

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA
FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN
TESIS DE LICENCIATURA**

TÍTULO:

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA
TROPICALIZADA (*Medicago sativa*) EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB,
INVIERNO 2020.**

**PROFESIONAL GUÍA
ING. FLORENTINO ROCHA LIMÓN**

POSTULANTE:

**CIOMARA AYELEN ROMANO MOLINA
PREVIA OPCIÓN AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
AGROPECUARIA**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA-BOLIVIA
OCTUBRE, 2021**

HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA TROPICALIZADA (*Medicago sativa*) EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, INVIERNO 2020”, realizado por CIOMARA AYELEN ROMANO MOLINA, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de Agropecuaria, ha sido aceptada como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Ingeniería Agropecuaria, previa exposición y defensa de la misma.

COMITÉ DE TESIS

.....
Ing. Juan Carlos Rosales Salazar

.....
MVZ Wilman Guzmán Méndez

.....
Ing. M.Sc. Florentino Rocha Limón

Santa Cruz de la Sierra-Bolivia
Octubre, 2021

TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA TROPICALIZADA (*Medicago sativa*) EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, INVIERNO 2020”, realizado por CIOMARA AYELEN ROMANO MOLINA, como requisito para optar al título de Licenciado en Ingeniería Agropecuaria, ha sido aprobada por el siguiente tribunal:

Santa Cruz de la Sierra-Bolivia
Octubre, 2021

DEDICATORIA

- Dedico con todo mi cariño la presente tesis de Licenciatura a Dios y a mi familia.
- A Dios, porque ha estado conmigo en cada paso, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.
- A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han sido infinitamente pacientes y han ido velando día tras día por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, por ellos soy lo que soy ahora, los amo con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios primeramente por darme la fuerza y la perseverancia para lograr mis objetivos.
- A mi familia, por todo el apoyo y fortalecimiento incondicional que me han brindado en el desarrollo de mis estudios y la realización de mi trabajo final.
- Al Ing. Florentino Rocha Limón, por ser mi asesor, y apoyo incondicional para el desarrollo del presente trabajo de grado
- Finalmente a la Universidad Evangélica Boliviana y a todos los docentes por haber formado en mí, una profesional con todos los valores necesarios para poder ser útil a la sociedad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. La Alfalfa	4
2.1.1. Historia del cultivo.....	5
2.1.2. Descripción botánica.....	6
2.2. Manejo agronómico	8
2.2.1. Preparación del terreno	8
2.2.2. Siembra	8
2.2.3. Control de malezas.....	11
2.2.4. Control de insectos y enfermedades.....	13

2.2.5.	Cosecha	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Ubicación.....	16
3.1.1.	Características de la zona.....	16
3.2.	Materiales	16
3.2.1.	Material vegetal	17
3.2.2.	Material de campo:	17
3.3.	Diseño experimental	18
3.4.	Tratamientos.....	18
3.5.	Unidades experimentales	18
3.6.	Labores culturales	19
3.6.1.	Preparación del terreno	19
3.6.2.	Diseño experimental en campo	19
3.6.3.	Siembra	19
3.6.4.	Control de malezas.....	19
3.6.5.	Cosecha	19
3.7.	Evaluaciones.....	20
3.7.1.	Altura de planta.....	20
3.7.2.	Número de ramificaciones.....	20

3.7.3.	Rendimiento de materia de materia verde.....	20
3.7.4.	Rendimiento de materia seca.....	20
3.8.	Análisis estadístico.....	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1.	Variables climáticas	22
4.1.1.	Temperatura	22
4.1.2.	Precipitaciones	23
4.2.	Evaluaciones de las variables agronómicas.....	24
4.2.1.	Altura de planta.....	24
4.2.2.	Número de ramificaciones.....	26
4.2.3.	Rendimiento de materia de materia verde.....	28
4.2.4.	Rendimiento de materia seca.....	30
	Análisis.....	30
V.	CONCLUSIONES	31
VI.	RECOMENDACIONES	32
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variedad del material vegetal establecido..... 17

Cuadro 2. Tratamientos 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de la temperatura durante el estudio.....	22
Figura 2. Comportamiento de las precipitaciones durante el desarrollo del trabajo	23
Figura 3. Altura de planta al primer corte en cm.	24
Figura 4. Altura de planta al segundo corte cm.	25
Figura 5. Número de ramificaciones o plantas por metro lineal antes del primer corte	26
Figura 6. Número de ramificaciones o plantas por metro lineal antes del segundo corte	27
Figura 7. Materia verde del primer corte.....	28
Figura 8. Materia verde del segundo corte.....	29
Figura 9. Materia seca el primer corte.....	30

INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA
CARRERA : INGENIERÍA AGROPECUARIA
MODALIDAD : TESIS DE LICENCIATURA
NOMBRE : CIOMARA AYELEN ROMANO MOLINA
TÍTULO : EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA TROPICALIZADA
(*Medicago sativa*) EN LOS PREDIOS DE CEPA UEB, INVIERNO 2020.

RESUMEN

El presente trabajo final de grado, bajo la modalidad de Tesis, es denominado como “Evaluación de la producción de Alfalfa tropicalizada (*Medicago Sativa*) en los predios de CEPA-UEB, invierno 2020”. La investigación se realizó en la Facultad de Agropecuaria y Veterinaria de la Universidad Evangélica Boliviana, ubicada en el 6to anillo de la Av. Moscú, departamento de Santa Cruz, Bolivia. El terreno tiene una capacidad de 22 ha para cultivos y está ubicado a 416 msnm. El área experimental fue establecida en los predios del Centro Experimental de Practicas Agropecuaria (CEPA) dependiente de la Universidad Evangélica Boliviana (UEB) que se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, barrio Cruz del Sur sexto anillo externo, geográficamente se encuentra a los 1747 21" latitud sur 63 1151" longitud oeste. El principal objetivo del estudio es la evaluación de la producción de alfalfa tropicalizada y sus objetivos específicos son la comparación del rendimiento forrajero de las diferentes cantidades de semilla por metro lineal y la variedad Bolivia 2000, determinación de la mejor densidad de siembra en relación a la cantidad de semilla por metro lineal y la evaluación del rendimiento materia verde y materia seca de la alfalfa.

El diseño estadístico utilizado fue Bloques completamente al azar, el área experimental está conformada por 5 bloques con las siguientes características, el área total del cultivo es de 13m de largo y 7m de ancho, la cual está constituida por veinticinco unidades experimentales donde cada tratamiento y/o unidad experimental está conformada por 5 surcos de 2 metros de largo por 1 metro de ancho con una separación entre hileras de 0,40 m, dando un resultado de 10 m² con 25 surcos cultivados. Para el sembrado de la alfalfa se empleó una extensión de 50m², dividida en camas de 3 m de ancho y 40 m de largo. Se evaluaron las variables como altura de planta, número de ramificaciones o plantas por metro lineal, materia verde y materia seca. Dentro de las actividades culturales laborales se realizaron: preparación del terreno, siembra, control de malezas y cosecha. Las evaluaciones de las variables fueron como cortes, oreado y secado. Dentro de los resultados, en cuanto a rendimiento de materia verde, el de mayor peso en el primer corte fue el tratamiento 2 (705.6 gr) en una densidad de 30 Kg/ha. Para el segundo corte, el rendimiento el de mayor peso también fue el tratamiento 2 (994.6 gr), en una densidad de 30 Kg/ha y el tratamiento 4 (994.0 gr) en una densidad de 35 Kg/ha con mínima diferencia en ambos casos. En el rendimiento en materia seca, el de mayor peso en el primer corte fue el tratamiento 2 (161.4 gr) en una densidad de 30 Kg/ha, y para el segundo corte, el rendimiento de mayor peso fue el tratamiento 2 (994.6 gr) en una densidad de 30 Kg/ha y el tratamiento 4 (158.8 gr) en una densidad de 35 Kg/ha, con mínima diferencia en ambos casos; y para el segundo corte, el rendimiento en materia seca, fue con mayor peso el tratamiento 2 (161.4 gr) en una densidad de 30 Kg/ha. En base a estos resultados, se recomienda la realización de trabajos de fertilización y tipos de secado para mejorar la henificación de la alfalfa.

Santa Cruz de la Sierra-Bolivia
2021

I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo muy extendido en los países de clima templado, la importancia del cultivo va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna; además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de campos de las que forma parte. Por ser una especie pratense y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación (Palomino, 2019)

Una de los grandes temas pendientes respecto al manejo de la alfalfa es el debate sobre la densidad de siembra. En general en la Argentina se usan 10 kg, promedio por hectárea, pero en EE.UU., los productores implantan entre 20 y 25 kilogramos, algo que viene recomendando Martín Zingoni desde hace tiempo (Todoagro, 2019).

La alfalfa se cultiva en más de cuatro millones de hectáreas en América del Sur, con Argentina como el principal productor (3,2 millones de hectáreas), seguido de Chile y Perú, cada uno con 120,000 hectáreas, y Uruguay 70,000 hectáreas. Dada su baja adaptación a climas subtropicales y tropicales, la alfalfa solo se cultiva en 35 mil hectáreas en Brasil. Por lo tanto, el desarrollo de cultivares adaptados para estos entornos desafiantes ofrecería un gran potencial para la expansión de la alfalfa.

En Bolivia, la importancia de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) se debe a su rendimiento anual, de hasta 30 t MS ha⁻¹, y su valor nutrimental, con 22 % de proteína y 70 % de digestibilidad y es apetecible para bovinos que la consumen fresca, henificada o ensilada. La alfalfa también se utiliza para mejorar la cobertura vegetal, prevenir la degradación de las praderas, y contribuye a la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería. Al asociarse con una gramínea la producción de la pradera aumenta, el valor nutrimental mejora y los costos de alimentación disminuyen en comparación con los alimentos balanceados.

Es importante resaltar que la alfalfa ha sido poco adoptada por los ganaderos de lecherías especializadas y productores de ganado de carne, debido al desconocimiento de las bondades de su uso estratégico para la producción en las fincas. Es importante tener muy en cuenta que cada día la ganadería especializada, tanto de leche como de carne, están en búsqueda constante de nuevos conocimientos y tecnologías, que les puedan brindar las herramientas necesarias para llegar a ser empresas más eficientes y competitivas en sus mercados. Por ello se debe buscar la forma de introducir nuevas tecnologías de tipo zootécnico, en este caso de nutrición, que brinden posibilidades para mejorar la producción y rentabilidad, con el fin de perdurar en el mercado sin ser desplazados al ser poco rentables y eficientes

La Universidad Evangélica Boliviana el año 2018 segundo semestre, dio inicio a ensayos pilotos con el cultivo de alfalfa en los predios de CEPA-UEB, en un primer corte a los 60 días después de la siembra registro 1500kgr/ha en materia verde, en un segundo corte a los 90 días después de la siembra se registró 7883.3 kg/ha de materia verde.

En la actualidad, debido a la inexistencia de datos técnicos que respalde la producción y almacenamiento de alfalfa en la zona tropical del departamento de Santa Cruz, además, con las predicciones actuales del calentamiento global, es probable que el tipo de clima de sabana tropical se expanda en toda Santa Cruz en el futuro. Por lo tanto, es fundamental criar una amplia gama de especies forrajeras adaptadas a los diversos sistemas ganaderos, tipos de suelo y climas de la región.

Al existir pocos trabajos de investigación sobre el tema en el rendimiento de producción y almacenamiento de alfalfa tropicalizada en nuestro departamento es por ello que, con la siguiente investigación se pretende evaluar los diferentes rendimientos con las diferentes densidades de siembra. Con los resultados se pretende analizar y presentar los beneficios a la comunidad del Centro Experimental de Practicas Agropecuarias, CEPA-UEB Universidad Evangélica Boliviana. Santa Cruz, Bolivia.

Con la presente investigación se generará la información sobre el desarrollo agronómico del cultivo de alfalfa (raíz, tallo, hoja, flor, fruto) y el comportamiento fenológico a las condiciones tropicales del departamento de Santa Cruz. Si los resultados se encuentran dentro de la descripción teórica anteriormente planteada se contará con una gran alternativa del sector pecuario con fuente nutricional de alta calidad como lo es la alfalfa y con una información actualizada.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la producción de Alfalfa tropicalizada (*Medicago Sativa*) en los predios de CEPA-UEB, invierno 2020.

1.2. Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento forrajero de las diferentes cantidades de semilla por metro lineal e la variedad Bolivia 2000.
- Determinar la mejor densidad de siembra e relación a la cantidad de semilla por metro lineal.
- Evaluar rendimiento materia verde y materia seca.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La Alfalfa

La producción de alfalfa se en las zonas bajas, desde los 2,600 hasta 3,000 msnm; valles interandinos, actualmente se observa mayor empeño e interés en la siembra de alfalfa, por la creciente demanda de criadores de cuyes, vacunos y se sostiene como fuente de ingreso económico permanente a la economía familiar de los productores de alfalfa en los valles de la región (Palomino, 2019).

La alfalfa es uno de los cultivos más valiosos para la alimentación del ganado, tanto en pastoreo directo como en las distintas formas en que su forraje puede ser conservado. El valor de la alfalfa radica en su alto potencial de producción de materia seca, alta concentración de proteína, alta digestibilidad y un elevado potencial de consumo animal. A esto debe sumarse su alto contenido de vitaminas A, E y K o sus precursores, y de la mayoría de los minerales requeridos por el ganado productor de leche y carne, en especial calcio, potasio, magnesio y fósforo (4, 5, 22, 109) (Juan *et al*, 1995).

Según el mismo autor, la alfalfa sea una de las especies preferidas para producir forraje conservado de alta calidad, lo que permite transferir su producción entre épocas del año y regiones ganaderas. El rol de los forrajes conservados en los sistemas de producción de carne y leche de la Argentina ha ido variando a través del tiempo. En el pasado, la producción y almacenamiento de reservas forrajeras eran considerados como un "seguro" contra emergencias que pudieran disminuir la producción de forraje, tales como períodos prolongados de sequía, de anegamiento o de temperaturas extremas, y ataques de plagas y enfermedades. Por el contrario, en la actualidad los forrajes conservados de alta calidad son considerados un componente vital de la alimentación animal para aumentar la producción ganadera mediante el incremento de la carga animal y la producción individual.

Cangiano (2001) manifiesta que la alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo. Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas. La alfalfa, fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción. En la década del 70, perdió su posición de reina de las forrajeras ante la aparición del pulgón verde y posteriormente el pulgón azul, que destruyeron gran parte de los cultivos. Hoy, transcurridos 30 años, hay importantes desarrollos genéticos de la alfalfa, que han posibilitado recuperar su reconocimiento popular como forrajera.

2.1.1. Historia del cultivo

Su historia se remonta al lejano y antiguo Egipto pasando a Mesopotamia y luego a los Romanos, como los primeros cultivos de Alfalfa de los que se tiene noción. Posteriormente, la caída del Imperio Romano marcó la desaparición del cultivo en Europa. Recién en el siglo XVI fue re-introducida en Italia y desde allí se comenzó a distribuir al resto de Europa, Sudáfrica y Australia. La llegada de la alfalfa al continente americano se produce en el año 1519, en México. Posteriormente Hernán Cortez en 1525 trae más semillas a América y en 1530 Francisco Pizarro, en su conquista al Perú, introduce la Alfalfa para la alimentación de sus caballos (Vidal, 2015).

Según el mismo autor menciona que, de allí pasa a Chile llevada por Pedro de Valdivia en 1541 y luego Pedro del Castillo la introduce en Argentina a través de Cuyo (Mendoza) en 1561. Y así se inicia el conocimiento de la Alfalfa en Chile y el cultivo de ésta como principal producto de forraje. Como se puede apreciar la Alfalfa lleva años en la historia del hombre, y en Chile la tenemos hace más de 470 años por nuestras benditas tierras.

La llegada de la alfalfa a nuestro continente fue en los años 1519 por la ruta del pacifico donde fue trasladada a Perú y Chile, desde estos países llegaron por vía terrestre a nuestro país (D'Atellis, 2005).

El mismo autor menciona que la alfalfa es considerada como la reina de las forrajeras y es indiscutible desde el punto de vista universal, también es considerada como un componente fundamental en el campo de la ganadería para la alimentación

Según los datos proporcionados por Arrieta y Romero (2008) en Uruguay la alfalfa es un cultivo que se difundió desde el siglo XVIII, y sus primeros cultivares llegaron desde Argentina. Por otro lado menciona que en 1960- 1970 se adopta la variedad Estanzuela Chaná, que proviene de la selección de alfalfares italianos.

El cultivo de la alfalfa es y seguirá siendo por muchos años, uno de los cultivos de vital importancia en nuestro país y en Baja California Sur, y es por esto que hay que poner mayor atención a los trabajos y estudios que se realizan a este cultivo tan valioso. La alfalfa tiene que tener mayor importancia de la que tiene en nuestro país y que se debe dedicar más tiempo y recursos para la obtención de nuevas variedades resistentes a enfermedades y plagas que tienen mayor incidencia en este cultivo (Soriano, 2003).

Por su parte Muslera (1984), la alfalfa se cultiva en gran diversidad de medios, desde el ártico hasta el trópico de ambos hemisferios por estos existen numerosos ecotipos espontáneos y/o variedades adaptadas a las más diversas condiciones de clima, suelo y explotación; las alfalfas cultivadas tienen su origen en dos especies con características diferenciadas y diferentes como la *Medicago sativa* y *Medicago falcata*.

2.1.2. Descripción botánica

La alfalfa, tiene como nombre científico *Medicago Sativa*, una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las fabáceas o Leguminosae, siendo actualmente el cultivo forrajero más importante en el mundo (Vidal, 2015).

Del Pozo (1983), menciona que es una planta perenne, de raíz gruesa y tallo leñoso, foliolos aovados u oblongos dentados en el ápice, estípulas semilanceoladas, largamente acuminadas en la base. Flores grandes, de 8 – 10mm, en racimos oblongos multifloros sobre dunculo no aristado. Semillas de 1,5 por 2,5 mm ovaes.

Botanical (2010) considera que la alfalfa es una leguminosa y como consecuencia tiene capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces. Esta capacidad hace que los suelos donde crece esta planta son mejores por lo que muchas veces se planta como, una manera de fertilizante natural a los terrenos. El uso principal de esta planta es como planta forrajera para la alimentación del ganado, resulta muy nutritivo para los animales al mismo tiempo que es una de las especies con producción más elevada de las cultivadas por el hombre. Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo (se han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10m de profundidad).

Por su parte Grijalva (1995) menciona que, es una especie herbácea perenne que alcanza 50 y 90cm de altura, el promedio de vida útil de los alfalfares entre los 7 y 8 años que con buenas condiciones de cuidado, en la actualidad se ha reducido a la mitad es decir de 3 a 4 años lo que ha incrementado el costo de mantenimiento de una hectárea de alfalfa los mismos que dan una pérdida económica significa para quienes realizan este cultivo.

2.1.2.1. Clasificación taxonómica de la alfalfa

Rojas (2000) de acuerdo a la clasificación taxonómica de la alfalfa corresponde a la siguiente clasificación botánica:

División	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosae
Sub Familia	: Papilionaceae
Género	: Medicago
Especie	: Sativa

2.2. Manejo agronómico

2.2.1. Preparación del terreno

Identificación del terreno, realizar la remoción de las capas profundas, piedras, restos vegetales, para tractorar, esto lo haremos con el fin de obtener aireación y que la raíz se pueda desarrollar sin problemas de compactación. Posteriormente se procederá a la nivelación del terreno, con el fin de disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias. Después delimitaremos las cinco parcelas con las siguientes dimensiones de 2 m de ancho por 10 m de largo (Pombosa, 2016).

La preparación el terreno debe contemplar la roturación simple con pasadas de arado de discos a una profundidad promedio de 0.30m, luego la pasada de rastra hasta conseguir el desterronado necesario; además, antes de la instalación se debe realizar la nivelación del terreno (Palomino, 2019)

Se debe prestar especial cuidado en la preparación del suelo para su siembra, debido al pequeño tamaño de la semilla. Las labores deben efectuarse con la anticipación suficiente como para permitir la acumulación de agua en el perfil del suelo, iniciando el laboreo, de ser posible, durante el otoño (arada). Si bien la alfalfa absorbe alrededor del 70 % del agua en los primeros 30 cm de suelo, las plantas necesitan desarrollar un sistema radicular profundo, ya que en los períodos de sequía aproximadamente el 30 % del agua es extraída de profundidades cercanas a 1,5 metros. El cultivo que precede a la alfalfa debe finalizar lo suficientemente temprano como para permitir humedecer el perfil del suelo con las lluvias otoño invernales y además dejar un rastrojo poco voluminoso y relativamente limpio de malezas, que permita hacer un barbecho limpio (Bobadilla, 2002)

2.2.2. Siembra

Identificación del terreno, realizar la remoción de las capas profundas, piedras, restos vegetales, para tractorar, con el fin de obtener aireación y que la raíz se pueda desarrollar

sin problemas de compactación. Posteriormente se procederá a la nivelación del terreno, con el fin de disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias (Pombosa, 2016).

2.2.2.1. Inoculación y tratamiento de semilla

Un buen cultivo de alfalfa debe contar con un excelente desarrollo de los rizobios que deben asociarse a sus raíces y que intervienen en la fijación de nitrógeno en el suelo. La ausencia o ineficiencia de rizobios naturales que intervienen en la fijación de nitrógeno atmosférico, hace que sea conveniente inocular la semilla previo a la siembra. El método más común es poner en estrecho contacto al inoculante con la semilla ligeramente humedecida. (Bobadilla, 2002).

Según el mismo autor, la semilla debe inocularse a la sombra, evitando el contacto con fertilizantes ácidos como por ejemplo el superfosfato y debe ser sembrada dentro de las 24 horas posteriores al tratamiento ya que de lo contrario se producirá una rápida disminución en el número de rizobios viables. En suelos moderadamente ácidos es conveniente peletear la semilla, lo cual consiste en adherir a la semilla carbonato de calcio en polvo y el inoculante de rizobios a través de adhesivos especiales. En algunos casos el peleteado incluye el agregado de micronutrientes y funguicidas.

2.2.2.2. Densidad de siembra

Antes de realizar la siembra de la semilla de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, realizar un control fitosanitario en el suelo, para evitar el ataque de enfermedades a la semilla. Se deberá trabajar con semilla de alfalfa var. Morada paisana, a una densidad de siembra de 0.40 cm x 0.30 cm y 0.5 cm de profundidad (Pombosa, 2016).

De acuerdo a lo que planteó Zingoni, en el marco de la Gira Forratec 2009, el objetivo sería lograr 700 u 800 plantas a los cien días, pero en la actualidad solo logra un stand de 150 plantas por metro cuadrado. “El productor argentino tiene el mismo acceso a la

tecnología en alfalfa, pero la usa mal, en cambio en EE.UU., la alfalfa es manejada como un cultivo agrícola”. Otro gran tema es la posibilidad del pastoreo mecánico para un mejor aprovechamiento frente al tradicional pastoreo directo (Todoagro, 2019).

La cantidad de semilla a utilizar dependerá de la calidad de la semilla, la cantidad y distribución de lluvias, la preparación del suelo y la eficiencia de la maquinaria sembradora. En general las densidades utilizadas en la zona son elevadas (12 a 15 kg/ha) en relación con la cantidad de plantas necesarias para lograr los máximos rendimientos de forraje (30 a 70 plantas/metro cuadrado) (Bobadilla, 2002).

Según el mismo autor, el tamaño de la semilla de alfalfa, y si los demás factores que influyen sobre el resultado final de la implantación son debidamente controlados (preparación del suelo, calidad de semilla, maquinaria de siembra adecuada, control de malezas, fecha de siembra), podría lograrse una densidad de plantas adecuada utilizando tan solo 4 kg/ha de semilla. Los stands inicialmente muy densos pierden plantas en mayor proporción que los logrados con densidades bajas, presentando en un plazo relativamente corto, un número similar de plantas.

2.2.2.3. Periodo o época de siembra

Sobre la fecha de siembra, se pueden llevar a cabo siembras otoñales y primaverales. Las primeras se pueden hacer de marzo a abril, y las primaverales, de agosto hasta principios de octubre. La época en que se realice la siembra es otro de los factores que deben tomarse en cuenta para decidir el sistema de siembra más apropiado al cultivo (Vidal 2015)

Según el mismo autor, la siembra de primavera es una opción disponible, pero no siempre aconsejada. Algunos de los factores que deben considerarse en esta época de siembra son: una mayor infestación de malezas, posibilidades de ataques de insectos en estados juveniles, altas temperaturas de la época, tener una mayor disponibilidad de agua

para riego ya que estos deben realizarse frecuentemente y un menor rendimiento para el primer año en la producción de forraje.

2.2.2.4. Tipo de siembra

Arrieta y Romero (2008), menciona dos tipos de siembra que se describe a continuación:

- **Línea:** permite ubicar la semilla a una profundidad uniforme, mejora el contacto de la semilla con el suelo; a su vez la incorporación de fertilizante fosfatado en el momento de la siembra estimula el crecimiento y la nodulación en las etapas juveniles. Una de las causas más comunes de fracaso en la implantación es la siembra muy profunda, deberá realizarse por lo tanto a no más 1 o 2 cm.
- **Al voleo:** Este método es usado solo cuando el suelo mantiene humedad en superficie como ocurre en nuestras condiciones en otoño, cabe destacar que este método será menos eficiente requiriendo mayores densidades de siembra siendo así prácticamente imposible colocar las semillas a una profundidad uniforme.

2.2.3. Control de malezas

La presencia de malezas en el cultivo de alfalfa destinado a henificación tiene efectos directos e indirectos sobre la producción de reservas. Los efectos directos se relacionan con el valor nutritivo *per se* de la maleza presente, y dependen de la especie de que se trate y de su estado fenológico. Las malezas en general tienen un valor nutritivo inferior al de la alfalfa, aunque algunas especies, especialmente en estados inmaduros, pueden ser similares y aún superiores a ésta en contenido de proteína bruta (PB), digestibilidad de la materia seca (DMS) y consumo animal voluntario de materia seca (CMS) (Juan *et al.*, 1995).

La maleas provocan reducción de: rendimiento de forraje, calidad de los fardos, producción de semillas, persistencia del cultivo. Para un control más eficiente se debe hacer una integración de prácticas de manejo: un pastoreo seguido de cortes de limpieza y la aplicación de herbicidas (Arrieta y Romero, 2008).

Las malezas en el cultivo de alfalfa se constituyen una de las limitantes que más afectan la productividad, longevidad y calidad del forraje, las malezas producen pérdidas importantes en el cultivo de alfalfa, porque compiten por recursos tales como agua, luz, nutrientes y espacio. Esta incidencia se manifiesta en diversos grados, según las condiciones ecológicas, las zonas, las especies, el período de su aparición y la densidad de las mismas (Rossanigo, 1997).

2.2.3.1. Tops de control de malezas

Rossanigo (1997) indica que el control malezas es un conjunto de técnicas relacionadas al manejo general del cultivo y que se mencionan a menudo como prácticas complementarias del control químico para el logro del mejor resultado final en la lucha contra las malezas, por otro lado menciona los siguientes tipos de control e malezas:

- **Control mecánico:** Es una práctica tan difundida como necesaria para la pradera de alfalfa: el corte mecánico mediante desmalezadoras a hélice, cuchillas o martillos. Esta técnica provoca un importante daño sobre las malezas, actuando como un interesante factor de control, y no afecta las plantas de alfalfa. Existen distintos momentos para su aplicación, ya sea como corte de limpieza antes del primer aprovechamiento o con posterioridad al pastoreo, como suele ser muy común observar en el sistema de producción tambero.
- **Control químico:** Aún cuanto el uso de herbicidas en pasturas de alfalfa es muy bajo, se trata del sistema de control de malezas más difundido y generalizado con que se cuenta, desde la aparición de los primeros productos hormonales. Se considera que la utilización de compuestos químicos con criterio ecológico es el principal componente del control integrado de malezas en el ecosistema de pasturas base alfalfa.
- **Control químico en la implantación:** La problemática de malezas es en esta etapa de naturaleza netamente ecológica. Muchas veces la tecnología aplicada al cultivo no es suficiente y es necesario encontrar la solución recurriendo al uso de

herbicidas. Se puede establecer que en el período de establecimiento el control químico se transforma en una necesidad imperiosa, debido a que las jóvenes plántulas de alfalfa no pueden competir en forma aceptable con las malezas, se ven superadas por éstas y, en muchas ocasiones, de no prestarles ayuda puede llegar a disminuir la productividad y longevidad futura de la pastura.

- **Control químico en pasturas implantadas:** Las malezas que se presentan en un alfalfar establecido deben ser consideradas en muchos casos como una consecuencia del mal manejo de la pradera y no como un problema de origen ecológico. El pastoreo continuo, la falta de descansos adecuados, el uso de variedades y/o especies no adaptadas y la ausencia de cortes de limpieza son algunos de los numerosos factores que estimulan la presencia de malezas en el alfalfar. Un adecuado manejo del cultivo evita, o al menos reduce a un mínimo, la incidencia de las malezas, algunas de ellas (como la rama negra, el complejo de cardos, los senecios, el gramón, etc.) causantes de la rápida degradación de la pradera.

2.2.4. Control de incestos y enfermedades

El rendimiento y la calidad del heno de alfalfa pueden ser reducidos por la presencia de insectos y enfermedades, efecto atribuido a la caída de material, la reducción de la relación hoja-tallo, el incremento en el contenido de fibra, y/o la disminución en el contenido de proteína bruta (PB) y caroteno (Juan *et al.*, 1995).

2.2.4.1. Enfermedades

Según Arrieta y Romero (2008), las enfermedades pueden agruparse según el momento que afectan al cultivo y según la parte de la planta que afectan:

- **Enfermedades de implantación.** Causadas por hongos de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*, ocasionando fallas en la emergencia y muerte de plántulas post emergencia o damping – off, ue ocurre cuando se dan condiciones desfavorables

para una rápida emergencia y establecimiento de las plantas, como ser exceso de lluvia, humedad y bajas temperaturas del suelo.

- **Enfermedades foliares.** No provocan la muerte de la planta pero si disminuye la capacidad fotosintética provocando muchas veces la caída prematura de las hojas, disminuyendo el rendimiento como la calidad del forraje. Humedad y temperatura durante otoño y primavera favorecen el desarrollo de estas.
- **Enfermedades de raíz y corona.** Pueden ocasionar la muerte de las plantas y así disminuir la persistencia del alfalfar, al destruir directamente los tejidos, reducen la capacidad de absorción de agua y nutrientes, de anclaje, de fijación de N y almacenamiento de reservas.

Por su parte Formento y Verzeznassi (2001) indican varios aspectos para manejar las enfermedades del cultivo de alfalfa y así lograr disminuir los daños:

- Sembrar alfalfa siempre después de gramíneas; evitar hacerlo después de otra leguminosa o girasol ya que poseen patógenos comunes.
- Los lotes apropiados para la implantación son aquellos con suelos bien estructurados, no arcillosos, con buen drenaje sin anegamientos temporales, con pH cercano al neutro y un adecuado contenido de P (superior a 12 ppm) y K.
- Utilización de cultivares resistentes, tolerantes o de comprobado buen comportamiento a las enfermedades predominantes en las campañas anteriores.
- Usar semilla certificada de calidad comprobada, la que en ciertos casos está recubierta con el inoculante y fungicida curasemillas. Dentro de éstos últimos, es conocida la eficacia de la mezcla metalaxil 35% y thiram 36% (100 g + 600 cc del formulado comercial).
- Los cortes y pastoreos se deben realizar en el momento óptimo (10% de floración o cuando los rebrotes de la corona miden entre 5 y 7 cm) y en condiciones adecuadas: la cuchilla filosa para realizar cortes netos de los tallos, de rápida cicatrización o "piso" apropiado para evitar el pisoteo destructivo de los animales.

- Mantener los lotes libres de malezas para el logro de plantas vigorosas y sin competencia.

2.2.4.2. Insectos

Manejo racional de situaciones con insectos plaga: Identificar correctamente los insectos u otras plagas. Observar oportunamente los síntomas de su presencia. Conocer en qué etapa del cultivo o bajo qué condiciones climáticas actúa el insecto de forma de actuar frente al mismo. Los insectos siempre están presentes, hay condiciones que favorecen que la población de uno o más insectos aumenten y se conviertan en problemas (Arrieta y Romero, 2008).

2.2.5. Cosecha

No existe un estado de madurez óptimo para cortar la alfalfa, sino que éste dependerá del objetivo de producción al que se destina el forraje conservado y de los requerimientos de los animales. Por lo común se trata de alcanzar un equilibrio entre el rendimiento de materia seca y su valor nutritivo, relación que se expresa como el rendimiento de nutrientes por unidad de superficie (Juan *et al.*, 1995).

Según el mismo autor, desde el punto de vista de la sobrevivencia de las plantas y de la velocidad de rebrote no existen ventajas que justifiquen dejar remanentes de más de 5-7 cm de altura. La decisión sobre a qué altura cortar para henificar alfalfa debe basarse, al igual que en el caso del estado de madurez, en un compromiso entre calidad y rendimiento de materia seca.

Vidal (2015) sostiene que, como regla general la alfalfa debe ser cortada cuando tiene entre un 25 y un 50 por ciento de floración. Para permitir el paso de la maquinaria hay que dejar de regar unos días antes (según tipo de tierras) de 4 a 7 días. El momento óptimo del corte en cantidad y calidad coincide en el inicio de la floración (10 % de flores abiertas), aunque es frecuente hacer cortes con más floración (40 %) buscando más kg por hectárea a costa de perder algo de calidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación se realizó en la Facultad de Agropecuaria y Veterinaria de la Universidad Evangélica Boliviana, ubicada en el 6to anillo de la av. Moscú, departamento de Santa Cruz, Bolivia. El terreno tiene una capacidad de 22 ha para cultivos y está ubicado a 416 msnm.

El área experimental fue establecido en los predios del Centro Experimental de Practicas Agropecuaria (CEPA) dependiente de la Universidad Evangélica Boliviana (UEB) que se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, barrio Cruz del Sur sexto anillo externo, geográficamente se encuentra a los 1747 21" latitud sur 63 1151" longitud oeste

En la actualidad la zona es considerada como área urbana de acuerdo a los estudios realizados por la alcaldía, sin embargo, al ser un centro experimental de la UEB, CEPA cuenta con un área destinada para la producción agrícola, viveros, frutales lechería y un área para la investigación de cultivos tropicales en los diferentes rubros que están destinados para el proceso de enseñanza aprendizaje y producción.

3.1.1. Características de la zona

Con una altura de 320 msnm, se caracteriza por ser del clima tropical con una temperatura promedio anual de 24' y una precipitación promedio anual de 1224 mm. La zona representa un clima templado, entre los 13 y 28 °C, con ligeras precipitaciones pluviales entre los meses de junio y agosto.

3.2. Materiales

Para el presente trabajo de investigación se utilizó, material vegetal y material e campo.

3.2.1. Material vegetal

Control de malezas una vez a la semana durante todo el proceso de investigación.

Cuadro 1. Variedad del material vegetal establecido

Variedad:	Bolivia 2000
Ciclo:	Mediana precocidad
Altura: Raíz mas tallo	De 5 a 10m
Rendimiento:	15 a 20 t/ha/año
Numero de cortes:	6 a 7 cortes al año
m.s.n.m.	Altitud 1500 a 4500 msnm en el altiplano y 600-700m.s.n.m en el chaco boliviano
Temperatura	Excelente adaptabilidad a los valles y altiplano
pH del suelo	pH de 6 a 9
Precipitación	mm/año de 300 a 600

Fuente: Elaboración propia con los datos SEFO

3.2.2. Material de campo:

- Azadón
- Rastrillo
- Pala
- Balanza
- Cinta métrica
- Hilo
- Estacas
- Hoz o segadera
- Pita
- Azadilla

3.3. Diseño experimental

Para la investigación y evaluación del material vegetal se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 5 repeticiones, llegando a obtener 25 unidades experimentales.

3.4. Tratamientos

Cuadro 2. Tratamientos

Nº	Tratamientos	Semilla por unidad Experimental	Tipo de siembra
1	T ₁ =27.5kg/ha	5.5 gramaos de semilla	Chorro continuo
2	T ₂ =30kg/ha	6 gramaos de semilla	Chorro continuo
3	T ₃ =32.5kg/ha	6.5 gramaos de semilla	Chorro continuo
4	T ₄ =35kg/ha	7 gramaos de semilla	Chorro continuo
5	T ₅ =37.5kg/ha	7.5 gramaos de semilla	Chorro continuo

Fuente: Elaboración propia

3.5. Unidades experimentales

El área experimental está conformada por 5 bloques con las siguientes características, el área total del cultivo es de 13m de largo y 7m de ancho, la cual está constituida por veinticinco unidades experimentales donde cada tratamiento y/o unidad experimental está conformada por 5 surcos de 2 metros de largo por 1 metro de ancho con una separación entre hileras de 0,40 m, dando un resultado de 10 m² con 25 surcos cultivados.

3.6. Labores culturales

Las labores culturales fueron las siguientes: la preparación el terreno, el diseño de los bloques en campo, control de malezas, cosechas, oreado, secado.

3.6.1. Preparación del terreno

El trabajo de campo fue desarrollado en el área número del centro de prácticas agropecuarias de la Universidad Evangélica Boliviana. En tal efecto se realizó la limpieza y remoción del terreno todo de manera manual, con la ayuda de un machete, azadón, picota.

3.6.2. Diseño experimental en campo

Para el sembrado de la alfalfa se empleó una extensión de 50m², dividida en camas de 3 m de ancho y 40 m de largo. El terreno seleccionado fue tomado de unos de los lotes, cercano a los sistemas de riego del vivero y destinado a la nueva siembra de alfalfa. El área presentaba gran cantidad de malezas, muchas de las cuales llegaron a ser retiradas.

3.6.3. Siembra

La siembra fue en fecha 18 de junio del 2020 en líneas y con una profundidad de 1 a 1,5 cm. La siembra se realizó según los gramos de semillas que correspondían según el diseño experimental y tapado,

3.6.4. Control de malezas

El control de malezas fue realizado una vez a la semana de manera manual para no dejar que le gane al cultivo, con la ayuda de un azadón y una pala.

3.6.5. Cosecha

La primera cosecha se realizó a los tres meses de la siembra, el 18 de septiembre, la segunda cosecha fue realizada el 18 de octubre, con la ayuda de una hoz.

3.7. Evaluaciones

3.7.1. Altura de planta

Con la ayuda de un flexómetro se realizó la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma, para tal efecto se tomó cinco plantas aleatoriamente, por cada unidad experimental.

3.7.2. Número de ramificaciones

El número de ramificaciones plantas por metro lineal fue realizado antes de realizar el corte para cada una de las cosechas.

3.7.3. Rendimiento de materia de materia verde

Para determinar el rendimiento de materia verde, fue realizado al momento de cada cosecha, para tal efecto se realizó el corte, luego el pesado de todo el material recolectado con la ayuda de una balanza de precisión.

3.7.4. Rendimiento de materia seca

Para evaluar el rendimiento de la materia seca se realizó las siguientes actividades: cosecha, luego se procedió a realizar el oreado durante 6 horas, luego se realizó un fardo por cada unidad experimental, para llevarlo a ser secado en un ambiente con baja humedad relativa y con buena ventilación.

3.8. Análisis estadístico

La investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, puesto que tal diseño es adecuado cuando los tratamientos están distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque en forma. Tiene el siguiente modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media general del experimento.

β_j = Efecto del j-esimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

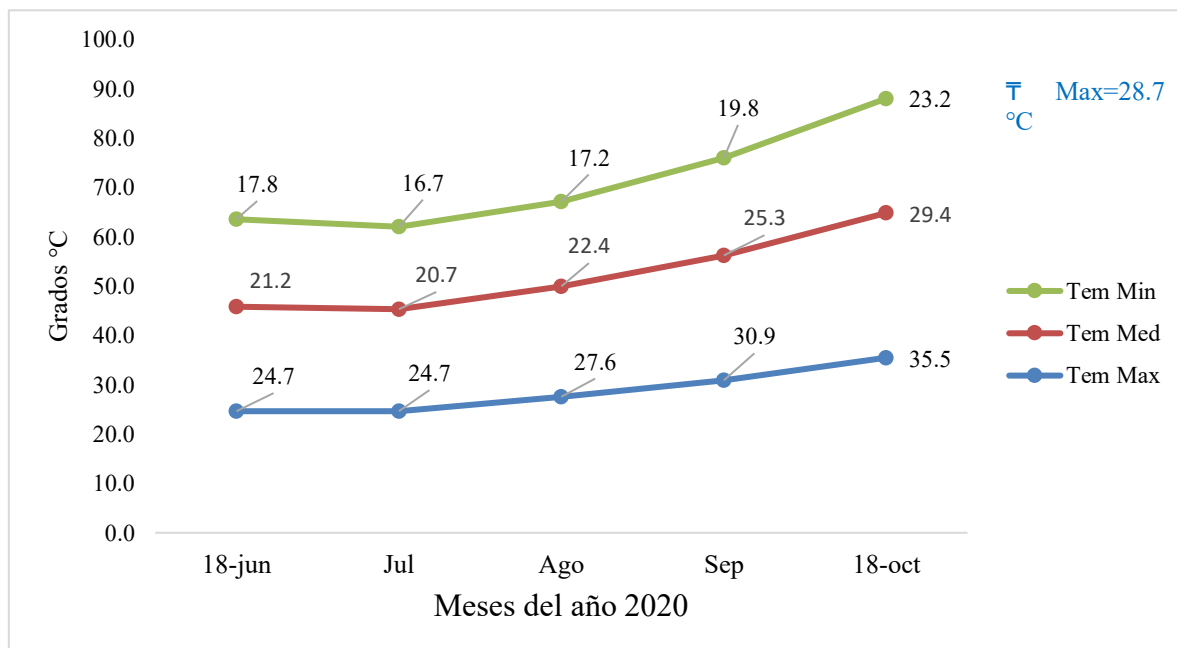
4.1. Variables climáticas

Los datos de las variables climáticas como ser: temperatura y precipitación, provienen de los datos tomados SENAMHI, estación del aeropuerto de Viru Viru la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

4.1.1. Temperatura

A continuación se describe la temperatura en grados centígrados en los meses de junio hasta octubre de la gestión 2020.

Figura 1. Comportamiento de la temperatura durante el estudio



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

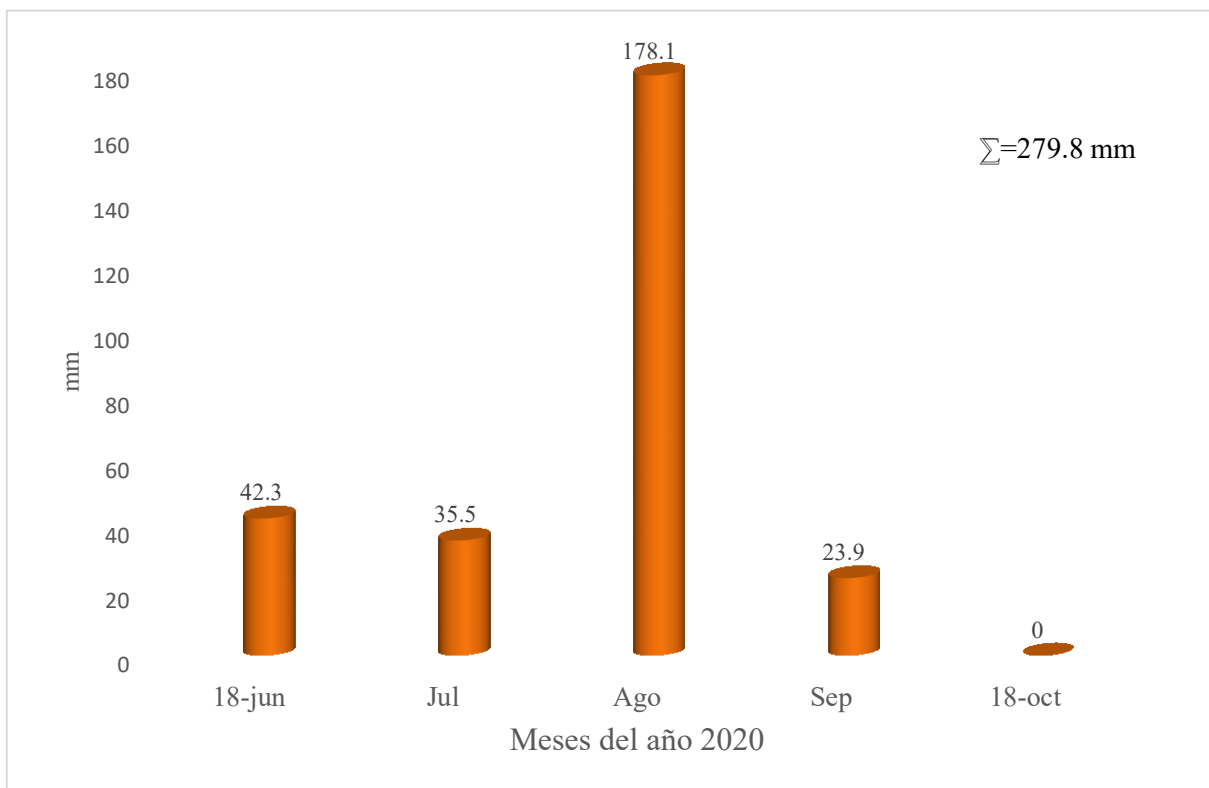
Según los datos estadísticos de la figura, expresa que las temperaturas máximas fueron entre 24.7 a 35.5 grados centígrados entre junio a octubre, siendo el mes de octubre el mes con mayor nivel de temperatura. Las temperaturas medias alcanzadas fueron entre

21.2 y 29.4 grados centígrados. Las temperaturas mínimas oscilaron entre 17.8 hasta 23.2 grados centígrados. Siendo el mes de octubre el mes con mayor pico de temperaturas altas.

4.1.2. Precipitaciones

En la siguiente figura se muestra los niveles de precipitación, expresada en mm en los meses de junio a octubre.

Figura 2. Comportamiento de las precipitaciones durante el desarrollo del trabajo



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

En los datos estadísticos de la figura, se expresa que la mayor precipitación fue en el mes de agosto 178.1 mm y la mínima fue en septiembre con 23.9 mm. El mes de octubre no presentó precipitación.

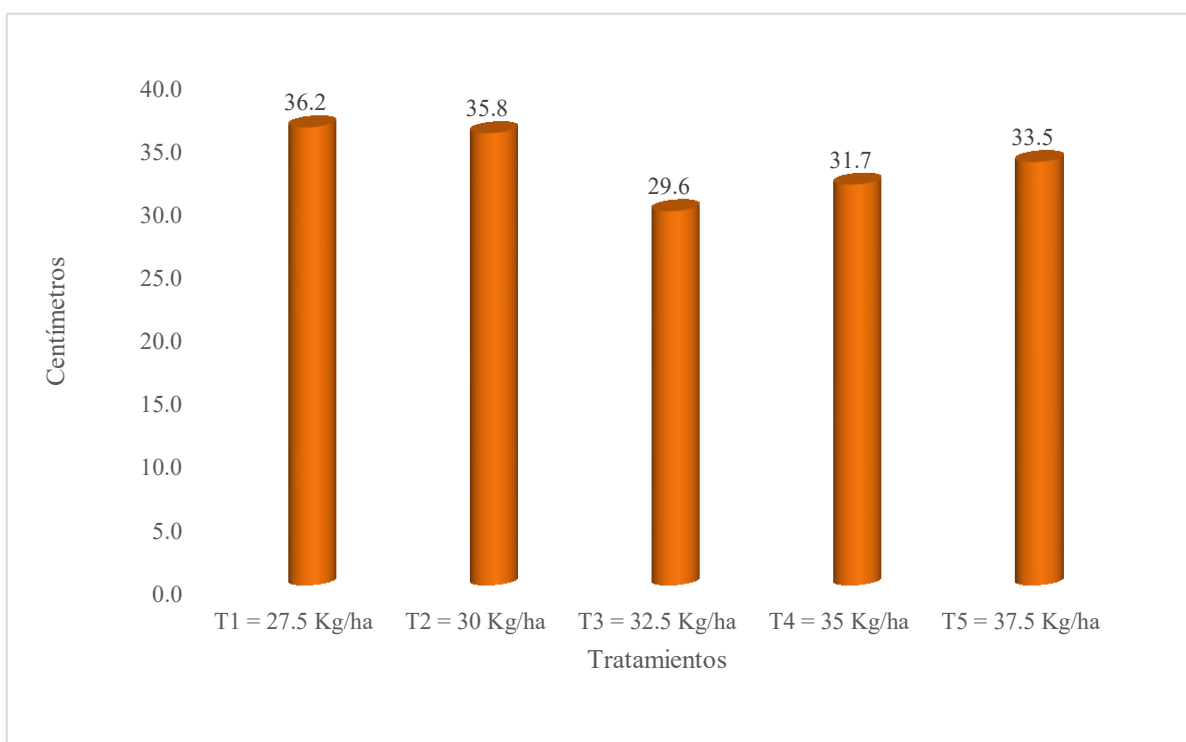
4.2. Evaluaciones de las variables agronómicas

4.2.1. Altura de planta

La figura como variable agronómica, expresa en centímetros el promedio de la altura de la planta. Se describe a continuación tratamientos por cortes:

4.2.1.1. Primer corte

Figura 3. Altura de planta al primer corte en cm.



Fuente: Elaboración propia

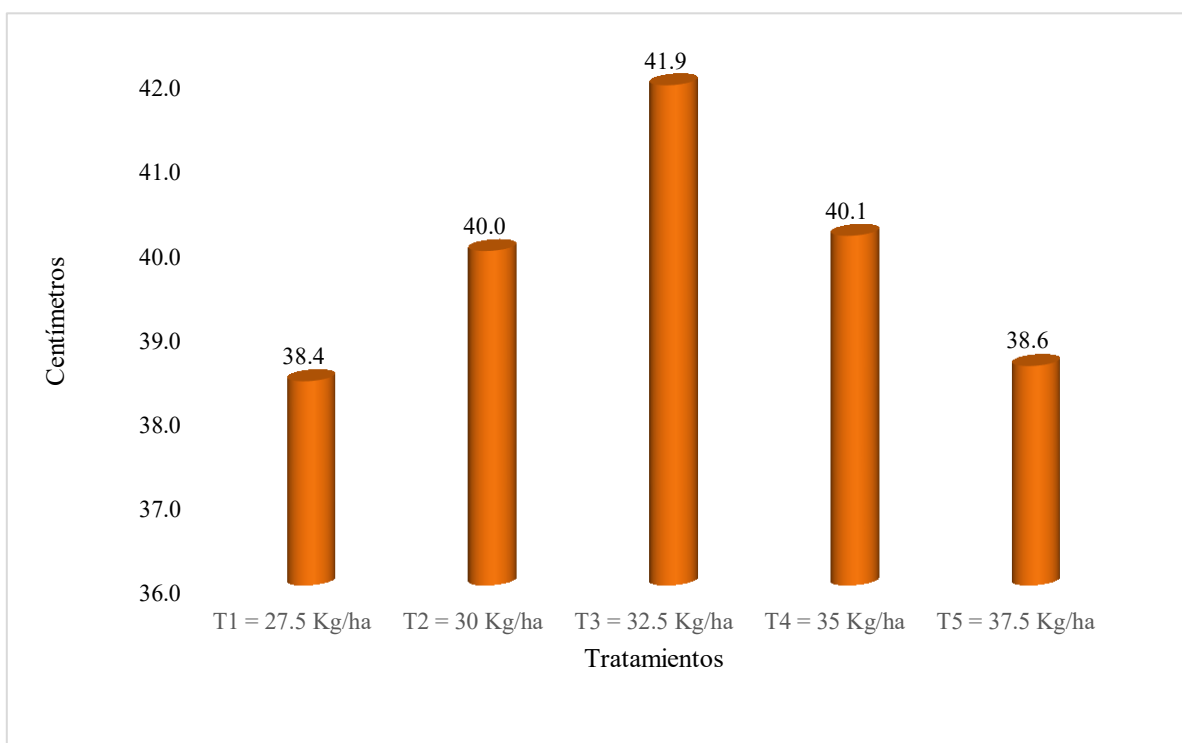
Análisis.

Según los datos estadísticos de la figura, el corte para el tratamiento 1 fue de 36.2 cm, para el tratamiento 2 fue de 35.8, para el tratamiento 3 fue de 29.6 cm, para el tratamiento

4 fue de 31.7 cm y para el tratamiento 5 fue de 33.5 cm; siendo los de mayor altura el tratamiento 1 y 2.

4.2.1.2. Segundo corte

Figura 4. Altura de planta al segundo corte cm.



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

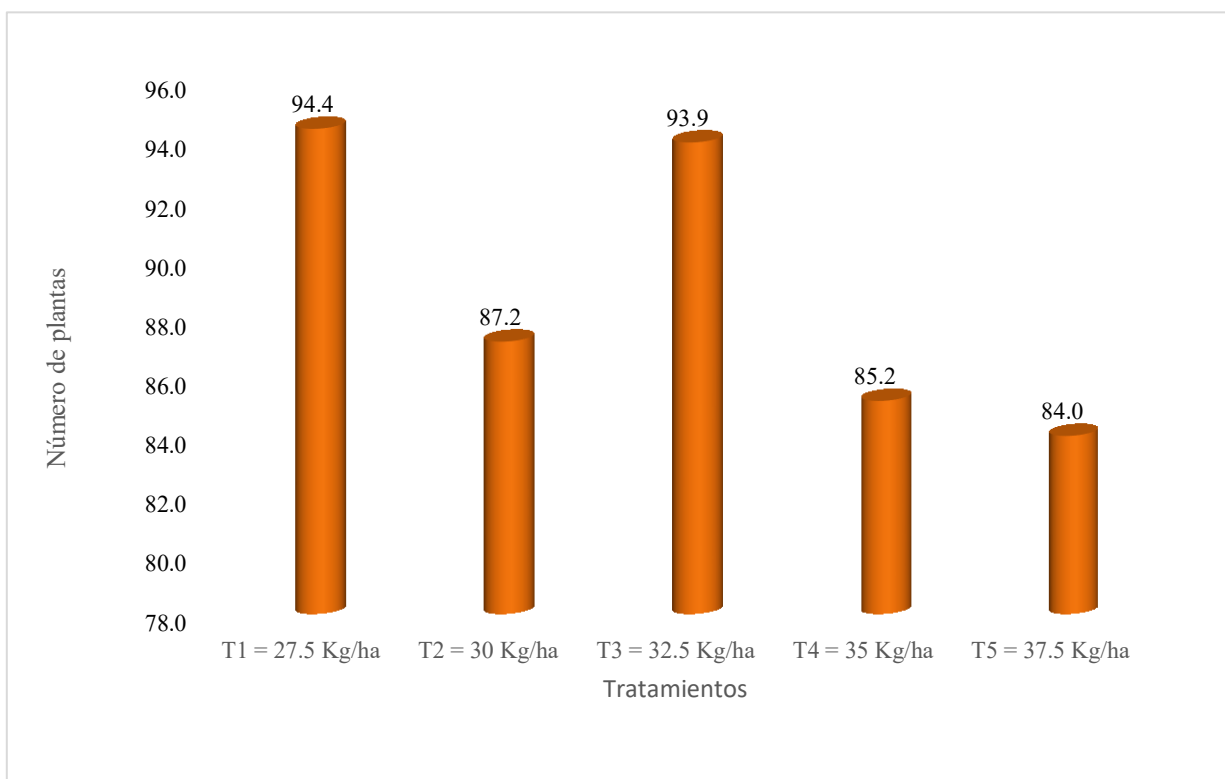
Según los datos estadísticos de la figura en el segundo corte para el tratamiento 1 fue de 368.4 cm, para el tratamiento 2 fue de 40 cm, para el tratamiento 3 fue de 41.9 cm, para el tratamiento 4 fue de 40.1 cm y para el tratamiento 5 fue de 38.6 cm; siendo los de mayor altura el tratamiento 3.

4.2.2. Número de ramificaciones

El número de ramificaciones expresadas en números de plantas por cortes y tratamientos:

4.2.2.1. Primer corte

Figura 5. Número de ramificaciones o plantas por metro lineal antes del primer corte



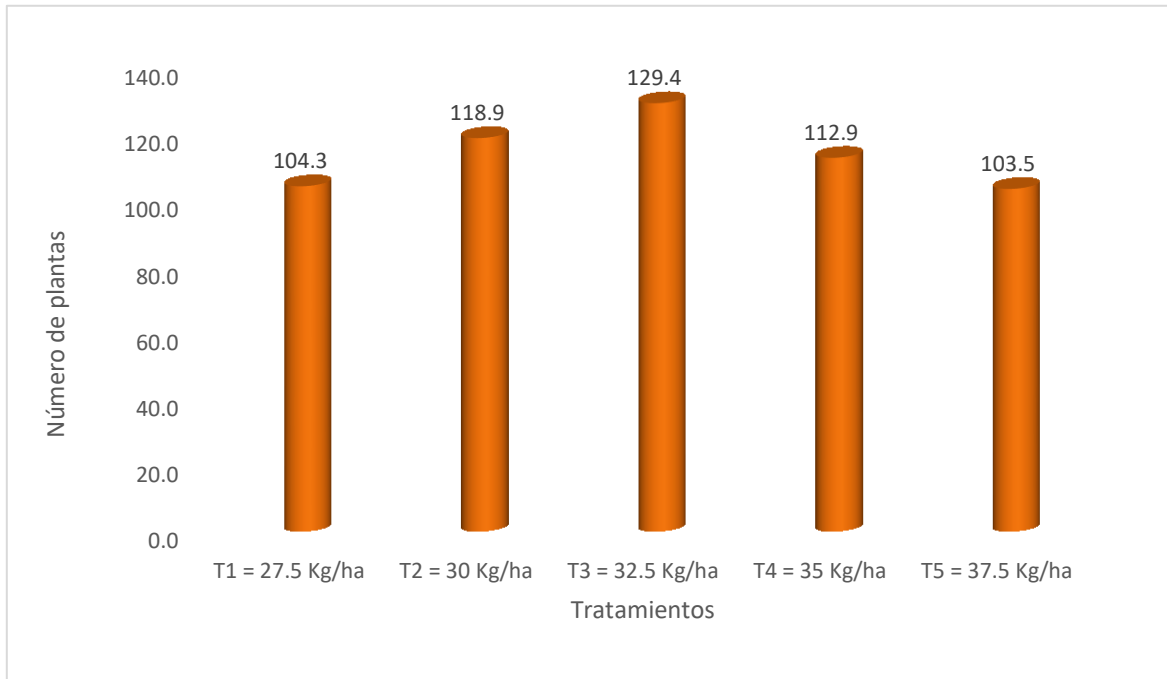
Fuente: Elaboración propia

Análisis.

La figura expresa el número de plantas por metro lineal que hubo en cada tratamiento del primer corte. T1= 94.4; T2= 87.2; T3= 93.9; T4= 85.2; T5= 84.0 unidades de plantas por metro lineal. Evidentemente el T1 es que tiene mayor número de plantas por metro lineal.

4.2.2.2. Segundo corte

Figura 6. Número de ramificaciones o plantas por metro lineal antes del segundo corte



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

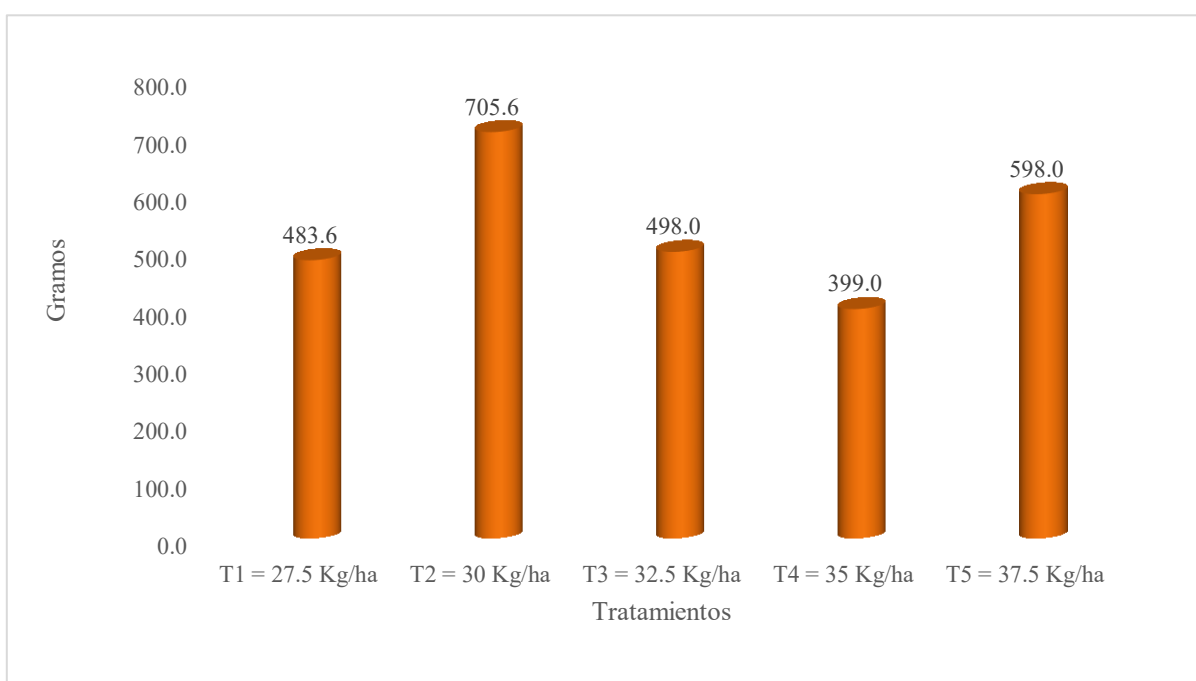
La figura expresa el número de plantas por metro lineal que hubo en cada tratamiento del segundo corte. T1=104.3; T2= 118.9; T3= 129.4; T4= 112.9; T5= 103.5 unidades de plantas por metro lineal. Evidentemente el T3 es que tiene mayor número de plantas por metro lineal.

4.2.3. Rendimiento de materia de materia verde

Las siguientes figuras expresan el peso en gramos de cada unidad experimental del primer y segundo corte.

4.2.3.1. Primer corte

Figura 7. Materia verde del primer corte



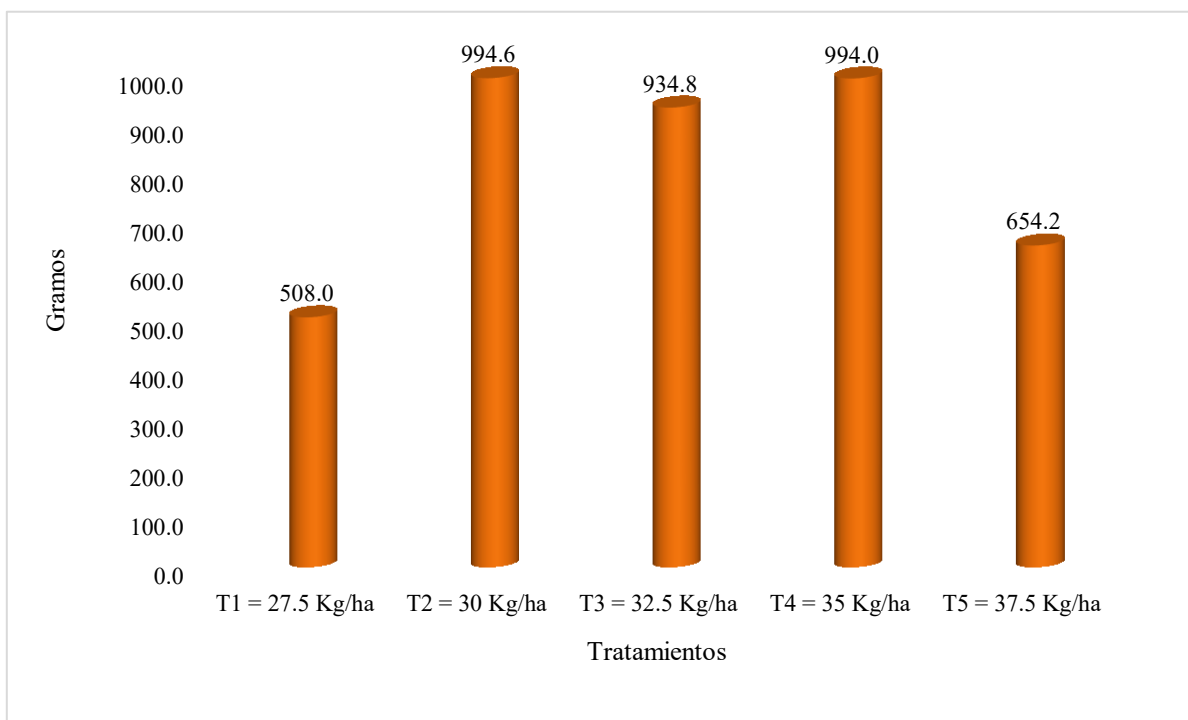
Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Según los datos estadísticos de la figura el rendimiento de materia verde en el primer corte para el tratamiento 1 fue de 483.6 gr, para el tratamiento 2 fue de 705.6 gr, para el tratamiento 3 fue de 498.0 gr, para el tratamiento 4 fue de 399.0 gr y para el tratamiento 5 fue de 598.0 gr; siendo el de mayor peso el tratamiento 2.

4.2.3.2. Segundo corte

Figura 8. Materia verde del segundo corte



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

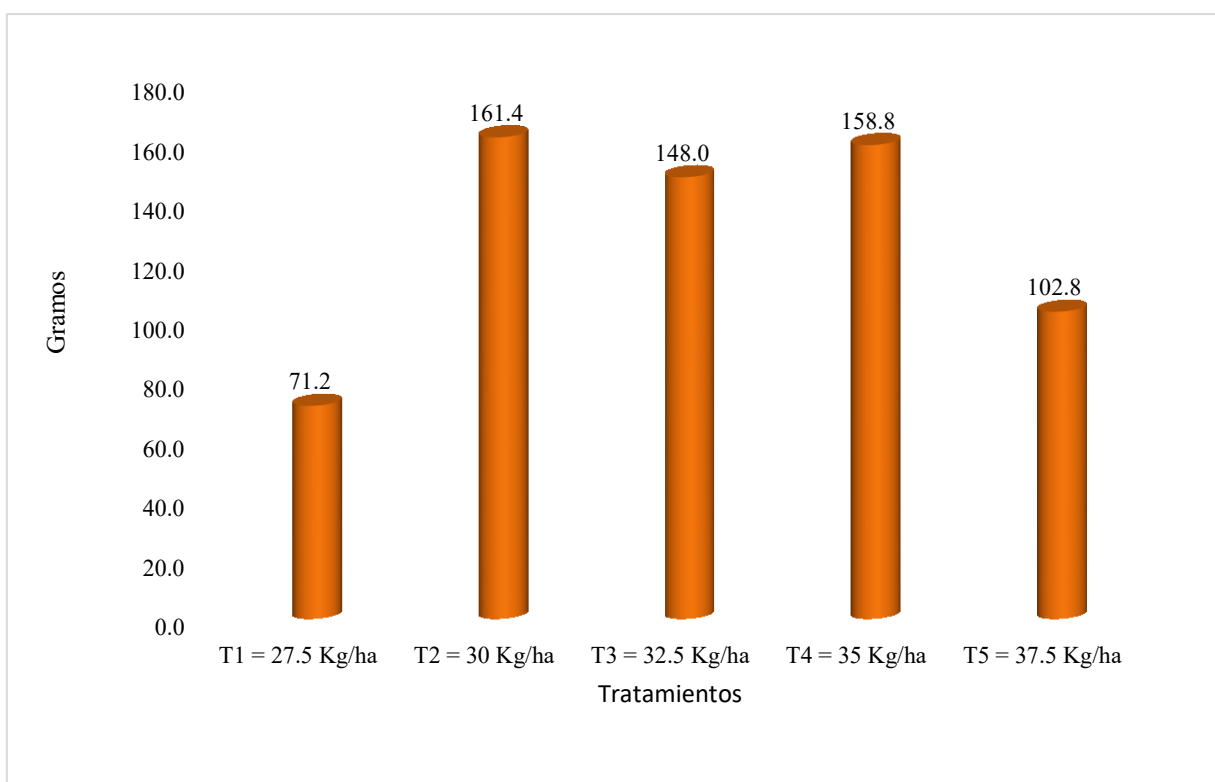
Según los datos estadísticos de la figura el rendimiento de materia verde en el segundo corte para el tratamiento 1 fue de 508.0 gr, para el tratamiento 2 fue de 994.6 gr, para el tratamiento 3 fue de 934.8 gr, para el tratamiento 4 fue de 994.0 gr y para el tratamiento 5 fue de 654.2 gr; siendo el de mayor peso el tratamiento 2 y el tratamiento 4, con mínima diferencia.

4.2.4. Rendimiento de materia seca

En las siguientes figuras se describen los datos del rendimiento de materia seca expresada en gramos por cada tratamiento.

4.2.4.1. Primer corte

Figura 9. Materia seca el primer corte



Análisis.

Según los datos estadísticos de la figura el rendimiento de materia seca en el primer corte para el tratamiento 1 fue de 71.2 gr, para el tratamiento 2 fue de 161.4 gr, para el tratamiento 3 fue de 148.0 gr, para el tratamiento 4 fue de 158.8 gr y para el tratamiento 5 fue de 102.8 gr; siendo el de mayor peso el tratamiento 2 y el tratamiento 4, con mínima diferencia.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se plantean las siguientes conclusiones del estudio de evaluación de la producción de alfalfa tropicalizada:

- El rendimiento de la alfalfa está dentro de los parámetros de la variedad Bolivia 2000. Por lo tanto se puede decir que la alfalfa tropicalizada puede convertirse en una buena oportunidad para tomarlo en cuenta como cultivo forrajero en nuestro medio
- Las densidades no han aportado al rendimiento de materia verde, pero las densidades que mayor rendimiento e materia verde, el tratamiento dos, tres y cuatro. Donde se consiguió 161.4, 148, 158.8 gramos de materia seca respectivamente.
- Según la evaluación en cuanto a rendimiento de materia verde, el de mayor peso en el primer corte fue el tratamiento 2 (705.6 gr) en una densidad de 30 Kg/ha. Para el segundo corte, el rendimiento el de mayor peso también fue el tratamiento 2 (994.6 gr), en una densidad de 30 Kg/ha y el tratamiento 4 (994.0 gr) en una densidad de 35 Kg/ha con mínima diferencia en ambos casos. En el rendimiento en materia seca, el de mayor peso en el primer corte fue el tratamiento 2 (161.4 gr) en una densidad de 30 Kg/ha, y para el segundo corte, el rendimiento de mayor peso fue el tratamiento 2 (994.6 gr) en una densidad de 30 Kg/ha y el tratamiento 4 (158.8 gr) en una densidad de 35 Kg/ha, con mínima diferencia en ambos casos; y para el segundo corte, el rendimiento en materia seca, fue con mayor peso el tratamiento 2 (161.4 gr) en una densidad de 30 Kg/ha.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, se plantean la siguiente recomendación del estudio de evaluación de la producción de alfalfa tropicalizada:

Se recomienda continuar con los con los estudio de almacenamiento, tiempos e oreado y fertilización para forjar un manejo agronómico del cultivo en el municipio de Santa Cruz de la Sierra.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Pombosa (2016)**. Determinación de las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
2. **Palomino (2019)**. Producción de forraje en líneas a diferente distanciamiento en cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*), a 2750 msnm. Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho- Perú.
3. **Juan et al. (1995)**. Conservación del forraje de alfalfa. La alfalfa en la Argentina. INTA C.R. Cuyo, cap. 9, 173-192. E.E.A INTA Anguil. E.E.A INTA Rafaela.
4. **Todoagro (2009)**. La densidad de siembra de la alfalfa, una asignatura pendiente. Artículo periodístico. Todoagro.com.ar. Sitio Argentino de Producción Animal www.produccion-animal.com.ar
5. **Arrieta y Romero (2008)**. Alfalfa. Curso de pasturas. Presentación en PowerPoint. Montevideo-Uruguay.
6. **Rossanigo (1997)**. Alfalfa. Panorama varietal; Plagas; Control malezas; Utilización y manejo. Invernada bovina en zonas mixtas. Agro 2 de Córdoba. INTA, Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez. Córdoba – Argentina.
7. **Bobadilla (2002)**. Alfalfa: para lograr una buena implantación. Carpeta Técnica Oct. Estación Experimental Agroforestal Esquel. Patagonia Argentina.
8. **Formento y Verzeznassi (2001)**. La alfalfa y sus enfermedades en la Provincia de Entre Ríos. INTA - EEA Paraná; Fac. de Cias. Agrop. De la UNER.
9. **Soriano (2003)**. Importancia del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Estado de Baja California Sur. Monografía. Requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero agrónomo. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

10. **Botanical (2010)**. Beneficios de la alfalfa. Obtenido de <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>.
11. **Cangiano (2001)**. Obtenido de Alfalfa la reina de las forrajeras: http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_1_Alfalfa/319_ag_000009al.htm.
12. **D'Atellis (2005)**. Alfalfa Producción de Semilla. Tinogasta Catamarca.
13. **Del Pozo (1983)**. Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. . Madrid: Ed. Mundi – Prensa.
14. **Muslera (1984)**. Praderas y forrajes - Producción y aprovechamiento. Madrid: Mundi Prensa Libros.
15. **Vidal (2015)**. Manual de asistencia preparación para siembra y cosecha de alfalfa. Preparado por: Hernán Vidal. Ingeniero Civil. Para: David Marshall y Bernardo Moreira. Septiembre.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño experimental en campo

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Bloque V
	T ₅ =37.5kg/ha	T ₅ =37.5kg/ha	T ₄ =35kg/ha	T ₄ =35kg/ha	T ₃ =32.5kg/ha
	T ₂ =30kg/ha	T ₃ =32.5kg/ha	T ₅ =37.5kg/ha	T ₂ =30kg/ha	T ₂ =30kg/ha
Tratamientos	T ₁ =27.5kg/ha	T ₁ =27.5kg/ha	T ₂ =30kg/ha	T ₁ =27.5kg/ha	T ₅ =37.5kg/ha
	T ₃ =32.5kg/ha	T ₄ =35kg/ha	T ₁ =27.5kg/ha	T ₅ =37.5kg/ha	T ₁ =27.5kg/ha
	T ₄ =35kg/ha	T ₂ =30kg/ha	T ₃ =32.5kg/ha	T ₃ =32.5kg/ha	T ₄ =35kg/ha

Fuente: Elaboración propia

Cada unidad experimental tiene un área de 2 m²

Anexo 1.1. Cantidad de semilla por cada unidad experimental

Tratamientos	Semilla por unidad Experimental
T ₁ =27.5kg/ha	5.5 gramaos de semilla
T ₂ =30kg/ha	6 gramaos de semilla
T ₃ =32.5kg/ha	6.5 gramaos de semilla
T ₄ =35kg/ha	7 gramaos de semilla
T ₅ =37.5kg/ha	7.5 gramaos de semilla

Anexo 2. Ubicación de del estudio



Anexo 3. Análisis estadístico de la altura de planta al momento del primer corte

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	40.2	32.8	38.1	38.6	31.4	181.1	36.2
T2 = 30 Kg/ha	31.2	30.8	44.2	37.0	35.6	178.8	35.8
T3 = 32.5 Kg/ha	33.4	30.4	30.4	28.4	25.4	148.0	29.6
T4 = 35 Kg/ha	38.6	32.4	29.0	28.0	30.5	158.5	31.7
T5 = 37.5 Kg/ha	31.4	32.4	37.8	29.8	36.0	167.4	33.5
Sumatoria	174.8	158.8	179.5	161.8	158.9	833.8	166.8

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	154.23	38.56	2.45	4.77	3.01	NS
Repeticiones	4	75.34	18.83	1.19	4.77	3.01	NS
Error	16	252.19	15.76				
Total	24	481.76					

CV= 0.13

Anexo 4. Análisis estadístico de la altura de planta al momento del segundo corte

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	43.0	37.6	38.9	36.9	35.7	192.1	38.4
T2 = 30 Kg/ha	38.3	41.3	45.2	39.0	36.0	199.8	40.0
T3 = 32.5 Kg/ha	45.3	43.3	47.9	39.6	33.5	209.6	41.9
T4 = 35 Kg/ha	43.0	36.9	41.6	45.6	33.6	200.7	40.1
T5 = 37.5 Kg/ha	41.0	40.0	40.6	36.3	35.1	193.0	38.6
Sumatoria	210.6	199.1	214.2	197.4	173.9	995.2	199.0

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	39.90	9.97	1.24	4.77	3.01	NS
Repeticiones	4	199.63	49.91	6.21	4.77	3.01	**
Error	16	128.59	8.04				
Total	24	368.12					

CV= 0.10

Anexo 5. Análisis estadístico de la ramificación o número de plantas por metro lineal antes del primer corte.

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	91.6	98.0	85.6	99.6	97.0	471.8	94.4
T2 = 30 Kg/ha	77.3	60.3	108.2	104.7	85.4	435.9	87.2
T3 = 32.5 Kg/ha	104.0	83.3	102.0	107.4	72.8	469.5	93.9
T4 = 35 Kg/ha	71.3	86.3	96.7	92.6	79.0	425.9	85.2
T5 = 37.5 Kg/ha	61.0	86.0	89.4	103.0	80.6	420.0	84.0
Sumatoria	405.2	413.9	481.9	507.3	414.8	2223.1	444.6

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	478.08	119.52	0.86	4.77	3.01	NS
Repeticiones	4	1741.09	435.27	3.13	4.77	3.01	*
Error	16	2225.07	139.07				
Total	24	4444.25					

CV= 0.15

Anexo 6. Análisis estadístico de la ramificación o número de plantas por metro lineal antes del segundo corte.

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	111.2	102.0	95.0	104.3	109.1	521.6	104.3
T2 = 30 Kg/ha	104.0	116.4	115.8	146.1	112.0	594.3	118.9
T3 = 32.5 Kg/ha	108.1	106.9	159.1	152.6	120.2	646.9	129.4
T4 = 35 Kg/ha	94.2	96.2	141.3	126.0	106.8	564.5	112.9
T5 = 37.5 Kg/ha	96.2	94.0	112.7	114.5	100.2	517.6	103.5
Sumatoria	513.7	515.5	623.9	643.5	548.3	2844.9	569.0

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	2323.49	580.87	3.48	4.77	3.01	*
Repeticiones	4	2982.62	745.65	4.46	4.77	3.01	*
Error	16	2674.06	167.13				
Total	24	7980.17					

CV= 0.16

DMS= 0.047

Anexo 7. Análisis estadístico de materia verde del primer corte

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	568.0	515.0	117.0	689.0	529.0	2418.0	483.6
T2 = 30 Kg/ha	344.0	285.0	915.0	1355.0	629.0	3528.0	705.6
T3 = 32.5 Kg/ha	561.0	343.0	642.0	686.0	258.0	2490.0	498.0
T4 = 35 Kg/ha	389.0	545.0	393.0	417.0	251.0	1995.0	399.0
T5 = 37.5 Kg/ha	416.0	346.0	1035.0	748.0	445.0	2990.0	598.0
Sumatoria	2278.0	2034.0	3102.0	3895.0	2112.0	13421.0	2684.2

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	277816.96	69454.24	1.14	4.77	3.01	NS
Repeticiones	4	511152.96	127788.24	2.10	4.77	3.01	NS
Error	16	973557.44	60847.34				
Total	24	1762527.36					

CV= 0.50

Anexo 8. Análisis estadístico de materia verde del segundo corte

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	419.0	496.0	362.0	713.0	550.0	2540.0	508.0
T2 = 30 Kg/ha	460.0	582.0	1247.0	1935.0	749.0	4973.0	994.6
T3 = 32.5 Kg/ha	572.0	717.0	1453.0	1271.0	661.0	4674.0	934.8
T4 = 35 Kg/ha	532.0	729.0	1440.0	1643.0	626.0	4970.0	994.0
T5 = 37.5 Kg/ha	473.0	431.0	1068.0	748.0	551.0	3271.0	654.2
Sumatoria	2456.0	2955.0	5570.0	6310.0	3137.0	20428.0	4085.6

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	993661.84	248415.46	3.65	4.77	3.01	*
Repeticiones	4	2397018.64	599254.66	8.81	4.77	3.01	**
Error	16	1088694.16	68043.39				
Total	24	4479374.64					

CV= 0.53

DMS= 0.940

Anexo 9. Análisis estadístico de materia seca del primer corte

	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Promedio
T1 = 27.5 Kg/ha	71.0	82.0	45.0	100.0	58.0	356.0	71.2
T2 = 30 Kg/ha	83.0	84.0	247.0	260.0	133.0	807.0	161.4
T3 = 32.5 Kg/ha	81.0	102.0	257.0	182.0	118.0	740.0	148.0
T4 = 35 Kg/ha	134.0	127.0	178.0	249.0	106.0	794.0	158.8
T5 = 37.5 Kg/ha	95.0	62.0	145.0	154.0	58.0	514.0	102.8
Sumatoria	464.0	457.0	872.0	945.0	473.0	3211.0	642.2

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SS</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F Tab</i> 1%	<i>F Tab</i> 5%	<i>Sig</i>
Tratamientos	4	31622.56	7905.64	4.95	4.77	3.01	**
Repeticiones	4	47835.76	11958.94	7.49	4.77	3.01	**
Error	16	25559.84	1597.49				
Total	24	105018.16					

CV= 0.52

DMS= 0.144

Anexo 10. Fotografías



