

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**COMPORTAMIENTO DE DOS MORFOTIPOS DE PASTO (*Nassella sp.*),
CON TRES TIPOS DE COBERTURAS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
QUIPAQUIPANI, VIACHA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

FRANZ NELSON TACUÑA MEAVE

La Paz- Bolivia
2023

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“COMPORTAMIENTO DE DOS MORFOTIPOS DE PASTO (*Nassella sp.*),
CON TRES TIPOS DE COBERTURAS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
QUIPAQUIPANI, VIACHA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

FRANZ NELSON TACUÑA MEAVE

Asesor:

Ing. M. Sc. Rubén Tallacagua Terrazas

Revisor (es):

Ing. M. Sc. Juan Javier Quino Luna

Ing. M. Sc. Marcelo Tarqui Delgado

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

**La Paz- Bolivia
2023**

Dedicatoria

Este trabajo dirigido lo dedico primeramente a Dios, mi padre (+) y a mi madre, por las fuerzas y la paciencia que me brindaron en los momentos más difíciles que atravesé durante toda esta etapa para culminar mis estudios.

Dedico con mucho amor a mi familia, mi querida esposa Rosa y mis hijas Damaris y Camila, por su apoyo incondicional en todo momento, por sostenerme en cada situación y sobre todo por todo el amor que me brindan en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Macedonio Tacuña Limachi (+) y Fidelia Meave Choque, por darme la vida, por todo su amor, su comprensión, sacrificio, sabiduría y sus sabios consejos que siempre me inculcaron.

A mi familia querida, compuesta por mi esposa Corina Rosa Saico Argandoña, mis hijas Damaris Natalia Tacuña Saico y Camila Delia Tacuña Saico por todo el apoyo que me brindaron para culminar este trabajo.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía y la Carrera de Ingeniería Agronómica por los conocimientos inculcados y la oportunidad de poder transmitir todos mis conocimientos en área donde trabajo y desempeño mis funciones.

Al Centro Experimental de Quipaquipani perteneciente a la Fundación PROINPA por la oportunidad que me dio para realizar el presente trabajo. Principalmente al Dr. Alejandro Bonifacio y los Ingenieros pertenecientes a la institución.

Mi agradecimiento al Plan Extraordinario de Titulación de Antiguos Egresados No Graduados PETAENG por la oportunidad. A mi Asesor Ing. Rubén Tallacagua Terrazas y a mis revisores Ing. Juan Javier Quino Luna e Ing. Marcelo Tarqui Delgado, por el tiempo otorgado para la revisión del trabajo dirigido, para la respectiva defensa. Así poder titularme de esta prestigiosa casa de estudios.

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Justificación del Trabajo Dirigido	2
1.3 Objetivos.	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Metas	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Contexto Normativo	4
2.1.2 Ley N° 071 Derechos de la Madre Tierra	4
2.1.3 Ley N° 3358 para Oruro (21 de febrero de 2006) Praderas Nativas	4
2.2 Marco Conceptual.....	4
2.2.1 Importancia de las especies forrajeras	4
2.2 Factores limitantes en la producción de forraje altiplánico.....	5
2.3 Valor nutritivo de las pasturas	5
2.4 Características generales de la <i>Nassella sp.</i>	6

2.4.1 Clasificación taxonómica	6
2.4.2 Descripción botánica del género <i>Nassella</i>	6
2.5 Características principales de la <i>Nassella sp.</i>	7
2.6 Agricultura protegida	8
2.7 Coberturas o mullchig	8
2.7.1 Espesor de la capa de mulching.....	9
2.8 Tipos de coberturas o mulch	9
2.8.1 Coberturas o mulch orgánicas.....	10
2.8.2 Coberturas o mulch inorgánicas	10
2.9 Beneficios del Mulch.....	11
2.10 Desventajas del Mulch.....	12
2.11 Efectos del mulch en el suelo	13
2.11.1 Efectos físicos	13
2.11.2 Efectos químicos	13
2.11.3. Efectos biológicos.....	14
2.12 Efectos del acolchado sobre la temperatura del suelo	14
2.12 Coberturas orgánicas e inorgánicas utilizados en la investigación.	15
2.12.1 Paja	15
2.12.2 Restos vegetales (Broza de quinua).....	16
2.12.3 Film color blanco	16
2.12.4 Film de color negro.....	17
2.12.6 Efectos de cobertura orgánica e inorgánica, en el suelo	17
III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA	19
3.1. Materiales y Métodos	19
3.1.1. Localización y Ubicación	19
3.1.2 Características climáticas del lugar	20

3.1.3 Fisiografía.....	20
3.1.4 Suelo	20
3.1.5 Flora	21
3.1.6 Fauna	21
3.1.3. Materiales.....	22
3.1.4 Metodología y Procedimiento de Trabajo	23
4.3.1 Altura de planta para tres cortes del pasto <i>Nassella sp.</i>	34
4.3.2 Diámetro de corona basal acumulado, con coberturas en pasto <i>Nassella sp.</i>	40
4.3.3 Incremento quincenal de número de macollos por planta.....	43
4.3.4 Relación hoja/tallo para pasto <i>Nassella sp.</i>	46
4.3.5 Rendimiento de materia verde de dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i> , tres tipos de coberturas.	48
4.3.6 Rendimiento de fitomasa forrajera en materia seca.	52
4.3.7 Rendimiento total de pasto <i>Nassella sp.</i>	55
4.3.8 Porcentaje de severidad de las heladas	61
4.3.9 Variables en el suelo	64
4.3.10 Análisis económico.....	78
IV. CONCLUSIONES	81
V. BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista panorámica de la estación experimental de Quipaquipani y la parcela experimental.....	19
Figura 2. Distribución de la parcela en bloques, morfotipos y unidades experimentales.	26
Figura 3. Altura de planta acumulada, bajo tratamientos de coberturas, para el primer, segundo y tercer corte, en 2 morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i>	36
Figura 4. Curva de crecimiento semanal, para tres cortes en el morfotipo 1.	39
Figura 5. Curva de crecimiento semanal, para tres cortes en el morfotipo 2.	39
Figura 6. Comparación de medias para el incremento de diámetro de corona basal, bajo coberturas.	42
Figura 7. Incremento de numero de macollos, bajo tres tratamientos de coberturas.....	45
Figura 8. Rendimiento de materia verde (MV), para dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i> , para tres cortes, bajo tres tipos de coberturas.....	50
Figura 9. Rendimientos de materia seca, para dos morfotipos de <i>Nassella sp.</i> , en tres cortes y bajo tres tipos de coberturas.....	54
Figura 10. Rendimiento total acumulado de materia verde (Kg/ha), para dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i>	57
Figura 11. Rendimiento acumulado de materia verde (Tn/ha), bajo coberturas de film polietileno y orgánico.....	58
Figura 12. Rendimiento acumulado de materia seca (Kg/ha), para dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i> , bajo diferentes tipos de coberturas.	59
Figura 13. Rendimiento total de materia seca (Tn/ha), bajo coberturas de film de polietileno y orgánico.	60
Figura 14. Porcentaje de severidad a causa de las heladas, al momento de presentarse las temperaturas más bajas, durante el periodo de evaluación.....	63
Figura 15. Representación gráfica de retención de humedad del suelo, bajo tipos de coberturas.	66

Figura 16. Variación de la temperatura del suelo, al medio día a tres niveles de profundidades, bajo tres tratamientos de cobertura.	70
Figura 17. Tendencia de la temperatura del suelo registrado al medio día, para 19 semanas de evaluación.	71
Figura 18. Variación de la temperatura del suelo, registradas a la 5:00 pm a tres niveles de profundidad.	73
Figura 19. Tendencia de la temperatura del suelo, registrado a las 5:00 pm, bajo tres tipos de coberturas.	74
Figura 20. Variación de la temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am, a tres niveles de profundidades, bajo tres tipos de coberturas.	76
Figura 21. Tendencia de la temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am, bajo cuatro tratamientos.	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones del área de trabajo.....	26
Tabla 2. Cuadrados medios para altura de planta acumulada (cm) para tres cortes.	34
Tabla 3. Comparación de medias para altura de planta para tres cortes a una probabilidad de 95% ($\alpha=0,05$).	35
Tabla 4. Cuadrados medios para el incremento acumulado de diámetro de corona basal en dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i>	40
Tabla 5. Comparación de medias para el incremento de diámetro de corona basal, bajo diferentes tipos de cobertura a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).....	41
Tabla 6. Cuadrados medios para número de macollo acumulado por planta, al 1er, 2do y 3er corte.	43
Tabla 7. Comparación de medias para incremento de número de macollos en tres evaluaciones a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).....	44
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable relación hoja/tallo.	46
Tabla 9. Cuadrados medios para rendimiento de fitomasa forrajera en (Kg/ha de MV), para tres cortes.....	48
Tabla 10. Comparación de medias para el rendimiento de materia verde (kg/ha), a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$) para tres cortes.....	49
Tabla 11. Cuadrados medios para rendimiento de materia seca, para dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i> , en tres cortes.	52
Tabla 12. Comparación de medias, para Duncan al 95% de certeza, para el rendimiento de materia seca en tres cortes.	53
Tabla 13. Análisis de varianza para el rendimiento total del pasto <i>Nassella sp.</i> , bajo diferentes tipos de coberturas.	55
Tabla 14. Comparación de medias según Duncan a 95% ($\alpha= 0,05$), para rendimiento total en MV y MS.....	56
Tabla 15. Se presenta el ANVA, para % de severidad a heladas.	61

Tabla 16. Comparación de medias para porcentaje de severidad a heladas al 95% de probabilidad, bajo tres tipos de coberturas.	62
Tabla 17. Análisis de varianza para humedad del suelo bajo diferentes tipos de acolchados.	64
Tabla 19. Análisis de varianza, para densidad aparente del suelo bajo tratamientos de coberturas.	67
Tabla 20. Densidad aparente del suelo.....	68
Tabla 21. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas al medio día, en tres niveles de profundidad.	69
Tabla 22. Comparación de medias para temperaturas del suelo, registrados al medio día a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).	70
Tabla 23. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas a las 5:00 pm.	72
Tabla 24. Comparación de medias para temperatura del suelo registrado a las 5:00 pm (95% de confiabilidad)	72
Tabla 25. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am.	75
Tabla 26. Costos de producción para tres tipos de acolchados expuestos en el estudio	78
Tabla 27. Comparación de relación beneficio/costo, para tres tratamientos de acolchado. .	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de altura de planta en promedios durante 14 semanas para el primer corte de invierno.....	91
Anexo 2. Valores de altura de planta para segundo corte	91
Anexo 3. Valores para número de macollos por planta	92
Anexo 4. Valores registrados para rendimientos en materia seca en el 1er, 2do y 3er corte en dos morfotipos de pasto <i>Nassella sp.</i>	93
Anexo 5. Valores de temperaturas en el suelo, bajo tres tratamiento a tres profundidades..	93
Anexo 6. Fotografías de actividades realizadas para la investigación utilizando coberturas orgánicas y polietileno en <i>Nassella sp.</i>	95

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Quipaquipani, perteneciente a la fundación PROINPA, ubicada en la Provincia Ingavi del departamento La Paz, con el objetivo de evaluar el Comportamiento de dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo coberturas de polietileno de color negro, blanco leche y acolchado orgánico (broza de quinua y paja), en donde el ensayo fue evaluado desde el mes de Julio de 2018 a Marzo de 2019, bajo un diseño bloques completamente al azar en parcelas divididas, con dos factores; Factor A= Morfotipo 1 y 2, Factor B= Tres tipos de coberturas, con tres repeticiones.

De acuerdo a los objetivos específicos planteados en el estudio, se evaluó las siguientes variables de respuesta: Altura de planta, diámetro de corona basal, número de macollos, rendimiento de materia seca y verde, relación hoja/tallo, porcentaje de severidad por heladas, temperaturas, humedad en el suelo y determinar beneficio costo.

En cuanto a los resultados se concluye; para el incremento de altura de planta, número de macollos, diámetro de corona basal y rendimientos, bajo el acolchado de polietileno de color negro se ha registrado los resultados más sobresalientes con respecto a los demás tratamientos.

Por otro lado, se obtuvo mayores rendimientos en materia seca, bajo la cobertura negra de polietileno esto en ambos morfotipos de 2,9 tn/ha para el M1 y 4,3 tn/ha en el M2; seguidos por la cobertura orgánica con 1,9 tn/ha en M1 y 3,5 tn/ha para el M2; con resultados similares la cobertura blanca registro 1,8 tn/ha en el M1 y 3,5 tn/ha para el M2, con respecto al testigo se obtuvo los rendimientos totales más bajos 1,6 tn/ha M1 y 2,9 tn/ha en el M2 frente a los demás tratamientos.

ABSTRACT

The present research was conducted at the Experimental Center of Quipaquipani, belonging to the foundation PROINPA Ingavi located in the Province of La Paz department, in order to evaluate the performance of two morphotypes of grass *Nassella sp.*, under polyethylene cover black, white milk and organic mulch (straw chaff and quinoa), where the trial was assessed from the month of July 2010 to March 2011, under a randomized complete block design in a split plot, with two factors: Factor A= Morphotype 1 y 2, Factor B= covers, with three replications.

According to the specific objectives in the study, we assessed the following outcomes: Plant height, basal crown diameter, number of tillers, dry matter yield and green leaf / stem ratio, percentage of severe frost, soil moisture temperatures.

As the results it was concluded, for increased plant height, number of tillers, basal crown diameter and yields under the padding black colored polyethylene was registered outstanding results with respect to the other treatments.

In addition, we obtained higher yields in dry matter under black polyethylene cover this in two morphotypes of 2.9 t / ha for M1 and 4.3 tons / ha in M2, followed by mulching with 1, 9 tons / ha in M1 and 3.5 tons / ha for M2, with similar results white cover record 1.8 tonnes / ha in M1 and 3.5 tons / ha for M2, with respect to the control is scored lower overall yields 1.6 tons / ha M1 and 2.9 t / ha in M2 compared with other treatments.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El altiplano boliviano es una de las zonas más extensa geográficamente, donde se han desarrollado diferentes comunidades vegetales, en respuesta a las condiciones edafológicas específicas de cada zona, formando asociaciones vegetales o tipos de praderas la cual engloba el 98% de forraje nativo consumido por el ganado, el restante 2% son especies cultivadas por agricultores como cebada, avena, alfalfa, etc. (Prieto y Alzérrega, 1998).

Una de las fuentes principales de forraje en los campos de pastoreo del Altiplano son las gramíneas, constituyéndose parte de la alimentación de la ganadería al pastoreo, ya sea a nivel de valles interandinos o zonas alto andinas, considerándose como la fuente de alimento más barata que existe para la producción de animales (Bernal, 2005).

La *Nassella sp.*, corresponde a un pasto nativo o naturalizado, con una población de distribución limitada a áreas circundantes a la ciudad de Viacha, que presenta interesantes características de rusticidad ya que observaciones realizadas en el Centro Experimental de Quipaquipani dependiente de la fundación PROINPA indican que es una especie altamente palatable principalmente para ganado camélido y ovino (Bonifacio, 2010¹ citado por Paredes, 2012)

En la región altiplánica de Bolivia, la producción agropecuaria se encuentra influenciada por las características climatológicas, edáficas y geográficas de este tipo de paisaje. La fuerte incidencia de heladas, granizo y las bajas precipitaciones

¹Bonifacio, A. 2010. Características relevantes de la *Nassella sp.* (Entrevista), La Paz - Bolivia, Fundación para la promoción e investigación de productos andinos (PROINPA).

pluviales al igual que las marcadas sequías en invierno y primavera, no permiten desarrollar una alternativa productiva, agropecuaria sostenible y rentable (Rocabado y Villa, 2008).

Los fenómenos climatológicos adversos que vienen incrementándose significativamente estos últimos años, ha afectado negativamente en la producción y calidad nutritiva del forraje. Por ende, la baja disponibilidad de forraje de calidad para el ganado reduce el potencial productivo de la población de los pequeños agricultores dedicados a la ganadería; presentándose en ocasiones la pérdida de ganado por falta de alimento (Alcázar, 1997).

1.2 Justificación del Trabajo Dirigido

La escasez de forraje verde, especialmente durante la época seca (invierno), genera un problema en los productores, puesto que influye sobre la producción pecuaria y por ende sobre la situación económica de sus pobladores, que muchas veces se ven obligados a vender su ganado o sacrificarlo por la falta de forraje, principalmente forraje verde en el altiplano central de Bolivia.

Por otra parte, la aplicación de coberturas o mullching en diferentes especies forrajeras no es una práctica habitual en el Altiplano Central, sin embargo, ante el déficit de forraje en la época seca (invierno - primavera), las coberturas podrían ayudar a aprovechar de mejor manera el potencial forrajero en dicha zona.

Es por esta razón, que se realizó el presente trabajo de investigación como una alternativa de solución, a la falta de forraje verde en los meses más críticos del año, motivo por el cual se estudió el comportamiento de dos morfotipos de pasto *Nassella* sp., con tres tipos de coberturas de polietileno negro, blanco y cobertura orgánico.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento de dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, con tres tipos de coberturas en el Centro Experimental de Quipaquipani, Viacha, Departamento de La Paz.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la tolerancia a heladas de dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, en tres tipos de coberturas.
- ✓ Evaluar la velocidad de crecimiento en la época de invierno, altura de la planta, diámetro de corona y número de macollos, en morfotipos del pasto *Nassella sp.*
- ✓ Analizar los rendimientos de fitomasa aérea en los morfotipos de *Nassella sp.*
- ✓ Evaluar el análisis de beneficio costo.

1.4 Metas

Con el presente estudio en cuanto al comportamiento dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo tres diferentes coberturas orgánicas e inorgánicas, se quiere mostrar los siguientes resultados; tolerancia del pasto a condiciones extremas principalmente en presencia de heladas, velocidad de crecimiento en época de invierno, rendimiento de fitomasa aérea en ambos morfotipos y análisis de beneficio costo.

Esto con la finalidad de dar una alternativa de solución a la escasez de forraje verde de calidad para los productores de ganado camélido, bovino y otros, principalmente en épocas secas donde se tiene condiciones climáticas adversos en sector de Altiplano Centro del departamento de La Paz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Normativo

El presente trabajo toma en cuenta las diferentes Leyes establecidas en el país con respecto a las praderas nativas.

2.1.2 Ley N° 071 Derechos de la Madre Tierra

Capitulo II, Artículo 4.- Madre tierra, definición y carácter:

Sistemas de vida; Son comunidades complejas y dinámicas de plantas, animales, micro organismos y otros seres y su entorno, donde interactúan comunidades humanas y al resto de la naturaleza como una unidad funcional, bajo la influencia de factores climáticos, fisiográficos y geológicos, así como de las prácticas productivas, y la diversidad cultural de las bolivianas y bolivianos, y las cosmovisiones de las naciones y pueblos indígenas originarios campesinos.

2.1.3 Ley N° 3358 para Oruro (21 de febrero de 2006) Praderas Nativas

Artículo 3°. - (Objetivos) La presente Ley tiene como objetivos:

Recuperar y conservar las Praderas Nativas del Altiplano Central, aplicando sistemas mixtos de suelo y agua, los cuales deben ser perfeccionados con prácticas mecánicas, biológicas y biomecánicas, con el apoyo del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, a través de la Dirección Nacional de Riego y Suelos.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Importancia de las especies forrajeras

Meneses y Barrientos (2003), señalan que gran parte de las especies forrajeras en el altiplano son de vital importancia, en la explotación ganadera, más aún si nos referimos

al manejo de especies cultivadas, debido a que la producción pecuaria está relacionada con el autoabastecimiento de los insumos alimenticios para el ganado.

El forraje es la parte vegetativa de la planta que constituyen parte esencial en la alimentación del ganado bovino, ovino, camélido y otras especies de importancia, siendo las especies forrajeras nativas como cultivada las que proporcionan alimento de alto valor nutritivo (Meneses y Barrientos, 2003).

2.2 Factores limitantes en la producción de forraje altiplánico

Con respecto a los factores que limitan la producción forrajera Grupo Latino (2006), indica que el medio ambiente donde se desarrollan los pastos forrajeros, llegan a ser afectados por las altas precipitaciones pluviales, acidez de los suelos, heladas, altas radiaciones solares, etc., por ello, gran parte de las especies forrajeras llegan a adaptarse a ciertas regiones.

Por su parte Juscafresa (1980) citado por Paye (2006), menciona que la variabilidad del factor climático cálido o frío, húmedo o seco, influye en el desarrollo de las plantas, obteniéndose rendimientos más o menos satisfactorios.

De acuerdo a Meneses y Barrientos (2003), el bajo contenido de materia orgánica, el escaso contenido de nutrientes como fósforo, nitrógeno, al igual que el desgaste de suelos por la erosión natural y la evaporación de agua del suelo ocasionan que los forrajes no puedan desarrollarse satisfactoriamente.

2.3 Valor nutritivo de las pasturas

El valor nutritivo de las plantas es el factor que determina la calidad del forraje y como consecuencia la eficiencia de su utilización en la digestión ruminal. La calidad del forraje puede ser valorada por la evaluación de la digestibilidad, del consumo y la

energía metabolizable. Estos factores son determinados por el estado fenológico y nivel de endófito de las plantas (Bernal, 2005).

Para los autores Lee *et al.*, (2017), “Los pastos y forrajes son la principal fuente de alimentación de los rumiantes y constituyen la mayor parte de la dieta porque son más baratos, tienen una alta capacidad de producción y son fáciles de cultivar”.

“El valor nutritivo de las gramíneas forrajeras ha sido extensamente estudiado a lo largo de los años en términos de atributos tales como el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y la digestibilidad a nivel de canopeo en su conjunto” (e.g. Insúa *et al.*, 2017; Scheneiter *et al.*, 2016; Raeside *et al.*, 2012 citado por Lavarello, 2019).

2.4 Características generales de la *Nassella* sp.

2.4.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Rojas (1994), la Taxonomía de la *Nassella* sp., es la siguiente:

Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Stipoideae</i>
Tribu:	<i>Stipae</i>
Género:	<i>Nassella</i>

2.4.2 Descripción botánica del género *Nassella*

Rojas (1994), señala que las plantas género del *Nassella* presentan “Vainas cerradas que rodean al macollo con aurículas pequeñas. El limbo de la hoja es plana y glabra de color verde intenso con nervaduras paralelas, tallos florales huecos, lema ovoide, con corona desarrollada hasta rudimentaria callosa. Espiguillas unifloras, pedicelos escabrosos; flores generalmente cleistógamas, las primeras con un solo estambre

fértil, menor a 1,0 mm de largo, más 2 estambres rudimentarios. El sistema radicular es más profundo que el de Ryegrass y Festuca; presentando un sistema radicular fibroso que llega a alcanzar hasta 1 a 2.0 m de profundidad. Formando gran número de raíces rugosas y fuertes”.

Por otra parte, Antón *et al.*, (1998), caracterizaron el género *Nassella* como “Planta cespitosa o amacollada con 50-80 cm de altura de planta. Laminas lineares planas de 7-35 cm de largo por 1,2-6 mm de ancho. Panicula oblonga de 10-15 cm de largo, con ramas adbersas verticuladas. Glumas subiguales, oblongo de 3,2-3,8 mm de largo, acuminadas. Antecio oblongo de 2-2,5 mm de largo, papiloso y con pelos escasos y cortos sobre los nervios; corona rudimentaria; arista geniculada de 10-15 mm de largo, columna espiralada, escabroso callo obtuso, piloso”.

2.5 Características principales de la *Nassella sp.*

Es importante mencionar que la *Nassella sp.* es una especie tolerante a la sequía, ya que presenta gran persistencia durante la época seca en el altiplano central, pues esta especie presenta modificaciones morfológicas características de plantas adaptadas a climas áridos, pues la *Nassella sp.* posee raíces profundas, además que se ha identificado el enrollamiento de sus hojas (hojas involutas) durante la época seca del altiplano central de Bolivia, reduciendo así la pérdida de agua por transpiración e induciendo su persistencia (Bonifacio, 2010² citado por Paredes, 2012).

El mismo autor, menciona que *Nassella sp.* es una especie resistente a las heladas, ya que evaluaciones previas en las áreas de reproducción han demostrado que la especie puede soportar heladas de hasta 10 °C, cuya severidad es bastante baja debido al daño por heladas.

² Bonifacio, A. 2010. Características principales de la *Nassella sp.* (Entrevista), La Paz - Bolivia, Fundación para la promoción e investigación de productos andinos (PROINPA).

2.6 Agricultura protegida

Según SAGARPA (2017), es aquella que se realizan a través de métodos de producción que ayudan a controlar en cierta medida de diversos factores del entorno, lo que permite minimizar las limitaciones a los cultivos provocadas por las malas condiciones climáticas.

Para Anda (2017), la agricultura protegida es un sistema de producción con diferentes objetivos, como proteger los cultivos minimizando las limitaciones y los impactos causados por eventos climáticos. Una ventaja es la capacidad de desarrollar plantas agrícolas fuera de su ciclo natural en un tiempo más corto.

2.7 Coberturas o mullchig

El mulch es una práctica que se trata de cubrir la superficie del suelo con diferentes materiales ya sean de plásticos u orgánicos con el motivo de prevenir pérdidas de humedad, reducir la presencia de malas hierbas, mantener una temperatura del suelo constante y promover la productividad del suelo (Frutos *et al.*, 2016 citado por Armijos, 2022).

De acuerdo con Zribi *et al.*, (2011), el acolchado es una alternativa a los métodos tradicionales de control de malezas, ya que no causa contaminación ambiental, es decir al suelos o aguas subterráneas, provocado por productos fitosanitarios, y no provoca problemas de erosión.

La distribución de la humedad en la capa arable del suelo cubierto es más uniforme, a diferencia de un suelo desnudo es por ese motivo que al tener al suelo cubierto se aumenta el desarrollo de las raíces en la capa arable el cual proporcionan una cantidad rica en nutrientes y también la abundancia de microorganismos benéficos (Rodríguez, 2007 citado por Armijos, 2022).

2.7.1 Espesor de la capa de mulching

El espesor del mulch deberá ser suficiente para asegurar que las semillas de malas hierbas que caen en el terreno no puedan llegar al sustrato y echar raíces y en el caso de que las semillas ya se encuentren en el sustrato no puedan germinar, para tener el espesor ideal se deberá realizar de forma uniforme y 4 a 5 centímetros como mínimo (Muñoz, 2020 citado por Armijos, 2022).

Según Novaric (2015), El espesor de la película de acolchado del film varía ampliamente de 12 μm a 100 μm y su uso está relacionado con el tipo de cultivo, por ejemplo, el uso de película de 25-50 μm para cultivo de melón o el uso de película de 50-60 μm para fresas. El espesor de la película utilizada depende del tiempo de cultivo y del trabajo de campo realizado, ya que el espesor determina la durabilidad del acolchado.

El tiempo de aplicación de la cobertura deberá ser antes de la época de lluvias ya que esto mejora la infiltración del agua, minimiza la erosión y reduce la evaporación en tiempo de sequía, para las hortalizas es recomendable poner el mulch después de la germinación y después que las plantas se hayan establecido bien, por el motivo que algunos materiales intervienen negativamente en este proceso (Alvear, 2004 citado por Armijos, 2022).

2.8 Tipos de coberturas o mulch

Como lo hace notar Maita (2018), las coberturas o mulch cubren la capa del campo de suelo fértil con diferentes materiales como hojas, pasto, ramas, residuos de cultivos, paja, etc.; el mulch aumenta la actividad de los organismos del suelo, por lo tanto, el contenido de materia orgánica en el suelo aumenta, lo que ayuda a crear un buen suelo, por lo que sus partículas no se erosionan fácilmente, por lo tanto, el mulch o cobertura es un método de control de la erosión.

2.8.1 Coberturas o mulch orgánicas

El mulch orgánico funciona como un bioherbicida, ya que al descomponerse algunos materiales provenientes de residuos vegetales pueden producir aleloquímicos y/o bacterias que afectan a la germinación y crecimiento de malas hierbas (Radhakrishnan *et al.*, 2018).

El mulch orgánico incluye astillas o virutas de madera, hojas, corteza de árboles, cáscaras de cacao, mulch mixto y una gran variedad de otros productos generalmente derivados de plantas. El mulch orgánico se descompone a diferentes ritmos dependiendo del material. Los que se descomponen más rápido se tienen que reabastecer con más frecuencia debido a que el proceso de descomposición mejora la calidad del suelo y su fertilidad, como muchos profesionales consideran benéfica esta característica, a pesar de que aumenta la necesidad de mantenimiento (Ulcuango, 2013).

Para Zribi (2013), una cobertura o mulch, provienen de residuos de cultivos que quedan en el campo después de la cosecha, o de muchos otros productos que generalmente se derivan de residuos de plantas o residuos de tejidos naturales. Estos materiales se utilizan cada vez menos en la agricultura industrial porque tienen poca influencia para generar cosechas precoces y más productivas, sin embargo, siguen siendo bastante populares en agricultura ecológica (Caravaca, 2015, citado por Navarro, 2019).

2.8.2 Coberturas o mulch inorgánicas

Consiste principalmente en el uso de materiales de plástico, este tipo de mulching es cada vez más difundido en agricultura tradicional, los más usados son el polietileno de bajo espesor que se pueden presentar en forma de láminas transparentes, negras y blancas y se está empezando introducir plásticos biodegradables (Caravaca, 2015 citado por Navarro, 2019).

Para Ulcuango (2013), los mulch inorgánicos corresponden a diversas rocas volcánicas, materiales geotextiles, goma pulverizada, entre otros. Este tipo de coberturas no se descompone rápidamente, por lo que no es necesario reponerlo con frecuencia. Por otro lado, no mejoran la estructura, no contienen MO ni drenan el suelo, por lo que muchos jardineros y silvicultores prefieren el mulch orgánica

De acuerdo con Ulcuango (2013); León (2016), el mantillo inorgánico se utiliza principalmente para lograr una humedad uniforme en los cultivos, lo que mejora el rendimiento y la composición del suelo. El plástico es el material más común en esta práctica porque no se degrada, por lo que es más duradero, pero no aporta nutrientes al suelo. Además, se utilizan materiales como piedras, arena, geotextiles y otros compuestos de origen inorgánico.

2.9 Beneficios del Mulch

Esta técnica ha sido mayormente utilizada por aportar las siguientes ventajas a los cultivos: conserva la humedad ya que reduce la evapotranspiración, mejora la estructura del suelo, añade nutrientes al suelo, reduce la compactación y tiene la capacidad de modificar el microhábitat del suelo (Petrikovszki *et al.* 2020 y León 2016).

Ulcuango (2013), menciona que el acolchamiento de suelos es una técnica que ya se usa en algunos países que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, plástico, etc., cubriendo el suelo con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos y mejorar rendimientos de los cultivos. Esto se debe porque, aumenta el número de lombrices de tierra, aumenta la cantidad de materia orgánica que protege la superficie, aumentando la infiltración de agua haciendo lenta y constante, impidiendo que por las fuertes lluvias se formen pequeños charcos y que estas formen costras disminuyendo la escorrentía, llevando a la erosión del suelo por viento y agua (Rajasekar *at al.*, 2019).

Mejora la temperatura del suelo ya que equilibra las fluctuaciones de temperatura, pues las áreas cubiertas de mulch se calientan y se enfrían gradualmente, en comparación con un suelo desnudo donde la fluctuación de temperatura es alta (Petrikovszki et al., 2020 y Petrikovszki, 2018 citado por Ulcuango, 2013).

El mulch previene los cambios extremos de temperatura en diferentes estaciones en el invierno o temporadas frías, la capa de acolchado crea un ambiente favorable en el suelo lo que permite el desarrollo de las raíces (Rajasekar *et al.*, 2019).

Otra ventaja que ofrece el mulch es que puede ser utilizado por la cualidad de reducir el ataque de plagas de insectos ya que es un obstáculo entre la planta y el suelo. Entre todas estas ventajas que ofrece el mulch en los cultivos, la de nuestro interés es la capacidad que tiene el mulch para el control de arvenses. La aplicación del mulch es viable para agricultores ya que reduce costos de mano de obra en deshierbe mecánico; reduce el uso de insumos, lo que evita la pérdida de microorganismos, reduce la erosión del suelo; y es mejor para la salud humana. Adicionalmente el mulch de origen vegetal libera lentamente nitrógeno que es un importante nutrimento (Frutos, *et al.*, 2015).

2.10 Desventajas del Mulch

El uso de acolchados también puede tener desventajas como son los riesgos medioambientales originados por algunos acolchados de material plástico no biodegradable cuales residuos pueden contaminar los campos donde se instalaron (Lamont, 1993; Briassoulis, 2006 citado por Zribi *et al.*, 2011).

Las dificultades del uso del mantillo, ya sea orgánico o inorgánico, es el costo y la disponibilidad para algunos agricultores. Como se conoce, el mulch orgánico incluye astillas o virutas de madera, hojas de pino, corteza de árboles, cáscaras de cacao, restos vegetales, hojas y una gran variedad de productos de origen natural (Ulcuango, 2013).

Otra desventaja a tomar en cuenta es que cuando se aplica mulch las condiciones del suelo y del ambiente cambian, por lo cual, si el material no está bien preparado puede descomponerse pronto y tengan que ser reemplazados con frecuencia o puede ser fuente de contaminación pues puede llevar semillas de materiales residuales vegetales que causen más problemas (Abouzienna y Haggag, 2016).

La recogida de estos residuos y su reciclaje es complicada ya que se encuentran mezclados con el suelo, lo cual dificulta su separación (González *et al.*, 2003). Otros inconvenientes son la posible proliferación de roedores (Zaragoza, 2003 citado por Zribi *et al.*, 2011).

2.11 Efectos del mulch en el suelo

Debido a que se derivan de materiales vegetales, se produce la descomposición, lo que tiene una serie de efectos positivos tanto en el suelo como en las plantas.

2.11.1 Efectos físicos

Cuando se mezcla el mulch con la capa superior del suelo, el material mantiene más húmedo el suelo y por lo general aumenta el crecimiento de las raíces. Reduce significativamente la evapotranspiración, haciéndose menos frecuente los riegos. El mulching mejora y estabiliza la estructura del suelo, actúa como un amortiguador, reduciendo la compactación del suelo favoreciendo la retención de la humedad (González, F. *et al.* 2002).

2.11.2 Efectos químicos

El mulching en los climas tropicales se descompone en dos o tres meses, liberando pequeñas cantidades de nutrientes que pueden ser utilizadas por las plantas. En climas templados la descomposición demora de 3 a 5 meses. Puede producirse una

deficiencia de nitrógeno en las plantas que tienen mulch, debido a que los microorganismos que están descomponiendo el material orgánico toman cantidades apreciables de nitrógeno del suelo. Para evitar esto, debe aplicarse un abono líquido a la planta como suplemento de nitrógeno, pudiendo utilizarse biol, té de estiércol, purín, etc. (González, F. *et al.* 2002).

2.11.3. Efectos biológicos

El mulch orgánico sirve como alimento para muchos microorganismos que se encuentran en el suelo. Ayuda también a mantener una temperatura constante para garantizar la actividad de los microorganismos.

En ocasiones, con el mulch pueden introducirse al suelo organismos no deseados, como hongos, bacterias y nemátodos. Al revolver el mulch se puede eliminar el moho y la ovipostura de las plagas. Por otra parte, si bien puede usarse el mulch inmediatamente después de la siembra (pues ayuda a reducir la erosión de las camas, ocasionado por lluvias fuertes, hasta que las plantas produzcan suficiente cobertura viva sobre el suelo), es importante que durante la época lluviosa se retire el mulch de las plantas para evitar el ataque de enfermedades y plagas (Infante y San Martín, 2016).

2.12 Efectos del acolchado sobre la temperatura del suelo

La temperatura del suelo es influenciada por las características (como el color, composición, permeabilidad, etc.) de las coberturas naturales y, especialmente, por residuos orgánicos u otros tipos de coberturas protectoras, aplicadas en la superficie del suelo (Salton y Mielniczuk, 1995; Alvarado y Castillo, 1999; Zribi *et al.*, 2011 citado por Henríquez, 2014).

González *et al.* (2003) afirman que los acolchados modifican la energía que llega al suelo, el intercambio de calor, el balance de energía y el régimen térmico. Por ejemplo, el uso de acolchados que reflejan la luz tiene un efecto amortiguador de la temperatura

del suelo en los primeros centímetros de la superficie (Coventry *et al.*, 2005). Un efecto similar se obtiene al utilizar ciertos acolchados que no reflejan la luz, como los acolchados de paja (Leal y Crawford, 2007 citado por Henríquez, 2014).

Otro aspecto relevante es que los cambios en la temperatura y la humedad del suelo afectan la actividad microbiana y biótica, lo cual modifica las tasas de descomposición de la materia orgánica. Por ejemplo, temperaturas más altas incrementan la respiración y la actividad biológica en el suelo, mientras que temperaturas más bajas conllevan a un incremento en almacenamiento de Carbono Orgánico del suelo (Franzluebbers *et al.*, 2001 citado por Henríquez, 2014).

Munguia *et al.* (2004), indican que el uso de acolchados puede tener efecto en los componentes del balance de energía y en la resistencia estomática de las plantas, lo que a su vez puede causar un efecto fisiológico que afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Por ejemplo, los mismos autores señalan que el grado de influencia sobre la temperatura del suelo y el microclima de la planta (balance espectral, calidad de la luz, temperatura de la zona radical, etc.) depende de las propiedades del acolchado, como reflexión, transmisión y absorción.

2.12 Coberturas orgánicas e inorgánicas utilizados en la investigación.

2.12.1 Paja

La paja es un material ideal para proteger el suelo permitiendo mayor movimiento del aire en el subsuelo – ambiente, además el material se descompone de forma lenta y el poco contenido de nitrógeno de la paja hace que sea adecuado para mejorar tierras arcillosas y otros suelos pesados (Cánovas *et al.* 2001).

Para Muñoz (2020), la paja y el heno mejoran significativamente la aireación y la humedad del suelo, a largo plazo proporcionan suficiente humus, pero cuando se usa

este material de cobertura, se recomienda agregar abono orgánico al suelo, ya que se descompone lentamente y el material no es rico en nitrógeno

Por su lado Uvarova (2019) citado por Armijos (2022), confirma lo señalando anteriormente, afirmando que la paja es un material que retiene bien el calor en climas fríos, a diferencia de los climas cálidos, que liberan la humedad lentamente, porque la paja de heno permite que el suelo respire y no se sobrecaliente, pero una desventaja de esta cubierta es que la paja elimina el nitrógeno del suelo, reduce la fertilidad del área cubierta, y otra desventaja es que son un buen escondite para los ratones.

2.12.2 Restos vegetales (Broza de quinua)

Según Segura (2015), la cobertura de broza es un tallo seco, cilíndrico, sin fibras, esponjoso y hueco, la característica esponjosa ayuda a retener la humedad y cubre parte de la planta para protegerla del cambio climático, pero debido a que es liviana, no retiene mucho el calor.

Gonzalo (2009) citado por Zribi (2011), concluye que los residuos vegetales provienen a partir del resto sobrante después de la cosecha de cualquier cultivar, usándolo como cubierta de suelo reduce la evaporación del agua, a causa de radiación absorbida y reduce al mínimo el flujo de aire en la superficie del suelo.

2.12.3 Film color blanco

López y Losada (2006), concluyen que el film de color blanco tiene poco efecto en la temperatura del suelo a diferencia de los films de colores oscuros, al provocar la difusión de la luz solar provoca que en las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis, permitiendo de esta manera que la maleza que se encuentra por debajo de la cobertura tienda a desarrollarse.

Por su lado Berardocco (2004), indica que el polietileno de color blanco tiende a calentarse menos que el polietileno negro, porque su coloración blanca refleja parte de la radiación solar, disminuyendo así la acumulación de la temperatura en el suelo; aumentando la fotosíntesis en las plantas.

2.12.4 Film de color negro

Según Ortiz (2004), el film de color negro es eficaz en el control de malezas, al impedir la entrada de luz a la superficie del suelo se logra prevenir el desarrollo de la mayoría de las malezas anuales y perennes, en muchos casos agresivos de raíces vigorosas, en algunos casos pueden ser capaces de continuar su desarrollo.

De acuerdo con Martínez (2005), el acolchado negro proporciona un buen control de malezas. En comparación con el acolchado claro, que requiere el uso de herbicidas; debido a la transmisión de luz visible necesaria para la fotosíntesis de las malas hierbas. El uso de acolchado negro en la parte inferior controla las malas hierbas y reflectivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis de la planta. Esto a su vez aumenta la temperatura del suelo.

2.12.6 Efectos de cobertura orgánica e inorgánica, en el suelo

Estudios realizados por Zribi *et al.* (2011), concluyen que el acolchado favorece a la conservación de la humedad, disminuyendo la escorrentía superficial y la erosión del suelo, aumentando la permeabilidad y la capacidad de retención de agua en la estructura del suelo hasta (0 – 10 cm).

De forma similar los residuos vegetales provenientes de cosechas, tendidos en el suelo reducen la pérdida de la humedad, al disminuir la cantidad de energía radiante absorbida y el flujo de aire en la superficie del suelo. Por otro lado, el efecto beneficioso del acolchado en la estructura del suelo es consecuencia principalmente de una amortiguación de las gotas de lluvia, granizo y mejorando la tasa de infiltración de agua

en el suelo. Además, el aumento de la temperatura y de la humedad en el suelo favorece la mineralización de la materia orgánica, generando una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas como el nitrógeno y aun aumentando el contenido de materia orgánica por la descomposición de la misma (Turney y Menge, 1994 citado por Zribi *et al.* 2011).

Para Quezada *et al.* (2004), uno de los efectos de las coberturas sobre la superficie del suelo, es la radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados, esto determina en gran medida la acumulación o pérdida de temperaturas en el suelo; el efecto positivo y negativo que ejerce sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas.

Por su parte, Salas (2008), indica que los acolchados ayudan a la conservar la humedad y temperatura del suelo, permitiendo de esta manera; que se favorezca a la nitrificación y mayor absorción de los nutrientes presentes en la capa arable. Adicionalmente, al estar protegido el suelo, se evita la erosión y endurecimiento de la estructura, obteniéndose un mejor desarrollo de las raíces de las plantas cultivadas bajo acolchados.

Utilizando los acolchados en el cubrimiento del suelo, genera un efecto en el mismo, en mayores y mejores condiciones para el desarrollo de los cultivares, cosechándose cultivares en menor tiempo (precoces) y incrementando considerablemente en los rendimientos (Martínez *et al.* 2005).

Los mismos autores mencionan, al generar condiciones óptimas aplicando acolchados en el suelo, las raíces tienen mayor cantidad de oxígeno disponible y la actividad microbiana se incrementa, reduciendo el ahogamiento de la planta a causa de las inundaciones (Martínez *et al.* 2005).

III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y Ubicación

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigación Quipaquipani perteneciente a la Fundación PROINPA, ubicado en la comunidad de Quipaquipani a 36 Km de la ciudad de La Paz, provincia Ingavi del departamento de La Paz, situada al sudoeste de la ciudad de Viacha. Entre los paralelos $16^{\circ} 42' 05''$ latitud Sud y $68^{\circ} 15' 54''$ de latitud Oeste, a una altitud de 3870 msnm.

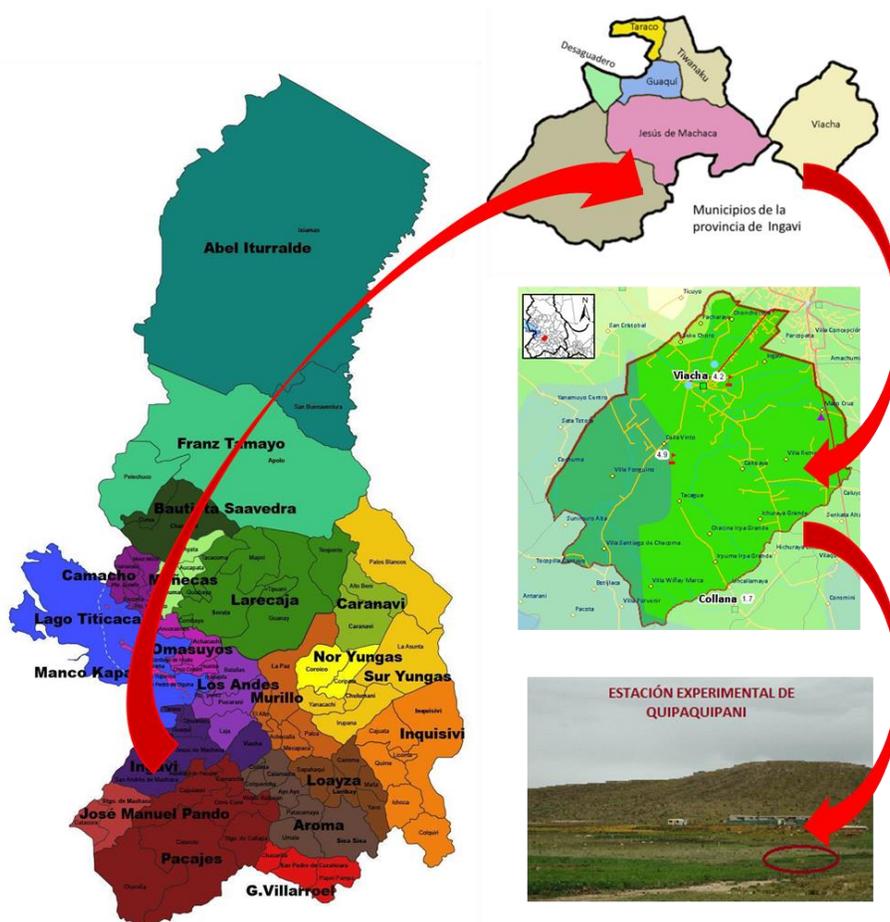


Figura 1. Vista panorámica de la estación experimental de Quipaquipani y la parcela experimental.

Fuente: Elaboración propia, en función a información sistematizada.

3.1.2 Características climáticas del lugar

La estación experimental de Quipaquipani, presenta una precipitación pluvial media anual de 625 mm, donde más de 80% de la precipitación corresponde a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. La temperatura promedio anual oscila entre 8 a 10 °C en verano, las temperaturas mínimas alcanzan hasta 4 a 5,5 °C en épocas de invierno, con una humedad relativa promedio de 50%. Los meses con mayor incidencia de heladas durante el año son: Febrero, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Noviembre (Paye, 2006).

3.1.3 Fisiografía

La zona de estudio corresponde a un paisaje planicie con pendiente suave (1-3%), con lugares poco anegadizos, con drenaje moderadamente lento tanto interno y externamente. El nicho ecológico presenta planicie con montañas pronunciadas (Fernández, citado por Quispe, 2010).

3.1.4 Suelo

Según el análisis físico químico de los suelos del campo experimental del Instituto Benson, muy próximo a los predios del Centro de Investigación Quipaquipani (Laboratorios de Suelo de la Facultad de Agronomía y el Instituto Boliviano y Tecnológico CIN-VIACHA), muestran que los suelos del sector se caracterizan como medianamente profundo y con textura moderadamente gruesa, con una densidad aparente de 1,59 g/cc, presentando una porosidad de 41,23%, el pH de 7,12 moderadamente alcalino con un contenido de materia orgánica de 3,5% (Quispe, 2010).

3.1.5 Flora

La flora está representada por especies domésticas y especies silvestres. Las especies de flora silvestre son pajas como; *Stipa ichu* (sicuya), *Festuca orthophylla* (paja brava) y la *Festuca dolichophylla* (chillihwa); arbustos como *Parastrephia lepidophyllu* (t'ola); variedades de hierbas o pastos como el *Taraxacum officinales* (diente de león), *Bidens pilosa* (muni muni), *Erodium sicutarun* L.(reloj reloj), *Sonchus oleraceus* (Qhanapaqu), *Chenopodium sp.*, (ajara o quinua silvestre), *Mohlenbergia ligularis* (ch'iji), *Bromus uniloides* (cebadilla), *Hordeum muticum* (cola de ratón), *Trifolium amabile* (trébol), la *Brassica rapa* (mostaza) y otros. Los nombres comunes son denominativos utilizados por los pobladores de la región. Entre las especies forrajeras domésticas más representativas en la zona de Quipaquipani tenemos como las forrajeras (alfalfa) *Medicago sativa*, (cebada) *Hordeum vulgare* y (avena) *Avena sativa*. Es importante mencionar las especies alimenticias como los tubérculos entre las que se destacan *Solanum tuberosum* (papa), *Oxalis tuberosa* (oca) y otros. Entre los granos de consumo se tiene a la *Chenopodium quinoa* (quinua) y *Chenopodium pallidicaule* (Kañawa), así como otras especies domésticas como la *Pisum sativum* (arveja) y *Vicia faba* (haba), de acuerdo a (Fernández, citado por Quispe, 2010).

3.1.6 Fauna

Según (Fernández, citado por Quispe, 2010). La fauna está representada por especies silvestres y domésticos, como aves: wallata, liqi liqi, palomas, ivis y otros. Especies mamíferos como la liebre y zorro.

Dentro de la fauna domesticada las especies más representativa se tiene a los vacunos, porcinos, ovinos, camélidos y otras especies.

3.1.3. Materiales

3.1.3.1 Materiales del campo

- Regla metálica de 60cm
- Cinta métrica de 50 m
- Termómetro para suelo
- Cámara fotográfica digital
- Estacas
- Vernier metálico
- Tijeras
- Materiales de trabajo

3.1.3.2 Material vegetal

Como material de estudio, se utilizó dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, los cuales fueron establecidos hace un año atrás del inicio del trabajo en los predios de la estación experimental de Quipaquipani. Los morfotipos fueron identificadas y propagadas de forma masiva en la misma institución. Los cuales presentan las siguientes características:

Morfotipo 1. Planta con característica cespitosa o amacollada, de hojas pequeñas, bastante salificado (hojas) que dan una característica espinosa principalmente en épocas secas (invierno), de porte postrado, la altura de planta promedio no excede más de 16,6 cm (época de lluvias) y 8,8 cm (época seca).

Morfotipo 2. Planta con característica cespitosa o amacollada de hojas más grandes, con lámina más ancha, poco salificado, de porte erecto, la altura de planta promedio no excede más de 30,8 cm (época de lluvias) y 13,8 cm en (época seca).

3.1.3.3 Material para los tratamientos (coberturas o mulching)

- Nylon de polietileno 75 micrones de color negro
- Nylon de polietileno 75 micrones de color blanco leche
- Paja y broza de quinua del lugar (cobertura orgánica)

3.1.3.4 Material de gabinete y Laboratorio

- Computadora laptop
- Calculadoras
- Material de escritorio
- Horno a 105 °C
- Bolsas de plástico transparente
- Cilindro
- Muestra de suelo, para (humedad y Densidad aparente)
- Balanza de precisión

3.1.4 Metodología y Procedimiento de Trabajo

3.1.4.1 Procedimiento experimental en campo

3.1.4.1.1 Actividad previa

A finales del mes de junio del año 2018, se procedió al reconocimiento y delimitar el área de trabajo, para su posterior distribuir de los diferentes tratamientos, en respectivos bloques en estudio.

3.1.4.1.2 Preparación del material vegetal

Para empezar con el estudio en pasto *Nassella sp.*, previamente se tuvo que homogenizar las alturas de plantas a una altura promedio de 5 cm (ambos morfotipos); para ello, se procedió al cortado con una hoz, toda la parcela experimental.

3.1.4.1.3 Acondicionamiento de la parcela experimental

La preparación del suelo, consistió en la limpieza de toda la parcela experimental eliminando las malezas y removiendo el terreno de forma manual con una picota y azadón a una profundidad de 10 a 15 cm, con la finalidad de homogeneizar el suelo, desterronando y nivelando la parcela con rastrillo.

3.1.4.1.4 Tendido de coberturas

Una vez preparado el área experimental, se procedió a la distribución de las coberturas (tratamientos) al azar por morfotipos y bloques.

Para el tendido de las coberturas inorgánicas, se utilizó nylon de polietileno de color negro, blanco leche de 75 micrones, realizando cortes a la medida de cada unidad experimental designada por tratamiento realizando orificios grandes compatibles con el diámetro de la planta y orificios pequeños para la infiltración de agua de acuerdo a la distribución de las plantas establecidas en cada unidad experimental.

En cuanto al tendido de la cobertura orgánica, se utilizó broza de quinua y paja, materiales obtenidos de la misma estación, seguidamente la cobertura orgánica de forma uniforme se procedió al tendido de la misma en cada unidad experimental correspondiente al tratamiento.

3.1.4.2 Procedimiento experimental

3.1.4.2.1 Factores de estudio

Factor A: Morfotipos de pasto *Nassella sp.*

c 1 = Morfotipo 1

c 2 = Morfotipo 2

Factor B: Tipos de Cobertura

a 0 = Sin Cobertura (Testigo)

a 1 = Cobertura de polietileno color blanco leche (75 micrones)

a 2 = Cobertura de polietileno color negro (75 micrones)

a 3 = Cobertura orgánica (paja y broza de quinua)

3.1.4.2.2 Distribución de tratamientos

T1 (c1 a 0) = Morfotipo 1: sin cobertura

T2 (c2 a 0) = Morfotipo 2: sin cobertura

T3 (c1 a 1) = Morfotipo 1: con cobertura blanco leche

T4 (c2 a 1) = Morfotipo 2: con cobertura blanco leche

T5 (c1 a 2) = Morfotipo 1: con cobertura negro

T6 (c2 a 2) = Morfotipo 2: con cobertura negro

T7 (c1 a 3) = Morfotipo 1: con cobertura orgánico

T8 (c2 a 3) = Morfotipo 2: con cobertura orgánico

El ensayo se estableció en 3 bloques, donde los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria, dando un total de 8 unidades experimentales por cada bloque, cada tratamiento con 3 repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales.

3.1.4.2.3 Diseño estadístico

El ensayo fue establecido en el mes de junio de 2018, bajo un diseño experimental bloques al azar en parcelas divididas, con tres tratamientos (tipos de cobertura) y bajo tres repeticiones (bloques). Para el presente estudio se adaptó dicho diseño ya que es el más adecuado en cuanto a los tratamientos y disposición de la parcela establecida.

3.1.4.2.4 Características del área experimental

Tabla 1. Dimensiones del área de trabajo.

Área experimental	Dimensiones
Largo del área	20,0m
Ancho del experimento	12,5m
Área total del experimento	250,0 m ²
Largo de la unidad experimental	4,0 m
Ancho de la unidad experimental	2,5 m
Área de la unidad experimental	10 m ²
Número de unidades experimentales	24
Número de repeticiones	3

3.1.4.2.5 Croquis del área experimental

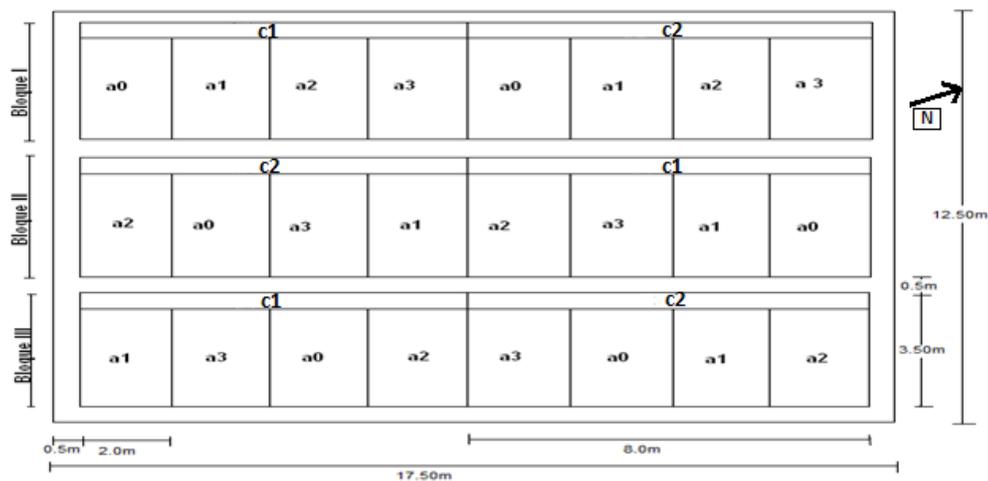


Figura 2. Distribución de la parcela en bloques, morfotipos y unidades experimentales.

3.1.4.2.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico usado es el siguiente según Padrón (1996).

Donde:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo morfotipos de *Nassella sp.* (Factor A)

ε_{ij} = Error de la parcela principal (Error de la parcela grande)

γ_k = Efecto del k-ésimo tipos de coberturas (Factor B)

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Interacción entre los factores (A x B)

ε_{ijk} = Error experimental general (Error de la parcela sub- parcela)

3.1.4.3 Variables de respuesta evaluadas en la planta

3.1.4.3.1 Altura de planta

Para registrar la altura de planta, se marcó 5 plantas al azar por unidad experimental, identificándolas mediante un marbete, dicha evaluación se realizó a intervalos de cada 7 días, usando una regla metálica de 60 cm, para homogenizar desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más alta, registrándose estos datos en cm.

3.1.4.3.2 Diámetro de corona basal

De igual manera se marcó 5 plantas al azar; las cuales fueron evaluadas con la ayuda del vernier metálico, cuidando de no dañar a la planta, en donde se evaluaron a un intervalo de cada 15 días, registrándose la sumatoria del diámetro en cm.

3.1.4.3.3 Número de macollos

Para la sumatoria de número de macollos por planta se eligió 3 plantas al azar por unidad experimental en las que se realizó el conteo de los macollos de forma directa por cada planta, el procedimiento se realizó cada 15 días.

3.1.4.3.4 Rendimiento de materia seca

Antes de realizar el corte de evaluación para el rendimiento de materia seca (MS), se determinó el momento oportuno de corte, considerando como indicador el amarillamiento de las hojas basales para el primer corte; para el segundo corte se consideró el inicio de emisión de los tallos florales y en el tercer corte también se tornaron amarillentas las hojas basales.

Para la evaluación de la materia seca, se muestrearon de 5 plantas al azar 5 plantas por cada unidad experimental. Las plantas marcadas fueron segadas con la ayuda de la hoz a una altura de 5 cm del suelo, registrándose el peso de materia verde para luego ser llevadas a la mufla a 75°C por 48 horas, hasta obtener un peso constante de la muestra; registrado los datos se obtuvo la proporción de materia seca, y por último se obtuvo los datos pesados en una balanza analítica, para obtener el rendimiento de materia seca por hectárea.

$$\% \text{ MS} = (\text{PFS} / \text{PFF}) \times 100$$

Donde:

MS= Materia seca

PFS = Peso de Forraje Seco

PFF= Peso de Forraje Fresco

3.1.4.3.5 Relación hoja/tallo

Para determinar la relación hoja/tallo, se seleccionaron al azar 5 tallos florales para cada unidad experimental; donde cabe señalar que para la variable mencionada solo se pudo realizar en el morfotipo 2 (planta erecta) debido a que el morfotipo 1 (planta inclinada) no formó luego a formar inflorescencia.

Para el registro del peso de materia verde tanto de las hojas como del tallo, se separaron los tallos florales y las hojas, colocándola en sobre manila de forma separada, luego, las muestras fueron llevadas a la mufla para su secado a 75°C durante 48 horas.

3.1.4.3.6 Tolerancia a heladas

La tolerancia se registró en porcentaje de severidad por heladas en las noches con mayor descenso de la temperatura. Las lecturas se realizaron de manera global en la parcela útil a simple vista, tomando en cuenta el porcentaje de follaje afectado por las heladas en las plantas.

3.1.4.4 Variables de respuesta en el suelo

3.1.4.4.1 Densidad aparente

La densidad aparente fue determinada mediante el método del cilindro, obteniéndose muestras por cada tratamiento, según los métodos indicados por Miranda (2004).

$$Dap = PSS/Vc$$

Donde:

$$Dap = \text{Densidad aparente (gr/cm}^3\text{)}$$

PSS = Peso del suelo seco

Vc = Volumen del cilindro.

3.1.4.4.2 Humedad del suelo

Para la variable de humedad del suelo, las muestras se obtuvieron entre 5 y 8 cm de profundidad del suelo, para luego ser puesta en bolsas de plástico y llevadas a laboratorio para su posterior pesado de “suelo húmedo”. Posteriormente, la muestra se llevó a la mufla a 105°C, hasta obtener un peso constante, para luego registrar los datos del “peso del suelo seco”, con ello llevar los datos a la siguiente fórmula para el análisis correspondiente (Miranda, 2004).

$$\%Hg = \frac{(MSH - MSS)}{MSS} \times 100$$

Donde:

%Hg = Humedad gravimétrica

MSH = Muestra de suelo húmedo

MSS = Muestra de suelo seco

3.1.4.4.3 Temperatura del suelo

Los datos de temperatura se registraron en cada tratamiento (3 coberturas + testigo) en los tres bloques experimentales, con la ayuda de un termómetro digital para suelo.

Los datos registrados consistieron en tres lecturas por día, la primera lectura se realizó al medio día (12:00 – 1:00 pm), segunda lectura por la tarde (6:00 – 7:00pm), y la tercera lectura se realizó a las primeras horas de la mañana entre (6:00 – 7:00 am). Por otro lado, mencionar que se dio lectura de la temperatura de suelo y se registró datos a tres niveles o profundidades entre (0cm, 5cm y 15cm).

3.1.4.4.4 Labores culturales

Durante el período de evaluación se tuvo que realizar un deshierbe manual con azadón, durante el cual se observaron malezas en abundancia en toda el área experimental. Las especies fueron: diente de león, muni muni, rieles, ajara o quinteto salvaje, cebadilla, cola de rata, trébol, etc. El deshierbe se realizó para que las malezas no compitan con la *Nassella sp.* por nutrientes, luz y otros elementos.

3.1.4.4.5 Riego

El riego se aplicó uniformemente en cada tratamiento, proporcionando 3 lt/planta por medio de una regadera; solo un riego en los primeros 3 meses (invierno), para ayudar a mantener de alguna manera la humedad del suelo en las épocas más secas del año.

3.1.4.4.6 Cosecha

La cosecha fue de forma manual empleando hoz. El corte se realizó una vez que las plantas llegaron a una altura adecuada y con presencia de amarillamiento en las hojas basales. Se tomó en cuenta solo a las plantas marcadas para cosechar y obtener las muestras, luego fueron pesadas y puestas en sobres manila para luego registrar los datos para MV y MS.

3.1.4.4.7 Análisis económico de costos parciales de producción

El análisis económico se realizó, utilizando el método de análisis de presupuesto parcial y marginal, sobre la base del método de evaluación económica, propuesto por el Programa de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

La estimación y ajuste de rendimiento del pasto *Nassella sp.*, por tratamiento, ha sido ajustado al 5%, para que se asemeje a las pérdidas ocasionadas durante la cosecha.

Los cálculos para el análisis económico, fueron realizados mediante las siguientes formulas:

Beneficio bruto

$$\mathbf{B.B. = R * P}$$

Donde:

B.B. = Beneficio bruto

R = Rendimiento promedio por tratamiento

P = Precio de pasto ajustado

Beneficio neto

$$\mathbf{B.N. = B.B. - TC}$$

Donde:

B.N. = Beneficio neto

B.B. = Beneficio bruto

CT = Total de costo de producción que varía por cada tratamiento

Relación beneficio/costo

La relación de beneficio/costo está representada por la relación.

$$\mathbf{B/C = \frac{IB}{CP}}$$

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

IB = Ingreso bruto

CP = Costo de producción

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Logros de metas

En cuanto al logro de las metas planteadas en el presente trabajo se puede aseverar que el cumplimiento de las mismas es evidente de acuerdo a la presentación de los siguientes resultados.

4.2 Aspectos Propositivos del Trabajo Dirigido.

Al cultivarse morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo diferentes tipos de Mulching llamadas también coberturas y/o acolchados, se llegó a determinar los siguientes aspectos más sobresalientes:

Con referencia a tolerancia a heladas, bajo los tratamientos sometidos durante el periodo de estudio (época de invierno), se obtuvo menores daños en fitomasa aérea bajo la cobertura orgánica, mostrando así que este tratamiento por sus características, ayuda a mitigar la incidencia de heladas.

Por otro lado, se obtuvo mayores rendimientos en cuanto a materia seca, en ambos morfotipos en estudio bajo la cobertura de nylon negro de polietileno, esto en los tres cortes evaluados.

Con los resultados obtenidos, podemos mostrar que es posible mejorar la disponibilidad de forraje verde en las épocas más secas del año (invierno - primavera), así también mejorar los rendimientos de este pasto, por supuesto dependiendo de la disponibilidad de insumos orgánicos en el lugar y la situación económica de la familia que requiera implementar este método de ayudar a mejorar al cultivo y el suelo. Esto evita la pérdida de peso, decesos y sacrificio de los animales por la falta de forraje verde en el Altiplano Central Boliviano.

4.3 Análisis de Resultados

Los resultados y discusiones del trabajo incluyen las siguientes variables evaluadas y analizadas: Altura de planta, diámetro de corona basal, incremento quincenal de número de macollos por platas, relación hoja/tallo, rendimiento de materia seca, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, rendimiento total de pasto *Nassella sp.*, tolerancia a heladas, humedad del suelo, densidad aparente, temperatura del suelo y análisis económico.

4.3.1 Altura de planta para tres cortes del pasto *Nassella sp.*

La altura de planta es uno de los parámetros importantes en la evaluación de pastos nativos. Por tanto, se presenta el análisis de varianza en la tabla 2, para altura de planta acumulado al primer, segundo y tercer corte.

Tabla 2. Cuadrados medios para altura de planta acumulada (cm) para tres cortes.

Fuentes de variación	GL	1er corte		2do corte		3er corte	
		C M	Pr>F	CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	10,24	Ns	0,34	Ns	6,13	ns
Morfotipos	1	310,03	*	439,29	*	611,65	*
Error (PM)	3	1,47		2,95		12,30	
Coberturas	3	30,97	*	14,20	*	107,60	*
Coberturas*morfotipos	3	1,12	Ns	5,59	Ns	32,87	ns
Error (pm)	12	3,19		3,98		21,76	
Total	24						
Coefficiente de variación		14,6%		10,5%		16,1%	

De acuerdo al análisis de varianza para la variable altura de planta tabla 2, las diferencias entre morfotipos y coberturas son estadísticamente significativas a una probabilidad de 95% y no así para bloques ni para la interacción de morfotipos por coberturas. Estos resultados son similares en los tres cortes.

El coeficiente de variación para el primer corte fue de 14,6%, para el segundo corte 10,5% y para el tercer corte 16,1%, los mismos indican que los datos obtenidos son confiables, puesto que su valor es menor a 30% permitido para trabajos a nivel de campo.

Tabla 3. Comparación de medias para altura de planta para tres cortes a una probabilidad de 95% ($\alpha=0,05$).

	Altura de planta (cm)					
	1er corte		2do corte		3er corte	
	23/10/18		Fecha 20/11/18		Fecha 02/03/19	
(a2) Cobertura negra	15,2 A		(a2) Cobertura negra	17.9 A	(a3) Cobertura orgánica	27,7 A
(a1) Cobertura blanca	12,7 B		(a3) Cobertura orgánica	17.6 A	(a2) Cobertura negra	25,6 A
(a0) Testigo	10,7 B		(a0) Testigo	15.2 B	(a1) Cobertura blanca	19,3 B
(a3) Cobertura orgánica	10,6 B		(a1) Cobertura blanca	15.0 B	(a0) Testigo	18,3 B

En el primer corte de invierno (23/10/18), se observa la formación de dos grupos. El primer grupo está conformado por el tratamiento a2 (CN), alcanzando altura de 15,2 cm, y el segundo grupo están conformados por el tratamiento a1 (CB), a3 (CO) y a0 (T), con valores de 12,7 cm, 10,6 cm y 10,7 cm respectivamente.

En el 2do corte (20/11/18), se forma dos grupos similares, en donde las alturas más altas se obtuvieron con los tratamientos a2 (CN) y a3 (CO), los valores alcanzados

fueron de 17,9 cm y 17,6 cm, correspondientes al primer grupo. Seguido del 2do grupo para los tratamientos a1 (CB) y a0 (T), con valores de 15,0 cm y 15,2 cm.

Para el 3er corte, de la misma forma se tuvieron la formación de dos grupos, donde para el último corte se registraron mayores alturas para el tratamiento a2 (CN) y a3 (CO), alcanzando valores de 25,6 cm y 27,7 cm correspondientes al primer grupo. La altura más baja a diferencia de las demás coberturas, se tiene con la a1 (CB) y a0 (T) con valores de 19,3 cm y 18,3 cm correspondientes al segundo grupo.



Figura 3. Altura de planta acumulada, bajo tratamientos de coberturas, para el primer, segundo y tercer corte, en 2 morfotipos de pasto *Nassella sp.*

En la figura 3, se muestra los promedios para altura de planta acumulado, durante el primer, segundo y tercer corte. Los datos fueron registrados desde el mes de julio 2018 a febrero 2019.

Los resultados obtenidos muestran que las alturas más altas, para 1er y 2do corte correspondientes al morfotipo 1, se registraron bajo la cobertura de film de polietileno de color negro, alcanzando valores de 11,7 cm en el 1er corte y 12,8 cm en el 2do corte (CN), seguido por la cobertura de film blanco leche, alcanzándose valores de 8,8 cm en el 1er corte, 11,7 cm en 2do corte (CB); para la cobertura orgánica se registraron 6,3 cm para el 1er corte y 12,5 cm en 2do corte (CO), por último, se registró alturas de

plantas más bajas en el suelo sin cobertura (T) con valores de 7,7 cm 1er corte y 11,6 cm 2do corte.

Para el 3er corte, a diferencia de los demás registros, se alcanzaron alturas más altas, bajo la cobertura orgánico de 19,4 cm superior a los demás tratamientos, seguido por el acolchado de film negro y blanco, alcanzando solamente valores de 17 cm y 16,6 cm, seguido por el testigo.

Para el morfotipo 2, de forma similar se registraron alturas más sobresalientes bajo cobertura de polietileno negro, alcanzando valores de 18,7 cm para el 1er corte y 23,0 cm en 2do corte, seguidos por los demás tratamientos. La cobertura blanca alcanzó alturas de 16,6 cm en el 1er corte y 18,3 cm 2do corte, el acolchado orgánico alcanzó valores de 14,2 cm para el 1er corte y 22,7 cm en 2do corte y como último para el testigo se alcanzó 13,7 cm en 1er corte y 18,8 cm para 2do corte.

De la misma manera en la 3ra evaluación, se obtuvieron mayores alturas, bajo la cobertura orgánico; alcanzando valores de 19,4 cm (M1) y 36,0 cm (M2), seguidos por las cobertura negra, blanco y testigo, con promedios de altura de planta acumulada 17,0 cm; 16,6 cm y 13,7cm correspondientes al M1 y 26,3; 22,0 cm y 22,8 cm correspondientes al M2.

Los resultados obtenidos para la cobertura de mulch de polietileno de color negro se asemejan a la investigación realizada en similares condiciones ambientales y características de suelo por Morales (2012), obteniendo una variación de cobertura de film negro y variedades de alfalfa donde mostraron significancia; indicando que el uso de film de polietileno de color negro tuvo un efecto positivo en la altura de planta de cada variedad, de igual forma los variedades alcanzaron alturas diferentes.

De acuerdo con Branzanti (2001), las coberturas plásticas tienen varias ventajas en los cultivos, por lo que la mayor altura de la planta se debe al color de cobertura plástica negra puede deberse a su efecto sobre el microclima donde se encuentran las plantas,

como un efecto invernadero que mantiene cierta temperatura entre el suelo y la cobertura.

Los resultados obtenidos con coberturas orgánicas tuvieron un comportamiento similar a los obtenidos por Segura (2015), en su investigación con *Vicia villosa* registrados en las semanas de junio, julio, agosto y parte de septiembre, donde la cobertura con paja mostró el mayor desarrollo de longitud de tallo, soportando los factores ambientales del Altiplano boliviano, seguido de la cobertura de broza de quinua y cobertura con estiércol de llama, por otra parte el tratamiento que presentó menor longitud de tallo durante las evaluaciones fue el testigo. Confirmados por Quezada *et al.* (2004), en sus resultados, el tratamiento con mulch de paja mostró los valores más altos en cada período de prueba.

Al analizar los datos de altura de la planta recopilados durante la evaluación de ocho meses (julio de 2018 - febrero de 2019), se puede observar que existe una gran variación en los resultados específicos del tratamiento; lo cual podemos atribuir al efecto de las coberturas sobre el desarrollo del pasto *Nassella sp.* y la estructura física del suelo, principalmente con el film de color negro en las dos primeras evaluaciones y la cobertura orgánica en la tercera evaluación. Al respecto, Melgarejo (2006), indica que el mulching asegura una alta uniformidad de la humedad del suelo en la zona de desarrollo radicular de las plantas.

Es importante mencionar que se observaron mayores alturas de planta en el tercer corte, bajo cobertura orgánica, lo que se justifica por la descomposición del material vegetal (paja y granza de quinua) con el paso del tiempo, principalmente después de las primeras lluvias, que pudieron ayudaran al incremento de la actividad microbiana, temperatura y humedad en el suelo (Diciembre a Febrero).

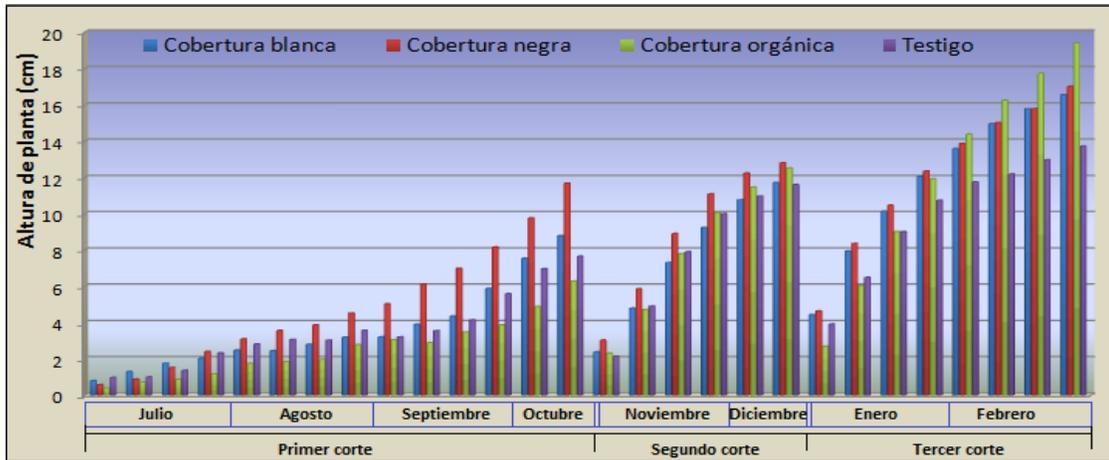


Figura 4. Curva de crecimiento semanal, para tres cortes en el morfotipo 1.

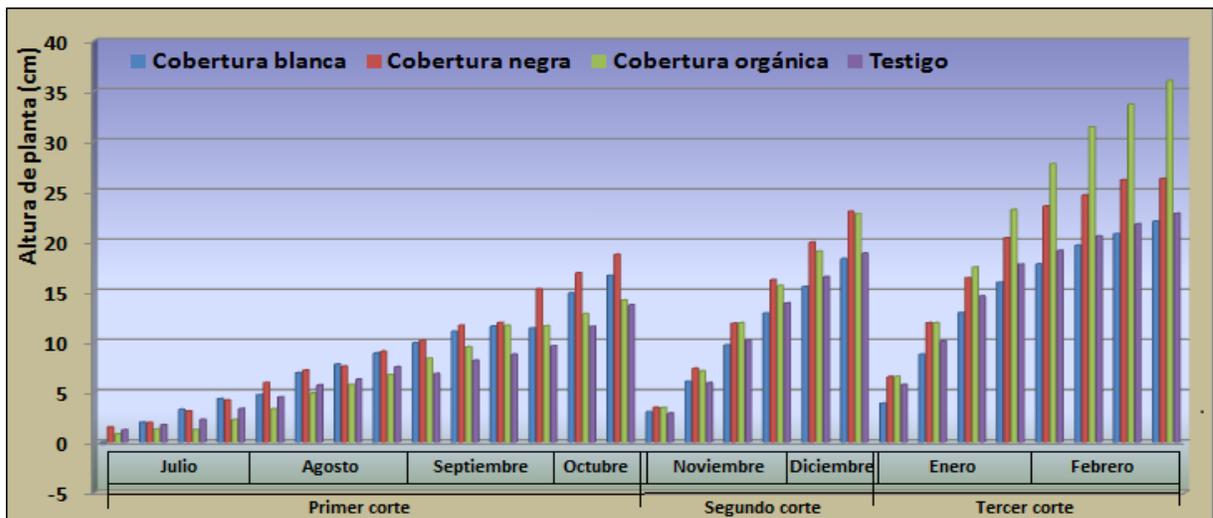


Figura 5. Curva de crecimiento semanal, para tres cortes en el morfotipo 2.

Como se puede observar en las Figuras 4 y 5, se lograron mayores alturas de planta con un menor tiempo de desarrollo en los 2do y 3er corte que corresponden a los meses de noviembre-diciembre y enero-febrero. Este comportamiento se presentó de manera similar en ambos morfotipos como consecuencia de las lluvias en los meses mencionados.

Por el contrario, en el 1er corte corresponde los meses de Julio, agosto, septiembre y octubre, los tratamientos alcanzaron alturas menores a los registrados en el 2do y 3er

corte. Sin duda la presencia de las heladas y la escasa precipitación pluvial incide de forma directa en el desarrollo de la fitomasa forrajera en los pastos locales.

Además, es importante mencionar que en el tercer corte, ambos morfotipos (M1, M2) bajo mulching orgánico registraron alturas de planta igualmente mayores debido a la descomposición de la broza de quinua y paja, a diferencia de las dos primeras evaluaciones.

4.3.2 Diámetro de corona basal acumulado, con coberturas en pasto *Nassella sp.*

Tabla 4. Cuadrados medios para el incremento acumulado de diámetro de corona basal en dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*

Fuentes de variación	GL	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
		C M	Pr>F	CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	0,003	Ns	0,182	Ns	0,695	ns
Morfotipos	1	0,271	Ns	1,755	Ns	6,584	ns
Error (PM)	3	0,002		0,042		0,282	
Coberturas	3	0,213	*	0,263	Ns	0,185	ns
Coberturas*morfotipos	3	0,068	Ns	0,337	Ns	0,267	ns
Error (pm)	12	0,032		0,130		0,251	
Total	24						
Coefficiente de variación		26,7%		29,8%		26,9%	

El análisis de varianza (ANVA), para la variable diámetro de corona basal como se muestra en la tabla 4, las diferencias entre coberturas son estadísticamente significativas para el 1er corte de invierno.

Por otra parte, en la 2da y 3ra evaluación no existen diferencias significativas en los bloques, morfotipos, coberturas ni para la interacción entre coberturas por morfotipos.

Este comportamiento se puede atribuir a las condiciones favorable presentes para estas dos evaluaciones.

Los coeficientes de variación fueron de 26,7% para el primer corte, 29,8% segundo corte y 26,9% tercer corte, los mismos indican que los datos obtenidos en la parcela durante la evaluación son confiables.

Tabla 5. Comparación de medias para el incremento de diámetro de corona basal, bajo diferentes tipos de cobertura a una probabilidad de 95% ($\alpha=0,05$).

	Diámetro de corona basal (cm)									
	1er corte			2do corte			3er corte			
	23/10/18			Fecha 20/11/18			Fecha 02/03/19			
(a2) Cobertura negra	0,88	A		(a2) Cobertura negra	1,50	A		(a2) Cobertura negra	2,02	A
(a1) Cobertura blanca	0,76	A		(a1) Cobertura blanca	1,21	A		(a1) Cobertura blanca	1,89	A
(a0) Testigo	0,57	B		(a0) Testigo	1,07	A		(a0) Testigo	1,83	A
(a3) Cobertura orgánica	0,46	B		(a3) Cobertura orgánica	1,04	A		(a3) Cobertura orgánica	1,64	A

En la tabla 5 de la prueba Duncan al 95% de certeza ($\alpha=0,05$), resultó tener dos grupos que son A y B para el primer corte realizado el 23/10/18; donde el primer grupo lo conforman los tratamientos a1 (CB) y a2 (CN), con valores de 0,76 cm y 0,88 cm; el segundo grupo conforman los tratamientos a3 (CO) y a0 (T), con valores de 0,46 cm y 0,57 cm.

Para el 2do y 3er corte de evaluación, solo existe formación de un grupo similar estadísticamente, el cual explicaría, que los acolchados expuestos en estudios no influyen de forma directa en el desarrollo del diámetro de corona basal en las plantas, al mejorar las condiciones ambientales, uniformizarse las oportunidades de desarrollo

para todo el cultivo. Según Rocabado y Vilca (2008), señalan que cada variedad posee características diferentes en cuanto al diámetro de corona basal.

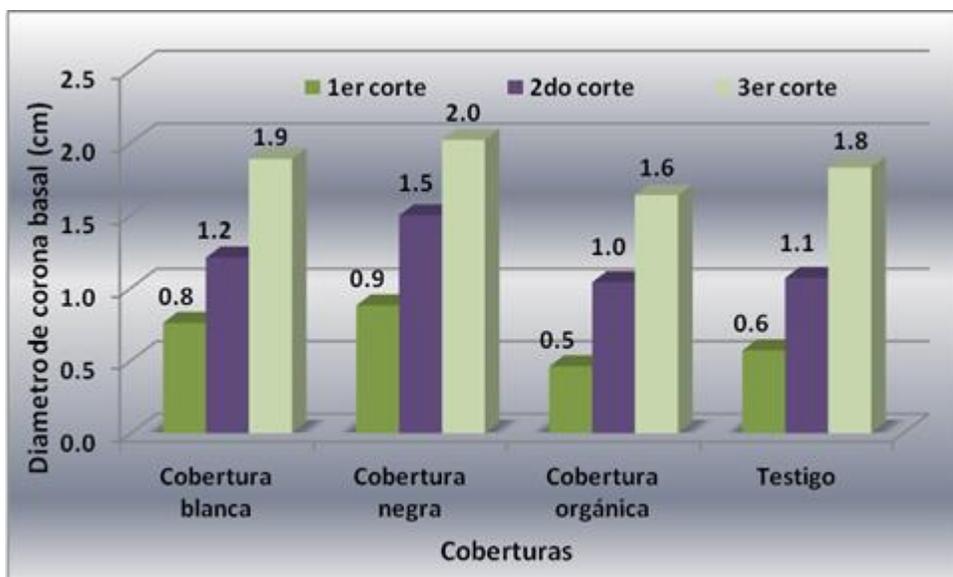


Figura 6. Comparación de medias para el incremento de diámetro de corona basal, bajo coberturas.

Analizando la figura 6. Podemos señalar, que se alcanzó mayores incrementos de diámetro corona basal bajo el acolchado de film de color negro frente a los demás tratamientos, en las tres evaluaciones, seguidas por la cobertura blanca, testigo y cobertura orgánica respectivamente para las evaluaciones, tal como se muestra en la figura.

Resultados obtenidos por Paredes (2012), en su investigación con abono de estiércol tratado de llama en la producción de fitomasa forrajera en morfotipos de pasto *Nassella* sp., obtuvo mejores resultados con el Tratamiento 4 (5 Tn de estiércol/ha con morfotipo 2) con un valor de 80.9 mm (8,09 cm) de diámetro de corona basal, evaluados en los meses de febrero a mayo. Comparados con los resultados obtenidos con diferentes cortes, las coberturas de polietileno de color Blanco con 1,9 cm y el color negro con 2 cm se comportaron mejor que las (CO) y (T).

Según Segura (2015), los tipos de coberturas orgánica (paja, broza, estiércol de llama) no influyeron en el diámetro de cuello de raíz. En su investigación con coberturas de polietileno Morales (2012), no obtuvo un resultado favorable para diámetro de corona bajo cobertura de polietileno, la cual atribuye a las bajas temperaturas registradas durante su evaluación.

4.3.3 Incremento quincenal de número de macollos por planta.

Tabla 6. Cuadrados medios para número de macollo acumulado por planta, al 1er, 2do y 3er corte.

Fuentes de variación	GL	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
		C M	Pr>F	CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	291,01	ns	1659,69	Ns	5395,07	ns
Morfotipos	1	433,50	ns	11850,37	ns	60903,37	ns
Error (PM)	3	848,65		1010,74		1984,34	
Coberturas	3	3984,40	*	11351,33	**	59364,59	**
Coberturas*morfotipos	3	757,86	*	7497,07	*	23856,81	*
Error (pm)	12	488,94		805,527		3864,00	
Total	24						
Coefficiente de variación		28,3%		21,1%		22,5%	

El análisis de varianza para el variable número de macollos por planta se presenta en la tabla 6, en el cual se muestra diferencias entre coberturas evaluadas durante los meses de julio 2018 a febrero 2019.

Para la primera evaluación (1er corte) se muestra diferencias entre coberturas y para la interacción entre coberturas por morfotipos a un nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y no así para los bloques ni para morfotipos.

En la 2da y 3ra evaluación se muestra diferencias altamente significativas entre coberturas y diferencias significativas para la interacción entre coberturas por morfotipos, estos resultados se atribuyen al efecto de los tratamientos (mulch) sobre el suelo y que repercutió en el macollamiento del pasto *Nassella sp.* Por otro lado, no existe diferencias para bloques ni morfotipos, probablemente esto se debe a la uniformidad de la estructura del terreno y características morfológicas similares entre morfotipos.

Para estas evaluaciones, los coeficientes de variación registrados fueron de 28,3% 1er corte, 21,1% 2do corte y 22,5% 3er corte; los cuales nos muestra que los datos registrados en la parcela experimental, durante la evaluación son confiables.

Tabla 7. Comparación de medias para incremento de número de macollos en tres evaluaciones a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).

	Incremento de numero de macollos/planta								
	1er corte			2do corte			3er corte		
		23/10/18		Fecha 20/11/18		Fecha 02/03/19			
(a2) Cobertura negra	110,8	A	(a2) Cobertura negra	195,4	A	(a2) Cobertura negra	399,0	A	
(a1) Cobertura blanca	80,7	B	(a1) Cobertura blanca	134,5	B	(a1) Cobertura blanca	266,5	B	
(a3) Cobertura orgánica	62,4	BC	(a3) Cobertura orgánica	100,3	B	(a3) Cobertura orgánica	201,2	C	
(a0) Testigo	53,2	C	(a0) Testigo	86,3	C	(a0) Testigo	177,2	C	

En la prueba de Duncan a una probabilidad de 95% de certeza, para el variable número de macollo acumulado; se observa la formación de tres grupos similares estadísticamente, en tres tiempos de corte.

El primer grupo, está formado por el tratamiento a2 (CN), alcanzando un valor de 110,8 mac/pl en el 1er corte; 195,4 mac/pl para el 2do corte y 399,0 mac/pl en 3er corte

respectivamente; seguidos por los tratamientos a1 y a3, con valores 80,7 mac/pl (CB) y 62,4 mac/pl (CO) para 1er corte; 134,5 mac/pl (CB) y 100,3 mac/pl (CO) para el 2do corte; y 266,5 mac/pl (CB) y 201,2 mac/pl en el 3er corte para (CO), correspondientes al segundo grupo. Para el último se tiene los valores más bajos para el testigo 53,2 mac/pl para el 1er corte, 86,2 mac/pl en 2do corte y 117,2 mac/pl en el 3er corte respectivamente.

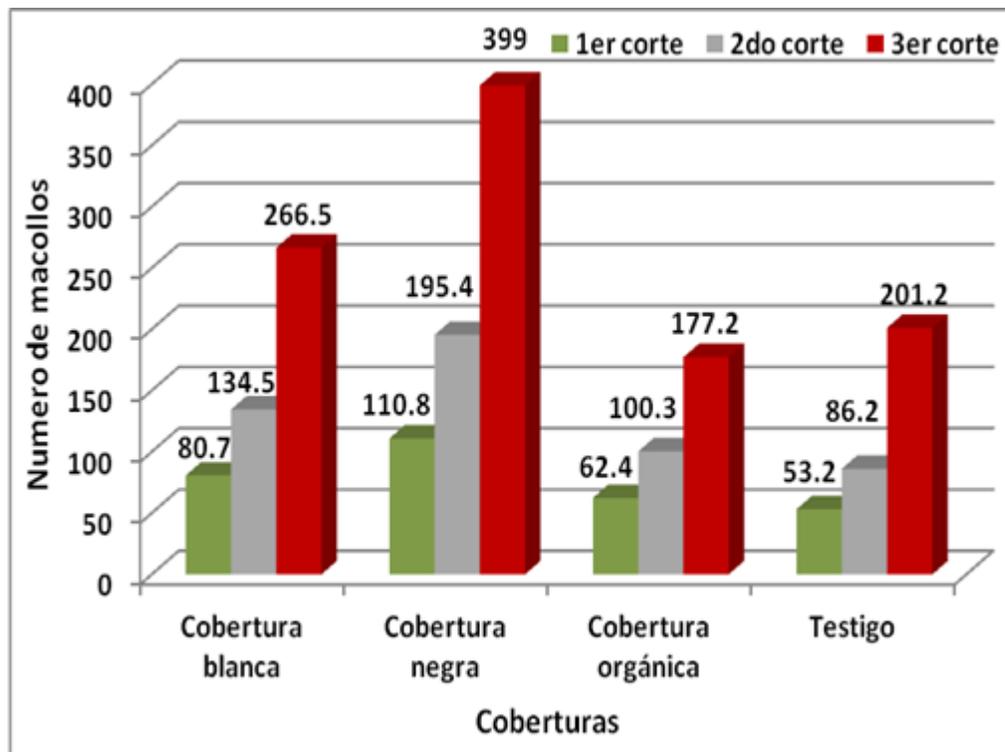


Figura 7. Incremento de número de macollos, bajo tres tratamientos de coberturas.

Se obtuvo mayor incremento de número de macollos para pasto *Nassella sp.*, bajo tratamientos de film de polietileno color negro y blanco frente al acolchado orgánico y testigo como se muestra en la figura 7, alcanzándose un total de 399 mac/pl bajo la cobertura negra y 266,5 mac/pl en la cobertura blanca; seguidos por el acolchado orgánico 177,2 mac/pl y 201,2 mac/pl para el testigo. Al respecto estudios realizados por Quispe (2010), en variedades de pasto *Festuca*, señala que bajo fertilización con

fosfato diamónico no existe ningún efecto significativo en el macollamiento ni en la producción de biomasa forrajera.

Valores superiores obtuvo Paredes (2012), con mosfotopos de *Nassella sp.* sometidos a abonamiento con un efecto positivo que corresponden a los T7, T6 y T8 con 336, 334 y 331.3 macollos/planta y los valores más bajos corresponden al T1 y T2 con 185 y 187.67 macollos/planta.

Sin duda el tendido de los acolchados en el suelo, influyen en el macollamiento de los pastos forrajeros, tal como se muestra para pasto *Nassella sp.*, expuesto bajo tres tipos de las coberturas, cada uno con comportamientos diferentes. Principalmente bajo el tratamiento con nylon de polietileno de color negro donde alcanzo los valores más altos.

4.3.4 Relación hoja/tallo para pasto *Nassella sp.*

La evaluación de la relación hoja/tallo del presente estudio, se efectuaron al inicio de floración de las plantas, esto ocurrió a los 11 meses, después del establecimiento de los plantines de *Nassella sp.* Como referencia solo se pudo obtener datos para el morfotipo 2 y no así del morfotipo 1 ya que este aun no llegó a florecer.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable relación hoja/tallo.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Bloque	2	0,154	0,077	2,112	0,202 ns
Cobertura	3	0,194	0,065	1,776	0,251 ns
Error	6	0,218	0,036		
Total	11				

Coefficiente de variación = 25,9%

El análisis de varianza para la relación hoja/tallo (Tabla 8), presentó un CV del 25.9%, que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos en la investigación de esta

variable. Por otra parte, se muestra las diferencias entre bloques y coberturas, lo cual no muestran diferencias significativas estadísticamente. Al respecto Meneses y Barrientos (2003) mencionan que la relación hoja/tallo es un parámetro muy importante en la calidad del forraje, puesto que en las hojas se encuentran la mayor cantidad de nutrientes y su digestibilidad es mayor.

Resultados similares se obtuvieron en la investigación de Paredes (2012), mostrando un comportamiento no significativo en la relación hoja/tallo para bloques y niveles de abonamiento, lo cual indica que no hay efecto de los niveles de abonamiento aplicados sobre la relación hoja/tallo, sin embargo, se obtuvo una relación hoja tallo promedio de 6.8, lo cual representa una relación hoja/tallo altamente positivo, ya que por cada kilogramo de tallo existirán 6.8 kilogramos de hoja.

De acuerdo con Morales (2012), utilizando cobertura de polietileno en diferentes variedades de alfalfa, las fuentes de variación como variedades, cobertura y la interacción de variedad por cobertura, no presentaron diferencias significativas a los tres cortes. Para la relación hoja-tallo utilizando coberturas orgánicas, Segura (2015), en su investigación con *Vicia villosa* en época seca el análisis de varianza mostró que estadísticamente los tipos de coberturas tuvieron significancia, lo cual indica que existe un efecto de las coberturas aplicados sobre la relación hoja-tallo. Por otro lado, no existen diferencias significativas para los bloques, lo que demuestra que el área experimental presenta reducida variabilidad.

Para obtener mayores rendimientos de pasto *Nassella* no se recomienda que llegue a la etapa de floración, en producciones intensivas de fitomasa forrajera para el ganado, es aconsejable realizar cortes o pastoreos continuos para generar mayor fitomasa.

4.3.5 Rendimiento de materia verde de dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, tres tipos de coberturas.

Tabla 9. Cuadrados medios para rendimiento de fitomasa forrajera en (Kg/ha de MV), para tres cortes.

Fuentes de variación	GL	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
		CM	Pr>F	CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	61372,38	ns	10238,64	ns	932112,08	ns
Morfotipos	1	13373995	ns	634270,10	ns	8857350,00	ns
Error (PM)	3	491423,83		414684,34		4818723,9	
Coberturas	3	7039287,2	**	390658,65	*	4406799,7	*
Coberturas*morfotipos	3	35541,49	ns	81154,65	ns	36250,48	ns
Error (pm)	12	577133,59		75949,45		692660,16	
Total	24						
Coficiente de variación		27,7%		15,5%		26,2%	

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), para la variable, rendimiento de materia verde, los datos se muestran en tabla 9. En el cual se establece para el primer corte de invierno, las diferencias entre coberturas son estadísticamente altamente significativas ($\alpha= 0,05$) y significativas para bloques, y no así entre bloques ni para la interacción entre coberturas por morfotipos.

Para el segundo y tercer corte, las diferencias entre coberturas son estadísticamente significativas y no así para bloques, morfotipos, ni para la interacción entre coberturas por morfotipos. Estos resultados se muestran de forma similar para los dos cortes.

Los coeficientes de variación para tres cortes realizados durante todo el periodo de evaluación son los siguientes. 1er corte 27,7%, 2do corte 15,5% y para el 3er corte 26,2%, puesto que su valor es menor a 30% permitidos para trabajos de campo.

Tabla 10. Comparación de medias para el rendimiento de materia verde (kg/ha), a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$) para tres cortes.

Tratamientos	Rendimiento en materia verde (Kg/ha)							
	1er corte		2do corte		3er corte			
	23/10/18		Fecha 20/11/18		Fecha 02/03/19			
(a2) Cobertura negra	4211,0	A	(a2) Cobertura negra	2158,4	A	(a2) Cobertura negra	4016,8	A
(a1) Cobertura blanca	2903,6	B	(a1) Cobertura blanca	1693,8	B	(a3) Cobertura orgánica	3340,0	B
(a3) Cobertura orgánica	937,6	B	(a3) Cobertura orgánica	1674,8	B	(a1) Cobertura blanca	3111,8	B
(a0) Testigo	1932,0	B	(a0) Testigo	1596,5	B	(a0) Testigo	2153,3	C

En la tabla 10, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$), para la variable rendimiento de materia verde para tres cortes evaluadas.

Para el 1er y 2do corte, se tiene la formación de dos grupos de medias similares estadísticamente; en donde, el primer grupo lo conforma el tratamiento a2 (CN), alcanzando un valor de 4211,0 Kg/ha en el 1er corte y 2158,4 Kg/ha para 2do corte; para el segundo grupo se tiene para los tratamientos a1 (CB), a3 (CO) y a0 (T), con rendimientos de fitomasa forrajera de 2903,6 Kg/ha en 1er corte y 1693,8 Kg/ha para el 2do corte (CB); 937,6 Kg/ha en el 1er corte y 1674,8 Kg/ha para 2do corte (CO) y 1932,0 Kg/ha 1er corte y 1596,5 Kg/ha 2do corte (T) respectivamente.

En la última evaluación 3er corte, se tiene la formación de tres grupos similares; en donde los mayores rendimientos en MV se obtuvieron bajo el tratamiento a2 (CN), alcanzando un valor de 4016,8 Kg/ha; seguidos de los tratamientos a1 (CB) y a3 (CO),

con rendimientos alcanzados de 3111,8 Kg/ha y 3340,0 Kg/ha. El tercer grupo lo conforma solo el testigo registrando un valor de 2153,3 Kg/ha.

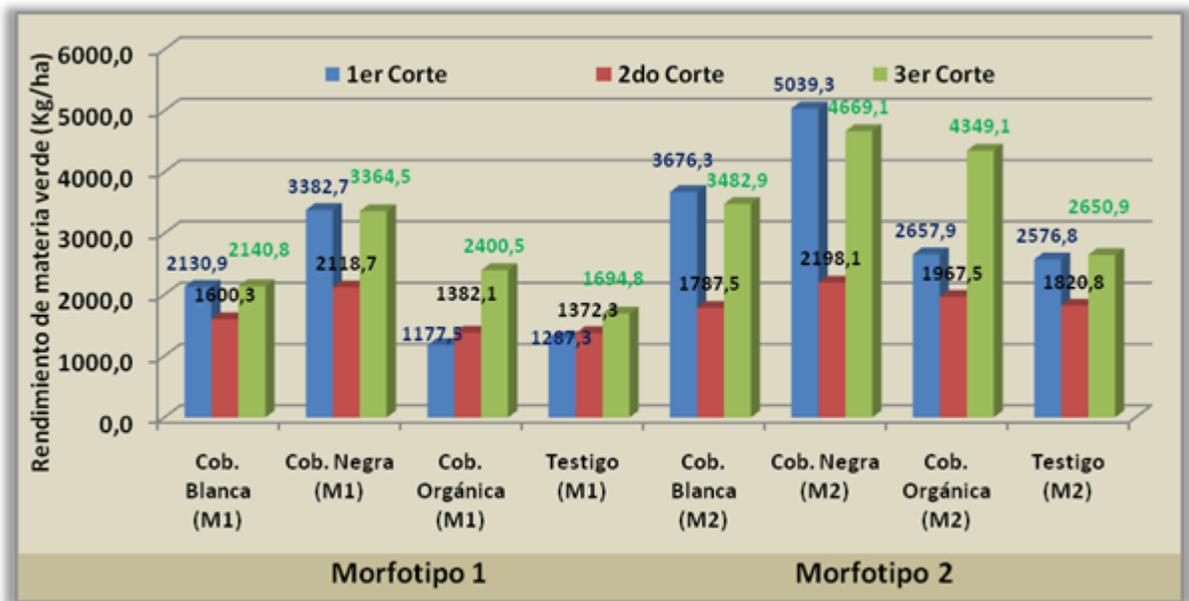


Figura 8. Rendimiento de materia verde (MV), en dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, para tres cortes, bajo tres tipos de coberturas.

Analizando la figura 8, los mayores rendimientos de fitomasa forrajera en materia verde correspondiente al 1er, 2do y 3er corte, se registraron bajo el acolchado film de polietileno de color negro, seguido por los tratamientos cobertura blanca, cobertura orgánica y testigo respectivamente; estos resultados se muestran de forma similar en los tres cortes y para ambos morfotipos de pasto *Nassella sp.*

En cuanto a los rendimientos más altos, registrados para el 1er corte de invierno fue de 3382,7 Kg/ha M1 y 5039,3 Kg/ha M2, bajo la cobertura negra en ambos morfotipos frente a testigo donde solo alcanzo valores de 1287,3 Kg/ha M1 y 2576,8 Kg/ha M2; para el 2do corte se obtuvieron los mejores rendimientos de 2118,7 Kg/ha M1 y 2198,1 Kg/ha M2 para la cobertura orgánica y 2198,1 Kg/ha M1 y 1820,8 Kg/ha M2 que corresponde al testigo; finalmente para el 3er corte se tiene los rendimientos más altos y bajos, al igual que en anteriores evaluaciones bajo el acolchado negro y testigo,

registrándose valores de 3364,5 Kg/ha M1 y 4669,1 Kg/ha M2 y rendimientos más bajos 1694,8 Kg/ha M1 y 2650,9 Kg/ha M2 correspondiente al testigo.

Por otro lado, también es importante resaltar el aumento en rendimiento bajo el acolchado orgánico, principalmente en el tercer corte alcanzando rendimientos de 4349,1Kg/ha del morfotipo 2 y 2400,5Kg/ha del morfotipo 1 a diferencia de los demás tratamientos; probablemente se debe, a que las coberturas orgánicas de origen vegetal ayudaron a mejorar la fertilidad y estructura física del suelo, a consecuencia de ello repercute en un mayor desarrollo y rendimiento de fitomasa forrajera del pasto *Nassella sp.*, principalmente bajo el film de polietileno de color negro y acolchado orgánico.

Morales (2012), obtuvo resultados favorables al utilizar cobertura de polietileno, donde los rendimientos en materia verde mejoraron debido a las ventajas que brinda la cubierta de polietileno. Según Segura (2015), indica que al aplicar cobertura de paja a la vicia ayuda de alguna manera a tener un mejor rendimiento de materia verde en época de invierno por su lenta descomposición en comparación de la cobertura de broza y estiércol de llama.

Colocando polietileno negro en el suelo, se logró mantener por más tiempo la humedad acumulada por las lluvias, ya que la humedad no se evaporaba rápidamente del suelo. Por lo tanto, hace que el pasto *Nassella sp.* tenga un mayor desarrollo y una rápida recuperación de rebrotes, luego de haber realizado el corte en el área foliar o después de realizar un pastoreo con ganado camélido, bovino u otros. La FAO (2010), indica que el buen aprovechamiento de la humedad del suelo, por la planta, tiende a inducir los rendimientos de los cultivos.

4.3.6 Rendimiento de fitomasa forrajera en materia seca.

Tabla 11. Cuadrados medios para rendimiento de materia seca, para dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, en tres cortes.

Fuentes de variación	GL	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
		CM	Pr>F	CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	121834,58	ns	149,36	ns	39218,10	ns
Morfotipos	1	4222854,80	ns	136806,00	ns	1457505,30	ns
Error (PM)	3	653757,81		53402,96		465427,54	
Coberturas	3	525614,18	*	37793,37	*	439819,12	*
Coberturas*morfotipos	3	25217,28	ns	7917,75	ns	10922,55	ns
Error (pm)	12	1673773,44		9643,11		67897,90	
Total	24						
Coefficiente de variación		23,2%		16,3%		22,8%	

De acuerdo al análisis de varianza para el variable rendimiento de MS tabla 11, las diferencias entre coberturas son estadísticamente diferentes a 95% de probabilidad y no así para bloques, morfotipos ni para la interacción entre coberturas por morfotipos. Estos resultados de igual forma son similares para los tres cortes evaluados durante el periodo de trabajo.

Los coeficientes de variación obtenidos para dicha variable son: 23,2% 1er corte, 16,3% 2do corte y 22,8% 3er corte, los cuales nos da confiabilidad de los datos registrados para el trabajo en campo.

Tabla 12. Comparación de medias, para Duncan al 95% de certeza, para el rendimiento de materia seca en tres cortes.

	Rendimiento de materia seca (Kg/ha)									
	1er corte			2do corte			3er corte			
	23/10/18			Fecha 20/11/18			Fecha 02/03/19			
(a2) Cobertura negra	1489,2	A		(a2) Cobertura negra	722,0	A		(a2) Cobertura negra	1420,5	A
(a1) Cobertura blanca	1053,2	B		(a1) Cobertura blanca	575,4	B		(a3) Cobertura orgánica	1050,1	B
(a0) Testigo	867,6	B		(a3) Cobertura orgánica	563,6	B		(a1) Cobertura blanca	998,1	B
(a3) Cobertura orgánica	866,2	B		(a0) Testigo	553,7	B		(a0) Testigo	841,3	C

En la tabla 12, se muestra la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad, para la variable rendimiento de MS en Kg/ha, evaluados en dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo diferentes coberturas de film de polietileno y acolchado de origen orgánico.

En el 1er y 2do corte de evaluación, se tiene la formación de dos grupos similares estadísticamente, registrándose mayores rendimientos de MS bajo el acolchado negro de polietileno (a2), alcanzándose valores de 1489,2 Kg/ha para el 1er corte y 722,0 Kg/ha en 2do corte, correspondiente al primer grupo; seguidos por el tratamiento a1, a3 y a0, que llegaron a solo 1053,2 Kg/ha en el 1er corte y 575,4 Kg/ha en 2do corte (CB) y 866,2 Kg/ha para el 1er corte y 563,6 Kg/ha 2do corte (CO) y 867,6 Kg/ha para 1er corte y 553,7 Kg/ha en el 2do corte (T), respectivamente, correspondientes al segundo grupo.

Para la última evaluación en el 3er corte, se tiene la formación de tres grupos; en donde el primer grupo está conformado por el tratamiento a2 (CN), alcanzando rendimientos promedios de 1420,5 Kg/ha MS; en el segundo grupos lo conforman los tratamientos

a1 (CB) y a3 (CO), alcanzando valores de 998,1 Kg/ha y 1050,1 Kg/ha y el tercer grupo los conforma el testigo alcanzando solo rendimientos de 841,3 Kg/ha respectivamente.

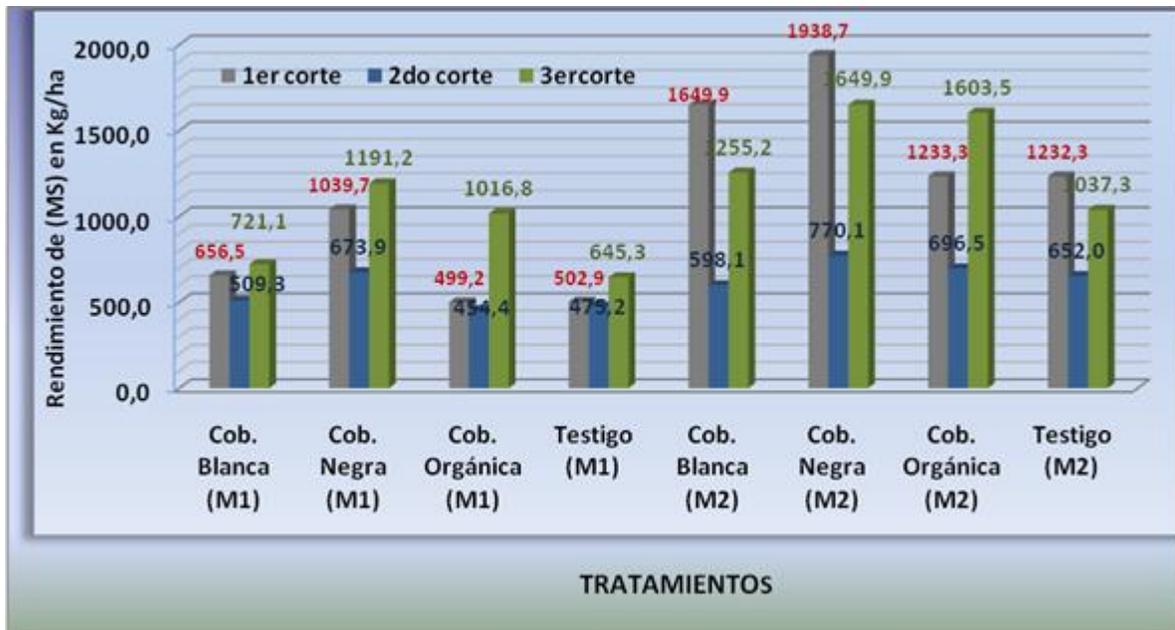


Figura 9. Rendimientos de materia seca, en dos morfotipos de *Nassella sp.*, en tres cortes y bajo tres tipos de coberturas.

Los mayores rendimientos de MS en los tres tiempos de evaluación (cortes) se registraron en el M2, frente al M1. Estos resultados se atribuyen a las características morfológicas propias de cada morfotipo, ya que el M1 tiene un crecimiento postrado alcanzando solo 16,68 cm y el M2 tiene un crecimiento erecto que alcanza hasta 26,78 cm de altura, considerando los datos promedios obtenidos para la variable rendimiento de materia seca.

Por otro lado, en cuanto a los tratamientos. Los mayores rendimientos de MS se registraron bajo la cobertura de polietileno de color negro con respecto a los demás tratamientos y testigo. Estos resultados se muestran de forma similar en ambos morfotipos expuestos en el estudio. Al respecto Morales (2012), observó el efecto favorable que tiene la cobertura de polietileno de color negro en el rendimiento en materia seca.

Al igual que la altura de la planta, el número de macollos y el rendimiento de MV y MS, fue afectado directamente por las coberturas utilizadas en el estudio, principalmente por la cobertura de polietileno negro y orgánico; al generar mayor disponibilidad de humedad, temperatura y como resultado una mejor disponibilidad de nutrientes por las condiciones favorables que ofrece estas coberturas. Al respecto Paye (2006), señala que los rendimientos de materia seca, está influenciada directamente por los factores ambientales (precipitación y temperatura) y a las características genéticas de cada especie.

4.3.7 Rendimiento total de pasto *Nassella sp.*

Tabla 13. Análisis de varianza para el rendimiento total del pasto *Nassella sp.*, bajo diferentes tipos de coberturas.

Fuentes de variación	GL	Rendimiento en (MV)		Rendimiento en (MS)	
		CM	Pr>F	CM	Pr>F
Bloques	2	1313400,37	ns	77977,44	ns
Morfotipos	1	55198780,30	ns	13192175,00	ns
Error (PM)	3	11430812		2029752,20	
Coberturas	3	69047648,50	*	5865683,30	*
Coberturas*morfotipos	3	231853,48	ns	88760,42	ns
Error (pm)	12	2528246,10		450879,10	
Total	24				
Coefficiente de variación		20.6%		23.9%	

De acuerdo al análisis de varianza para el rendimiento de MV acumulado, las diferencias entre coberturas son estadísticamente significativas y no así para los bloques, morfotipos, ni para la interacción entre coberturas por morfotipos. Estos

resultados se muestran de forma similar para el rendimiento de materia verde y seca como se muestra en la tabla 13.

Los coeficientes de variación para dicho análisis de varianza, es de 20,6% (MV) y 23,9% (MS), los cuales nos dan la confiabilidad de los datos obtenidos en campo.

Tabla 14. Comparación de medias según Duncan a 95% ($\alpha= 0,05$), para rendimiento total en MV y MS.

Tratamientos	Rendimiento MS. (Kg/ha)					
	Materia verde			Materia seca		
(a2) Cobertura negra	10386,20	A	(a2) Cobertura negra	3631,73	A	
(a1) Cobertura blanca	7409,33	B	(a3) Cobertura orgánico	2751,86	B	
(a3) Cobertura orgánico	7332,46	B	(a1) Cobertura blanca	2695,06	B	
(a0) Testigo	5681,90	B	(a0) Testigo	2272,53	B	

De acuerdo a la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad, para el rendimiento total de materia verde (MV) y materia seca (MS) se tiene la conformación de dos grupos similares.

El primer grupo conforma la cobertura negra con 10386,20 Kg/ha de MV y 3631,73 Kg/ha de MS; el segundo grupo lo conforman los tratamientos a1 (CB), a3 (CO) y a0 (T) que alcanzaron rendimientos de 7409,33 Kg/ha de MV y 2695,06 Kg/ha de MS, 7332,46 de Kg/ha MV y 2751,86 Kg/ha de MS y 5681,90 Kg/ha de MV y 2272,53 Kg/ha de MS respectivamente.

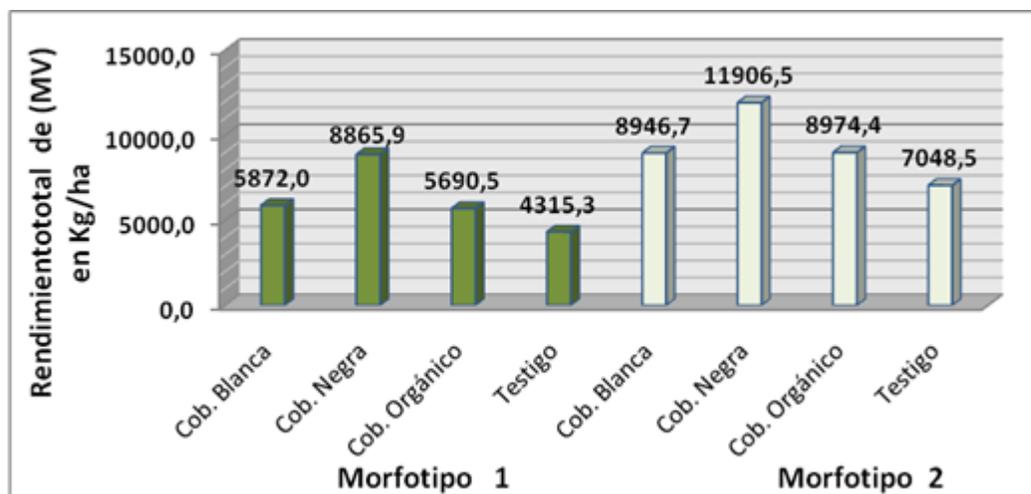


Figura 10. Rendimiento total acumulado de materia verde (Kg/ha), para dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*

De acuerdo a la figura 10, se describe el rendimiento total acumulado para morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo tres tipos de coberturas.

Respecto a los rendimientos obtenidos para de materia verde más altos corresponden a la cobertura negra en 8865,9 Kg/ha M1 y 11906,5 Kg/ha en M2 seguido de los tratamientos acolchados blanco y orgánico. Por último, los rendimientos más bajos se registraron bajo el suelo desnudo (testigo), alcanzándose solo valores de 4315,3 Kg/ha en M1 y 7048,5 Kg/ha en M2.

Como se observa en la figura 12, la comparación entre los dos morfotipos expuestos en la evaluación para el rendimiento de materia verde, el morfotipo 2 fue el que registro mayores rendimientos de MS a comparación del morfotipo 1, estos resultados se atribuyen a las características propias de cada morfotipo, ya que el morfotipo 1 es de un crecimiento postrado (hojas pequeñas, bastante espinoso) y morfotipo 2 es de un crecimiento erecto (hojas más grandes, poco espinosos).

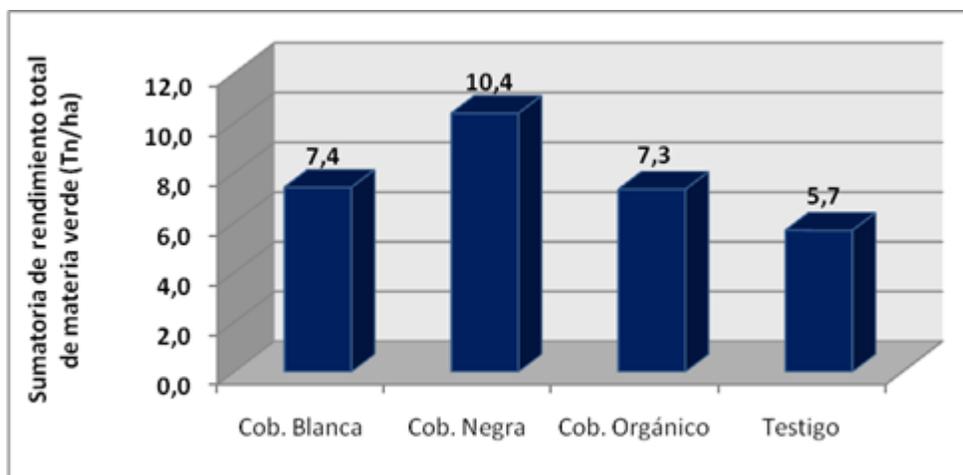


Figura 11. Rendimiento acumulado de materia verde (Tn/ha), bajo coberturas de film polietileno y orgánico.

En la figura 11, se muestra los rendimientos promedios de materia verde, aplicando coberturas film de polietileno y coberturas orgánicas.

Como podemos observar en la figura 13, los rendimientos más altos obtenidos en tres cortes trabajados, fue bajo el mulching de polietileno de color negro 10,4 Tn/ha, seguidos por la cobertura blanca 7,4 Tn/ha y cobertura orgánica llegando a 7,3 Tn/ha con resultados similares; finalmente se tiene rendimientos más bajos con el testigo, donde solamente alcanzo un rendimiento total de 5,7 Th/ha.

Resultados obtenidos utilizando la *Nassella sp.* por Paredes (2012), muestra que los promedios de MV que fueron de 4498.7 kg/ha, 4152 kg/ha y 3776 kg/ha, correspondientes al morfotipo 2 con los niveles de abonamiento de 10, 5 y 15 tn/ha respectivamente y un rendimiento más bajo fue de 517 kg/ha para el morfotipo 1 sin abonamiento (Testigo).

Por su parte de acuerdo a estudios realizados por Quispe (2010), en pasto Festuca variedad Dorey registro rendimientos de 2,3 Tn/ha, bajo fertilización fosfato diamónico, valores similares alcanzados en el testigo en esta evaluación.

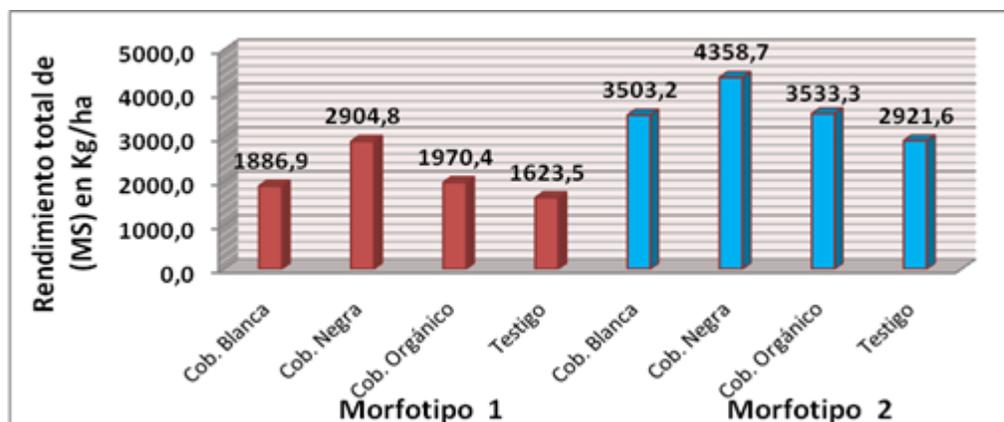


Figura 12. Rendimiento acumulado de materia seca (Kg/ha), para dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo diferentes tipos de coberturas.

En la figura 12, se muestra los rendimientos acumulados para morfotipos de pasto *Nassella sp.*, bajo tratamiento de coberturas de polietileno y orgánico.

Al respecto el M2 alcanzó los mayores rendimientos en MS alcanzando valores de 4358,7 Kg/ha (CN), 3533,3 Kg/ha (CO), 3503,2 Kg/ha (CB) y 2921,6 Kg/ha (T). Por otro lado, el M1 registró valores mucho más menores en los tratamientos alcanzándose rendimientos de 2904,8 Kg/ha (CN), 1970,4 Kg/ha (CO), 1886,9 Kg/ha (CB) y 1623,5 Kg/ha (T).

Estos resultados se atribuyen a las características morfológicas, propias de cada morfotipo, ya que el M2 es de crecimiento erecto y el M1 es de crecimiento prostrado. Paye (2006), de acuerdo a estudios realizados, concluye que los rendimientos más altos obtenidos fueron para pasto pubescente, bromos y pasto ovillo alcanzándose valores de 3938,0; 3459,0 y 3208,0 Kg/ha en materia seca.

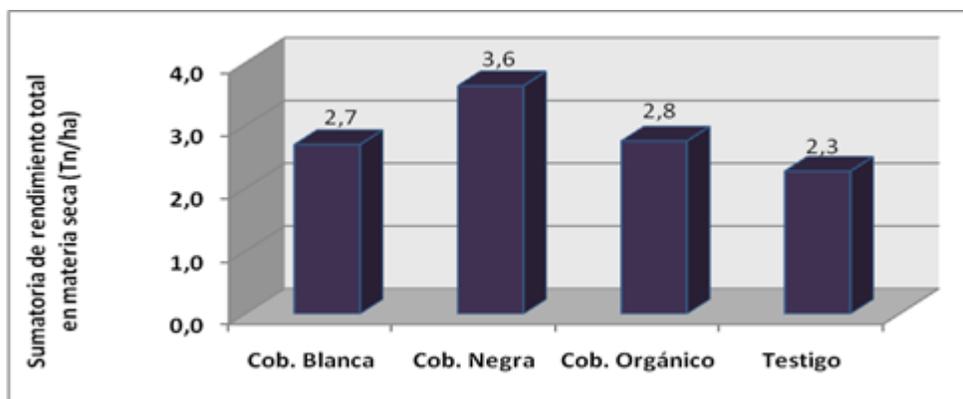


Figura 13. Rendimiento total de materia seca (Tn/ha), bajo coberturas de film de polietileno y orgánico.

De acuerdo a la figura 13, se muestra los rendimientos de materia seca total acumulado para pasto *Nassella sp.*, bajo diferentes coberturas.

Los valores más altos en este ensayo, se registraron bajo la cobertura negra, alcanzando un rendimiento total acumulado de 3,6 Tn/ha MS, seguidos por los acolchados orgánico (2.8 Tn/ha) y blanco leche, por último, se tiene rendimientos más bajos para el testigo (suelo desnudo) 2,3 Tn/ha en MS. Al respecto Mamani (2003), reporta rendimientos de materia seca de 2,3 Tn/ha para pasto cebadilla y 1,2 Tn/ha para pasto fleo, estudios realizados en Tiahuanaco de la Universidad Católica Boliviana, en el primer año de establecimiento.

Otros estudios realizados por Paredes (2012), muestra que los morfotipos de *Nassella sp.* registraron promedios en MS de 1653,33 kg/ha seguido de 1578,67 kg/ha y 1402,67 kg/ha, correspondientes al morfotipo 2, con niveles de abonamiento de 10 tn/ha, 5 tn/ha y 15 tn/ha respectivamente; mientras el rendimiento más bajo fue de 229.33 kg/ha correspondiente al morfotipo 1 sin abonamiento (Testigo).

Es importante resaltar, el rol que juega las coberturas de nylon negro y orgánico en el desarrollo morfológico de las plantas, al permitir almacenar mayor humedad en el suelo; alcanzándose de 23,85% H^0 para la (CN) y 22,02% H^0 en la (CB); así mismo

alcanzándose mayores temperaturas promedios bajo la cobertura negra 20,94 °C y 20,34°C en cobertura blanca.

Por otro lado, al conservarse la temperatura (13,4°C por la tarde y 10,3°C al siguiente día) durante la noche bajo la cobertura orgánica y la humedad, se tuvo un mayor desarrollo foliar de los pastos *Nassella sp.*, por lo que se obtuvieron mayores rendimientos bajo estos tratamientos.

4.3.8 Porcentaje de severidad de las heladas

El análisis de severidad por heladas, es uno de los factores importantes, el cual nos ayuda a analizar la intensidad de daño que es ocasionada por las heladas en la planta, influyendo directamente en el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Tabla 15. Se presenta el ANVA, para % de severidad a heladas.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Bloques	2	48,43	24,21	0,51	0,666 ns
Morfotipos	1	876,04	876,04	18,58	0,050 *
Error (PM)	3	232,29	47,13		
Coberturas	3	234,37	78,12	4,03	0,034 *
Coberturas*morfotipos	3	67,70	22,56	1,16	0,363 ns
Error (pm)	12	94,27	19,35		
Total	24				

Coefficiente de variación = 9,6%

Analizando la tabla 15, para la variable de la severidad a heladas sobre las plantas de *Nassella sp.*, existe diferencias significativas, entre morfotipos y para coberturas y no así entre bloque, ni para la interacción entre coberturas por morfotipos; la diferencia sobre la tolerancia a heladas de los morfotipos puede ser atribuible a la morfología y adaptabilidad de cada uno de los morfotipos expuestos en el estudio.

Por otro lado, al generar condiciones diferentes en cuanto a temperatura, humedad en el suelo y superficie del suelo, por efecto de las coberturas los daños por heladas son diferentes para cada tratamiento.

El coeficiente de variación para esta variable es de 9,6%, el cual nos da la confiabilidad de los datos registrados en campo.

Tabla 16. Comparación de medias para porcentaje de severidad a heladas al 95% de probabilidad, bajo tres tipos de coberturas.

Tratamientos	% de Severidad			
(a1) Cobertura blanca	50,41	A		
(a2) Cobertura Negra	54,00	A	54,00	AB
(a0) Testigo	45,41	A	45,41	AB
(a3) Cobertura orgánico			41,66	B

De acuerdo a los resultados de la prueba de Duncan a 95% de probabilidad, se observa la formación de dos grupos similares; para la mayor incidencia y severidad a causa de las heladas se presentó bajó la cobertura blanca, negra y testigo respectivamente en el primer grupo; el segundo grupo lo conforma el acolchado orgánico registrando daños mucho más menores respecto a los demás tratamientos.

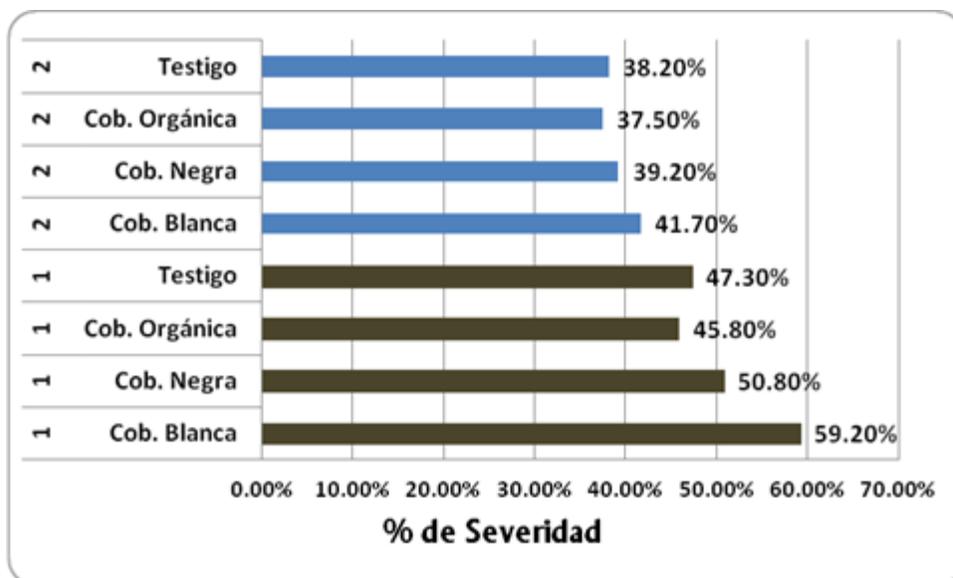


Figura 14. Porcentaje de severidad a causa de las heladas, al momento de presentarse las temperaturas más bajas, durante el periodo de trabajo.

Los datos para esta variable se registraron la 2da semana de julio, día donde se registró una temperatura mínima extrema de $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$, llegando a afectar de forma considerable a las hojas del pasto *Nassella sp.*

De acuerdo a la evaluación para porcentaje de severidad a heladas, en dos morfotipos, se muestran diferencias significativas, registrándose medias de 39,1 %Severidad, para el M2 y 50,8 %Severidad, en el M1. Por lo tanto, podemos decir que el morfotipo 2 es más tolerante ante los daños a causa de heladas.

Por otra parte, bajo la cobertura blanca es donde se registró los mayores daños por heladas, en ambos morfotipos, alcanzándose valores de 59,2% de severidad M1 y 41,7% de severidad M2, seguidos por la cobertura negra, testigo y acolchado orgánico con daños mucho más menores. Los resultados conseguidos son contrarios a lo obtenidos por Morales (2012), al momento de registrar temperaturas inferiores a cero, con la aplicación de polietileno negro como cobertura el porcentaje de daño causado

a la planta por las heladas se observó daños al cultivo puesto que el color negro tiende a modificar la temperatura del entorno de la planta.

Para el acolchado orgánico se muestran resultados alentadores para contrarrestar de alguna manera el efecto de las heladas sobre los cultivos, al registrar en el ensayo, menores daños en el follaje de las plantas al resto de los demás tratamientos. Tal como expresa Segura (2015), en su investigación el comportamiento de la vicia con cobertura de paja fue superior a los demás tratamientos (broza de quinua y estiércol de llama), lo cual indica que la cobertura de paja ayuda a proteger a la vicia de heladas por su característica de descomposición lenta, permitiendo mayor movimiento del aire en el suelo y su capacidad de captar calor.

4.3.9 Variables en el suelo

4.3.9.1 Humedad del suelo

Para responder el comportamiento de la humedad del suelo, los datos para este ensayo se registraron en el mes de marzo del 2019, después de los meses más lluviosas del año, con el fin de observar la retención y acumulación de humedad en el suelo, bajo diferentes coberturas empleados en el estudio.

Tabla 17. Análisis de varianza para humedad del suelo bajo diferentes tipos de acolchados.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Bloques	2	173,30	86,65	1,496	0,233 ns
Coberturas	3	1230,92	410,30	7,084	0,001 **
Error	6	3127,83	57,92		
Total	11				

Coefficiente de variación = 6,8%

Analizando el análisis de varianza, para la retención de humedad en el suelo, estadísticamente muestra diferencias altamente significativas para los tratamientos, estas diferencias podemos atribuir a la mayor y menor retención de humedad del suelo, aplicando los diferentes tratamientos (coberturas) expuestos en el estudio.

Por otro lado, no existen diferencias significativas entre bloques, el cual nos indica que no existe variaciones en cuanto a la estructura física del suelo en la parcela donde se realizó el trabajo.

El coeficiente de variación para esta variable es de 6,8%, el cual nos muestra la confiabilidad de los datos obtenidos en la investigación.

Tabla 18. Comparación de medias para humedad del suelo, bajo diferentes acolchados a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).

Tratamientos	% de Humedad del suelo	
(a2) Cobertura Negra	23,85	A
(a1) Cobertura blanca	22,02	A
(a0) Testigo	14,36	B
(a3) Cobertura orgánico	13,61	B

De acuerdo a la comparación de medias como se aprecia en la tabla 18, existe conformación de dos grupos, para la variable humedad del suelo. El primer grupo están conformados por acolchado negro y acolchado blanco con promedios alcanzados de 23,85% y 22,02% de humedad; el segundo grupo conforman el testigo y el acolchado orgánico que alcanzaron promedios de 14,36% y 13,61% de humedad.

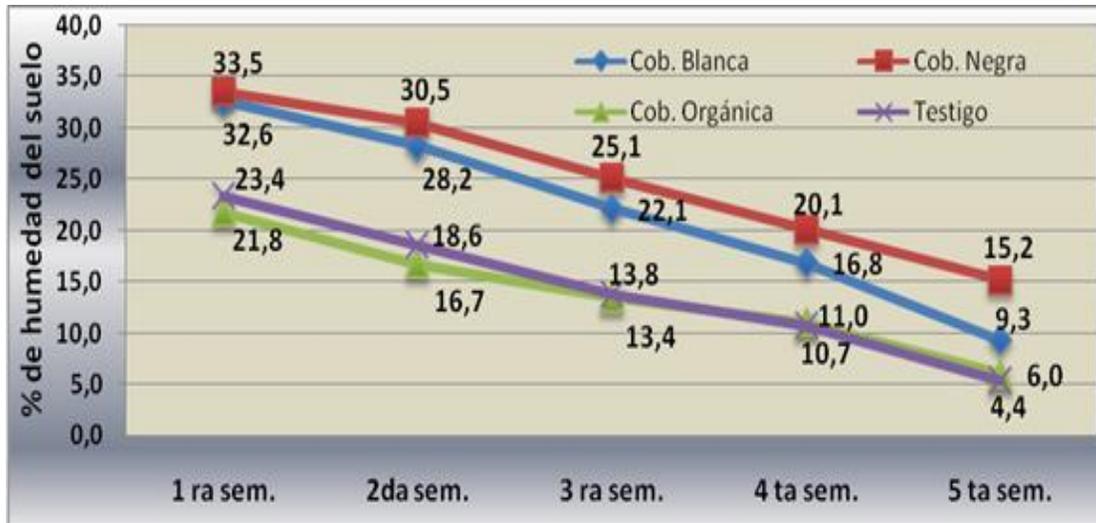


Figura 15. Representación gráfica de retención de humedad del suelo, bajo tipos de coberturas.

En la figura 15, se observa el comportamiento de la humedad del suelo, estos con diferentes tipos de mullching o coberturas; en la primera semana de evaluación la humedad del suelo después de la época de lluvias (marzo 2019), se encuentra en un rango de 21,8%H más bajos en (CO) a 33,5 %Hº más alto en (CN), esto de acuerdo a los tratamientos implementados en el estudio. Al pasar las semanas y a consecuencia de la evaporación de la Hº del suelo, para la quinta semana de evaluación la humedad del suelo disminuye notablemente a consecuencia de la insolación hasta llegar a un rango promedio de 4,4%H en (T) a 15,2%H en (CN).

De acuerdo a los datos registrados, se tiene mayor pérdida de humedad, en el testigo alcanzándose pérdidas de 81,2 %Hº, seguido por cobertura orgánica 72,5% Hº, acolchado blanco 71,5 %Hº y por ultimo con la cobertura negra se registró menores pérdidas de 54,6 %Hº; estos resultados muestran que el acolchado negro de polietileno ayuda a retener por mayor tiempo la humedad acumulada en el suelo por ende influye directamente en el desarrollo de las plantas, principalmente en épocas de invierno. Al respecto Alvarado y Castillo (2003), sostiene que bajo los acolchados de polietileno se

logra economizar de gran manera en el uso del líquido, impidiendo la evaporación del agua por la permeabilidad, quedando así disponible la humedad para las plantas.

Resultados similares obtuvo Morales (2012), en su investigación utilizando cobertura de polietileno negro, donde registró un valor de humedad del suelo de 18.83% a diferencia un suelo desnudo que obtuvo 6% de humedad. Estos resultados son confirmados por Flores *et al.* (2018), donde asegura que el mulching inorgánico es eficiente, ya que permite un excelente control de las malezas sin necesidad de recurrir al control químico, ni mecánico, contribuyendo a mantener un adecuado nivel de humedad del suelo.

4.3.9.2 Densidad aparente

Tabla 19. Análisis de varianza, para densidad aparente del suelo bajo tratamientos de coberturas.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Bloques	2	0,008	0,004	1,200	0,365 ns
Coberturas	3	0,027	0,009	2,656	0,142 ns
Error	6	0,020	0,003		
Total	11				

Coefficiente de variación = 5,1%

El coeficiente de variación para esta variable de respuesta es de 5,1%, el cual nos muestra que los datos obtenidos durante la evaluación son confiables.

El análisis de varianza efectuado para densidad aparente del suelo, se observa que no existen diferencias significativas estadísticamente, como se muestra en la tabla 19, al respecto podemos mencionar que las coberturas no influyeron de manera considerable en la mejora de la densidad aparente en el suelo.

Tabla 20. Densidad aparente del suelo

Tratamientos	Dap (gr/cc)
Cobertura blanca	1,28
Cobertura negra	1,28
Cobertura orgánica	1,22
Testigo	1,31

Aplicando los diferentes tratamientos de acolchados, como se muestra en el tabla 20, existe una disminución mínima la densidad aparente en el suelo, bajo el tendido del acolchado negro de polietileno hasta 1,2 g/cc, con respecto al testigo en donde se mantuvo la densidad aparente de 1,3 g/cc, esto demuestra de alguna manera que existe una mejora en cuanto a la porosidad y estructura física del suelo, por medios de la descomposición de la cobertura orgánica y favorecer la vida microbiana del suelo (suelo cubierto con broza de quinua y paja).

Morales (2012), menciona que la densidad aparente de un suelo cubierto con polietileno tiene una densidad aparente de 1.19 g/cc en comparación a uno con suelo desnudo con valores de densidad aparente de 1.37g/cc; tal diferencia es atribuible a las ventajas que brinda el acolchado del suelo como el mantenimiento de la estructura en mejores estados que un suelo desnudo debido a que brinda protección contra los agentes atmosféricos (Zribi *et al.*, 2011 citado por Morales, 2012).

Por otra parte (Martínez, 2016 citado por Nieves (2018), establecen que el acolchado orgánico mejoro los agregados el suelo al ser parte de este a través del tiempo en el caso del acolchado orgánico para así complementar el suelo con mayor contenido de residuos degradables, amortiguando y alcanzando por medio de la temperatura y los microorganismos del suelo una mayor degradación e integración al suelo.

El mismo autor el año (2017) citado por nieves (2018), explica que el efecto del acolchado por el suelo al estar más suelto y adquiriendo más materia orgánica, más

las condiciones favorables condujo a un aumento de biota en el suelo la densidad aparente se modifica.

Sánchez y Meneses de Souza (2010) citado por Nieves (2018), señala que el acolchado minimiza efectos de compactación y pérdida de suelo por erosión, En cuento a la compactación se mantuvo la humedad porque evita que los suelos se sequen y puedan tener mejor resistencia a la penetración y en la segunda por erosión porque se protege la capa superior del suelo de la lluvia y el viento evitando la escorrentía y la erosión eólica.

4.3.9.3 Temperaturas del suelo.

Tabla 21. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas al medio día, en tres niveles de profundidad.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Semana	18	7597,31	422,07	116,82	0,001 **
Bloques	2	6,83	3,41	0,95	0,388 ns
Coberturas	3	3164,60	1054,86	291,97	0,001 **
Profundidades	2	5141,93	2570,96	711,61	0,001 **
Coberturas*Profundidades	6	243,63	40,60	11,24	0,001 **
Semana*coberturas	54	493,39	9,13	2,53	0,001 **
Error	598	2160,52	3,61		
Total	683	18808,24			

Coefficiente de variación 9,97%

La anterior tabla 21, nos permite observar el análisis de varianza para las temperaturas del suelo registradas al medio día. Entre bloques no presentan diferencias significativas; en cambio para las semanas, entre coberturas y para profundidades estadísticamente son altamente significativas, al igual que para las interacciones entre cobertura por profundidad y semana por cobertura que también fueron altamente significativas estadísticamente, lo que respondería a que los tratamientos expuestos en la prueba, influyó directamente en la variabilidad de temperaturas del suelo.

El coeficiente de variación para esta variable es de 9,97% el cual indica la confiabilidad de los datos y resultado obtenidos durante el periodo de evaluación.

Tabla 22. Comparación de medias para temperaturas del suelo, registrados al medio día a una probabilidad de 95% ($\alpha= 0,05$).

Tratamientos	Temperaturas °C			
(a0) Testigo	20,94	A		
(a2) Cobertura negra	20,34	A	20,34	AB
(a1) Cobertura blanca			19,54	B
(a3) Cobertura orgánica			15,44	C

En la tabla 22, refleja los resultados sobre la temperatura del suelo, bajo diferentes coberturas orgánicas e inorgánicas. La prueba de Duncan a un nivel de confiabilidad de 95%, establece la formación de tres grupos similares, donde el testigo y la cobertura negra, son los que registraron mayores temperaturas al medio día; en cambio con la cobertura blanca presenta 1 °C menos que los anteriores tratamientos. Por último, la cobertura orgánica registro temperaturas más bajas al medio día; señalando de esta manera que son estadísticamente diferentes.

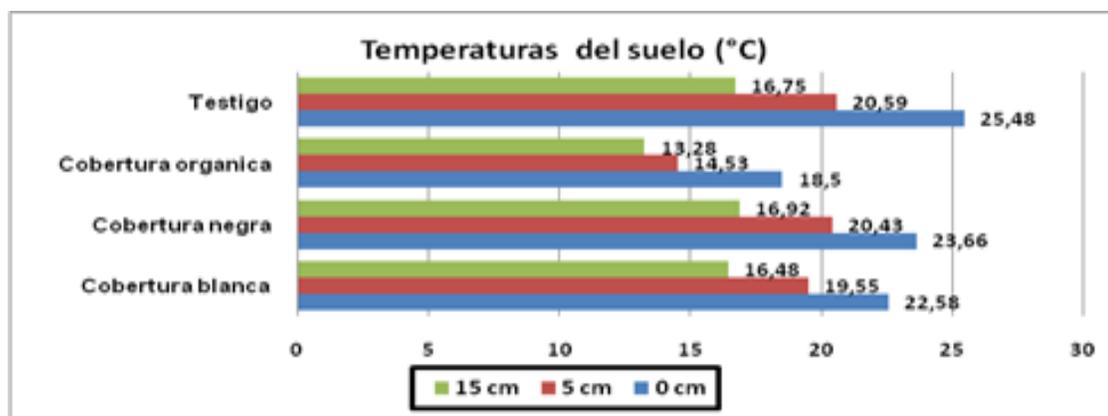


Figura 16. Variación de la temperatura del suelo, al medio día a tres niveles de profundidades, bajo tres tratamientos de cobertura.

En la figura 16, se presenta la variación de temperatura del suelo, al medio día a tres niveles de profundidad, bajo tres tipos de acolchados empleados durante la investigación. Las temperaturas más altas registradas para el nivel del suelo, fue para el testigo, seguidos por cobertura negra, blanca y cobertura orgánica. Para 5 cm de profundidad de similar manera se registró mayores temperaturas con testigo seguidos por los tratamientos de nylon de polietileno negro, blanco y acolchado orgánico. Para 15 cm de profundidad de igual forma las temperaturas más altas al medio día se registraron en el testigo, seguidos por cobertura negra, blanca y cobertura orgánica.

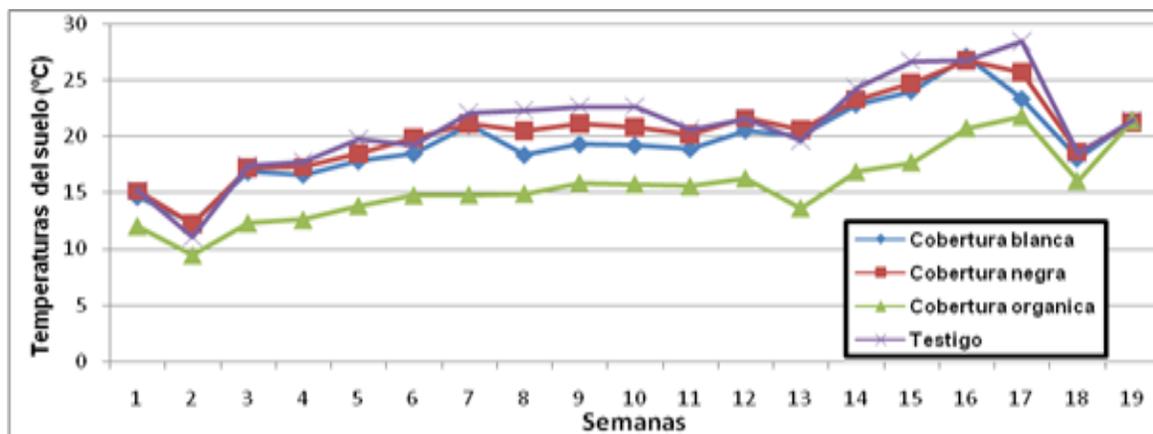


Figura 17. Tendencia de la temperatura del suelo registrado al medio día, para 19 semanas de evaluación (periodo invernal).

De acuerdo a la presente figura 17, las temperaturas registradas al medio día durante 19 semanas, bajo tres tipos de coberturas. En el cual cada cobertura se comportó de diferente manera presentando ascensos y descensos en la temperatura registradas en el suelo; se observa claramente la cobertura orgánica fue la que menor temperatura llegó a acumular durante las 19 semanas.

La variabilidad de temperaturas se puede atribuir, al efecto de las diferentes coberturas expuestas en el ensayo; tal como se muestra para el acolchado negro, blanco y testigo. Estos tratamientos mostraron temperatura más altos con excepción del acolchado orgánico, que registró en cada semana temperaturas más bajas al medio día lo que

muestra el efecto de amortiguamiento de la temperatura por la paja y broza de quinua usado como tratamiento.

Tabla 23. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas a las 5:00 pm.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Semana	18	5849,82	324,99	204,43	0,001 **
Bloques	2	5,46	2,73	1,72	0,180 ns
Coberturas	3	1734,49	578,16	363,69	0,001 **
Profundidades	2	142,46	71,23	44,81	0,001 **
Coberturas*Profundidades	6	68,92	11,48	7,23	0,001 **
Semana*coberturas	54	228,43	4,23	2,66	0,001 **
Error	598	950,64	1,58		
Total	683	8980,24			

Coefficiente de variación 7,77%

De acuerdo a la tabla 23, las temperaturas registradas por la tarde, los bloques no muestran diferencias estadísticamente significativas; pero si son altamente significativos para las semanas, coberturas y para profundidades. De la misma forma, entre las interacciones entre cobertura por profundidad y semana por coberturas presentaron diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza, a una probabilidad de 0,05%.

Tabla 24. Comparación de medias para temperatura del suelo registrado a las 5:00 pm (95% de confiabilidad)

Tratamientos	Temperatura del suelo (°C)
(a2) Cobertura Negra	1,51 A
(a0) Testigo	17,04 A
(a1) Cobertura blanca	16,81 A
(a3) Cobertura orgánico	13,49 B

De acuerdo a la prueba de Duncan nos permite identificar dos grupos similares estadísticamente, para las temperaturas registradas por la tarde, bajo tres tipos de

coberturas; en el primer grupo se encuentran la cobertura negra, blanca y el testigo, acumulando las mayores temperaturas registradas por las horas de la tarde y no así en el acolchado orgánico, donde se registró temperaturas menores.

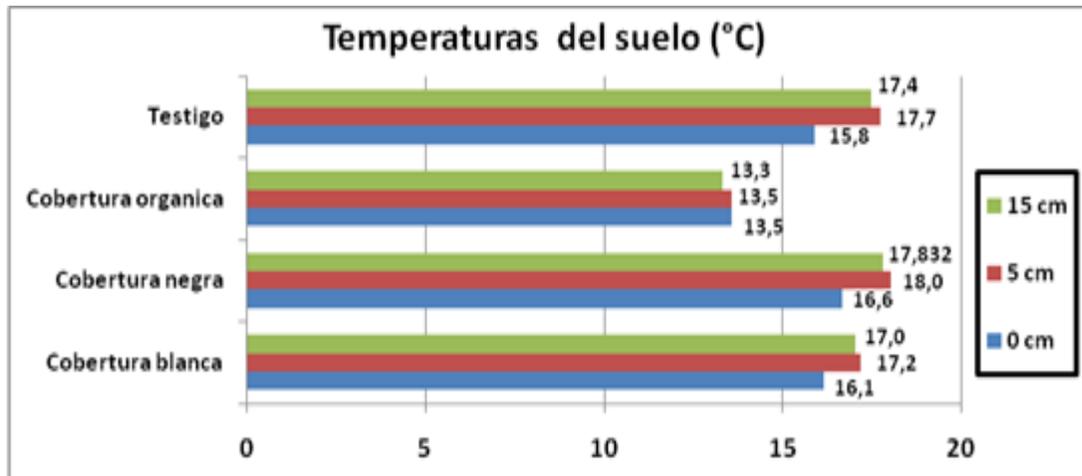


Figura 18. Variación de la temperatura del suelo, registradas a la 5:00 pm a tres niveles de profundidad.

Como se observa en la figura 18, la variación de temperatura del suelo registradas por la tarde a tres niveles de profundidades, bajo tres tipos de coberturas; registraron diferencias con relación a la anterior figura 19, al medio día; las temperaturas más altas se registraron a 5 cm de profundidad, correspondientes a la cobertura negra, testigo, blanca y orgánico con valores correspondientes de 18.0°C, 17.7°C, 17.2 °C y 13,5°C.

Por otra parte, a 15 cm de profundidad, se obtuvieron valores menores al anterior tratamiento, en esta profundidad se registraron temperaturas mayores con el acolchado de polietileno negro, seguidos del testigo, acolchado blanco y por último se obtuvo resultados más bajos con el acolchado orgánico, con valores de 17.8°C, 17.4°C, 17.0 °C y 13.3°C.

Para el nivel del suelo (0,0 cm) de profundidad, los mayores valores registrados fueron para la cobertura negra, seguidos por cobertura blanca, testigo y finalmente por la cobertura orgánica, cuyas temperaturas oscilaron entre 16.6, 16.1, 15.8°C y 13.5°C.

Por otra parte, haciendo una comparación con la anterior figura 19, existe gran variabilidad de temperaturas entre niveles de profundidad; las temperaturas más altas registradas para medio día, se obtuvo a nivel del suelo (0,0 cm) de profundidad; en cambio por la tarde se obtuvieron temperaturas más altas a 5 cm de profundidad, al respecto esto los resultados se justifica, al calienta del suelo durante el día, por la emisión directa de los rayos solares; el cual hace que el suelo suba de temperatura a mayores profundidad en el suelo.

Por otro lado, haciendo una comparación entre tratamientos, se obtuvieron mayores temperaturas con la aplicación de acolchado de nylon de polietileno de color negro, blanco y seguidos por el testigo; principalmente se debe a que, al aplicar coberturas de nylon, el suelo tiende a calentar con mayor rapidez principalmente en presencia de los rayos solares, a consecuencia de ello la temperatura del suelo tiende a subir, al igual que en un suelo desnudo. A diferencia de la cobertura orgánica mantiene de manera constante la temperatura en el suelo.

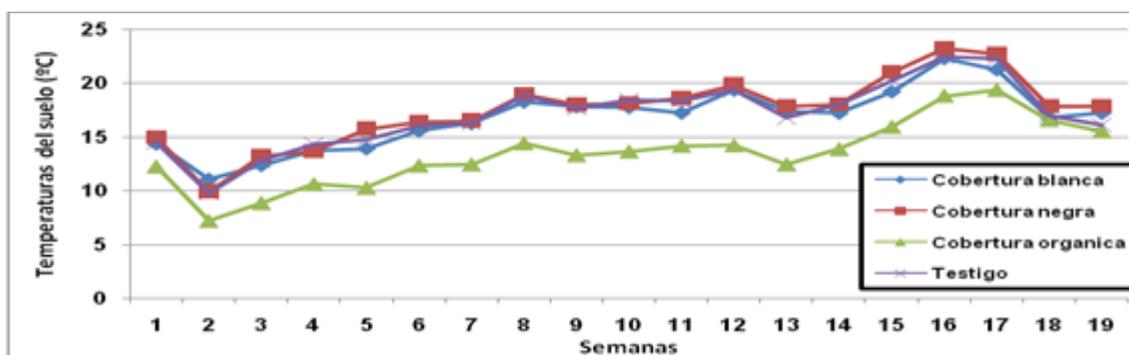


Figura 19. Tendencia de la temperatura del suelo, registrado a las 5:00 pm, bajo tres tipos de coberturas.

Como se presenta en la figura 19, la cobertura orgánica en el transcurso de las 19 semanas se registró temperaturas menores a diferencia de la cobertura blanca y negra e inclusive al testigo. En la segunda semana la cobertura blanca obtuvo una temperatura de 11,0°C la cual fue mayor a la cobertura negra con 9,9°C, cobertura orgánica con 7,2°C y el testigo 9,7°C a partir de dicha semana las temperaturas del suelo registraron ascenso y descensos no menores a las anteriores.

Tabla 25. Análisis de varianza para temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F C	Pr>F
Semana	18	14392,02	799,55	378,02	0,001 **
Bloques	2	2,52	1,26	0,60	0,550 ns
Coberturas	3	78,27	26,09	12,34	0,001 **
Profundidades	2	13,84	6,92	3,27	0,036 *
Coberturas*Profundidades	6	36,57	6,09	2,88	0,008 *
Semana*coberturas	54	193,51	3,58	1,69	0,002 *
Error	598	126,84	2,11		
Total	683	15981,60			

Coefficiente de variación 13,17%

La tabla 25, muestra el análisis de varianza para la temperatura del suelo registrada por horas de la mañana; en el cual se observa que existen diferencias altamente significativas para semanas y coberturas, y no así entre bloques el cual no presento diferencias. Por otro lado, en cuanto a las profundidades, interacción entre coberturas por profundidad y semana por coberturas, solo se muestran diferencias significativas.

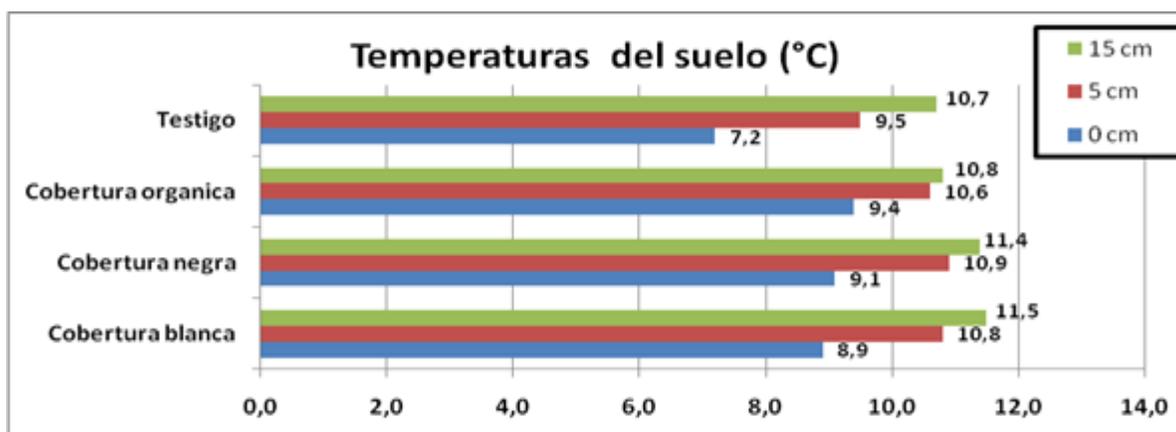


Figura 20. Variación de la temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am, a tres niveles de profundidades, bajo tres tipos de coberturas.

En la figura 20, muestra la variación de la temperatura del suelo por horas de la mañana, al emplear las coberturas en la superficie del suelo y en suelo desnudo; observándose de esta manera, las temperaturas más altas se registran a mayor profundidad del suelo, en este caso para 15 cm y 5 cm. En cambio, a nivel del suelo se registraron temperaturas más bajas en todos los tratamientos, el cual se atribuye, a que existe descensos y desprendimiento de temperaturas durante la noche, y parte de la mañana, a causa de la presencia de las heladas, rocíos y otros factores.

A 15,0 cm de profundidad, para 7:00 am se registraron temperaturas de 11.5°C, 11.4°C, 10.8°C y 10.7°C correspondientes a las coberturas blanca, negra, orgánico y testigo. Para 5,0 cm de profundidad se registraron temperaturas promedias de 10.9°C, 10.8°C, 10.6°C y 9.5°C correspondientes a los tratamientos, mulch de nylon de polietileno negro, blanco, mulching orgánico y testigo. En cuanto a las temperaturas registradas a nivel del suelo, se tiene 9.4°C, 9.1°C, 8.9°C y 7.2°C correspondientes al tratamiento cobertura orgánica, negra, blanca y testigo.

Es importante resaltar, el comportamiento de las temperaturas del suelo bajo coberturas orgánicas compuesta por (paja y broza de quinua); donde al finalizar del día (6 a 7:00 pm) las temperaturas en el suelo bajo este tratamiento alcanzaron promedios de 13,4 °C a diferencia del testigo, acolchado negro y blanco que alcanzaron temperaturas mayores a los 17,0 °C. Por la mañana (7 a 8:00 am) bajo los mismos tratamientos, se registraron temperaturas de 10,3 °C en la cobertura negra y 10,1 °C en los acolchados de film de polietileno y testigo.

Esto demostraría que las coberturas de origen orgánico mantienen las temperaturas acumuladas en el día, durante la noche y parte de la mañana donde se registran la presencia de heladas más intensas. Esta cualidad del acolchado orgánico al evitar los

cambios bruscos de temperatura en el suelo, ayuda de alguna manera al desarrollo del pasto *Nessella sp.*

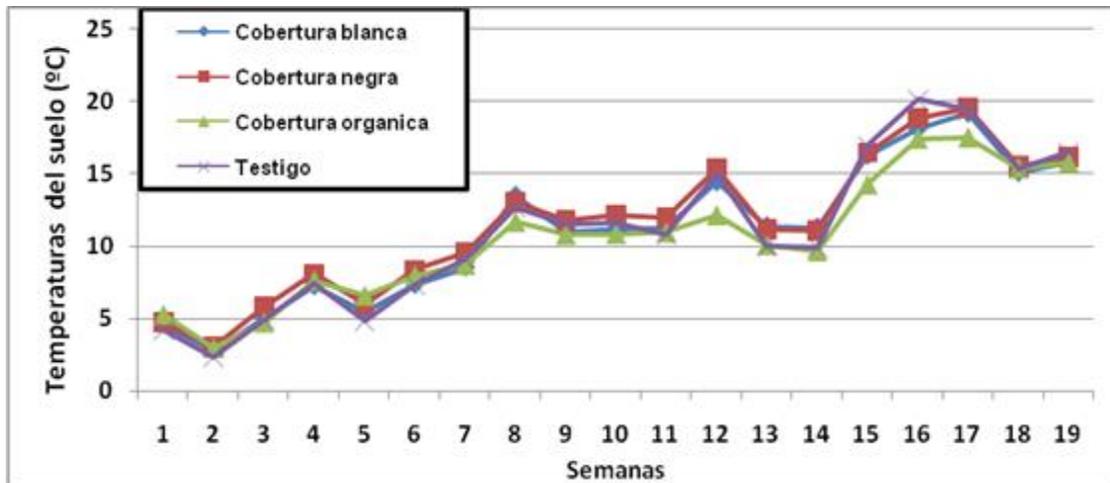


Figura 21. Tendencia de la temperatura del suelo, registradas a las 7:00 am, bajo cuatro tratamientos.

La figura 21, muestra la tendencia de la temperatura durante las 19 semanas; donde al emplear tres tipos de coberturas más el testigo (suelo desnudo), se observó que la cobertura blanca, negra, orgánica y el testigo registraron temperaturas similares entre tratamientos y variables entre las semanas durante el periodo de evaluación.

En la primera, segunda, tercera y quinta semana de evaluación, se registraron las temperaturas más bajas, alcanzando con la cobertura blanca 2,82°C, negra de 3,01°C, orgánica 2,96°C y finalmente con el testigo 2,35°C, a consecuencia de presencia de fuertes heladas durante las primeras semanas de la evaluación, el cual origino el descenso fuerte de las temperaturas en el ambiente y en el propio suelo.

Resultados obtenidos por Morales (2012), muestra que la temperatura del suelo a dos diferentes profundidades 15, 5 cm y nivel del suelo (0 cm); utilizando coberturas de polietileno negro se observó que la temperatura tiende a elevarse dando valores de 10.52, 10.3 y 10.62 °C, en cambio en suelo desnudo disminuye la temperatura del

mismo a 9.68, 9.3 y 9.09 °C dando una diferencia de 1- 1.5 °C, de gran importancia; al momento de registrarse heladas.

Buendia (2014), menciona que el uso de cobertura de plástico negro favorece el aumento de la temperatura, actuando como un cuerpo negro para evitar la entrada de radiación, pero puede aumentar durante la temporada de verano.

Jaramillo (2018), utilizó rastrojos de pasto como material de cobertura que permitió amortiguar las fluctuaciones de temperatura provocadas por la temperatura ambiente. Sin embargo, hubo diferencias significativas de temperatura durante las horas en que se realizaron las mediciones en el suelo. El uso de coberturas vegetales o mulch, es una práctica que protege al suelo contra los impactos medioambientales, aumenta la retención de humedad, evita la evaporación, mantiene la temperatura más estable y disminuye el crecimiento de malezas (FAO, 2011).

4.3.10 Análisis económico

El análisis económico para el presente estudio, se consideró los precios de cebada en materia verde, de los mercados de la zona 16 de julio, ceja el alto y Viacha. Datos expresados para 219 m².

Tabla 26. Costos de producción para tres tipos de acolchados expuestos en el estudio.

Insumos para cobertura negra (CN)	Unidad	Cantidad	Costo unitario/Bs	Total/Bs
a) Insumos				
-Film de polietileno negro de (0,75 μ)	M ²	42	3,56	149,5
-Plantines de <i>Nassella sp.</i>				
b) Preparación del ensayo	Unidad	168	0,5	84
- Establecimiento de plantines				

-Remoción de la parcela				
-Tendido del film de polietileno	Jornal	1,5	40	60
c) Labores culturales	Jornal	0,5	40	20
-Deshierbe				
-Riego	Jornal	0,5	40	20
d) Cosecha				
1er corte				
2do corte	Jornal	0,5	40	20
3er corte	Jornal	0,5	40	20
e) Post cosecha				
Almacenaje y comercialización	Jornal	0,5	40	20
	Jornal	0,5	40	20
	Jornal	0,5	40	20
	Jornal	0,5	40	20
Total				453,5
Imprevistos	5%			22,7
Total Bs para (219 m ²)				476,2
Total Bs/ha				21,744.3

Los costos de producción para film de polietileno de color negro se tiene un costo de 21,744.3 Bs/ha.

4.3.10.1 Parámetros de evaluación

a) Ingreso bruto

$$IB = \text{Rendimiento} * \text{Precio}$$

$$IB = 10,386.00 \text{ Kg/ha} * 2,50 \text{ Bs/kg}$$

$$IB = 25,965.00 \text{ Bs/ha}$$

b) Ingreso neto

$$IN = IB - CT$$

IN= 25,965.00 Bs/ha – 21,744.3 Bs/ha

IN= 4,220.7 Bs/ha

c) Relación beneficio / costo

$B/C = IB / CP$

$B/C = 25,965.00 / 21,744.30$

$B/C = 1,29$

Tabla 27. Comparación de relación beneficio/costo, para tres tratamientos de acolchado.

Tratamientos	Costo de producción (Bs)	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (Bs)	Ingreso neto (Bs)	Relación B/C
Cobertura Negra	21,744.3	10,386.00	25,965.0	4,220.7	1,29
Cobertura Blanca	21,744.3	7,409.00	18,522.5	- 322,8	0,85
Cobertura Orgánica	16,589.0	7,332.00	18,330.0	1,741.0	1,11
Testigo	14,575.3	5,682.00	14,205.0	- 370,3	0,97

Comparando los costos de producción para cada tratamiento, la relación beneficio/costo tabla 27, calculado para una superficie de 1 Ha, se puede obtener ganancias aproximados de 0,29 bs y 0,11 bs con la cobertura negra y orgánica. No existe ganancias significativas para el acolchado blanco leche ni con el testigo.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones.

1. En cuanto a los tratamientos empleados en el estudio, se observó menores daños a causa de las heladas bajo la cobertura orgánica, alcanzándose un porcentaje de severidad 37,5% en el M2 y 45,8% en el M1. Por otro lado, alcanzando mayores daños por las heladas de 41,7% en el M2 y 59,2 % en M1 en el testigo, con referente a los demás tratamientos.

2. Con respecto a altura de planta se obtuvieron mejores velocidades de crecimiento bajo la cobertura de polietileno de color negro, esto en los dos primeros cortes, en ambos morfotipos. Alcanzando valores de 11,7 cm en el 1er corte, 12,8 cm en el 2do corte correspondiente al M1 y 18,7 cm en 1er corte, 23 cm en 2do corte correspondiente al M2. Para el 3er corte se obtuvieron mayores alturas de plantas bajo la cobertura orgánica, obteniéndose los siguiente de 19,4 cm para M1 y 36 cm para el M2., con respecto a los demás tratamientos donde mostraron alturas promedias mucho más menores.

2.1. En el incremento de numero de macollos bajo la cobertura de nylon de polietileno y cobertura orgánica en tres periodos de cortes, se alcanzó mejores resultados bajo la cobertura negra, con respecto a los demás tratamientos y testigo. Alcanzando valores promedios de 110,8 macollos/planta para el 1er corte de invierno; 195,4 macollos/planta para el 2do corte. Llegando así a total promedio de 399 macollos/planta en promedio durante todo el periodo de trabajo.

2.2 En la variable incremento de diámetro de corona basal, de igual manera se obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento cobertura nylon de polietileno de color negro de 75 micrones, esto en los 3 periodos de cortes trabajados. Alcanzando valores medios de 0.9 cm en el 1er corte, 1,5 cm en el 2do corte y 2cm en el 3er corte.

Con respecto a los demás tratamientos y testigo, donde alcanzaron diámetros de corona basal menores.

3. Con respecto al rendimiento obtenido tanto para la materia verde y seca en pasto *Nassella sp.*, fueron muy diferentes en ambos morfotipos. Obteniéndose mejores resultados con el M2, esto es atribuible por las características morfológicas propias del morfotipo con respecto al M1. Así también por la influencia de los tratamientos incorporados en el presente estudio.

Analizando el rendimiento total en los tres periodos de cortes para materia verde, se alcanzaron los mejores resultados con la cobertura negra (10,4 Tn/ha), seguido por la cobertura blanca y organica con valores de (7,4 y 7,3 Tn/ha). Por ultimo con el testigo se obtuvo solamente 5,7 Tn/ha de rendimiento.

Por otro lado, los mejores rendimientos en materia seca también se alcanzaron con el tratamiento cobertura nylon de polietileno de color negro, obteniéndose un valor promedio total de 3,6 Tn/ha, seguidos con los tratamientos de cobertura orgánica y blanca con valores de (2,8 y 2,7 Tn/ha). Por ultimo con el testigo se obtuvo solamente 2,3 Tn/ha.

4. Por ultimo podemos concluir que aplicando coberturas de nylon de polietileno de color negro puede ayudar a mejorar de manera considerable en el rendimiento de fitomasa aérea, en número de macollo, altura de planta y diámetro de corona basal. Variables estudiadas en el presente trabajo. Convirtiéndose así una alternativa de solución a escasos y bajo rendimiento de forraje verde principalmente en épocas de invierno y meses con poca precipitación pluvial durante el año. Por otro lado, el uso de coberturas orgánicas (Paja y broza de quinua local) mostro buenos resultados en cuanto a mejora a la tolerancia a heladas y mayor conservación de temperaturas en el suelo principalmente en las horas más frías y fluctuantes en época invernal. Mostrando así una alternativa para mejorar el desarrollo y altura de planta y del suelo esto por sus características orgánicas propias de esta cobertura.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Abouziena, H. F., y Haggag, W. M. (2016). Weed control in clean agriculture: a review. *Planta daninha*, 34(2), 377-392. Recuperado de <https://n9.cl/zfkeu>
- Alcazar, J. 1997. Bases para la Alimentación Animal y la Formulación Manual de Raciones. Producciones Graficas. La Paz, Bolivia. 70 p.
- Alvarado, P. y H. Castillo. 2003. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. Chile. 8 p.
- Anda, J. 2017. Tecnoagro. Consultado el 24 de Julio de 2023, de <https://tecnoagro.com.mx/revista/2017/no-117/la-agricultura-protegida-en-mexico/>
- Arancibia B. 1998. Sistemas de restablecimiento y estudio fenológico de la Cebadilla (*Bromus unioloides*, H.B.K. y Chillihua (*Festuca dolichophylla*, Presl.) en la provincia Tapacarí - Cochabamba). “Tesis de grado, para obtener el título de Ingeniero agrónomo”. Oruro – Bolivia. 73 p.
- Armijos Carate, J. M. 2022. Efecto de cuatro mulchs orgánicos en las propiedades del suelo en el desarrollo del cultivo de apio (*Apium graveolens*) Salache 2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Bernal, J., 2005. Manual de manejo de pastos cultivados para zonas alto andinas, Ed. DGPA. 32p.
- Branzanti, E. 2001. La fresa. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España: 279 p.
- Caravaca, M. 2015. Operaciones auxiliares de preparación de terreno, plantación y siembra de cultivos agrícolas. España: Editorial Elearning.
- CIMMYT, 1988. Centro de Internacional de mejoramiento de maíz y el trigo. La formulación de las recomendaciones a partir de datos agronómicos: Manual de metodología de evaluación económica. Edición México D.F., México. 13-17 pp.
- CIMMYT, 1988. Centro Internacional de mejoramiento del maíz y el trigo. La formulación de las recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual

- de metodología de evaluación económica. Edición México D. F., México. pp 13-70
- Coventry, J. M., Fisher, K. H., Strommer, J. N., & Reynolds, A. G. 2005. Reflective mulch to enhance berry quality in Ontario wine grapes. *Acta Horticulturae*, 95-101.
- Denium. 1976. Producción de semillas de plantas forrajeras. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo - Uruguay. Pp. 10 – 11
- Enríquez Collaguazo, P. E., & Soria Proaño, M. A. 2018. Eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (*zea mays*)-arveja (*Pisum sativum*) en Aloburo y Yahuarcocha. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Imbabura, Ecuador. Tesis: Ingeniera en Recursos Naturales Renovables e Ingeniera en Agropecuaria. p. 140.
- FAO. 2011. Prácticas de Conservación de Suelos y Agua para la Adaptación Productiva a la Variabilidad Climática. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as431s.pdf>
- Flores, P., Ausilio, A., Leone, A., Poggi, D., Quadrelli, A., Solini, I., & Catraro, M. 2019. Efecto de diferentes mulchings sobre el crecimiento de una plantación de durazneros (*Prunus persicae* L.) variedad Opodepe en Zavalla, provincia de Santa Fe. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 18(1), 49-58.
- Frutos Pinto, J. V. 201). Efecto de la utilización de mulch natural, maíz (*Zea mays* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), vicia (*Vicia sativa* L.), y avena (*Avena sativa* L.) sobre la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.) En el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Tesis de licenciatura) Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18279>
- Frutos, V., Pérez, M., & Risco, D. 2016. Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. *IDESIA*, 34(6), 61-66. doi: 10.4067/S0718-34292016005000038.
- Gillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de hierba. Ed. Acribia Zaragoza, España. 97-114 pp.

- Gonzaga, F. y M. Belisario. 1999. Manual de manejo y conservación de praderas nativas. Ed. SID. La Paz, Bolivia. 56p.
- González A, Fernández JA, Martín P, Rodríguez R, López J, Bañón S, Franco JA, 2003. Behaviour of biodegradable film for mulching in openair melon cultivation in South East Spain. KTBL Schrif.t, 71-77.
- González, A., Fernández, J. A., Martin, P., Rodríguez, R., López, J., Bañon, S., & Franco, J. A. 2003. Behaviour of Biodegradable Film for Mulching in Open-Air Melon Cultivation in South-East Spain. Biodegradable materials and natural fibre composites in agriculture and horticulture International symposium (págs. 71-77). Hanover, Germany: Kuratorium fur Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL SCHRIFT).
- GRUPO LATINO, Ltda. 2006. Biblioteca agropecuaria Volvamos a campo. Tomo 2. Editorial D'vinni Ltda. Colombia. 728-748 pp.
- Haddad y Villagrán. 1988. Efectos de diferentes materiales utilizados en acolchados de suelo sobre el rendimiento y calidad de los cultivos. Platiculture. 103p.
- Henríquez, S. A. 2014. Efecto de acolchados sobre propiedades físicas de un suelo de la sabana de Bogotá y su relación con el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá DC., Colombia. Tesis: Magister en Ciencias Agrarias. p. 154.
- Infante, A. y San Martín, K. 2016. Manual de producción agroecológica. Centro de Educación y Tecnología (CET). 4° edición, 192p. Sociedad Gráfica Ltda.
- Jaramillo, M. A. 2018. Evaluación de cobertura vegetal en el suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca agroecológica, Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Tesis de grado: Ingeniero en Ambiente y Desarrollo. p 27.
- Lavarello Herbin, A. 2019. Influencia de las malezas sobre el establecimiento y valor nutritivo de pasturas con distinta relación anuales/perennes (Tesis Doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires).
- Maita Rodríguez, J. J. 2018. Eficacia de la Técnica Mulching para recuperar el porcentaje de fósforo adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos en el suelo del botadero del distrito de Mito-2017.

- Martínez S. 2017. Utilización de subproductos orgánicos vegetales para mejorar las propiedades físicas de suelos alterados. Recuperado de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3593/1/TFG%20Martinez%20Bernabeu%2C%20Sheila.pdf>
- Martínez, J. 2005. Acolchado en Hortalizas. Facultad de Agronomía, UANIL. pp. 2- 5.
- Melgarejo, P. 2006. Nuevas tecnologías para el ahorro del agua en el cultivo de frutales en la Zona semiárida mediterránea. Universidad Miguel Hernández. 105–108 pp.
- Mendoza, Y. F., & Matencio Montero, J. (2014). El mulch y las coberturas plásticas en la producción de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) CV. Ajax. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Tesis de grado: Ingeniero Agrónomo. p. 160.
- Meneses, R. Y E. Barrientos. 2003. Producción de Forrajes y Leguminosas en el Altiplano Bolivia. Resumen de experiencias en seis años de trabajo entre el Centro Experimental Agropecuario Condoriri. Instituciones del fondo Universitario “La Violeta” Proyecto AgroLeg (CIAT-CIF-CIFP-SEFO). Cochabamba-Bolivia. 23 p.
- Miranda, C. 2004, Introducción a la geología agrícola. Edafología. Primera parte. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 68 p.
- Morales, A. 2012. Comportamiento de 12 variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo cobertura de polietileno, en Quipaquipani, provincia Ingavi del departamento de La Paz. Tesis de Grado, UMSA Facultad de Agronomía, La Paz - Bolivia. p.31-48
- Munguia, J., Zermeño, A., Quezada, R., De La Rosa, M., Ibarra, I., & Torres-B., A. 2004. Relación entre los componentes del balance de energía y la Resistencia estomática en el cultivo de melón bajo acolchado plástico. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 181-192.
- Muñoz, L. 2020. Acolchado para el Huerto | Tipos de Mulching o Acolchados para plantas. Obtenido de AgroHuerto: <https://www.agrohuerto.com/acolchado-o-mulching-para-huertos/>
- Navarro, Brioso., K. C. 2019. Efecto del mulching orgánico e inorgánico en frambueso (*Rubus Ideaus* L.) cultivar heritage bajo macrotunel en Huaripampa, Huari –

- ANCASH - 2018. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ciencias Agrarias. Huaraz, Perú. Tesis: Ingeniero Agrónomo. p. 71.
- Nieves Gómez, A. N. 2018. Identificación de los efectos de algunos acolchados en suelos agrícolas en condiciones del trópico. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Zona Occidente Nodo CCAV- Dosquebradas. Tesis de grado: Agrónomo. p 160.
- NOVAGRIC, 2015. Beneficios de las cubiertas plásticas en acolchado. Recuperado el 25 de Julio de 2023, de <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/beneficios-cubiertas-plasticas-acolchado>
- Oliva, M. Rojas, D. Morales, A. Oliva, C. & Oliva, M. A. 2015. Contenido nutricional, digestibilidad y rendimiento de biomasa de pastos nativos que predominan en las cuencas ganaderas de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba, Amazonas, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 211-215. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.07>
- Paredes, R. 2012. Efecto del abonamiento con estiércol tratado de llama en la producción de fitomasa forrajera en morfotipos del pasto *Nassella sp.* en Viacha provincia Ingavi, La Paz-Bolivia. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 4 p.
- Paye, P. 2006. Evaluación Agronómica y Comparación de Rendimiento en Seis Especies Forrajeras Plurianuales, Bajo Condiciones de Secano, en Letanías Provincia Ingavi. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 3-9 pp.
- Prieto, G. y Alzerreca, A. 1998. Seminario Pastizales Andinos: Diagnostico de las Actividades Forrajeros en el Altiplano y Alto andino de Bolivia. Centro de Investigación en Forrajes la Violeta. La Paz, Bolivia. 47p.
- Quezada, M. R.; Munguia, J.L.; Ibarra, J. L. 2004. Efectos de acolchados foto selectivos sobre la acumulación de materia seca y rendimiento en pimiento morron. VI congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación de plásticos en agricultura. CIDAPA. Memorias. Pág.10-20. Cartagena, Colombia.
- Quispe, R.L.F., 2010. Comportamiento Agronómico de Cinco Variedades de Festuca Alta (*Festuca arundinacea*), Bajo Condiciones de Fertilización Nitrogenada en

- el Instituto Benson, Letanías-Viacha, para optar a Tesis de Grado. La Paz. UMSA, Facultad de Agronomía. 23 p.
- Rajasekar, M., UdhayaNandhini, D. y Suganthi, S. 2019. Manejo del suelo con mantillos para una producción agrícola sostenida. AGRICULTOR INDIO , 51 , 28.
- ROCABADO, M. y J.C. VILLA. 2008." Cultivo de alfalfa dormante en regiones de la puna de Bolivia", 1º ed., La Paz-Bolivia. 5-10 pp.
- Rodríguez R., G. (2007). Efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete. Ciencia e investigación agraria, 34(3), 225-230.
- Rojas, F. 1994." Revisión de las especies de la tribu Estipae (Poaceae) en Bolivia", Tesis M.Cs. Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, Chile. 157 p.
- SAGARPA. 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado el 25 de Julio de 2023, de <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/tipos-de-estructura-para-la-agricultura-protegida?idiom=es>
- Salas, L. 2008." Efecto de diferentes especies vegetales en acolchonado (mulchig) sobre suelos arcillosos en la estación agroecológica UTPL". Tesis de grado. Universidad Católica de Loja. Loja, Ecuador. pp. 1 – 10.
- Ulcuango, J. 2013. Evaluación de 6 tipos de mulch orgánicos e inorgánicos y su influencia en la productividad y calidad de la Gypsophila (Gyp. Paniculata variedad over time) en la finca Santa Martha, Cusubamba, Cantón Cayambe. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Tesis: Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. p. 160.
- Ulcuango, J. 2013. Evaluación de 6 tipos de mulch orgánicos e inorgánicos y su influencia en la productividad y calidad de la Gypsophila (gyp. Paniculata variedad over time) en la finca Santa Martha, Cusubamba, Cantón Cayambe. (Tesis de Licenciatura) 46 Universidad Nacional de Loja. Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/6014>

- Zribi, W. 2013. Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo. Universidad de Lleida. Zaragoza, España. Tesis Doctoral. p 351.
- Zribi, W., Faci González, J. M., & Aragüés Lafarga, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas.
- Zribi, W., J. Faci, R. Arangues. 2011. Efecto del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de los suelos agrícolas. ITEA, Vol.107 (2), 148-162. pp 151.

ANEXOS

Anexo 1. Valores de altura de planta en promedios durante 14 semanas para el primer corte de invierno.

B	M.	Cob.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1	1	0,44	0,78	0,96	1,3	1,56	1,72	1,88	2	2,04	3,66	2,82	4,46	6,82	8,12
I	1	2	0,74	1,34	1,4	2,28	2,38	2,64	3,2	3,76	4,3	4,88	5,64	6,16	7,1	8,54
I	1	3	0,56	1,12	1,3	1,48	1,84	2,1	2,18	2,58	2,76	2,4	3,14	2,92	3,9	4,42
I	1	4	1,34	1,54	1,8	2,98	3,5	3,4	3,4	3,74	3,24	3,7	4,12	4,5	5,56	6,54
I	2	1	1,28	1,66	2,92	4,48	5,7	6,44	6,92	8,04	8,92	9,36	10,44	13,06	15,32	17,1
I	2	2	2,34	1,92	3,16	4,5	5,86	6,74	6,78	9,18	10,38	12,36	13,8	16,58	17,78	20,22
I	2	3	0,96	1,48	1,82	2,78	3,42	3,76	5,28	6,36	7,22	8,74	9,66	9,1	11,82	12,9
I	2	4	1,32	1,82	2,18	3,52	4,44	5,08	4,92	5,96	5,88	6,02	6,7	7,34	8,64	9,8
II	1	1	1,14	1,76	2,56	2,88	3,56	3,16	3,62	4,22	3,94	4,3	5,38	6,8	8,64	10,18
II	1	2	0,48	0,88	1,52	2,74	3,72	4,32	3,98	4,7	5,7	7,38	8,02	9,02	10,82	12,6
II	1	3	-0,08	0	0,42	0,78	1,02	1,42	1,54	1,98	3,02	2,78	3,02	3,46	4,2	6,12
II	1	4	0,78	0,58	1,06	1,7	2,24	2,6	2,52	3,22	3,12	2,82	3,54	5,52	6,84	8,1
II	2	1	-3,82	1,8	3,04	4,24	1,96	6,9	7,84	9,1	9,82	11,6	11,96	7,34	14,46	16,34
II	2	2	1,32	2,5	3,22	4,7	6,06	7,3	7,86	8,82	9,68	10,68	8,58	13,82	15,22	16,44
II	2	3	0,7	1,3	2,08	3,4	4,1	4,94	5,68	6,72	8,14	8,86	13,08	12,66	12,6	14,32
II	2	4	1,48	1,96	2,96	4,52	5,4	6,52	7,1	8,06	6,6	9,4	9,84	10,92	12,8	15,48
III	1	1	0,8	1,34	1,72	1,9	2,32	2,46	2,88	3,36	3,64	3,72	4,84	6,36	7,14	8,04
III	1	2	0,5	0,4	1,64	2,2	3,18	3,72	4,42	5,08	5,08	6,06	7,3	9,3	11,36	13,9
III	1	3	0,64	1	0,88	1,24	2,38	1,96	2,18	3,78	3,36	3,48	4,26	5,22	6,54	8,3
III	1	4	0,78	0,88	1,22	2,28	2,72	3,18	3,16	3,74	3,24	4,12	4,78	6,74	8,48	8,32
III	2	1	1,68	2,46	3,84	4,26	6,48	7,38	8,54	9,46	10,96	12,18	12,26	13,68	14,82	16,38
III	2	2	0,88	1,48	2,92	3,36	5,88	7,44	8,08	9,16	10,38	11,88	13,36	15,42	17,62	19,46
III	2	3	0,74	1,18	-0,16	0,54	2,42	5,96	6,28	7,12	9,72	10,9	12,14	13	14	15,24
III	2	4	0,88	1,44	1,66	1,98	3,66	5,52	6,78	8,5	8	9,02	9,74	10,5	13,16	15,76

Anexo 2. Valores de altura de planta para segundo corte

Bloque	Morfotip	Cobertura	Sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4	Sem.5	Sem.6	Alt./sem.
I	1	1	1,66	4,4	6,6	8,04	8,7	8,92	1,49
I	1	2	2,78	5,58	8,16	10,42	11,7	12,3	2,06
I	1	3	2,14	3,92	6,56	8,96	10,74	11,8	1,97

I	1	4	2,14	5,52	8,38	10,56	11,7	12,4	2,06
I	2	1	2,74	5,6	9,36	13,14	15,96	18,3	3,04
I	2	2	3,06	7,04	11,2	16,76	20,92	23,7	3,95
I	2	3	3,26	7,46	12,68	17,86	20,72	25,8	4,29
I	2	4	2,3	4,8	8,24	11,9	14,4	16,6	2,76
II	1	1	2,7	5,32	7,8	10,64	13,2	14,2	2,37
II	1	2	3	5,68	9,1	12,18	13,84	13	2,16
II	1	3	2,38	5,46	9,46	10,86	12,44	13,3	2,22
II	1	4	2,18	4,74	7,82	9,64	10,64	11,4	1,90
II	2	1	3,2	6,42	9,78	12,82	15,26	17,8	2,97
II	2	2	3,16	7	11,82	16,32	20,02	21,7	3,62
II	2	3	3,16	6,48	9,72	13,68	16,68	20	3,33
II	2	4	3,38	7,08	11,36	15,56	18,38	20,3	3,38
III	1	1	2,78	4,66	7,5	9,04	10,38	12	2,00
III	1	2	3,3	6,3	9,46	10,68	11,16	13,1	2,18
III	1	3	2,4	4,76	7,36	10,34	11,2	12,4	2,06
III	1	4	2,1	4,44	7,5	9,8	10,56	11,1	1,85
III	2	1	3,12	6,12	9,86	12,6	15,22	18,8	3,13
III	2	2	4,16	8,04	12,52	15,46	18,88	23,6	3,93
III	2	3	3,9	7,3	13,26	15,32	19,68	22,5	3,75
III	2	4	2,98	5,84	10,86	14,12	16,64	19,7	3,28

Anexo 3. Valores para número de macollos por planta

Bloque	Morfotip	Cobertura	1er corte	2do corte	3er corte
1	1	1	79	137	230,5
1	1	2	126,5	331,5	649
1	1	3	67	132,5	274,5
1	1	4	29,5	117,5	242
1	2	1	104	117,5	290,5
1	2	2	128,5	172,5	339
1	2	3	65,5	81,5	144,5
1	2	4	69,5	100,5	126,5
2	1	1	100	168	359,5
2	1	2	115,5	231	496,5
2	1	3	21	94,5	158,5
2	1	4	30,5	78,5	159
2	2	1	56	119,5	244
2	2	2	109,5	113	223

2	2	3	118,5	119,5	262,5
2	2	4	79	144	184,5
3	1	1	87	158,5	272
3	1	2	113,5	241	486,5
3	1	3	56	86,5	219,5
3	1	4	60	99,5	189,5
3	2	1	88	106,2	203
3	2	2	71,5	83,5	200,5
3	2	3	46,5	87,5	148
3	2	4	51	97,5	162

Anexo 4. Valores registrados para rendimientos en materia seca en el 1er, 2do y 3er corte en dos morfotipos de pasto *Nassella sp.*

Cobertura	Morfotip	Rendimientos			Rend. Total
		1corte	2 corte	3corte	
CB	1	0,664	0,507	0,710	1,881
CN	1	1,509	0,631	0,959	3,099
Org.	1	0,674	0,473	0,938	2,086
Test.	1	0,712	0,490	0,665	1,867
CB	2	1,450	0,577	1,202	3,229
CN	2	2,059	0,751	1,889	4,699
Org.	2	1,142	0,737	1,372	3,251
Test.	2	1,432	0,634	1,024	3,090

Anexo 5. Valores de temperaturas en el suelo, bajo tres tratamiento a tres profundidades.

Lectura	Semana	Bloque	Cobert	Prof	Temp
1	1	I	1	0	17,9
1	1	I	1	5	14,8
1	1	I	1	15	11,3
1	1	I	2	0	18,2
1	1	I	2	5	14,3

1	1	I	2	15	11,4
1	1	I	3	0	15,1
1	1	I	3	5	9,8
1	1	I	3	15	8,5
1	1	I	4	0	20
1	1	I	4	5	16,1
1	1	I	4	15	11,4
1	1	II	1	0	17
1	1	II	1	5	14,4
1	1	II	1	15	11,9
1	1	II	2	0	17,9
1	1	II	2	5	15,2
1	1	II	2	15	12
1	1	II	3	0	18,7
1	1	II	3	5	10,1
1	1	II	3	15	9,2
1	1	II	4	0	16,7
1	1	II	4	5	15,4
1	1	II	4	15	11,8
1	1	III	1	0	18,3
1	1	III	1	5	14,3
1	1	III	1	15	12,1
1	1	III	2	0	19,6
1	1	III	2	5	15,6
1	1	III	2	15	12,2
1	1	III	3	0	16,7
1	1	III	3	5	10,8
1	1	III	3	15	9,4
1	1	III	4	0	19,4
1	1	III	4	5	13,9
1	1	III	4	15	11,8

Anexo 6. Fotografías de actividades realizadas para la investigación utilizando coberturas orgánicas y polietileno en *Nassella sp.*



Acondicionamiento de la parcela experimental y evaluación de número de macollos, en tratamientos de polietileno de color negro y blanco.



Evaluación de altura de planta, con la ayuda de reglas metálica de 60 cm y deshierbe de la parcela experimental.



Pasto *Nassella sp*, bajo tratamientos de cobertura y prueba de palatabilidad del pasto *Nassella*.



Recuperación del pasto *Nassella sp*, después de la cosecha y evaluación y cosecha de los pastos



Etapa de floración del pasto *Nassella* sp.