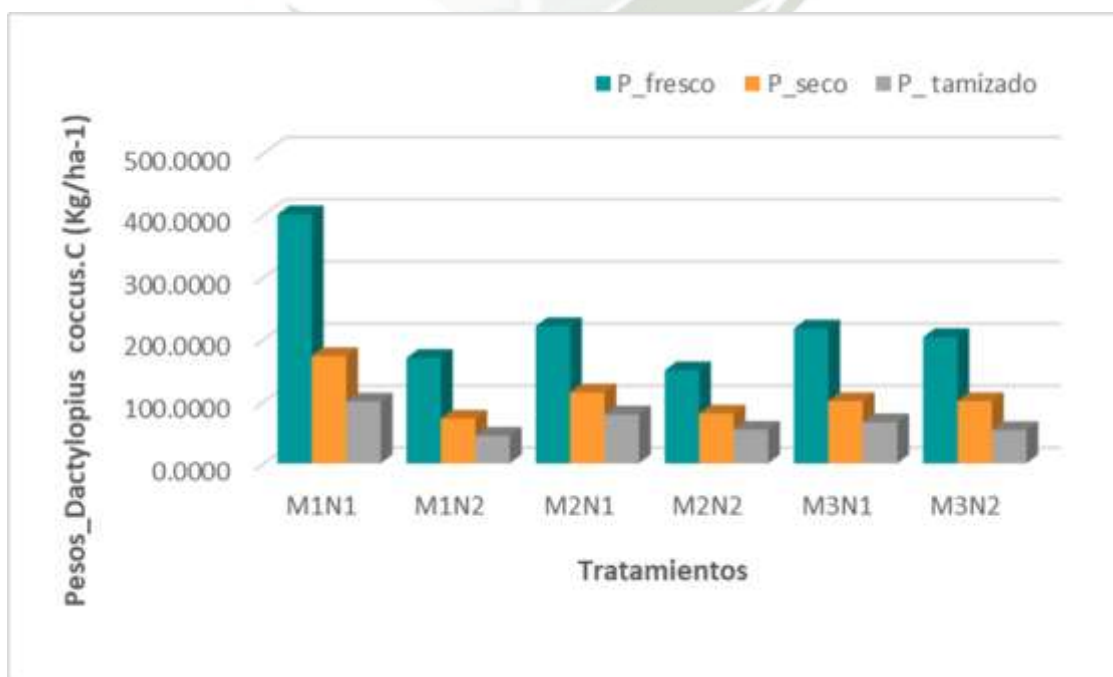


Figura 63

*Influencia de color de malla rashell y fuetes nitrogenadas en el peso fresco, seco y tamizado (Kg/ha-1) de *Dactylopius coccus* Costa.*



4.3.4 Análisis de rentabilidad de *Dactylopius coccus* Costa (Cochinilla del carmín)

La producción de Cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) en el cultivo de *Opuntia ficus-indica* en nuestro país ha crecido significativamente, superando a otras actividades agrícolas. Este crecimiento se debe a la alta demanda internacional y los buenos precios que recibe el producto.

De acuerdo con los datos observados en la [Tabla 31](#) todos nuestros tratamientos son rentables, siendo que el tratamiento de testigo con urea es la que genera un beneficio costo de 5.31, lo que quiere decir que por cada nuevo sol invertido tenemos una ganancia de 4.31 soles. El tratamiento de malla negra con urea genero un beneficio costo de 4.67, seguido de testigo con nitrato de amonio con un beneficio costo de 3.49. El tratamiento que genera menor rentabilidad es de malla negra con Nitrato de Amonio. Adicional a la tabla de rentabilidad, en el [Anexo 19](#) se presenta información adicional incluyendo el costo de infestación, ya que en la presente investigación no se considera porque fue financiada por UCSM.

Tabla 31

Análisis económico de rentabilidad para la producción de Dactylopius coccus Costa en Arequipa – Huasacache de Jacobo de Hunter.

Tratamiento		Rendimiento promedio (Kg/ha)	Concentración de Acido carmínico (%)	Precio de venta según AC	Costo Total de Producción (CT)	Ingreso Total (IT)	Ingreso Neto (IN=IT-CT)	Rentabilidad Neta (RN=IN/CT)	Beneficio/Costo (B/C=IT/CT)
Malla	Fuente Ntgd								
Negra	Urea	99.255	21	S/ 347.91	S/ 7,390.00	S/ 34,531.52	S/ 27,141.52	3.67	4.67
Negra	N. Amonio	44.443	22	S/ 364.47	S/ 7,896.40	S/ 16,198.15	S/ 8,301.75	1.05	2.05
Testigo	Urea	78.515	22	S/ 364.47	S/ 5,390.00	S/ 28,616.74	S/ 23,226.74	4.31	5.31
Testigo	N. Amonio	54.072	23	S/ 381.04	S/ 5,896.40	S/ 20,603.56	S/ 14,707.16	2.49	3.49
Verde	Urea	65.923	22	S/ 364.47	S/ 7,390.00	S/ 24,027.26	S/ 16,637.26	2.25	3.25
Verde	N. Amonio	53.331	23	S/ 381.04	S/ 7,896.40	S/ 20,321.32	S/ 12,424.92	1.57	2.57

4.4 Concentración de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa en porcentaje (%).

A partir de los datos presentados en el [Anexo 17](#), se llevó a cabo el análisis de varianza (ANVA) mostrado en la [Tabla 32](#), referido al peso tamizado (Kg/ha^{-1}) de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales de las mallas, pero sí existen diferencias significativas en los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada. Además, no se encontró una interacción significativa entre las mallas y las fuentes de fertilización nitrogenada. En la [Tabla 33](#) y [Figura 64](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado correspondiente al efecto principal de las mallas, mientras que en la [Tabla 34](#) y [Figura 65](#) se muestra la comparación de medias según el factor analizado para el efecto de las fuentes nitrogenadas, adicional se presenta la [Figura 66](#).

Respecto al efecto de las mallas, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Verde, Testigo y Negra), ya que el valor de p para las mallas es mayor a 0.05 ($p = 0.087359$). Los tratamientos con malla verde (M3), testigo (M2) y malla negra (M1) presentaron valores similares en cuanto al peso tamizado, con $22.18833 \text{ kg/ha}^{-1}$, $22.01500 \text{ kg/ha}^{-1}$ y $21.12333 \text{ kg/ha}^{-1}$, respectivamente. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa, se observa que el tratamiento con malla verde presentó el mayor valor de peso tamizado en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al efecto de las fuentes nitrogenadas, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos de Nitrato de Amonio y Urea, dado que el valor de p es menor a 0.05 ($p = 0.005622$). El tratamiento con Nitrato de Amonio (N2) presentó un mayor peso tamizado ($22.19000 \text{ kg/ha}^{-1}$) en comparación con el tratamiento con Urea (N1) ($21.36111 \text{ kg/ha}^{-1}$). Estos resultados sugieren que la fuente de fertilización nitrogenada Nitrato de Amonio tiene un impacto significativo en el aumento del peso tamizado de *Dactylopius coccus* Costa a los 90 días de iniciado los tratamientos.

Los tratamientos con malla verde (M3), testigo (M2) y malla negra (M1) no presentan diferencias significativas en peso tamizado, ya que todas las medias están acompañadas de la misma letra (a). La media de peso tamizado para malla verde (M3) es de $22.18833 \text{ kg/ha}^{-1}$, mientras que para el testigo (M2) es de $22.01500 \text{ kg/ha}^{-1}$, y para la malla negra (M1) es de $21.12333 \text{ kg/ha}^{-1}$. Esto sugiere que, aunque las medias son diferentes, no existen diferencias

estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto al peso tamizado de *Dactylopius coccus* Costa.

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p > 0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey. Los tratamientos con Nitrato de Amonio (N2) y Urea (N1) difieren significativamente en peso tamizado, siendo Nitrato de Amonio (N2) superior a Urea (N1). La media de peso tamizado para Nitrato de Amonio (N2) es de $22.19000 \text{ kg/ha}^{-1}$, mientras que la media de Urea (N1) es de $21.36111 \text{ kg/ha}^{-1}$. Esto indica que el tratamiento con Nitrato de Amonio genera un mayor peso tamizado en comparación con Urea.

Tabla 32

Análisis de varianza de Concentración de Ácido Carminico en (%) de Dactylopius coccus Costa.

$\alpha = 0.05$					
F de V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Bloques	2	0.1137	0.05684	0.3259	0.733919
Mallas	2	3.9187	1.95934	4.7667	0.087359
Ea	4	1.6442	0.41105		
F_Nitrogenada	1	3.0918	3.09176	17.7257	0.005622 **
s					
M x N	2	0.0892	0.04461	0.2557	0.782379
Eb	6	1.0465	0.17442		
cv(a) = 2.9 %, cv(b) = 1.9 %					
Shapiro-wilk = 0.4414					
Bartlett = 0.7825					

Tabla 33

Análisis de varianza de Concentración de Ácido Carminico en (%) de Dactylopius coccus Costa.

Protección			
Efecto de Mallas	Código	A_CARMINICO	Significancia Estadística
Verde	M3	22.18833	a
Testigo	M2	22.01500	a
Negra	M1	21.12333	a

Los valores promedio seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativas entre si ($p>0.05$), de acuerdo con la prueba de Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey.

Tabla 34

Análisis de varianza de Concentración de Ácido carminico en (%) de Dactylopius coccus Costa.

Fertilización			
Fuentes Nitrogenadas	Código	A_CARMINICO	Significancia Estadística
Nitrato de Amonio	N2	22.19000	a
Urea	N1	21.36111	b

Figura 64

Influencia de color de malla rashell en concentración de Acido carmínico (Kg/ha-1) de Dactylopius coccus Costa.

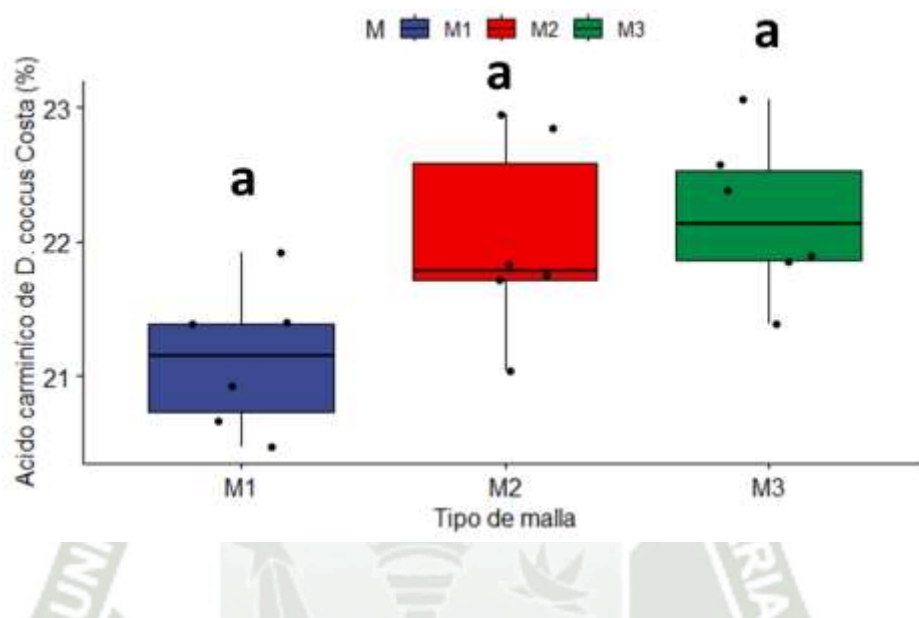


Figura 65

Influencia de fuentes nitrogenadas en concentración de Acido carmínico (%) de Dactylopius coccus Costa.

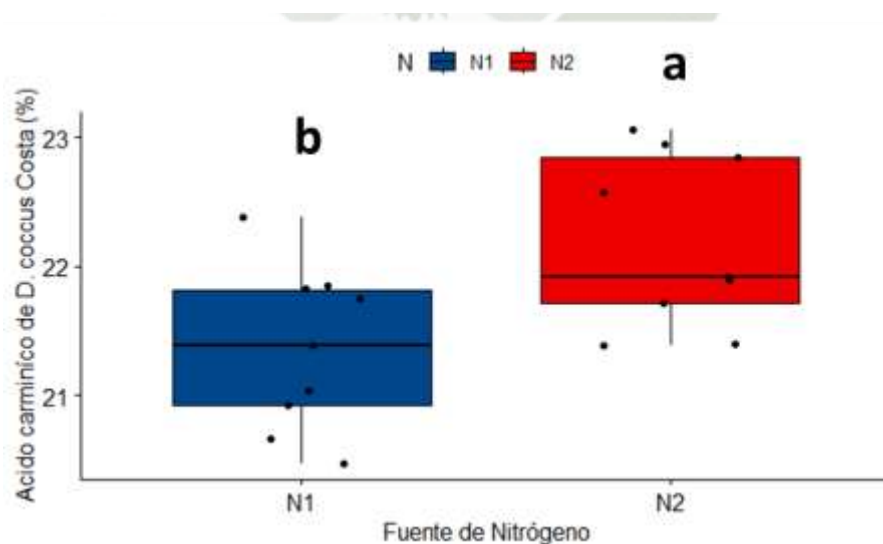


Figura 66

*Influencia de color de malla rashell y fuentes nitrogenadas en concentración de Ácido carmínico (%) de *Dactylopius coccus* Costa.*



CAPÍTULO V

5. DISCUSION

5.1 Infestación de *Dactylopius coccus* Costa en (%).

Por la falta de estudios recientes del tema abordado se tomó investigaciones antiguas ya que su aporte es relevante.

Con los datos obtenidos en campo de manera generalizada podemos afirmar que a menor insolación directa mayor es el porcentaje de infestación de la cochinilla del carmín, siendo que en nuestro tratamiento de malla verde con una luminosidad del 50% se obtuvo 34.055 % de infestación y la infestación más baja fue en el Testigo con 18.49833% dado que las ninfas al no contar con una capa cerosa protectora en sus primeros estadios son propensas a morir por efecto de la luz solar de manera directa. Estos datos coinciden con la investigación de Van (2002), donde menciona que las masas de hembras en los lados protegidos de los cladodios son significativamente mayores que las encontradas en los lados expuestos, las hembras en la superficie inferior del cladodio son generalmente más grandes en la madurez que las de la superficie superior

Se obtuvo el mayor porcentaje de infestación en el tratamiento general con malla rashell color negro siendo la combinación de malla negra con Urea el más alto con 37.85%, seguida de malla verde con un 34.38% y la infestación más baja en el tratamiento testigo o a la intemperie con 16.91%, con combinación de Nitrato de Amonio. Estos resultados corroboran con Van (2002), dado que menciona que la cochinilla predomina en las zonas de los cladodios protegidas de la lluvia y el viento la capa protectora de cera de la cochinilla se erosiona por el viento y la lluvia. Las condiciones climáticas mencionadas anteriormente podrían explicar el predominio de la cochinilla en las zonas protegidas de los cladodios. Las hembras en la superficie protegida del cladodio generalmente son más grandes en la madurez que las hembras en la superficie expuesta.

Durante el proceso de investigación hubo presencia de precipitaciones en los primeros días de enero de 2025, siendo la precipitación más alta el 2 de enero con 1.7 mm/día lo que nos ocasionó pérdida de población de *Dactylopius coccus* Costa, siendo la más alta pérdida en el tratamiento testigo (intemperie o aire libre) con combinación de fertilización de Urea con un 38.84% seguida de testigo (intemperie o aire libre) con combinación de fertilización con Nitrato de

Amonio con un 37.55% y la pérdida más baja fue de tratamiento malla verde con fertilización de Urea con 28.55%. Lo que coincide con Condori et al. (2020), quien en su investigación hace mención que factores como el viento, el polvo y la precipitación actúan también como limitantes en el desarrollo tanto de la cochinilla silvestre como de la fina. Dependiendo de la intensidad de estos fenómenos climáticos, los rendimientos pueden disminuir hasta en un 54 % en el caso de la cochinilla silvestre y alcanzar reducciones de hasta un 90 % en la cochinilla fina. Para Aguilera & Cazáres 2003, citado por Violeta (2011) la radiación solar incide en la duración del ciclo biológico del insecto, y la intensidad de la luz influye en el éxito del establecimiento de las ninfas durante sus primeras etapas de desarrollo, las cuales son especialmente vulnerables debido a la ausencia de una capa cerosa que las proteja de dicha radiación.

Para Coya (2015) en su investigación el tratamiento más eficaz fue el uso de malla negra con 30 días de sombreado, alcanzando un total de 741 individuos (entre ninfas y adultos) por planta. Le siguieron la malla negra con 60 días de sombreado, con 690 individuos, y la de 90 días, con 625 individuos por planta, siendo este último el más bajo dentro de los tratamientos con malla negra. En contraste, los tratamientos con malla verde mostraron los valores más reducidos, registrando 347 individuos por planta con 90 días de sombreado y 340 con 60 días. Datos que son muy similares a nuestra investigación ya que se obtuvo el mayor porcentaje de infestación en el tratamiento general con malla rashell color negro siendo la combinación de malla negra con Urea el más alto con 37.85%, seguida de malla verde con un 34.38% y la infestación más baja en el tratamiento testigo o a la intemperie con 16.91%, con combinación de Nitrato de Amonio.

5.2 Producción y rentabilidad de *Dactylopius coccus* Costa (kg/ha-1)

En nuestros resultados la aplicación de Urea obtuvo un rendimiento de 279.4952 kg/ha⁻¹ a comparación del rendimiento con fertilización con Nitrato de Amonio que fue de 174.0671 kg/ha⁻¹, aunque ambos son fertilizantes nitrogenados Urea tiene mejor rendimiento. Es probable que haya diferencia en los resultados debido a que trabajamos con una protección con malla rashell color negra, verde y testigo (intemperie), siendo malla negra que nos generó un rendimiento de 285.1738 kg/ha⁻¹, seguida de malla verde con un rendimiento de 209.9919 kg/ha⁻¹ y el menor rendimiento en el testigo con 185.1778 kg/ha⁻¹. Los datos obtenidos coinciden con la investigación de Van (2002) haciendo referencia que el incremento de nitrógeno en los hospederos para las especies que se alimentan del floema es un privilegio ya que pueden utilizar

casi todos los compuestos nitrogenados presentes en la savia del floema, que contiene de 10 a 100 veces más nitrógeno que la savia del xilema. Los componentes nitrogenados del floema incluyen principalmente amidas, aminoácidos libres y quizás algunos péptidos.

En nuestros resultados se encontró que para peso fresco bajo condiciones de malla negra se obtuvo $285.1738 \text{ kg/ha}^{-1}$, seguida de malla verde con $209.9919 \text{ kg/ha}^{-1}$, el rendimiento más bajo fue de condiciones de la interperie con $185.1778 \text{ kg/ha}^{-1}$. Estos resultados obtenidos después de secado para las condiciones de malla negra generaron un rendimiento de $122.21735 \text{ kg/ha}^{-1}$, lo que represento un 42.8561% del total, en peso tamizado se obtuvo un rendimiento de $71.84897 \text{ kg/ha}^{-1}$, lo que representa un 58.7879% del total. Para condiciones de malla verde los resultados obtenidos después de secado generaron un rendimiento de $99.996 \text{ kg/ha}^{-1}$, lo que represento un 47.6190% del total, en peso tamizado se obtuvo un rendimiento de $66.293665 \text{ kg/ha}^{-1}$ lo que representa un 66.2963% del total. Para condiciones interperie los resultados obtenidos después de secado generaron un rendimiento de $97.03313 \text{ kg/ha}^{-1}$, lo que represento un 52.4% del total, en peso tamizado se obtuvo un rendimiento de $59.62725 \text{ kg/ha}^{-1}$ lo que representa un 61.4504% del total. Siendo estos resultados muy diferentes a la investigación de Díaz & Ávila 2002, citados por Contreras (2021) y corroborado por Murillo (2018), ya que indican que el rendimiento de 100 kg de cochinilla fresca sucia es de 33.2 kg de cochinilla seca sucia (sin tamizar), lo que da a conocer que en porcentajes del rendimiento es el 33.2% al pasar por el proceso de secado. El rendimiento de 100 kg de cochinilla seca sucia con impurezas (sin tamizar), se obtiene de 85 a 90 kg de cochinilla limpia y tamizada (2 mm), clase exportación, lo que da a conocer que en porcentajes del rendimiento es un 15 a 10% al pasar por el proceso de tamizado

El rendimiento por hectárea es de 630 a 675 kg / frescos que viene a ser 210 a 225 kg /secos en condiciones de protección con malla rashell al 60% de luminosidad por un periodo de tiempo de 45 días, el cual trabajó con fertilizantes como Nitrato de Anfo, Urea y Biol bajo sistema de riego por goteo (90 -95% de eficiencia), Barreda (2020). Nuestros resultados son bajos en comparación con los de este autor, habiendo sido de $285.1738 \text{ kg/ha}^{-1}$ en peso fresco y en peso seco para venta fue de $71.84897 \text{ kg/ha}^{-1}$. Siendo probable que se deba a que en su investigación trabajo con malla al 60% de luminosidad a comparación del 50% de luminosidad que trabajamos, como también al tipo de riego ya que el sistema de riego por goteo es de 90 a 95% de eficiencia a comparación de nuestra investigación que fue por gravedad con una eficiencia

de 45 a 50%, teniendo la desventaja que la aplicación de fertilizantes tiene que pasar por el proceso de descomposición todo lo contrario a través del sistema de riego por goteo.

Nuestros resultados bajo sistema de riego por gravedad fueron con protección por 45 días con malla negra fue de 71.84897 kg/ha⁻¹ y bajo protección de malla verde por 45 días con una luminosidad del 50% obtuvo un rendimiento de 66.293665 kg/ha⁻¹ a comparación de condiciones a la interperie (Testigo) que genero un rendimiento de 59.62725 kg/ha⁻¹. En comparación con Coya (2015) que bajo sistema de riego tecnificado en malla negra (50% de luminosidad) a 60 días de protección de obtuvo un rendimiento 321.5 kg/ha⁻¹ y malla verde (50% de luminosidad) a 60 días un rendimiento de 137 kg/ha⁻¹. Dado esta información podemos decir que nuestros rendimientos son bastantes bajos a comparación de los obtenidos por el autor, siendo probable que nuestros resultados sean inferiores debido a que el autor dio una protección mayor lo que repercutido en el rendimiento.

La mayor rentabilidad neta fue en el tratamiento con malla de color negra con un periodo de 90 días de sombreado el cual obtuvo una rentabilidad de 0,58 (58%), Coya (2015). Con esta información podemos corroborar que la mayor rentabilidad nos genera la implementación de malla negra como protección para la producción de *Dactylopius coccus* Costa, ya que el tratamiento de malla negra con aplicación de Urea nos generó mayor producción, sin embargo, el Testigo y malla verde también generan una buena rentabilidad, con fertilización de Urea. El tratamiento que genera menor ganancia es el de malla negra con Nitrato de Amonio.

5.3 Concentración de ácido carmínico (%) de *Dactylopius coccus* Costa

De acuerdo a la literatura consultada respecto a la influencia de malla negra en la concentración de ácido carmínico, la malla de color negro con un periodo de sombreado de 60 días presenta una concentración de ácido carmínico de 17,28% Coya (2015), mientras que en esta investigación se obtuvo una concentración de ácido carmínico de 21.12 % en la misma color de malla y porcentaje de luminosidad (50%), considerando que los días de sombreado en esta investigación fue de 45 días que tienen una similitud. Esta diferencia en la concentración de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa probablemente se debe a la implementación de fertilización con fuentes nitrogenadas como Urea y Nitrato de Amonio, siendo que nitrato de amonio genero los mejores resultados con un contenido de ácido carmínico de 22.19%

La información respecto a la influencia de malla verde en la concentración de ácido carmínico, la malla de color verde con un periodo de sombreado de 60 días presenta una concentración de

ácido carmínico de 16.15% Coya (2015), mientras que en la presente investigación se obtuvo una concentración de ácido carmínico de 22.18% en la misma color de malla y porcentaje de luminosidad (50%), considerando que los días de sombreado en esta investigación fue de 45 días que tienen una similitud. Esta diferencia en la concentración de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa probablemente se debe a la implementación de fertilización con fuentes nitrogenadas como Urea y Nitrato de Amonio.

Aldama (2005) en sus resultados obtuvo un porcentaje de ácido carmínico de 21.4% en condiciones de cielo abierto en comparación a condiciones de malla verde con un contenido de ácido carmínico de 20%. Siendo nuestros resultados similares en condiciones de malla verde que se obtuvo 22.18833% en comparación con cielo abierto con 22.015% de ácido carmínico.

En su investigación Violeta (2011), obtuvo una concentración de 1.02% de N en los cladodios de tuna con fertilización química a base de nitrógeno lo que repercutió negativamente en la concentración de ácido carmínico de la cochinilla del carmín, el cual fue de 16.74%. Mientras que los cladodios de tuna con fertilización orgánica a base de nitrógeno obtuvieron 0.86% y en concentración de ácido carmínico obtuvo 19.18 %. El tratamiento sin fertilizante presento 0.59% de nitrógeno en los cladodios contenido de ácido carmínico de la cochinilla del carmín de 20.96% y los cladodios con fertilización químico-orgánica presentaron 0.51% de N, presento un contenido de ácido carmínico en la cochinilla de 21.58%. Nuestros resultados son casi similares pero nuestra fertilización fue química basada en Urea y Nitrato de Amonio, siendo nuestro mejor resultado en cuanto a concentración de ácido carmínico la aplicación de Nitrato de Amonio con 22.19% y con aplicación de Urea fue de 21.361% en concentración de ácido carmínico. Es probable que nuestros resultados sean superiores a la del autor porque se trabajó con un tratamiento adicional que fue protección con mallas color negra, verde y a la interperie, habiendo obtenido el mayor resultado en condiciones de malla verde con 22.18833% de ácido carmínico y el menor resultado en malla negra con 21.12333% de concentración de ácido carmínico.

Para Contreras (2021) a mayor cantidad de horas de exposición a la luz, los organismos de *D. coccus* alcanzan un porcentaje más elevado de ácido carmínico (AC). Bajo un fotoperiodo de 0 horas, el insecto registró un 12.88 % de AC; con 8 horas de luz, el valor aumentó a 19.03 %, y con 16 horas alcanzó un 23.65 %, lo cual clasifica al producto como de primera calidad. Nuestros resultados fueron casi similares al de 16 horas de luz, sin embargo, nosotros contamos con un aproximado de 8 a 9 horas luz. Es probable que haya una variación en cuanto al

porcentaje ya que nosotros trabajamos con una protección de colores de malla rashell y a la interperie con la aplicación de fuentes nitrogenadas como Urea y Nitrato de Amonio, habiendo obtenido el mejor resultado en malla verde con 22.18833% de AC y en fertilización con Urea con un 22.19% de AC.

Para C. Rodríguez et al. (2005) la edad de la planta tiene un efecto positivo sobre la concentración de ácido carmínico (CAC). En las prácticas agrícolas convencionales, las tunas suelen podarse con regularidad, lo que modifica tanto el tamaño de la canopia como la cantidad de cladodios, aunque el sistema radicular permanece sin alteraciones. Por lo tanto, una planta más longeva tendría una mayor capacidad para absorber agua y nutrientes en comparación con una más joven, lo que se traduce en un hospedero de mejor calidad para el insecto y, en consecuencia, en un beneficio para su desarrollo. Dada esta información podemos decir que es probable que debido a la edad de la planta de *Opuntia ficus-indica* se obtuvo mayor porcentaje de ácido carmínico, habiendo contado con plantas de *Opuntia ficus-indica* de 14 meses de edad, como también es probable la implementación de producción de *Dactylopius coccus* Costa bajo protección de mallas color negra y verde como a la interperie con un adicional de fertilización nitrogenada de Urea y Nitrato de Amonio, habiendo obtenido el mejor resultado en malla verde con 22.18833% de AC y en fertilización con Urea con un 22.19% de AC.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

6.1 Infestación de *Dactylopius coccus* Costa en (%).

Para el porcentaje de infestación se concluye que, la malla verde es la más adecuada en comparación de testigo, dado que hay una diferencia estadística para el factor mallas, donde los mejores tratamientos fue malla verde (M3) con 34.055%, malla negra (M1) con 33.805% a comparación con testigo que tuvo un 18.49833% de infestación. Para el tipo de fertilizante nitrogenado no hubo diferencia significativa ya que Urea presentó un 30.55444% de infestación y Nitrato de Amonio un 27.01778% de infestación. Los datos se basaron en la a la evaluación de 45 días, ya que para la evaluación de 90 días tuvimos pérdidas por presencia de precipitaciones y por alta luminosidad directa en el caso de testigo, este problema ambiental no implica una alteración de datos ya que los insectos en ese periodo estaban en proceso de desarrollo. Debido que para nuestra investigación se tomó un cultivo de tuna infestado con *Dactylopius coccus* Costa después de la primera cosecha (cosecha con cuchara), los datos de infestación son bajos porque no se sabe con exactitud si la infestación inicial fue alta (número de infestadores de cartón por planta).

6.2 Producción y rentabilidad de *Dactylopius coccus* Costa (kg/ha⁻¹)

Para la producción y rentabilidad se concluye que, la malla negra es la más adecuada en comparación con malla verde, aunque no existe una diferencia significativa, la malla negra presentó una producción de 71.84897 kg/ha⁻¹, testigo con 66.293665 kg/ha⁻¹ y malla verde con 59.62725 kg/ha⁻¹. Para el tipo de fertilizante hubo una diferencia significativa ya que Urea presentó una producción de 81.23133 kg/ha⁻¹ y Nitrato de Amonio con 50.61524 kg/ha⁻¹ los rendimientos mencionados tanto para factor mallas como para la fertilización nitrogenada son los de exportación (sin presencia de impurezas).

En cuanto a la rentabilidad se concluye que, para la zona de investigación todos los tratamientos generan rentabilidad, obteniendo la mayor rentabilidad el tratamiento testigo con aplicación de Urea, seguida de malla rashell negra con urea y testigo con nitrato de amonio. Es probable que el testigo tenga mayor rentabilidad porque a pesar de tener problemas de mortalidad debido a altas temperaturas directas, se obtuvo insectos de mayor tamaño.

6.3 Concentración de ácido carmínico (%) de *Dactylopius coccus* Costa

Para el porcentaje de infestación se concluye que, la malla verde es la que genera mayores concentraciones de ácido carmínico (AC) a comparación de malla negra, aunque no existe una diferencia significativa, la malla verde presentó una concentración de ácido carmínico de 22.18833%, testigo con 22.015% de AC y malla negra con un 21.12333% de AC. Para el tipo de fertilizantes existe una diferencia significativa, ya que Nitrato de Amonio genera 22.19% de AC y la aplicación de Urea un 21.36111% de AC. Estos datos nos dan a conocer que, aunque la aplicación de Urea genere mayores pesos la Concentración de Ácido Carmínico es menor, lo que va a implicar en posibles ganancias si la venta de *Dactylopius coccus* Costa se basa en la CAC y no el peso.



CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el cultivo de Tuna experimentar con aplicaciones de Nitrato de Amonio en combinación con Urea (50% cada una, basado en el aporte de 100 kg/ha^{-1} de N cada 15 días) con un adicionando la aplicación química de fosforo (Fosfato Diamónico) bajo protección de malla verde al 50% de luminosidad con fines de dar mayor alimentación y condiciones a *Dactylopius coccus* Costa para generar mayor infestación, como a su vez iniciar la investigación desde la infestación para obtener datos más verídicos.
2. Se recomienda implementar el sistema de riego por goteo en el cultivo de Tuna para mayor eficiencia de fertilización basada en aportes de Nitrógeno (mayor aporte de N (100 - 120)) y Fosforo (recomendado en literatura) lo que repercutirá en mayor producción de *Dactylopius coccus* Costa en menor tiempo lo que repercutirá en un mayor rendimiento neto.
3. Para mejorar la concentración de ácido carmínico de *Dactylopius coccus* Costa se recomienda trabajar el cultivo de tuna mayores de 12 meses (mayor asimilación de nutrientes) bajo protección de malla verde al 50% de luminosidad (buena infestación, tamaño y CAC) con aplicación de diferentes cantidades de Nitrógeno (100 - 120) y Fosforo (recomendado en literatura) bajo el sistema de riego por goteo ya que posee un 90 a 95% de eficiencia.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS

- Aldama, A. C., Llanderal, C. C., & Soto, H. M. (2005). Producción de grana-cochinilla (*Dactylopius coccus costa*) en plantas de nopal a la intemperie y en microtúneles. *Agrociencia*. Obtenido de <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/379>
- Alfaro, M. L. (2020). *Efecto de mallas africolas fotoselectivas sobre dos variedades de pepino (Cucumis sativus L.) en condiciones de ambiente protegido*. Obtenido de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/6abfa1fa-ec78-4e5d-bfc6-e0f25c35d585/content>
- Alvarez, J. L. (2002). *Cultivo de la tuna y crianza de la cochinilla*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/323365b6-0d7a-46f6-a85e-39c8b2eed557/content>
- Álvarez, J. L. (2002). *Cultivo de la tuna y crianza de la cochinilla*. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/323365b6-0d7a-46f6-a85e-39c8b2eed557/content>
- Álvarez, R. P., Guamán, W. G., Carpio, C. C., & Erazo, L. A. (2023). Eficacia de tres métodos de infestación de grana cochinilla (*dactylopius coccus costa*) en tuna (*Opuntia ficus-indica* l.) En invernadero. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 26. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3.5425>
- Anculle, A. A., Castro, C. V., & Alberto, J. O. (2017). *Caracterización de fincas productoras de tuna (Opuntia ficus-indica) para la producción de cochinilla del carmín (Dactylopius coccus) en La Joya (Arequipa, Perú)*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32911/as.2017.v10.n2.167>
- Anculle, A. L. (2019). *Sustentabilidad de fincas productoras de Opuntia ficus-indica para la producción de dactylopius coccus, en Arequipa, Perú*. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4049/anculle-arenas-lazaro-alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anicama, Ñ. E. (2024). *Influencia del proceso de acidificación en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del zumo de tuna morada (Opuntia ficus-indica)*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6aeb566b-631f-4955-9b9a-971cc973b365/content>
- Antezana, C. J. (2017). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de cochinilla (Dactylopius coccus costa) para la obtención de carmín en pisco*. Ayacucho - Perú.

Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2d4cf0f3-6a4b-4c3e-a846-9246fe2bbea0/content>

Armadans, A., Ortiz, A., & Enciso, G. &. (19 de 09 de 2024). *Efectos de diferentes colores de malla media sombra sobre elrendimiento de pimiento (Capsicum annum L.)*. Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/388643024_Efectos_de_diferentes_colores_de_malla_media_sombra_sobre_el_rendimiento_de_pimiento_Capsicum_annum_L

Arroyo, F. G., Medina, S. T., & Pérez, S. R.-R. (2020). Morfología y edad del cladodio de *Opuntia ficus-indica* sobre la producción de *Dactylopius coccus* costa y contenido de ácido carmínico. *Ciencias Naturales e ingenierias*. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2519>

Arroyo, F. G., Medina, S. T., Dzul, C. J., Herrera, M. C., & García, V. M. (28 de 11 de 2024). Efecto del tamaño del hospedero (largo, ancho y grosor) sobre el porcentaje de ácido carmínico en la grana cochinilla. 7. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4665>

Arroyo, F. G., Medina, S. T., Pérez, S. R., & Ortiz, R. R. (2020). *Morfología y edad del cladodio de Opuntia ficus-indica sobre la producción de Dactylopius coccus costa y contenido de ácido carmínico*. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2519>

Ayala, T. F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez- uárez, M. G., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T. d., . . . Parra-Delgado, J. M. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61035375012.pdf>

Barreda, A. C. (2020). *Evaluacion del efecto de la intensidad de mallas fotoselectivas en cultivo sin suelo*. Obtenido de <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/9748/BARRERA%20ALARCON%2C%20CARMEN%20MARIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barreda, G. D. (2020). *Mejora de procesos en la producción de cochinilla para incrementar la productividad de la empresa agroexportadora carmín s.r.l. arequipa 2019*. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/46f214ba-aadd-4e80-a9d9-a3d882a10b7f/content>

Bustos, S. A., & Zuñiga, F. A. (2019). *Efecto de mallas raschel de colores en el crecimiento de plántulas de Eucalyptus globulus, Eucalyptus nitens y Pinus radiata en condiciones de vivero*. Chile. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000300287>

- C. Rodríguez, L., Faúndez, E., & Seymour, J. (Julio - Setiembre de 2005). Factores Bióticos y Concentración de Ácido Carmínico en la Cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) (Homoptera: Dactylopiidae). *Agricultura Técnica Costa* (Homoptera: Dactylopiidae). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000300011
- Cañar, R. J. (2022). *Obtencion de ácido carmínico a partir de la Cochinilla Dactylopius coccus Costa, como colorante natural en la estación experimental Tunshi Chimborazo*. Macas – Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/21393/1/236T0800.pdf>
- Cañar, R. J. (2022). *Obtención de ácido carmínico a partir de la cochinilla Dactylopius coccus costa, como colorante natural en la estación experimental Tunshi, Chimborazo*. Macas – Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/21393/1/236T0800.pdf>
- Cañar, R. J. (2022). *Obtención de ácido carmínico a partir de la cochinilla Dactylopius coccus costa, como colorante natural en la estación experimental Tunshi, Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/21393/1/236T0800.pdf>
- Cañar, R. J. (2022). *Obtención de ácido carmínico a partir de la cochinilla Dactylopius coccus costa, como colorante natural en la estación experimental Tunshi, Chimborazo*. Macas – Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/21393/1/236T0800.pdf>
- Cázares, A. P. (2012). *Obtención de Rojo Carmín (Ácido Carmínico) a Partir e la Cochinilla (Dactylopius coccus) y su Uso en la Industria Alimentaria*. México, D.F. Obtenido de <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2012/agosto/0683930/0683930.pdf>
- Charca, P. E. (2022). *Proyecto de exportacion de carmín de cochinilla del distrito de La Joya - Arequipa al mercado de los Ángeles Estados Unidos*. Tacna - Perú. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/12308/Tesis_proyecto_exportaci%c3%b3n_carm%c3%adn_cochinilla_La%20Joya_Arequipa_mercado_Los%20%c3%81ngel es_EE.UU..pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Condori, R. A. (2023). *Fertilización edáfica con zinc y hierro para la biofortificación en alfalfa (Medicago sativa L.) en dos tipos de suelos ácido y básico*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/13015>
- Condori, S. A. (2020). *Evaluación de ninfas (Dactylopius coccus costa) en dos variedades de tuna (Opuntia ficus-indica) en vivero y establecimiento en campo del distrito Santa Rita de siguas Arequipa 2019*. Cusco. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6551340>

- Contreras, H. G. (2021). *Producción de grana cochinilla (Dactylopius coccus costa) (hemiptera: dactylopiidae) con diferentes sistemas de infestación*. Puebla. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3550820?show=full>
- Coraspe, L. H., Muraoka, T., & Vinicius, I. F. (2009). Absorción de formas de nitrógeno amoniacal y nítrica por plantas de papa en la producción de tubérculo-semilla. *Agronomía Teopical*, 59(1). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000100005
- Coronado, F. V. (2011). *Efecto de la fertilizacion de Nopal (Opuntia ficus-indica) sobre la productividad y calidad de grana cochinilla (Dactylopius coccus Costa)*. Puebla. Obtenido de http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/454/Coronado_Flores_V_MC_EDAR_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coronado, F. V., Tornero, C. M., Núñez, T. R., & Jaramillo, V. J. (2015). Productividad de cochinilla *Dactylopius coccus* (hemiptera: Dactylopiidae) en cladodios de opuntia ficus-indica (cactacea) condiferentes tratamientos de fertilización. *Acta zoológica mexicana*, 31(2). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0065-17372015000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Coy, S. A. (2022). *Análisis financiero de la implementación de macrotúneles con diversos tipos de cobertura en la producción de tomate, en el valle de Salamá, Baja Verapaz (2016-2020)*. ZACAPA. Obtenido de <https://biblior.url.edu.gt/wp-content/uploads/publiwевg/Tesis/2022/06/09/Coy-Arnulfo.pdf>
- Coya, S. M. (2015). *Tres colores de malla y tres periodos de sombreado en la producción de "cochinilla de carmín" (Dactylopius coccus costa) en el cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) en zona subtropical arido*. Arequipa - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b0f9fae4-2362-43a1-9722-f08c9bbeb616/content>
- Erazo, L. A., Condo, P. L., Oñate, B. B., & Álvares, R. P. (2021). *La tuna y la cochinilla*. Puerto maderero. Obtenido de <https://puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/pmea/catalog/view/42/133/225>
- Espino, R. E., Héctor, R. R., & Tingal, I. I. (2012). *Morfofisiología de tuna (Opuntia ficus-indica Mill.)*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_0199f5f1bc10ecd25548022183741433/Details

- Exportadora, S. y. (2021). *Análisis de Mercado*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2848443/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20Tuna%202015%20-%202021.pdf.pdf>
- Franco, F. F. (2022). *Efecto de métodos de sacrificio y secado en el contenido de ácido carminico de *Dactylopius coccus* Costa*. Obtenido de <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2022/junio/0826889/Index.html>
- Fumero, R. L. (2023). *Análisis de la palatabilidad del fermentado semisólido de las palas de diferentes cultivares de tuneras (*Opuntia maxima* Mill.)*. La Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/33039/Analisis%20de%20la%20palatabilidad%20del%20fermentado%20semisolido%20de%20las%20palas%20de%20diferentes%20cultivar es%20de%20tuneras%20%28Opuntia%20maxima%20Mill.%29.pdf?sequence=1>
- Fumero, R. L. (2023). *Análisis de la palatabilidad del fermentado semisólido de las palas de diferentes cultivares de tuneras (*Opuntia maxima* Mill.)*. La Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/33039/Analisis%20de%20la%20palatabilidad%20del%20fermentado%20semisolido%20de%20las%20palas%20de%20diferentes%20cultivar es%20de%20tuneras%20%28Opuntia%20maxima%20Mill.%29.pdf?sequence=1>
- Gallegos, V. C., Olivares, S. E., Vázquez, A. R., & Zavala, G. F. (2000). Absorción de nitrato y amonio por plantas de nopal en hidroponía. *Terra latinoamericana*, 8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318205.pdf>
- Godenzi, V. J. (2018). *Niveles de Externalidades de la Tuna y Cochinilla de Tunaes Silvestres y Campos Cultivados en el Distrito de Pacaycasa*. Ayacucho. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a7dec7c6-9f3e-4e64-980f-1d70cae56efc/content>
- Govela, C. H. (2021). *Producción de grana cochinilla (*Dactylopius coccus costa*) (hemiptera: dactylopiidae) con diferentes sistemas de infestación*. Puebla. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3550820?show=full>
- Guamán, W. G. (2022). *Eficacia de métodos de infestación de grana cochinilla (*Dactylopius coccus costa*) en tuna (*Opuntia ficus-indica*. l) en invernadero en la estación experimental Tunshi*. Riobamba- Ecuador. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/df388e8d-4826-41a2-afa1-5a71cb33d297/content>
- Gusqui, M. R. (2012). *Eficacia de los métodos de infestación y el número óptimo de hembras madre por cladodio de tuna (*Opuntia ficus-indica*), para la producción de grana cochinilla*

(*Dactylopius coccus costa*), bajo invernadero en cochinilla (*Dactylopius coccus costa*), la comun. Riobamba - Ecuador . Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2232/1/13T0758%20.pdf>

Hernández, A. A., Matos, L. L., Rojas, C. J., Cruz, V. P., Cortez, L. A., & Huayna, D. L. (30 de 12 de 2017). Utilización de la técnica Nopaloteca para la crianza de *Dactylopius coccus* Costa bajo condiciones controladas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2). <https://doi.org/10.51431/infinitem.v7i2.420>

Hernández, G. I. (2022). *Análisis socioecológico de los agroecosistemas de nopaal y su relación con la dinámica de la cochinilla silvestre*. MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO. Obtenido de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/5099>

Hernández, G. I. (2022). *Analisis socioecológico de los agroecosistemas de nopal y su relación con la dinámica de la cochinilla silvestre*. México. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/bitstream/handle/10521/5099/Hernandez_Gonzalez_IA_MC_Agroecologia_Sustentabilidad_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lacunza, M. F. (2018). *Elaboración de un medio de cultivo (gel estratificado) para la anidación y desarrollo de Dactylopius coccus costa (cochinilla) para la obtención de ácido carmínico en condiciones de laboratorio*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/889069d9-a0bb-4bb1-8520-d2ea10c67c14/content>

Lacunza, M. M. (2018). *Elaboración de un medio de cultivo (gel estratificado) para la anidación y desarrollo de Dactylopius coccus costa (cochinilla) para la obtención de ácido carmínico en condiciones de laboratorio*. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/198122110>

Loayza de Vinatea, G. A., & Zegarra, t. L. (2015). *Estudio de la produccion y exportacion de cochinilla y su impacto economico en el distrito de la joya periodo 2010-2014*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2497fe6f-02e6-4af7-a30a-91c4805f6d4f/content>

Lopez, E. S. (2010). *Estudio de las propiedades ópticas de malla sombra de color sobre el cultivo de tomate y otros cultivos hortícolas*. SALTILLO, COAHUILA. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/423/1/Sayani%20Teresa%20Lopez%20Espinosa.pdf>

Mamani, M. G., & Humani, Z. I. (2015). *Evaluación comparativa de los métodos thorpe y francés para la obtención de carmín a partir de la cochinilla (Dactylopius coccus costa) en el distrito de La Joya*. Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/226>

- Marcaquispe, C. N. (2021). *Constante térmica y fenología reproductiva de 5 biotipos promisorios de Opuntia ficus-indica - INIA, Ayacucho 2019*. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/106a51ec-5c8f-43df-85f4-1f6c25fd31a3/content>
- Méndez, G., Tarango, A., Carnero, Tiberi, & Díaz-Gómez. (10 de 2010). Crecimiento poblacional de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa criada en cinco cultivares de nopal *Opuntia ficus-indica* Mill. *Agrociencia*, 44(2), 225-234. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952010000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mendoza, V. R., Robledo, T. V., Pérez, R. M., Guillén, E. R., Martínez, C. V., & Paredes, J. J. (2021). Impacto de cubierta, ecotipo y endomicorriza en morfología y calidad de chile piquín. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(2). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7845327>
- Morales, M. E., Rubí, A. M., López, S. J., & Morales, R. E. (2019). *Urea (NBPT) an alternative in the nitrogen fertilization of annual crops*. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Padilla, M. R. (2018). *Estudio de la interacción estilete-capas de nopal en tres etapas de desarrollo de la cochinilla hembra (Dactylopius coccus) y su relación con la composición química de la capa de nopal (Opuntia ficus-indica) en la que se localiza*. Irapuato, Guanajuato. Obtenido de <http://repositorio.cinvestav.mx:8080/handle/cinvestav/1647>
- Parra, T., Salas, N. E., M., V.-R., Hernández-Verdugo, S., & S. (2010). Relaciones nitrato/ amonio/ urea y concentraciones de potasio en la producción de plántulas de tomate. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(1). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1027-152X2010000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Perez, F. J. (2024). Potencial nutricional y terapéutico de la tuna y de sus subproductos: un panorama general de su composición química y aplicaciones. *Biología y sociedad*. <https://doi.org/10.29105/bys7.14-126>
- Pérez, M. A. (2018). *Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de lactuca sativa l. var. waldmann's green bajo sistema hidropónico de raíz flotante*. Arequipa- Perú, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4029ff3a-6a8b-410c-b187-653028669b64/content>
- Pin, B. M., & Rivera, M. M. (2024). *Extracción de ácido carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius coccus) para la producción de pigmento natural como alternativa al colorante*

rojo 40. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27691/1/UPS-GT005155.pdf>

Postigo, C. M. (2024). *Análisis de la cadena productiva de la tuna (Opuntia ficus - indica L Mill) para la producción de cochinilla (Dactylopius coccus costa) en el distrito de La Joya*. Arequipa - Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4e55b0e6-827a-4e0c-b885-f0fc91a357cf/content>

Quispe, T. E. (2006). *Efecto de la orientación de pencas de tuna (Opuntia sp.) sobre la infestación de cochinilla (Dactylopius coccus) con diferente número de inóculos*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9871>

Rodrigo, Granero, & y, C. O. (2010). Estudio comparativo de la morfología de *Dactylopius coccus* Costa y *D. opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae) dos especies presente en la Comunidad de Valencia. *Instituto Agroforestal del Mediterráneo*, 14. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%2FBSVP_36_01_23_36.pdf

Sulca, Q. L. (2022). *Bioestimulantes y biofungicidas en el control de la mancha necrótica en Opuntia ficus-indica (L.) mill. distrito de Tarata*". Obtenido de <http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/5373/sulca-quispe-liduvina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tesfay, B. (Setiembre de 2015). Carmine cochineal: Fortune wasted in northern Ethiopia . *Asociación Profesional para el Desarrollo de Cactus*, 21. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/298072960>

Trujillo, Z. M. (2022). *Evaluación de dos métodos a escala de laboratorio para la obtención de harina a partir de la cochinilla (Dactylopius coccus)*. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17686/1/96T00769.pdf>

Vakte, S. R., Sonawane, C. P., & Saraf, K. V. (2024). Cochineal insects (*Dactylopius coccus*) in cosmetics: An overview of taxonomy, composition extraction methods, applications, and regulatory perspectives. *Revista Internacional de Investigación Entomológica*, 7. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/385049742>

Van, A.-S. J. (2002). Influence of feeding-location on nutritional quality for cochineal insects (Homoptera: Dactylopiidae) on *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). *Department of Zoology, University of Cape Town*, 17. Obtenido de <https://open.uct.ac.za/server/api/core/bitstreams/87fe99d9-148f-4c10-af6a-a7e6d3386e2c/content>

Vargas, C. J. (2004). *Condiciones Ambientales y Situación Actual de la Grana Cochinilla Dactylopius spp.* Obtenido de

<https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/6212/T14693%20VARGAS%20CA THI%2C%20JOSE%20ANTONIO%20%20%20MONOG..pdf?sequence=1>



CAPÍTULO IX

ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica de la Urea



Ficha Técnica Fertilizantes Nitrogenados

Urea Agrícola

Composición: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Aspecto: Gránulos blancos.

Solubilidad (aprox. a 20°C): 105 kg en 100 l de agua pura.

Nitrógeno total (N): 46 %

Presentación: Bolsas de polietileno de 50 kg.

Uso: Fertilizante para aplicación directa al suelo y fertirriego.



ÁREA TÉCNICA

www.molinosycia.com

ventasmolinos@molicom.com.pe

LIMA: Av. Los Ingenieros 154, Urb. Santa Raquel 2da Etapa, Ate - Lima
Central Telefónica: (01) 512 3370 // Fax: (01) 348 0637 / (01) 348 0615

Anexo 2

Ficha técnica del Nitrato de Amonio



Ficha Técnica Fertilizantes Nitrogenados

Nitrato de Amonio Estabilizado (NAE)

Composición: NH_4NO_3 estabilizado con fósforo.

Aspecto: Gránulos blancos opacos.

Solubilidad (aprox. a 20°C): 190 kg en 100 l de agua pura.

Nitrógeno total (N): 33 %

16.5 % nitrógeno nítrico (NO_3^-)

16.5 % nitrógeno amoniacal (NH_4^+)

Fósforo disponible (P_2O_5): 3 %

Presentación: Bolsa de polietileno de 50 kg.

Uso: Fertilizante para aplicación directa al suelo. Se puede emplear en fertirriego en cuyo caso hay que tomar en cuenta que el fósforo estabilizante y/o la cubierta de cada gránulo pueden ser factores limitantes.



ÁREA TÉCNICA

www.molinosycia.com

ventasmolinos@molicom.com.pe

LIMA: Av. Los Ingenieros 154, Urb. Santa Raquel 2da Etapa, Ate - Lima
Central Telefónica: (01) 512 3370 // Fax: (01) 348 0637 / (01) 348 0615

Anexo 3

Instalación de malla rashell color negro como protección del cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) infestada con Dactylopius coccus Costa.



A: Instalación de postes para protección
B: Instalación de malla rashell
C: Malla rashell completamente instalada

Anexo 4

Instalación de malla rashell color verde como protección del cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) infestada con Dactylopius coccus Costa.



A: Instalación de postes para protección
B: Instalación de malla rashell
C: Malla rashell completamente instalada

Anexo 5

Datos de temperatura y humedad durante el periodo de protección bajo condiciones de malla

Mes	dia	T. Máx_			T. Min_			H. R_		
		R. negro	Sin Malla	R. Verde	R. negro	Sin Malla	R. Verde	R. negro	Sin Malla	R. Verde
Octubre	12/10/2024	23.10	24.80	23.90	6.10	5.80	5.60	36.15	31.30	33.80
	14/10/2024	24.10	25.80	24.90	10.70	10.40	10.20	45.46	38.20	42.02
	15/10/2024	23.70	25.40	24.50	11.20	10.90	10.70	42.16	36.50	40.15
	16/10/2024	23.40	25.10	24.20	8.50	8.20	8.00	41.00	35.50	39.05
	17/10/2024	24.90	26.60	25.70	9.80	9.50	9.30	34.19	29.60	32.56
	18/10/2024	24.90	26.60	25.70	9.50	9.20	9.00	39.39	34.40	37.84
	19/10/2024	22.50	24.20	23.30	8.90	8.60	8.40	37.54	32.50	35.75
	21/10/2024	21.20	22.90	22.00	7.40	7.10	6.90	50.82	44.00	48.40
	22/10/2024	20.50	22.20	21.30	9.40	9.10	8.90	47.47	41.10	45.00
	23/10/2024	21.80	23.50	22.60	8.70	8.40	8.20	46.20	40.00	44.00
	24/10/2024	22.80	24.50	23.60	8.80	8.50	8.30	46.89	40.60	44.66
	25/10/2024	23.00	24.70	23.80	9.20	8.90	8.70	39.38	33.80	37.18
	26/10/2024	23.60	25.30	24.40	9.60	9.30	9.10	36.15	31.30	34.43
	27/10/2024	23.70	25.40	24.50	9.20	8.90	8.70	36.27	31.40	34.54
	29/10/2024	23.60	25.30	24.40	10.30	10.00	9.80	35.92	31.10	34.83
	30/10/2024	24.70	26.40	25.50	9.90	9.60	9.40	38.69	33.50	36.85
	31/10/2024	23.60	25.30	24.40	10.10	9.80	9.60	51.00	40.80	44.88
Noviembre	1/11/2024	22.60	24.30	23.40	8.60	8.30	8.10	43.43	37.60	41.36
	2/11/2024	21.50	23.20	22.30	7.40	7.10	6.90	45.97	39.80	43.78
	3/11/2024	20.10	21.80	20.90	5.41	5.40	5.38	60.53	51.30	56.43
	5/11/2024	22.50	24.20	23.30	9.30	9.00	8.80	47.82	41.40	44.92
	6/11/2024	23.10	24.80	23.90	9.10	8.80	8.60	42.62	36.90	40.59
	7/11/2024	22.30	24.00	23.10	8.20	7.90	7.70	42.39	36.70	40.37
	8/11/2024	21.80	23.50	22.60	8.30	8.00	7.80	43.89	38.00	41.80
	9/11/2024	20.90	22.60	21.70	8.50	8.20	8.00	46.20	40.00	43.80
	10/11/2024	22.70	24.40	23.50	8.70	8.40	8.20	46.08	39.90	43.89
	12/11/2024	21.00	22.70	21.80	9.30	9.00	8.80	47.01	40.70	44.77
	13/11/2024	20.40	22.10	21.20	7.60	7.30	7.10	48.86	42.30	46.53
	14/11/2024	20.80	22.50	21.60	7.30	7.00	6.80	51.73	44.40	46.18
	15/11/2024	19.90	21.60	20.70	7.40	7.10	6.90	53.36	46.20	50.82
	16/11/2024	20.80	22.50	21.60	7.40	7.10	6.90	56.02	48.50	53.35
	17/11/2024	21.50	23.20	22.30	8.80	8.50	8.30	49.09	42.50	46.75
	19/11/2024	23.00	24.70	23.80	9.30	9.00	8.80	38.69	33.50	36.85
	20/11/2024	21.60	23.30	22.40	9.20	8.90	8.70	43.43	37.60	42.15
	21/11/2024	20.70	22.40	21.50	8.40	8.10	7.90	50.01	42.20	46.42
	22/11/2024	20.60	22.30	21.40	9.40	9.10	8.90	52.78	45.70	51.32
	23/11/2024	21.90	23.60	22.70	12.00	11.70	11.50	50.59	43.80	48.18

Anexo 6

Huasacache lote 1A – 30 cm.



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-01S -2023

LUGAR : Arequipa

FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	44.18	%		
Limo	36.01	%		
Arcilla	19.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	42.70	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.99	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.10	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.26		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	9.34	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.07	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.12	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	376.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.42	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.35	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.89	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	9.41	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	15.08	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	8.11	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	11.89	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	4.17	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.35	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	9.24	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	8.56	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	6.80	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.64	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.64	ppm (")	ISO 9390:1990	Colorimétrico

DOMDE:

E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(") : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standar Methode

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

ISO : International Organization for Standardization

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 7

Huasacache lote_1A – 60 cm



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-025 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	64.19	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	22.99	%		
Arcilla	12.82	%		
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	33.86	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.22	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.16	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.30		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	3.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	323.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	4.72	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.61	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.99	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.81	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	12.21	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.13	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	4.73	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	7.28	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.17	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.87	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.43	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.63	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	9.00	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.41	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.36	ppm (*)	ISO 9395.1990	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 8

Huasacache lote 1A – 90 cm



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-03S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	68.15	%		
Limo	20.01	%		
Arcilla	11.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	25.29	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.04	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.21	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.23		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	1.92	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.02	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	890.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	3.16	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.48	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.88	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	2.27	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	21.40	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.79	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	5.14	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	6.54	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.59	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	2.87	mEq / L	EPA 245.1	FAAS
Magnesio	1.21	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	9.60	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.48	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.04	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DOMDEC:

E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

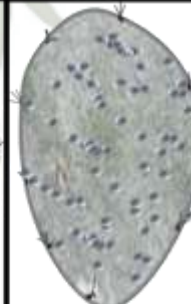
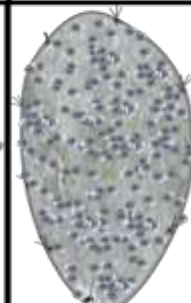
Anexo 9

Cálculo de dosis de aplicación de Urea y Nitrato de Amonio como

Nitrógeno recomendado (kg/ha-1)	Fertilizantes Nitrogenados	LEY (%)	
		N	P2O5
100	Urea	46	0
	Nitrato de Amonio	33	3
Requerimiento de fertilización			
Fertilizantes Nitrogenados	Kg/ha-1	Kg/planta	Kg/ campaña
Urea	108.7	0.082	652.17
Nitrato de Amonio	151.52	0.114	909.09

Anexo 10

Índice de infestación de Dactylopius coccus Costa en porcentajes (%).

				
5%	10%	20%	30%	40%
				
50%	60%	70%	80%	90%

Anexo 11

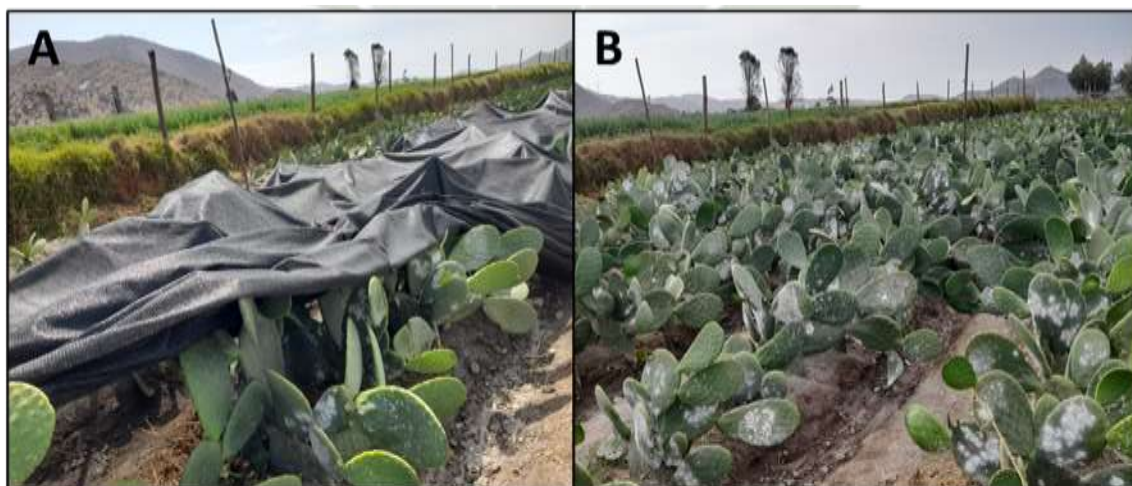
Pérdida por precipitación de Dactylopius coccus Costa.



A y B: Vista de pérdidas de *Dactylopius coccus* Costas por precipitaciones

Anexo 12

Retiro de protección (malla negra) después de 45 días de instalación

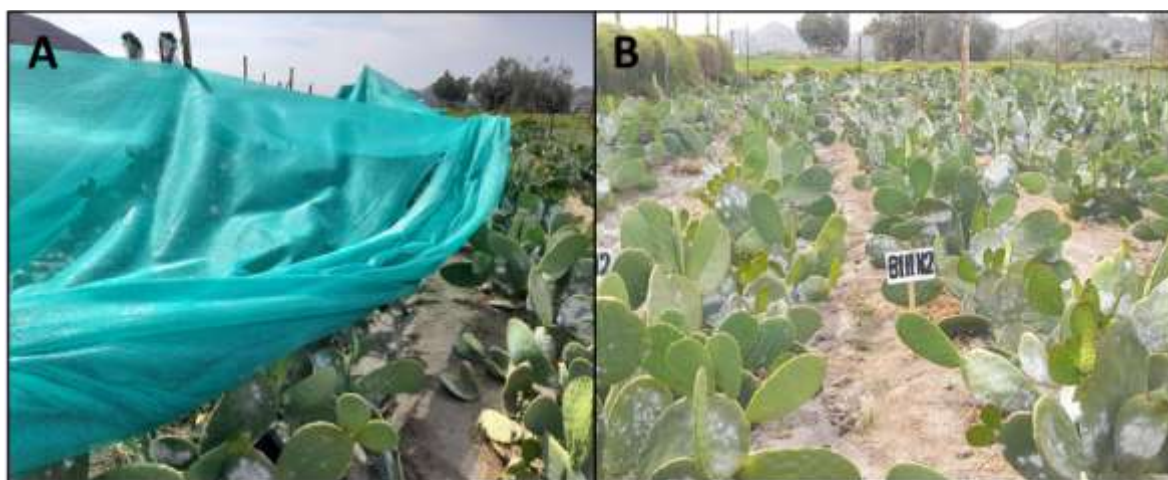


A: Eliminación de protección a los 45 días

B: Cultivo con cochinilla del carmín después de protección

Anexo 13

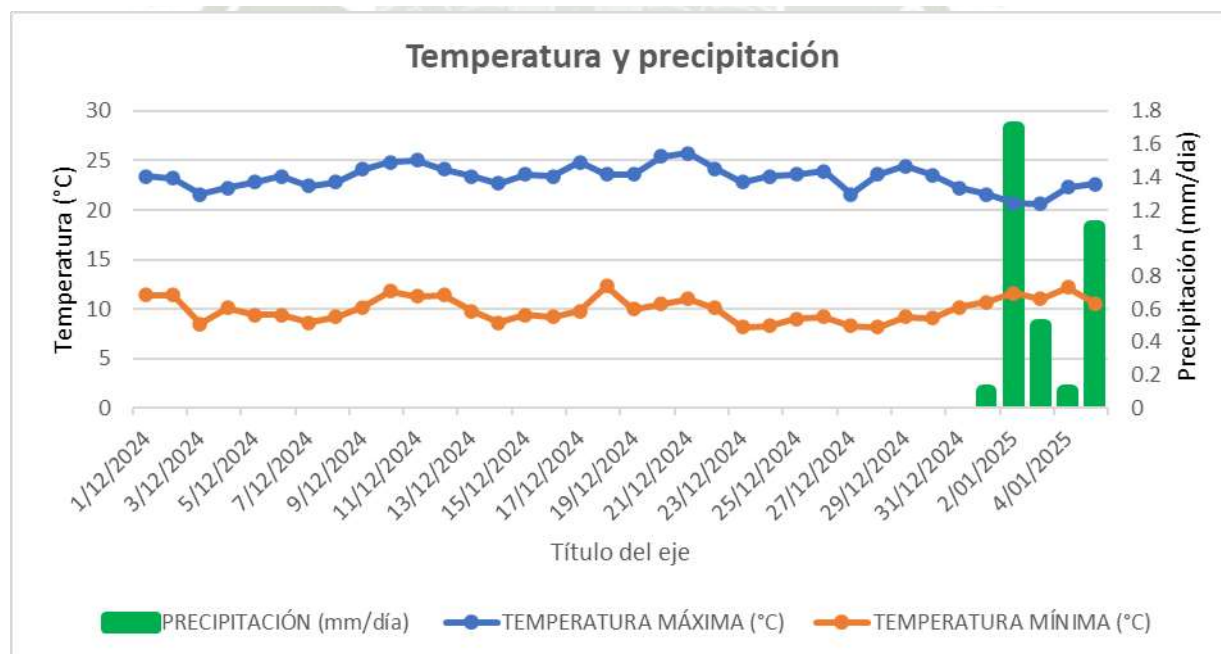
Retiro de protección (malla verde) después de 45 días de la instalación



A: Eliminación de protección a los 45 días
B: Cultivo con cochinilla del carmín después de protección

Anexo 14

Temperatura y precipitaciones ocurridas durante el periodo de investigación.



Anexo 15

*Empaquetado de 18 unidades experimentales con *Dactylopius coccus* Costa obtenidas de la cosecha por el método de poda.*



Anexo 16

Resultado de análisis de Dactylopius coccus Costa en el laboratorio PROAGRO SUR.



REPORTE DE ANÁLISIS

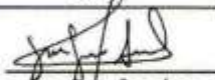
NOMBRE DEL CLIENTE : RAQUEL AGUILAR

FECHA DE ANÁLISIS : 17/02/2025

TIPO DE PRODUCTO : COCHINILLA PRIMERA

N° MUESTRAS : 18 Unidades

N°	CODIGO	PESO DE MUESTRA	% AC
1	M1N1BI	20.34	20.66
2	M1N1BII	19.17	20.47
3	M1N1BIII	19.48	20.92
4	M1N2BI	18.68	21.92
5	M1N2BII	16.42	21.39
6	M1N2BIII	14.90	21.38
7	M2N1BI	18.09	21.82
8	M2N1BII	19.47	21.74
9	M2N1BIII	17.45	21.03
10	M2N2BI	15.12	22.95
11	M2N2BII	15.32	22.84
12	M2N2BIII	13.25	21.71
13	M3N1BI	14.47	21.85
14	M3N1BII	15.14	21.38
15	M3N1BIII	19.73	22.38
16	M3N2BI	15.17	21.89
17	M3N2BII	20.73	23.06
18	M3N2BIII	21.53	22.57


Ing. Sara Sanchez
JEFA DE
LABORATORIO

NRO. DE RECIBO: 1917, 1918, 1919

cel. 933416200/959744724
E-mail: proagrosur@gmail.com

Anexo 17

Base de Datos.

Trt	M	N	B	ALTURA_1	ALTURA_2	CLADODIOS_1	CLADODIOS_2	INFESTACION_1	INFESTACION_2	P_FRESCO	P_SECO	P_TAMIZADO	A_CARMINICO
T1	M1	N1	I	55.30	80.80	19.00	25.00	42.59	16.01	483.3080	187.7683	111.1051	20.66
T1	M1	N1	II	50.70	75.20	19.00	22.00	31.69	10.63	348.3224	163.3280	91.1083	20.47
T1	M1	N1	III	61.30	76.70	20.00	24.00	39.26	13.98	370.5437	166.6608	95.5525	20.92
T2	M1	N2	I	60.30	80.00	14.00	17.00	34.18	9.95	204.4363	91.1075	55.5533	21.92
T2	M1	N2	II	53.20	75.30	17.00	20.00	29.91	7.38	135.5501	64.4419	35.5541	21.39
T2	M1	N2	III	56.70	71.20	13.00	16.00	25.2	10.33	168.8821	59.9976	42.2205	21.38
T3	M2	N1	I	57.20	71.70	17.00	23.00	18.73	6.18	153.3272	79.9968	59.9976	21.82
T3	M2	N1	II	54.70	76.80	15.00	22.00	21.87	8.39	237.7683	119.9952	97.7739	21.74
T3	M2	N1	III	62.50	74.00	13.00	16.00	19.65	8.83	271.1003	142.2165	77.7747	21.03
T4	M2	N2	I	58.50	77.50	15.00	21.00	15.89	6.7	137.7723	68.8861	48.8869	22.95
T4	M2	N2	II	53.30	73.70	15.00	18.00	22.08	7.36	202.2141	102.2181	73.3304	22.84
T4	M2	N2	III	55.70	63.70	16.00	24.00	12.77	4.99	108.8845	68.8861	39.9984	21.71
T5	M3	N1	I	45.30	64.20	13.00	17.00	30.86	8.52	93.3304	42.2205	24.4435	21.85
T5	M3	N1	II	55.50	68.70	14.00	18.00	39.76	12.84	296.6552	137.7723	88.8853	21.38
T5	M3	N1	III	51.20	72.80	16.00	20.00	30.58	7.54	261.1011	119.9952	84.4411	22.38
T6	M3	N2	I	48.20	75.00	15.00	21.00	41.03	12.07	153.3272	82.2189	39.9984	21.89
T6	M3	N2	II	51.30	72.70	14.00	24.00	29.48	10.49	279.9888	124.4395	79.9968	23.06
T6	M3	N2	III	56.00	69.70	16.00	18.00	32.62	7.86	175.5485	93.3296	39.9984	22.57

Anexo 18

Código Utilizado para la evaluación estadística en R.

```
install.packages("agricolae")
install.packages("ggpubr")
tuna=read.delim("clipboard")
attach(tuna)
str(tuna)

M <- factor(tuna$M)
N <- factor(tuna$N)
bloq <-factor(tuna$B)
ALTURA_1 <-as. vector (tuna$ALTURA_1)
ALTURA_1 <-as. numeric (ALTURA_1)

boxplot (data=tuna, ALTURA_1 ~ M*N, las=2)
library(agricolae)
library(ggpubr)
fran. anova<-sp. plot (B, M, N, ALTURA_1)
sp. plot (B, M, N, ALTURA_1)

mod1=aov (data=tuna, ALTURA_1 ~ B + M + N + M*N)
shapiro. test (residuals(mod1))
bartlett. test (ALTURA_1 ~ interaction (M, N))

FactorM<-HSD. test (ALTURA_1, M, fran. anova$gl. a, fran. anova$Ea); FactorM
FactorN<-HSD. test (ALTURA_1, N, fran. anova$gl. b, fran. anova$Eb); FactorN
FactorMN<-HSD. test (ALTURA_1, M: N, fran. anova$gl. b, fran. anova$Eb); FactorMN

bxp <- ggboxplot (data=tuna, x="M", y="ALTURA_1", xlab = "Tipo de malla",
  ylab = "Altura de Opuntia ficus-indica (cm)",
  palette= "aaas", fill="M", add = "jitter")
bxp

bxp <- ggboxplot (data=tuna, x="N", y="ALTURA_1", xlab = "Fuente de Nitrógeno",
  ylab = "Altura de Opuntia ficus-indica (cm)",
  palette= "lancet", fill="N", add = "jitter")
bxp
```

Anexo 19

Rentabilidad de cochinilla del carmín considerando Infestación.

Tratamiento		Rendimiento promedio (Kg/ha)	Concentración de Ácido carmínico (%)	Precio de venta según AC	Costo Total de Producción (CT)	Ingreso Total (IT)	Ingreso Neto (IN=IT-CT)	Rentabilidad Neta (RN=IN/CT)	Beneficio/Costo (B/C=IT/CT)
Malla	Fuente Ntgd								
Negra	Urea	99.255	21	S/ 347.91	S/ 12,390.00	S/ 34,531.52	S/ 22,141.52	1.79	2.79
Negra	N. Amonio	44.443	22	S/ 364.47	S/ 12,896.40	S/ 16,198.15	S/ 3,301.75	0.26	1.26
Testigo	Urea	78.515	22	S/ 364.47	S/ 10,390.00	S/ 28,616.74	S/ 18,226.74	1.75	2.75
Testigo	N. Amonio	54.072	23	S/ 381.04	S/ 10,896.40	S/ 20,603.56	S/ 9,707.16	0.89	1.89
Verde	Urea	65.923	22	S/ 364.47	S/ 12,390.00	S/ 24,027.26	S/ 11,637.26	0.94	1.94
Verde	N. Amonio	53.331	23	S/ 381.04	S/ 12,896.40	S/ 20,321.32	S/ 7,424.92	0.58	1.58
INFORMACION ADICIONAL									
Precio por AC (21)		Precio por AC (22)		Precio por AC (23)		Infestación			
\$.	S/.	\$.	S/.	\$.	S/.	Costo por ha (S/.)			
100.4	347.91	105.2	364.47	110	381.04	5000			