

CAPÍTULO I

1.1.-INTRODUCCIÓN

En la producción animal uno de los factores determinantes para una buena producción es la alimentación, porque la genética del animal se basa en una buena nutrición y alimentación que cubra sus requerimientos, por lo cual es necesario producir en el campo una pastura que tenga un alto valor nutritivo en este caso la alfalfa (*Medicago sativa L.*)

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas (*Fabaceae*). Es un cultivo forrajero plurianual con un excelente potencial productivo, cuya duración en el campo es de unos 3-4 años practicándose varios cortes por año. Ocupa el 22% de la superficie destinada a los forrajes. Se cultiva mayoritariamente en terrenos que tiene regadío 65%, propio de un cultivo, aunque bien adaptados nuestros terrenos a secano cada día se destinan más al proceso de la producción intensiva

La alfalfa es la principal forrajera en nuestro país tanto por su superficie de siembra como por su volumen de producción, calidad y grado de utilización en las dietas del hato lechero. Al igual que diversos cultivos de carácter industrial, alimenticio, o forrajero, la principal limitante para su producción agrícola en diversas regiones es el agua de riego, ya que la alfalfa, por ser un cultivo perenne que demanda riego durante todo el año ha sido clasificada como un cultivo con alta demanda hídrica y a la vez como ineficiente en el uso del agua.

La alfalfa es una de las especies de mayor potencial productivo dentro de las forrajeras, considerada así como la reina de las forrajeras, por su adaptación a diferentes climas y suelos resistencia a sequías, excelente valor nutritivo en fibra, proteínas, vitaminas, minerales, su alto rendimiento en materia verde y seca, su

excelente potabilidad y además el animal que consume tiene mayor cantidad de estiércol de gran poder fertilizante, porque contiene más fósforo y potasio comparado con cualquier otro forraje, por otra parte, como todas las leguminosas tienen la capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera y depositarlo en el suelo, mediante la simbiosis de las raíces con la bacteria (*sinorhizobium meliloti*) las raíces de la alfalfa provee a la bacteria energía y materia prima, que es utilizada y convertida en nitrógeno que capta del aire.

A Nivel mundial la alfalfa es el forraje más importante, ya que existen más de 33 millones de hectáreas del total mundial de tierras cultivadas que alcanza 1.381 millones de hectáreas según el banco mundial, con datos de la FAO, las exportaciones en 2013 alcanzaron 8000.000 de TM (ITC-trade Map) como principales productores y exportadores mundiales están EE. UU, España, Australia, Canadá, e Italia (AGROTERRA 2017).

La superficie cultivada en Bolivia según el INE en los últimos años viene creciendo paulatinamente, tal es así que en el año 2000 se tenían 21.550 Ha cultivadas de alfalfa y el 2016 la superficie cultivada se incrementó en un 50% alcanzó así 33.560 Ha, las variedades cultivadas en Bolivia son: Bolivia 2000, altiplano Moapa, Criolla san Benito, Cuf 101, UMSS 2001 Cif-ranger, valador, tamborada entre otras.

En el departamento de Tarija la superficie cultivada de alfalfa en el año 2000 era 500 ha, con un rendimiento de 7.3 TM/MV/Ha obteniendo una producción de 3.659 TM, y el año 2013 la superficie cultivada se tiene 635,2 Ha con un rendimiento de 3.3 TM/MV/HA y una producción de 2.471 TM, lo cual indica que la superficie cultivada crece, pero los rendimientos y producción decrecen. (INE 2013).

La producción de alfalfa en la provincia Méndez es de eficaz y presenta mayor rendimiento en los terrenos a riego. Ya que en esta zona la mayor parte de la población se dedica a la lechería por lo tanto cultivan la alfalfa que es una leguminosa

que produce buenos resultados en esta zona y también mejora el rendimiento y la producción de leche.

En la provincia Méndez no se hace la inoculación de alfalfa por el desconocimiento de las ventajas y desventajas que produce la inoculación, sobre el rendimiento cultural de la alfalfa y el mejoramiento de la nutrición del suelo.

Por lo cual mediante este trabajo de investigación se propuso probar si con la inoculación se puede incrementar los rendimientos en el cultivo de la alfalfa.

1.2.-JUSTIFICACIÓN. -

El presente trabajo de investigación justifica su realización dado que la alfalfa (*Medicago sativa L*) se considera uno de los forrajes más importantes del mundo para la alimentación animal, por las características nutricionales, producción y rentabilidad que presenta este cultivo. Las variedades cultivadas en Bolivia son-. Bolivia 2000, Cuf 101, Cif-ranger, UMSS 2001, altiplano, valador, Moapa, criolla, san Benito, tamborada.

Se planteó la necesidad de realizar un ensayo de 2 variedades distintas con dos tipos de inoculantes los cuales son:

*variedad 1 Bolivia 2000 con tierra inoculante 1

*Variedad Bolivia 2000 con inoculante 2 N₂

*Variedad Bolivia 2000 testigo

*Variedad 2 Cuf-101 con tierra inoculante 1

*Variedad Cuf-101 con inoculante 2 N₂

*Variedad Cuf-101 testigo

1.3.-HIPÓTESIS.-

Con la aplicación de inoculantes a estas variedades de alfalfa Bolivia 2000 y Cuff-101 en San Lorenzo provincia Méndez, se obtendrán una mayor población de forraje que se convertirá en un mayor rendimiento de alfalfa.

1.4.-OBJETIVOS.-

1.4.1.-OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento de dos variedades de alfalfa con dos tipos de inoculantes, en la localidad de san Lorenzo, provincia Méndez

1.4.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Identificar las variedades más sobresalientes en cuanto a producción de biomasa de importancia agronómica

* Evaluar la eficiencia de los inoculantes a través del rendimiento de los tratamientos.

* Evaluación económica de los tratamientos a través del índice beneficio costo

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO

2.1.-IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La alfalfa es un cultivo forrajero perenne por su contenido de proteínas es altamente nutritivo para la alimentación del ganado, además de proteínas, contiene otras sustancias nutritivas como: vitaminas, minerales e hidratos de carbono, las cuales contribuyen al crecimiento del animal y el incremento de la producción de leche y carne. Es un cultivo que se adaptado a las condiciones climáticas del altiplano

Se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado. La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria, dando lugar al cultivo de alfalfa (*Medicago Sativa L*), cuya finalidad es abastecer a la demanda. La importancia del cultivo de alfalfa desde sus intereses como fuente natural d 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 cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte, 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 (INFOAGRO 2016)

El agricultor, al dedicarse al cultivo tan remunerable como es el de alfalfa; obtiene mayor beneficio que con el cultivo de maíz; para el ganadero representa alimento sano, que con avidez la come toda clase de ganado, ya sea verde, henificada o ensilada, porque le proporciona mayor beneficio por la mayor producción de leche y carne, así como mejora la calidad de los animales, mejor nutrición, además de mayor cantidad de estiércol de gran poder fertilizante, porque contiene más fosfato y potasa que cualquier otro forraje, y reuniendo estos elementos en mayor cantidad para la

nutrición de los animales, por razón natural los contiene el estiércol que, devuelto al terreno, beneficia a los cultivos que le proporcione. La alfalfa como todas las leguminosas, tiene la cualidad de fijar el nitrógeno de la atmosfera y depositarlo en los terrenos en cantidades ilimitadas, sobre si se inocula

Entre sus principales ventajas destacan el elevado rendimiento, la tolerancia a la sequía, el alto contenido de proteínas y persistencia igual o mayor a seis años (PARGA 1994)

2.3.-ORIGEN

El nombre de alfalfa (*Medicago sativa L.*), origina de la lengua arábica, significa el mejor forraje y en Europa comúnmente se llama lucerna. La alfalfa es originaria de la región montañosa de transcaucasia y noreste de irán (Asia Menor).

D,tellis(2005)señala que la alfalfa es una planta proveniente del cercano oriente de Asia . Existe un consenso general de que (*Medicago sativa L.*) se originó en el “cercano oriente.

La alfalfa esta difundida y adaptada en todo el mundo. En Bolivia se cultiva en los valles de Cochabamba, Tarija y Chuquisaca; en el altiplano en los departamentos de la paz, Oruro, potosí y en los últimos años en los valles templados de santa cruz (INIAF2015)

2.4.-TAXONOMÍA

Reino:	Vegetal.
Phylum:	Telemophytae.
División:	Tracheophytae.
Subdivisión:	Anthophyta.
Clase:	Angiospermae.

Subclase:	Dicotyledoneae
Grado Evolutivo:	Archichlamydeae
Grupo de Ordenes:	Corolinos
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosae
Subfamilia:	Papilionoideae
Nombre científico:	<i>Medicago sativa</i> L.
Nombre común:	alfalfa

(HERBARIO UNIVERSITARIO. T.B 2018)

2.5.-MORFOLOGÍA DE LA ALFALFA

2.5.1.-SEMILLA

Para Alarcón y cervantes (2012), las semillas son de 1.5 por 2.5mm y pesan en promedio 0.8 mg; cada fruto contiene un numero variable de semillas arriñonadas.

Las mismas poseen generalmente forma arriñonada y color amarillento, pero también se pueden encontrar semillas angulares y de coloración que varía desde el verde oliva a distintas tonalidades de marrón (BASIGALUP 2007).

Las semillas, en estado maduro, tienen aproximadamente 1-2 mm de longitud y de ancho 1 mm de espesor. Están constituidas por el feniculo, el tegumento (testa), el embrión y el albumen. El feniculo es el que mantiene unida la semilla con el fruto; al secarse, se desprende y forma una cicatriz llamada hilio. El tegumento o testa es la capa externa que rodea el embrión y brinda protección, siendo además el responsable del color de la semilla. El embrión origina la fruta plántula y el mismo se pueden observar la radícula, el hipocotilo, la plántula y los cotiledones. La radícula, que durante la germinación emerge a través de la micropila, forma la raíz. En sentido contrario, el hipocotilo da origen a las partes aéreas de la plántula. Por su parte, la

plúmula, que es un esbozo formado por hojitas, al desarrollarse origina el tallo. Los cotiledones, gruesos y carnosos, almacenan la mayor parte del tejido de reserva para el desarrollo del embrión. Por último, el albumen es un tejido de reserva que, en el caso de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*), se encuentra reducido y cuya función principal es facilitar el proceso de germinación. (BASIGALUP 2007)

2.5.2.-RAÍZ

Su Raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m. de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen los brotes que dan lugar a los tallos.

En general, el sistema radical de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es robusto y profundo, y su función principal es la absorción de agua. Si no existe impedimentos en el perfil del suelo, la raíz puede alcanzar los 2 a 5 metros en solo 2 a 4 años de vida, de modo que la posibilidad de extraerla de las capas profundas del suelo se ha conferido a la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) su reputación de tolerante a la sequía.

La raíz principal de la planta emerge cerca del hilio y de ella puede o no partir un variado número de raíces secundarias o laterales. El sistema radical de alfalfa puede clasificarse en cuatro tipos generales: raíz pivotante o típica (axonomorfa), ramificada, rizomatosa y rastrera. En alfalfas sin reposo invernal, mayoritariamente se observa la presencia de una raíz pivotante sin muchas ramificaciones. Las alfalfas de reposo invernal intermedio o moderado suele presentar un alto número de raíces secundarias, en relación directa con su mayor grado de latencia al exterior, formaran nuevas plantas o “matas” cuando las yemas activas son solo 1 o 2, y las nuevas “matas” se desarrollan a poca distancia de la planta original, esas raíces se denominan rizomatosas; por el contrario, si las yemas son varias y los renuevos alcanzan a cubrir una extensión de cierta magnitud, esa raíz se denomina rastrera. Mientras que la existencia de una raíz pivotante se asocia con alfalfas de la especie (*Medicago Sativa*

L.), la presencia de un alto número de raíces secundarias, rizomatosas o rastreras se asocia con aportes recientes de germoplasma de; medicago falcata y medicago varia (BASIGALUP 2007)

2.5.3.-TALLO Y CORONA

El tallo primario es cuadrado en su sección transversal y presenta estomas y pelos. No solo tiene crecimiento primario, sino que también posee un crecimiento secundario que da origen a un eje leñoso o porción perenne que forma parte de la corona. El número de tallos depende de la edad y el vigor de la planta. El crecimiento de los tallos es inducido por la utilización (pastoreo o corte) o por un nuevo ciclo fisiológico de crecimiento (SHUBAT, M)

2.5.4.-HOJA

Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.

Las hojas contienen ocho enzimas esenciales: lipasa (enzima que descompone la grasa) amilasa (que actúa sobre azúcares) invertasa (que contiene la sacarosa en dextrosa) peroxidasa (que tiene efecto oxidante en la sangre) pectinasa (que forma una jalea real en la pectina) y proteasa (que ayuda en la digestión de proteínas).

Las hojas de esta planta que son las que contienen mayor cantidad de sustancias nutritivas, son de color verde oscuro aterciopelado, compuestas, largamente pecioladas, trifoliadas elípticas dentadas la hojuela del medio se sostiene por medio de un peciolo casi articulado (HUGHES 1957)

La primera hoja de la plántula de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es unifoliolada y de forma orbicular. Las segundas y subsecuentes son pinnaticompuestas o imparipinnadas, y se originan en el ápice del tallo. Posteriormente, cuando la planta

ya está desarrollada, las hojas pueden originarse del ápice del tallo o de las yemas laterales ubicadas en los nudos de los tallos. Las hojas se unen al tallo por el peciolo y son usualmente trifolioladas, vale decir que se componen de tres folíolos peciolulados.

Los folíolos son normalmente oblongos u obovados, pero se pueden encontrar formas desde redondeadas a obovado-oblongas e incluso lineales, el borde de los folíolos es dentado usualmente solo en el tercio superior, aunque también puede extenderse hasta la mitad superior o incluso el tercio inferior. La distribución de los bordes dentados guarda relación con la forma de los folíolos.

Las hojas se disponen a lo largo del eje del tallo en forma alternada. En el nacimiento de las hojas se observan las estipulas, que son unos apéndices delgados a modo de pequeñas hojas modificadas situadas en la base del peciolo y adheridas a sus lados. Las estipulas son normalmente laciniadas, aunque también pueden ser lisas.

2.5.5.-FLOR

La flor de la alfalfa es completa y está formada por el cáliz, la corola, los estambres y el gineceo. Es generalmente de color púrpura, con extremos que van desde el violeta claro al morado oscuro. También se pueden encontrar flores blancas, azuladas, amarillas.

Las flores agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, densos, con 10-30 flores, con un pedúnculo claramente más largo que el peciolo de la hoja contigua; pedicelo de 1.5 a 3.5 mm. caliz 4-5.5 mm, con pelos largos no glandulíferos, adpresos; dientes 2.5-3 mm, linear-subulados, más largos que el tubo. Corola 7-8 (11) mm, violeta o púrpura; estandarte estrechamente onblogo; alas ligeramente más largas que la quilla.

Los estambres son 10 y están divididos en dos grupos: uno constituido por nueve, soldados en la base, y el restante formado por el décimo, que está libre y cerca del estandarte. Esta disposición, que recibe el nombre de diadelfa, indica que los estambres de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) son diadelfos. Los filamentos de los 9 estambres soldados tienen distinta longitud y, al funcionar para formar el tubo, se alteran los largos con los cortos. Por el interior del tubo que forman pasan el estilo, que remata en un estigma rodeado por las anteras de los estambres fusionados. El gineceo presenta un carpelo, que desarrolla un ovario superior, y posee un estilo y un estigma bien definidos. (BASIGALUP2007)

2.5. 6.-DESENLACE FLORAL Y POLINIZACIÓN

Las alas, en la corola, poseen en base unos pequeños apéndices a modo de ganchos que mantienen unida y rígida la columna estaminal; esta, a su vez, contiene empaquetado en su interior al estilo. De ese modo la polinización solo es posible cuando al separarse las alas a través de un proceso que se denomina desenlace floral la columna estaminal se libera y expone a un estigma al contacto con el polen. El movimiento brusco que se produce al liberarse la columna estaminal provoca la apertura de las anteras maduras y la consiguiente diseminación de los granos de polen. (BASIGALUP 2007).

Diversos mecanismos naturales pueden provocar el desenlace floral, como la acción de insectos y las variaciones de temperatura, humedad y velocidad del viento. También lo puede provocar artificialmente el hombre con movimientos mecánicos provocados con la mano o con diversos instrumentos. La flor puede fecundarse con su propio polen (autofecundación o autogamia) o con el polen de la flor (fecundación cruzada o alogamia). No obstante, la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es una especie de fecundación preponderantemente alogama, favorecida por mecanismos naturales de autoincompatibilidad y austeridad. (BASIGALUP 2007).

En condiciones naturales, la polinización de alfalfa es entomófila y es consecuencia principalmente de la acción de distintas especies de abejas y abejorros. Cuando los insectos acuden a la flor para libar el néctar y/o recolectar el polen, la presión que le ejercen al posarse es suficiente para provocar el desenlace floral, haciendo que la columna estaminal impacte sobre su abdomen esta siempre cargado de polen de diferentes plantas, lo que asegura la alogamia. Se ha estimado que el 85-95% de las flores desenlazadas son fecundadas por este mecanismo. (BASIGALUP 2007)

2.5.6.1.-FRUTO

El fruto de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es el tipo de legumbre o vaina, monocarpelar, seco e indehisciente, generalmente alargado y comprimido, con las semillas alineadas en la hilera ventral. La vaina, por encorvamiento, desarrolla un espiral que generalmente posee 1 espira con autofecundación y 3 a 5 vueltas con fecundación cruzada. La dirección de la espira puede ser dextrógira (en sentido horario) o levógira (en sentido antihorario). Cada fruto contiene un número variable de semillas arriñonadas: 2-3 con autofecundación y alrededor de 9 semillas con fecundación cruzada. (BASIGALUP 2007).

2.5.6.2.-CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

La alfalfa (*Medicago Sativa*) es posiblemente, también la planta forrajera con mayor aplicación en la producción animal. Se la considera como uno de los forrajes más completos, desde el punto de vista nutritivo, en la alimentación de los rumiantes. La fracción de mayor interés del forraje es la proteína bruta. Esta fracción nitrogenada incluye, no obstante, sustancias de muy diversas características, ya que hasta un 30% de la fracción se considera no proteica, aunque puede ser utilizada por los rumiantes gracias a las transformaciones de dichas sustancias sufren en el organismo de los animales. La parte proteica de la alfalfa es altamente soluble, de ahí que sea posible también su utilización por el mono gástrico. Esta parte puede ser fraccionada

fácilmente por la flora ramial de los rumiantes, llevándola hasta formas amoniacales, que son directamente eliminadas por la orina, sin ser entonces aprovechada por el animal (DELGADO 1996)

La alfalfa es una excelente fuente de minerales y vitaminas, los carotenos que son provitamina de la vitamina A, se encuentran en todos los forrajes verdes y particularmente en la alfalfa. El ácido ascórbico o vitamina C también está presente en porciones no despreciables, estas vitaminas son fácilmente oxidadas y destruidas. En lo que respecta a la vitamina D, o factor antirraquítico que regula la asimilación de calcio y el fosforo por el animal, el heno de la alfalfa, realizado bajo buenas condiciones meteorológicas, constituye una provechosa fuente para los animales estabulados. Así mismo es muy rica en vitamina E, en el cual relacionada, principalmente, los procesos de producción (DELGADO 1996)

El valor nutricional de las hojas es superior al de los tallos, sin embargo, a medida que la planta avanza en el estado de madurez, la relación hoja-tallo cambia, que contribuye el descenso del valor nutritivo de las leguminosas (GONZALES 1973)

VALOR NUTICIONAL POR CADA 100 G

Energía 23 kcal 96 kj	
Carbohidratos	2.1 g
Fibra alimentaria	1.9 g
Grasas	0.7 g
Proteínas	4 g
Tiamina (vit. B ₁)	0.076 mg (6%)
Riboflavina (vit. B ₂)	0.126 mg (8%)
Niacina (vit. B ₃)	0.481 mg (3%)
Ácido pantotenico (vit. B ₅)	0.563 mg (11%)
Vitamina B ₆	0.034 mg (3%)

Vitamina C	8.2 mg (14%)
Vitamina K	30.5 μ g (29%)
Calcio	32 mg (7%)
Hierro	0.96 mg (8%)
Magnesio	27 mg (7%)
Manganeso	0.188 mg (9%)
Fosforo	70 mg (10%)
Potasio	79 mg (2%)
Sodio	6 mg (0%)
Zinc	0.92 mg (9%)

Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos. En la siguiente tabla se muestra la composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa. (INFOAGRO)

%	HOJAS	TALLOS
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra bruta	16.4	44.4
Cenizas	10.7	6.3

(INFOAGRO 2016)

2.7.-FACTORES QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO

La variedad de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) representa una combinación específica de caracteres genéticos, cuyo potencial productivo se expresa de manera diferente, según las condiciones ambientales en las que se cultiva cada una de ellas. No existe una mejor variedad para todas las condiciones productivas, la elección acertada de alguna variedad depende de las combinaciones de condiciones climáticas, edáficas, prácticas de manejo y la forma de aprovechamiento de la pastura, ya sea corte o pastoreo (FEUCHTER 2000)

2.7.1-CLIMA

Indica que el cultivo de alfalfa se adapta desde un clima cálido seco hasta el templado y frío, es decir, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. La mejor altura esta entre los 1.500 y 2.500 msnm. Se consideran que son suficientes 900 mm, anuales de lluvia bien repartida. Es sensible al exceso de humedad. (León 2003)

2.7.2.-TEMPERATURA

La acción combinada de la temperatura y el fotoperiodo explica las diferencias de la adaptabilidad entre eco tipos dentro de la especie. La semilla germina a temperaturas de 2-3 °C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28-30°C.

Temperaturas superiores a 38°C resultan letales para las plántulas. Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera comienza a rebotar.

Existen variedades de alfalfa que toleran las temperaturas muy bajas (-10°C)

La temperatura medio anual para la producción forrajera esta en torno a los 15°C. Siendo el rango óptimo de las temperaturas, según las variedades 18-28°C.

La temperatura también influye sobre la disponibilidad de elementos nutritivos como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (INFOAGRO)

Respecto al frío o heladas, resiste hasta 15 a 16°C bajo cero, a condición de que el medio ambiente no sea ni excesivamente seco, ni muy húmedo, ni tampoco de cambios bruscos de temperatura (GAJON 1950)

2.7.3.-FOTOPERIODO

La alfalfa (*Medicago Sativa*) necesita para florecer y fructificar una luminosidad solar que varíe entre 12 a 13 horas día. (SANCHEZ 1963)

Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de alfalfa, pues el número de hora de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. La radiación solar favorece la técnica del pre secado en campo en las regiones más cercanas al ecuador, y dificulta el secado en las regiones más hacia, el norte. (INFOAGRO 2016)

2.7.4.-FERTILIZACIÓN

En muchas ocasiones resultados poco satisfactorios de rendimiento se le atribuyen injustamente al clima (inviernos severos), o a semilla de mala calidad, cuando el verdadero culpable de los resultados obtenidos es la falta de fertilizantes.

(Ruiz 2003) Menciona que la aplicación de productos orgánicos de origen vegetal o animal en diferentes grados de descomposición: cuya finalidad es la mejora de fertilidad y de condiciones físicas del suelo (las sustancias orgánicas más empleadas son: estiércol, purines, rastrojos, y residuos de cosecha). También se pueden aplicar

enmiendas de caliza a voleo y enterrada con anterioridad a la siembra, ya que el calcio es muy importante para el crecimiento de la planta y es esencial para la modulación, la presencia de manganeso y aluminio reduce el crecimiento de las plantas, afectando negativamente el desarrollo de las raíces, entre el fósforo y el aluminio se produce una integración negativa. Ruiz (2003)

Señala que, en el caso de las gramíneas forrajeras, es conveniente aplicar el fertilizante 30 a 45 días después de la siembra (dependiendo de la germinación) cuando ya tenga un sistema de raíces que pueda ser capaz de absorber los nutrientes aportados por el fertilizante. Como ya se ha dicho, la cantidad de fertilizante debe calcularse mediante el análisis de suelos, sin olvidar que los niveles de aplicación de abonos o fertilizantes son muy específicos para cada suelo y forraje. La alfalfa es menos exigente en abonos nitrogenados. Si se siembra adecuadamente y en un suelo con características físicas y químicas apropiadas para su desarrollo, y si se ha inoculado previamente la semilla con el nitrógeno cultivo específico, se puede asumir que los nódulos de las raíces fijan efectivamente el nitrógeno atmosférico. Por la razón anterior y bajo esas condiciones, se suple en parte la acción de cualquier abono de tipo orgánico o inorgánico. La FAO (2006)

Una vez establecida la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) provee de nitrógeno y materia orgánica al suelo; sin embargo, requiere de Ca, P, K, S, y Bo para obtener rendimientos óptimos. Un análisis al suelo donde se vaya a sembrar alfalfa es crítico para determinar cuáles son los nutrientes que el cultivo necesitara.

Investigación de la universidad de Wisconsin han determinado que los niveles de fertilizante ideales para la alfalfa son:

*pH de suelo 6.5 – 7.5

*Fósforo existente 50 kg/ha

*Potasio intercambiable 400kg/ha

*Boro 3.0kg/ha
* Azufre 20 -40 kg/ha.
(LA FAO 2006)

Las leguminosas con una buena cantidad de nódulos, capturan en aire de nitrógeno para satisfacer sus necesidades.

El potasio: le da a la planta vigor, fortalece el tallo y estimula el desarrollo sano de la raíz, también participa en la elaboración de azúcares y almidones en la planta.

El fósforo: es utilizado en la elaboración de proteína, desarrollo de la raíz en fase inicial y ayuda a la madurez de la planta. El fósforo confiere rusticidad a la planta.

El boro y el azufre generalmente no se encuentran en suelos arenosos o en suelos con poca materia orgánica, por lo que es importante determinar su presencia a través de un análisis.

El fertilizante debe depositarse debajo de la semilla con una capa de tierra que lo aisle de esta y de ninguna manera debe estar en contacto directo. Sin embargo, es crítico que el fertilizante esté disponible cuando las raíces empiecen a desarrollarse. Las alfalfas de alto rendimiento requieren de buena fertilización cada tonelada de la falta (materia seca) cosechada remueve el suelo aproximadamente 30kg de potasio, 6kg de fósforo, 2.5kg de azufre, 200gr de boro, 15kg de sodio y 3kg de magnesio.

El fertilizante se puede aplicar en cualquier época del año. Sin embargo, las aplicaciones después del primer corte, al final del verano o al principio de otoño (después del último corte y antes que la alfalfa empiece a brotar) son las más recomendables. El fertilizante que se aplica durante otoño estará para trabajar al principio de la primavera. (SHUBAT)

2.7.5.-SUELO

La alfalfa (*Medicago Sativa L.*) se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas y tiene una considerable tolerancia a la sequía, al frío y a cierto grado de salinidad. No obstante, para alcanzar un óptimo de producción, requiere suelos drenados, con bajo contenido de álcalis y sales solubles, y de una profundidad de más de 1 m. La falta de drenaje y el exceso de humedad en el perfil son considerados factores adversos para la producción, dado que no solo favorecen el excesivo desarrollo vegetativo, sino que también pueden producir la muerte de plantas por asfixia radicular y/o desarrollo de enfermedades de la raíz. (BASIGALUP 2007)

La planta prefiere suelos profundos bien drenados y ligeramente alcalinos (pH=7.2 a 7.5). No se desarrolla en suelos ácidos con pH inferior a 5.6, pero cuando por razones de planeación forrajera es necesario sembrar en este tipo de suelos, debe aplicarse cal para conseguir el pH óptimo y asegurar un alfalfar bien implantado. Por otra parte, las plantas de alfalfa son moderadamente tolerantes a la salinidad, se desarrollan mejor en suelos de textura ligeramente arcillosa que pueden drenar fácilmente los excesos de humedad (DEL POZO 1983)

2.7.6.-LA ACIDEZ EDAFICA

La determinación del pH es uno de los parámetros más importantes vinculados con el conocimiento de la fertilidad química con el suelo, dado que permite interpretar la actividad que tendrán los iones presentes en la solución del suelo, que son los responsables de la nutrición mineral de las plantas y en definitiva del comportamiento de un cultivo. La capacidad de un suelo de oponerse a un cambio de pH dependerá de la composición química, física y físico-química del complejo absorbente. El rango de pH 6,5-6,8 es generalmente adaptado como el más apto para el desarrollo de los cultivos y de la flora microbiana del suelo (BASIGALUP 2007)

2.7.6.1.-DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA ALFALFA

Existen diferentes criterios para decidir la cantidad de enmienda calcera a agregar al suelo dependiendo de si el objetivo es determinar:

- 1) Cantidad necesaria para corregir la acidez hasta buen nivel de neutralidad (Ph 6,5-6,8)
- 2) Cantidad necesaria para disminuir la acidez hasta lograr un pH conveniente para el normal crecimiento del cultivo
- 3) Cantidad necesaria que aporta los cationes Ca^{++} y Mg^{++} con el propósito de incrementar su saturación en el complejo de intercambio
- 4) Cantidad suficiente para favorecer la disponibilidad de fosforo y molibdeno.

Considerado el grado de saturación de tres de los cationes más importantes (Ca, Mg, y K) y la capacidad de intercambio catiónico, se podría clasificar el estado de la relación entre ambas, (BASIGALUP 2007)

2.7.6.2.-NECESIDAD DE AGUA DE RIEGO

Una de las características que presenta este cultivo es la resistencia a la sequía, a través de la capacidad de entrar en latencia cuando las condiciones climáticas son desfavorables y también por presentar un sistema radical profundo (Hanson, 1980). Se estima que, para producir un kilogramo de materia seca, la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) requiere de 700-800 kg de agua. La limitación de agua restringe la producción de la alfalfa, pero no llega a frenar por completo su crecimiento salvo en casos extremos de disponibilidad de agua. Sin embargo, cuando la limitación ocurre, la utilización del agua resulta menos eficiente cuando la planta dispone de las condiciones óptimas de humedad (DEL POZO 1983).

El intervalo entre riegos es variable y está de acuerdo con la temperatura y la humedad existentes en el suelo, así durante los meses de invierno, los riegos pueden

espaciarse cada 20 días, es decir, aplicar de 1-2 riegos entre corte y 2-3 riegos durante los meses de primavera y verano cuando el fotoperiodo es mayor. La lamina de riego que se debe aplicar al cultivo de alfalfa está en función del tipo de suelo y la pendiente del terreno; por ejemplo, en tierras de cultivo de textura arcillosa la lámina de riego que se debe aplicar 12-16cm, mientras que en tierras de cultivo de textura arenosa la lámina de riego debe ser de 20-25cm. Los riegos durante el verano deben ser ligeros para evitar encharcamientos, cubriendo una lámina de riego de 8-10cm, pues en esta época provocan una alta mortalidad de plantas por pudriciones de raíz (*verticillium alboatrum* y *phytophthora megasperma*) de corona (*fusarium oxysporum*) debido a los excesos de humedad (PIMENTEL 1980)

2.7.6.3-PLAGAS Y ENFERMEDADES

La alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es atacada durante todo el año por diferentes tipos de insectos que originan daño de importancia económica ya que provocan una disminución en el rendimiento y calidad de forraje. Las plagas más frecuentes que atacan a la alfalfa en la región de valles centrales son: pulgón negro (*Aphis fabae*), pulgón verde (*Acyrtosiphon pisum*), gusano verde de la alfalfa (*Colias carythome*), gusano soldado (*Mythimna unipuncta*), trips (*Franklinella occidentalis*), diabrotica (*Diabrotica* spp), y chicharritas (*Cicadellidae* spp)

2.8.7.-INOCULACIÓN

La alfalfa (*Medicago Sativa L.*) y bacterias fijadas de nitrógeno trabajan en forma conjunta. Si bien es posible que existan rhizobios en el suelo, con la inoculación con cepas seleccionadas en leguminosas forrajeras se aumenta la eficiencia de la fijación biológica de nitrógeno, la calidad de la producción del cultivo y en muchos casos los rendimientos y los niveles de proteínas de forraje. Esto se traduce potencialmente en mayor producción de carne y leche. (PUENTE 2011)

En el caso de la alfalfa, la inoculación es decisiva para el éxito de su implantación pues las plántulas sin inocular son débiles, amarillentas y compiten más con las malezas y otros cultivos asociados.

En el primer año la alfalfa inoculada produce aproximadamente el doble que la sin inocular y esa diferencia es especialmente notoria en la primavera, donde el cultivo inoculado rinde más del triple que el no inoculado. Este hecho habla por sí solo del impacto productivo y económico que produce una buena inoculación.

La inoculación es la tecnología desarrollada con la finalidad de incorporar rizobios altamente efectivos y altamente eficientes en las leguminosas de interés agropecuario. El proceso productivo comienza con una exhaustiva selección de las cepas de rizobios contemplando infectividad y efectividad en laboratorio, invernáculo y campo. Las cepas más eficientes son aquellas que tienen mayor cantidad de nódulos medianos y grandes, arracimados y palmados siendo rojos en su interior, ubicados en raíz primaria rápida y prolongada fijación. Acompañada por una mayor producción de materia seca y de peso total de nitrógeno (N). En cambio, los rizobios menos eficientes tienen nódulos más pequeños, ubicados en raíces secundarias y tienden a paralizar la fijación biológica de nitrógeno (FBN) en etapas más tempranas presentando en esos casos nódulos de coloración verde. Los biotipos ineficientes tienen nódulos pequeños, alargados y son en su inferior blancos desde etapas muy tempranas. Estos no realizan la FBN y son consideradas cepas parasitas. (PUENTE 2011)

Para la alfalfa la presentación tiene en forma pulverulenta y tiene como soporte turba, dolomita o arcilla, etc. Sin importar la presentación, un buen producto inoculante debe proveer abundante número de rizobios por g de producto. La exigencia es de 1×10^9 (1.000 millones) rizobios/gr de producto a la elaboración y de 1×10^8 (100 millones) rizobios/gr de producto al vencimiento de 6 meses. Para la alfalfa son requeridos para un excelente nodulación más de 1000 rizobios por

semilla, de manera tal que por lo menos un 80% de las plantas nacidas sean noduladas con sobre la parte superior de las raíces, luego de 25 días de sembradas. (PUENTE 2011)

2.8.8.-TIPOS DE INOCULANTES

Existen diversas clasificaciones de los inoculantes para leguminosas.

Una de ellas se refiere a la presentación física de ellos, según esta tendríamos:

- a) cultivos líquidos
- b) formulaciones liofilizadas
- c) caldos concentrados (calugas)
- d) granulados - turba
 - en yeso poroso
 - poliacrilamida (PER)
 - en alginatos (AER)
 - en xantinos (XER)
 -

Los inoculantes líquidos, son cultivos bacteriológicos que se comercializan en los frascos originales de multiplicación, se caracterizan por su alta concentración de rhizobium por mililitro y poseen, como consecuencia de su formulación, una vida más limitada que los otros tipos. Deben utilizarse muy prontamente luego de su elaboración y su conservación es frágil, se prestan para aplicaciones al suelo con equipos asperjadores, también se adapta por ser utilizados en mezcla con algunos fertilizantes apropiados e inocuos para estas bacterias, como pueden ser directamente empleados junto a la semilla o peletizados junto a ella.

Los cultivos liofilizados de rhizobium son aquellos que los gérmenes son deshidratados a bajas temperaturas y se envasan en ampollas de vidrio. Tienen ventaja de su larga duración, pero por el contrario poseen una elevada mortalidad de gérmenes, estos cultivos se hidratan y pueden ser utilizados con las semillas.

Constituye una forma de transporte de cultivos puros, a la vez que un método de conservación de cepas. Su utilización comercial no es común.

Los caldos concentrados, son una forma modificada de los inoculantes líquidos, en el que se elimina una gran parte de agua del cultivo, hasta lograr formar bloques sólidos. Se utilizan en tratamientos de semilla y son de corta vida útil.

Los inoculantes granulados, en sus diferentes medios inertes, se prestan a aplicaciones al suelo o para mezcla con fertilizantes apropiados. Su vida es prolongada en términos generales, variando según cada material constituyente, presenta un costo más alto que otros inoculantes, y por su volumen, muchas veces son incómodos de manejar en condiciones favorables para quienes lo comercializan.

Se produce en turba, yeso poroso, en poliacrilamina (PER), alginatos (AER), o en xantatos (XER).

Los inoculantes en turba, son los más conocidos y difundidos, prácticos por su apropiada vida útil y fácil conservación y manejo. Sus bondades se deben entre otras cosas, a que son un medio de cultivo muy favorable para el desarrollo de *Rhizobium*, como además en excelente medio de conservación para estas bacterias.

Otra forma de calificar a los inoculantes se refiere a su forma de aplicación, así tenemos inoculantes aplicados en semilla, al suelo o a los fertilizantes.

2.8.8.1.-RHIZOBIUM

Rhizobium es un género de bacterias gran-negativas del suelo que fijan nitrógeno atmosférico, pertenece a un grupo de bacterias fijadoras de nitrógeno que se dominan colectivamente rizobio. Viven en simbiosis con determinadas plantas (como por ejemplo leguminosas) en su raíz, después de un proceso de infección inducido por la propia planta mediante la secreción de la lectina, las que aportan el nitrógeno necesario

para que la planta viva, la condición de simbiosis viene dada por la formación de una molécula de transporte de oxígeno, equivalente a la emoglobina, llamada leghemoglobina. Solo se puede sintetizar cuando los dos organismos se encuentran en simbiosis

*TAXONOMÍA

Dominio: Bacteria
Filo: proteobacteria
Clase: proteobacteria alfa
Orden: Rhizobiales
Familia: Rhizobiaceae
Género: Rhizobium
Especie: Rhizobium leguminosarum

(WIKIPEDIA 2016)

2.9. - IMPORTANCIA DE UNA ADECUADA INOCULACIÓN PARA LA ALFALFA

2.9. 1.-SIMBIOSIS

Las especies que integran la familia de las leguminosas, entre ellas alfalfa, tienen una gran avidez por nitrógeno (N) Este elemento fundamental para el desarrollo de las plantas e integrante indispensable en la formación de proteínas es escaso en determinados suelos. Muchas especies de leguminosas, en pos de obtener N, encontraron que asociándose con determinados microorganismos del suelo, podrían alcanzar este objetivo.

Con la evolución se perfeccionó el intercambio creando un sistema, denominado simbiosis, donde los beneficios son mutuos. Como resultado del trueque se crea un

nuevo órgano en las raíces de conocido como nódulo. Es a partir y dentro de este órgano de donde se obtiene el N tan codiciado por la leguminosa.

Previamente la planta debe facilitar elementos azucarados a las bacterias para ayudarlas a transformar N₂ atmosférico en amonio, es decir N asimilable que es transportado rápidamente por los sistemas de conducción al resto de la planta. El nombre generalmente elegido para caracterizar este proceso es el de Fijación Biológica de N₂ (FBN)

El buen funcionamiento de la simbiosis rizobio-leguminosa disminuye el consumo de N del suelo manteniendo la fertilidad del mismo.

2.9.1.-ALFALFA

Esta leguminosa, *Medicago sativa*, es una especie de gran plasticidad que puede prosperar en regiones semiáridas, subhúmedas y húmedas. Requiere de suelos bien aireados y profundos y está morfológica y fisiológicamente adaptada para resistir deficiencias hídricas prolongadas y además está dotada de una raíz que le permite penetrar en profundidad en el perfil del suelo.

2.9.2.-RIZOBIOS

Los rizobios son bacterias Gram negativas y estas son habitantes comunes del suelo donde están presentes las leguminosas. Sin embargo, no todos los rizobios pueden formar nódulos y/o fijar nitrógeno con todas las leguminosas. Por ejemplo, *Sinorhizobium meliloti* es la bacteria específica para alfalfa. Esto permite diferenciar a los rizobios por su infectividad o capacidad de modulación. Ocurre la misma situación con el proceso de FBN, no siempre las cepas altamente infectivas poseen alta efectividad o alta capacidad de fijación de N.

Es decir que hay especificidad en la asociación o par simbiótico, en otras palabras, determinadas especies de leguminosas combinan mejor con determinadas especies de rizobios e inclusive hay situaciones donde la especificidad es tal que variedades de una leguminosa combina en forma específica con determinadas cepas de rizobios.

Cuando en los suelos donde se cultiva la leguminosa los rizobios requeridos están ausentes o no son eficientes se procede a la inoculación. La alfalfa no es una especie nativa por esta razón los rizobios específicos no se encontraban presentes en nuestros suelos cuando se introdujo esta forrajera (Racca, R. et al 2001).

2.9.3.-INOCULACIÓN CONVENCIONAL

(Balzaniri 2001) Se procede impregnando el inoculante sobre la semilla a tratar según lo indicado por el fabricante. El método húmedo o en pasta es el más recomendable, para ello previamente se prepara una pasta mezclando el inoculante con agua azucarada al 10% o con el agregado de adhesivo provisto por el fabricante.

Esto debe realizarse a la sombra, evitando la exposición a la luz, el contacto con fertilizantes ácidos como superfosfato triple y aplicando productos curasemillas compatibles con los rizobios (por ejemplo, thiram y no captan).

Este sistema no asegura una alta supervivencia de los rizobios por la tanto la semilla debe ser sembrada inmediatamente a la aplicación. Tampoco protege a las rizobios en suelos ácidos, situación relativamente frecuente en siembras de alfalfa, cuyo rizobio es el más sensible a la acidez.

2.9.4.-PELETIZACIÓN

Es una tecnología que permite extender el período de supervivencia de los rizobios sobre la semilla y por otra parte adecua al medio ambiente que rodea la semilla

logrando una mejor implantación de la pradera. Entre las ventajas podemos mencionar una mayor protección en suelos ácidos y en condiciones de deficiencia hídrica en el momento de la siembra, evitando la germinación hasta que los niveles de humedad no se eleven a valores cercanos a capacidad de campo.

Los materiales que contemplan son a) semilla, b) Inoculante, c) Adhesivo y d) Polvo de recubrimiento y si fuese necesario curasemillas compatibles.

Entre los adhesivos que pueden utilizarse puede mencionar la goma arábica, los derivados de carboximetilcelulosa, etc. que preparados no dañen al rizobio, es decir no sean diluidos con agua clorada y con el pH ajustado entre 6,5 a 7,5. El carbonato de calcio extra liviano y precipitado es un buen ejemplo de polvo de recubrimiento recomendable. En un primer paso se agrega mezcla del inoculante con el adhesivo sobre la semilla y posteriormente se agrega polvo de recubrimiento tratando de no superar en ningún caso el 30% del peso de la semilla (no más de 300 g de polvo por kg de semilla).

En caso del curasemilla se puede agregar en una nueva capa separándolo del inoculante. Estas operaciones pueden hacerse en mezcladoras de cemento sin paletas o con peletizadoras (algunas empresas nacionales ya disponen de prototipos al alcance del productor, semilleros, etc).

Para obtener el mejor provecho de este sistema se requiere el empleo de materiales de alta calidad y rigurosidad en el protocolo y sobremanera evitar las combinaciones indeseables que provoquen una falla parcial o total del procedimiento. Entre las fallas más comunes se encuentra el exceso de polvo de recubrimiento, adhesivo mal preparado, la excesiva pildorización que atenta incluso con la germinación de la semilla, dado que esta última necesita respirar.

Una buena peletización puede almacenarse desde pocos días hasta un mes según calidad final del pellet y el polvo usado (Racca, R. Collino; Balzarini et al 2001 INTA pag 56).

2.9.5.-PREINOCULACIÓN Y PELETIZACIÓN

Son semillas inoculadas y peletizadas previamente por procesos industriales. Las semillas de alfalfa tratadas por este método tienen una sobrevivencia de los rizobios prolongada que supera largamente los 6 meses. Existen en el mercado semillas importadas que cuentan con este proceso e inclusive tecnología desarrollada nacional. Esto facilita los tiempos del productor. Las exigencias de calidad son más altas que las mencionadas anteriormente. Según lo descrito por las distintas empresas productoras.

2.9.6.-CONTROLES PREVIOS

Se realizan controles sobre el estado general de la semilla, analizando su poder germinativo (PG), viabilidad de la semilla, la presencia de malezas, etc. También se controla el ingreso de los materiales de acuerdo a lo indicado en los procedimientos de producción.

Durante el proceso se llevan a cabo controles en todas las etapas del proceso productivo (incluye embolsado y etiquetado) analizando parámetros aceptados por los procedimientos de control de calidad como humedad, resistencia a la fricción (IRF), cobertura, etc.

Sobre el producto Final se realiza el análisis del poder germinativo, recuentos de bacterias, firmeza del pellet (IRF), etc.

Cantidad de bacterias sobre semilla: El estándar requiere 2000 bacterias sobre semilla.

Firmeza del pellet (IRF): control que se realiza a la semilla en donde se determina la firmeza de la cobertura. Mide “la cantidad de semillas que permanecen con su cobertura intacta luego de someter a la semilla peleteada a una fricción aplicada orbitalmente entre dos superficies”. El estándar aceptado es del 60%. Este parámetro de cobertura indica que la semilla tendrá mínimos problemas durante la siembra.

Nodulación: Se determina el % de plantas noduladas. El parámetro establecido es del 80 %.

2.9.6.1.-LIMITACIONES DE LA SIMBIOSIS

El sistema simbiótico requiere que no haya condicionantes por exceso o por defecto para el desarrollo normal del cultivo. Uno de los factores que limitan la fijación de nitrógeno en soja es la presencia de formas combinadas de nitrógeno en el suelo.

Los suelos fértiles con moderada o alta disponibilidad de formas inorgánicas de N en el momento de la siembra y/o importantes tasas de mineralización durante el ciclo del cultivo afectan al establecimiento de la simbiosis ya que retardan el inicio de la nodulación y/o inhiben el funcionamiento del sistema fijador (Lett, et al 1998)

Altas concentraciones de nitratos inhiben el proceso de infección, el desarrollo de los nódulos y la expresión de la actividad nitrogenasa. Hay evidencia de que cuando la relación C/N es baja el limitado suplemento de C al nódulo retrasa la FBN. Para la planta, es más económico tomar N del suelo y/o de fertilizante que de la FBN. A mayor presencia de N en el suelo menores posibilidades hay para la FBN y a la inversa a menor presencia de N del suelo hay más N de la FBN.

Al limitarse la FBN, el balance de N del suelo resulta negativo en extremo, porque convierte a la soja como expoliadora más que restauradora de la fertilidad del suelo.

Las carencias de P, K, Ca, S y de micronutrientes disminuyen la formación de nódulos y por consiguiente la FBN.

El proceso de agriculturización en la región pampeana provocó modificaciones físicas, con procesos erosivos y pérdida de materia orgánica. Ante esta extracción, son más frecuentes las respuestas a la fertilización de los cultivos tanto de macro como de microelementos.

La simbiosis es sensible a condiciones de anegamiento, con sólo 2-3 días de inundación se puede provocar una alta mortandad de nódulos. La compactación es una de las limitaciones más frecuentes observadas para el cultivo de alfalfa y como consecuencia también son bajos los aportes de la simbiosis por menor cantidad y menor tamaño de nódulos.

En suelos ácidos, se ha observado que la respuesta a la inoculación es baja debido a diferentes factores incluyendo entre estos la limitada sobrevivencia de *S. meliloti* y restricciones para la asociación simbiótica rizobio-alfalfa bajo acidez. Los efectos del estrés hídrico son directos sobre la nodulación y la FBN: Las siembras en condiciones secas provocan la mortandad de bacterias y disminuyen la posibilidad de lograr una nodulación apropiada; la falta de agua en etapas tempranas retrasa la aparición de los nódulos y la falta de agua en etapas reproductivas limita la FBN, restringiendo los rendimientos por menor aporte de N para la formación de granos.

Con temperaturas bajas se retrasa el proceso de infección y la nodulación. No todas las cepas de rizobios toleran temperaturas superiores a los 40°C. La salinidad y la falta de aireación en el suelo también influyen en forma negativa sobre la simbiosis.

2.9.6.2.-COMPETENCIA

Las cepas introducidas por los inoculantes permanecieron en el suelo después de cultivada la alfalfa. La repetida inoculación permitió el establecimiento en los suelos de poblaciones de rizobios naturalizadas provenientes de las cepas inoculantes. Estas poblaciones varían entre 10 a más de 100.000 por g de suelo.

En algunas de esas poblaciones se ha realizado un proceso de derivación genética, de tal manera que la cepa original introducida con alta eficiencia simbiótica se ha disipado en nuevas subcepas con un variado grado de eficiencia que retienen una alta capacidad para formar nódulos.

Esto generó el fenómeno de competencia donde las cepas del inoculante compiten contra los presentes en el suelo por la formación de los nódulos. Como consecuencia, se obtienen menos beneficios con la inoculación ya que las cepas del suelo ocupan la mayor proporción de los nódulos.

2.10.-EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO

El tipo de respuesta es dependiente de los antecedentes previos ya sea tengan antecedentes de cultivo de alfalfa o no, del tipo de suelo, nivel de compactación, fertilidad, magnitud y calidad de las poblaciones de rizobios capaces de nodular alfalfa y nivel de acidez. En suelos nuevos para alfalfa los efectos son evidente y con incrementos de rendimiento de MS y PB que van desde el 20 al 200%.

En cambio, en suelos con historia previa de alfalfa con frecuencia se observan incrementos en los rendimientos de PB y en algunos casos se ven efectos positivos sobre los rendimientos en MS sobre todo en los primeros cortes. En otro aspecto, en muchos casos se observa una mejor implantación del cultivo.

2.10.1.-CONTRIBUCIÓN DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO

En Argentina se ha evaluado durante 4 años en 5 sitios experimentales los aportes de alfalfa por la FBN empleando las cepas B399 y B401 de (*Sinorhizobium meliloti.*) A partir de los resultados obtenidos en el marco de este Proyecto denominado PRONALFA se realizaron las siguientes conclusiones y consideraciones finales.

En líneas generales se puede concluir que el sistema de FBN en alfalfa en la región pampeana funciona adecuadamente, aportando a la producción forrajera de la especie cantidades muy significativas de N a lo largo de la vida del cultivo, con un promedio de 235 kg N ha-1año-1, solo en la Fito masa aérea, especialmente bajo condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas.

Como aspecto novedoso y de gran trascendencia para el cultivo, se señala la presencia de nódulos activos y longevos a profundidades de hasta 1.10 m. Se especula que esa masa nodular en profundidad sería bastante independiente de las condiciones ambientales y sería fundamental para otorgar estabilidad al sistema de FBN, satisfaciendo gran parte de los requerimientos nitrogenados del cultivo.

La formación nodular de novó en las capas superficiales del suelo (0-40 cm) sería más dependiente de las condiciones meteorológicas (humedad y temperatura) y actuaría como compensadora de los mayores requerimientos nitrogenados del cultivo cuando se dan condiciones ambientales favorables para su crecimiento.

- Los rizobios incorporados con el inoculante, fueron capaces de formar nódulos funcionales y eficientes en todos los sitios experimentales durante las cuatro campañas del ensayo, tanto en superficie como en la profundidad.
- Se observó la presencia de nódulos activos, provenientes de cepas introducidas y naturalizadas, hasta la máxima profundidad de 1.10 m.

- Los nódulos formados por cepas provenientes del inoculante fueron en promedio, de un 50% durante las dos primeras campañas, reduciéndose al 27% en las dos últimas.
- Para un amplio rango de producción anual de forraje, la FBN representó el 61% del total de nitrógeno incorporado por el cultivo, sin diferencia entre variedades.
- Cuando no se presentan limitantes muy marcadas para la fijación (sequías, compactación de suelo, etc), por cada 1000 kg de materia seca producida, se incorporan 23 kg de nitrógeno proveniente de la atmósfera a través de la FBN.
- La cantidad promedio de nitrógeno derivado de la FBN calculada en función de la biomasa total del cultivo (aérea y radical), fue de 350 kg ha año, con máximos de 639 y mínimos de 169 kg ha año.
- Las deficiencias de fósforo no afectaron el porcentaje de nitrógenos derivados de la FBN, pero si redujeron la producción de forraje y en consecuencia, la cantidad total de nitrógeno fijado.
- En líneas generales se puede concluir que el sistema de FBN en alfalfa en la región pampeana funciona adecuadamente, aportando un porcentaje muy significativo del total de nitrógeno requerido por el cultivo a lo largo de su ciclo, favoreciendo la sustentabilidad del sistema.

En conclusión, si bien es posible que existan rizobios en el suelo, con la inoculación con cepas seleccionadas en leguminosas forrajeras se aumenta la eficiencia de la FBN, la calidad de la producción del cultivo y en muchos casos los rendimientos y los niveles de proteína del forraje. Esto se traduce potencialmente en mayor producción de carne y/o leche.

2.10.2.-EFETOS DE LA INOCULACIÓN SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE BIOMASA

El tipo de respuesta es dependiente de los antecedentes previos ya sea tengan antecedentes de cultivo de leguminosas, del tipo del suelo, nivel de compactación, fertilidad, magnitud y calidad de las poblaciones de rizobios capaces de nodular la alfalfa y nivel de acidez. En suelos nuevos los efectos son evidentes y con incremento de rendimiento de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) que van desde el 20 al 200%. En cambio, en suelos con historia previa de leguminosas con frecuencia se observan incrementos en los rendimientos de PB y en algunos casos se ven efectos positivos sobre los rendimientos de MS sobre todo en los primeros cortes. En otro aspecto, en muchos casos se observa una mejor implantación del cultivo. (PUENTE 2011)

No todos los rizobios pueden formar nódulos y/o fijar nitrógeno con todas las leguminosas. Por ejemplo, *Sinorhizobium meliloti* es la bacteria específica para la alfalfa. Esto permite diferenciar a los rizobios por su infectividad o capacidad de nodulación. Ocurre la misma situación con el proceso de la fijación biológica del nitrógeno (FBN), no siempre las cepas altamente infectivas poseen alta efectividad o alta capacidad de fijación de N₂. Hay especificidad en la asociación o par simbiótico, en otras palabras, determinadas especies de leguminosas combinan mejor con determinadas especies de rizobios e inclusive hay situaciones donde la especificidad es tal que variedades de una leguminosa combina en forma específica con determinadas cepas de rizobios. Cuando en los suelos donde se cultiva la leguminosa los rizobios requeridos están ausentes o no son eficientes se procede a la inoculación. (PERTICARI 2006)

2.10.3.-MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE BIOMASA

La determinación de biomasa es una de las variables más importantes de un bioproceso ya que su determinación nos lleva a la comprensión de la eficiencia del mismo. Se trata una variable clave para establecer las tasas de producción, de consumo de nutrientes y el cálculo de los balances de masa de cualquier proceso biológico.

Existen varios métodos para estimar la productividad, estos se pueden clasificar en destructivos y no destructivos.

El método destructivo proporciona un valor exacto de la biomasa ya que consiste en destruir los árboles o cultivos, para calcular su peso seco o biomasa. Adicionalmente, el método permite formular relaciones funcionales entre biomasa y las variables del rodal de fácil medición como el diámetro a la altura del pecho, altura comercial, altura total y otras. (parde, 1980; gayoso et al; 2002)

El inconveniente que presenta es su alto costo de términos de tiempo y recurso económico, además de la propia destrucción de los arboles empleados en la medición. (Pedraza, 1989; Brown, 1992; gayoso et al; 2002)

El método destructivo es el más preciso (omite errores de estimación) para estimar la cantidad de biomasa (whittaker y marks 1975; parde 1980; Monroy y navar, 2004)

2.10.4.-BIOMASA

De forma genérica, por biomasa se entiende, conjunto de materia orgánica de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, que haya tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico.

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis, dando lugar la formación de biomasa vegetal, conocida como Fitomasa que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, productos minerales sin valor genético, en materiales orgánicos con alto contenido energético que a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada es el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal (Rodríguez 2010)

La forma precisa de medir la capacidad de producción de un árbol o cultivo en un área determinada y un periodo de tiempo definido, es cuantificación de biomasa total incluyendo el sistema radical, que también es parte de la producción vegetal, pero por razones de uso o aprovechamiento de algunos cultivos no es necesaria su determinación.

La biomasa total aérea se refiere a todos los componentes aéreos del vegetal tallo, ramas, hojas, flores, frutos o semillas en un determinado momento de su vida, el cálculo de la biomasa, definida como la cantidad de materia (Salazar 1992)

2.11.-SIEMBRA

Los métodos de siembra de la alfalfa son en líneas o al voleo ambos tienen sus ventajas y desventajas.

La mayoría de las siembras se hacen solo con alfalfa, pero también puede asociarse a otras gramíneas.

- Una mayor densidad de plantas por hectárea
- Una mejor cobertura del terreno
- Se logra un aprovechamiento más exhaustivo del agua y de los elementos fertilizantes
- La superficie desprovista de las plantas es menor
- Este método suele ser más rápido y económico

2.11.1.-PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

La profundidad depende del tipo de suelo: en terrenos pesados la profundidad está comprendida entre 1-1.25cm; en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2.5cm (INFOAGRO 2016)

2.11.2.-ÉPOCA DE SIEMBRA

Menciona que se acostumbra a sembrar especialmente con el inicio de la época lluviosa (noviembre, diciembre e inicios de enero) por los altos requerimientos de agua en fase inicial del cultivo, pero se puede sembrar en cualquier época del año si se dispone de suficiente agua de riego. Ruiz (2003)

En regiones cálidas y praderas de secano la siembra se realizará en otoño, pues el riego de heladas tempranas es muy reducido; además la planta desarrolla su sistema radicular, almacena las reservas y a partir de la primavera siguiente la explotación está en un nivel alto de producción.

Se aconseja las siembras primaverales en zonas frías de secano.

En cultivos de regadío la siembra se realiza en primavera, aun teniendo en cuenta que su mayor inconveniente es la presencia de las malas hierbas.

2.11.3.-FRECUENCIA DE CORTE

Tradicionalmente, el momento adecuado y oportuno de cosecha de alfalfa es la etapa del 10% de floración, la razón para esto es que la planta de alfalfa conforme crece, va acumulando sustancias de reserva en la corona o nudo vital y en la raíz principal, que más tarde le servirá para efectuar el rebrote correspondiente y obtener adecuadas condiciones de crecimiento después del corte o pastoreo.

La frecuencia de corte varía de acuerdo al manejo del cultivo, teniendo en cuenta la fecha del último cultivo. Los cortes frecuentes causan el agotamiento de la alfalfa por ende la reducción de su rendimiento. En las regiones cálidas la alfalfa se corta con el 10% de floración. El rebrote depende del nivel de reservas reduciendo estos cuando los cortes son frecuentes. Cuanto más avanzado es el estado vegetativo de la planta en el momento de defoliación, más rápido tiene lugar el rebrote del crecimiento siguiente. Ruiz (2003)

En las regiones cálidas la alfalfa se corta con el 10% de floración en otoño, en primavera y a principios de verano, y con el 25-50% de floración durante el verano. Desde el punto de vista económico, el aprovechamiento de un alfalfar de tres a cinco años.

2.11.4.-ALTURA DE CORTE

El rebrote no depende solamente de las reservas de carbohidratos de la raíz sino también de la parte aérea residual. La alfalfa cortada alta deja en la planta tallos ramificados y yemas que permiten el rebrote continuado.

La altura de corte resulta un factor crítico si se corta frecuentemente en estados tempranos de crecimiento, pues implica una reducción en el rendimiento y una disminución de la densidad de plantas del alfalfar a causa de las insuficientes reservas acumuladas en los órganos de almacenamiento. La máxima producción se obtiene con menores alturas de corte y cortadas a intervalos largos.

En pasturas como la alfalfa, la altura de corte dependerá de la producción de materia seca total de la pastura implantada y de las condiciones de campo.

De acuerdo a estudios realizados en la Universidad de North Dakota en año 1999, se pudo observar que cuando se tienen variedades de alto rendimiento (5 – 6 cortes anuales), conviene cortar a los 10 cm recomendados normalmente, en tanto que cuando las variedades entregan su producción en solo 3 – 4 cortes, conviene realizar el mismo en una altura menor (3 cm aproximadamente).

De acuerdo a esta recomendación, en un ensayo realizado en la Universidad de West Virginia en el año 2007 se obtuvo un 30% más de materia seca, considerando siempre que sean variedades que producen entre 3 – 4 cortes anuales y que no se hallen bajo situaciones de stress, como ataques de plagas o sequía.

Para tener en cuenta estos conceptos, se debe considerar que el corte debe ser realizado en forma limpia y prolija, ya que, por lo general, el factor que más índice en la demora de rebrote y por consiguiente en la reducción de la producción de materia seca total, es la calidad y prolijidad del corte.

Es importante tener en cuenta que hoy existen variedades de alfalfa, que tienen la inserción de la corona bien baja, lo cual las hace muy aptas para ser utilizadas para el corte, ya que el riesgo de daño mecánico a los meristemas de crecimiento se ve disminuido y el stand total de las plantas persiste a lo largo de los años de producción (CARILLO, 1975).

Se debería cortar o pastorear cuando el cultivo permita obtener una cantidad importante de materia seca con alto valor nutritivo. El criterio más usado para determinar el momento más oportuno de uso “es el estado fisiológico que se asocia con la aparición de las flores o rebrotes de corona”.

De manera general la floración está estrechamente asociada con la acumulación de las reservas, pero tiene sus limitaciones: solo sirve como indicador en determinadas épocas del año ya que está condicionada por el fotoperiodo y puede ser inducida por otros factores, como ser ej. Sequias estacionales.

En la época en que la alfalfa puede florecer (primavera a principios de otoño), el momento de corte o inicio de pastoreo debe determinarse guiándose por la floración. En el resto del año, el indicador del momento más adecuado de aprovechamiento es la aparición de los rebrotes de corona.

Cualquier de estas manifestaciones indica que la planta de alfalfa ha logrado recuperar las reservas utilizadas en nuevo crecimiento después del corte o pastoreo. El tiempo (días) requerido para hacerlo es irregular, ya que depende de las condiciones ambientales imperantes. La utilización en momentos inadecuados trae aparejado algunas desventajas: un aprovechamiento demasiado temprano provoca debilitamiento de las plantas, rebrote posterior más lento y –con respecto a los animales- mayor peligro de empaste. En cambio, un aprovechamiento tardío significa mayor producción de forraje, pero de menor calidad, provocando un atrasado del corte o pastoreo posterior. (Romero et al, 1995).

Entonces, la combinación de estos indicadores (floración-rebrotes de corona) permite tomar las decisiones más adecuadas acerca del momento de uso, favoreciendo el balance entre cantidad y calidad del forraje producido.

Para compatibilizar calidad y cantidad de alfalfa, se debe cortar cuando el cultivo presenta en 10% de floración y como regla practica conviene comenzar a cortar cuando se observa la primera flor en el cultivo ya que esto presenta el estadio de entre prefloración y 10% de floración.

Si se corta antes de este estadio (10% de floración), se producirá un envejecimiento prematuro de la pastura, mientras que si el corte se realiza en plena floración se cosechará la mayor cantidad de materia seca pero la de menor digestibilidad, por lo que se afectará el consumo y por consiguiente el valor nutritivo de forraje se puede observar que cuando el cultivo está en 10%de floración existe una buena cantidad de materia seca con elevado valor nutritivo.

2.12.-CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO DE LA ALFALFA

El crecimiento de la alfalfa tiene características, conocerlas es de vital importancia para su correcta utilización, preservando la principal virtud del cultivo que es su “perennidad” entonces, para hablar de una correcta utilización es necesario considerar los patrones de crecimiento que definen la cantidad y calidad del forraje producido Las alfalfas establecidas, el primer crecimiento que inicia a partir de las yemas ubicadas en la corona y, en crecimientos posteriores se suman el crecimiento de los tallos provenientes de las yemas axilares ubicadas en tallos remanentes.

Yemas de corona, yemas axilares, tallos de corona y tallos axilares.

La energía necesaria para iniciar el crecimiento proviene de las reservas acumuladas en las raíces y en menor proporción en la corona. Dichas reservas son compuestos de carbono (principalmente azúcares y almidón) denominados carbohidratos de reserva, ya que son elaborados, acumulados, y usados por la planta para su mantenimiento y desarrollo futuro de la parte aérea y radial (Quien citado por Bariggi y Romeo, 1980) Conocer la evolución de los niveles de reservas en la raíz es indispensable para comprender la respuesta de la planta al manejo al que es sometida.

El proceso de extracción de reservas se inicia con el nuevo crecimiento, hasta que las nuevas hojas alcanzan a cubrir los requerimientos, lo que en general ocurre cuando los bordes aproximadamente 15 a 20 cm de la altura o transcurrieron 12 a 15 días desde el corte a partir de ese momento, comienza la restitución de la reserva que como traslocadas hacia la raíz para ser almacenadas; los máximos contenidos se alcanzan cuando las plantas están en floración o cuando comienzan a aparecer los nuevos rebrotes.

Este proceso está regulado por las condiciones ambientales que acompañan al ciclo de crecimiento. Por ejemplo, la temperatura de aire influye sobre la actividad metabólica de las plantas, las altas temperaturas aumentan la actividad metabólica aumentando así la tasa de crecimiento y favoreciendo un mayor crecimiento de la parte aérea con respecto a las raíces; por lo contrario las menores temperaturas de otoño-invierno reducen la actividad traduciéndose en menor crecimiento favoreciendo una mayor acumulación de reservas en las raíces.

Con el avance del crecimiento disminuye la proporción de hojas (en peso) y aumenta la proporción de tallos. Las hojas contienen un mayor porcentaje de azúcares, proteínas, minerales y vitaminas que los tallos y un tenor más bajo de lignina y fibra a su vez, las hojas constituyen la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química con el avance de la madurez. En consecuencia, mayor relación H/T significa mayor valor nutritivo. La relación H/T varía entre estaciones y a su vez entre cortes dentro de una misma estación.

(Feuchter, 2000)

2.12.1.-APROVECHAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LA ALFALFA

Para el aprovechamiento de la alfalfa esta debe utilizar en un estado vegetativo en el que, al doble compromiso de obtener cantidad y calidad de forraje, hay que añadir la

necesidad de cuidar la persistencia y producción futura de la planta, no agotando sus reservas por aprovechamiento muy frecuente.

La calidad de forraje de la alfalfa disminuye al avanzar la madurez, aunque de una forma paulatina, más lenta que la mayoría de las gramíneas. El valor nutritivo es especialmente importante cuando se destina a animales en la producción, leche o carne debiendo ser el objetivo de su manejo conseguir forraje de buena digestibilidad y alto contenido de proteína. El aprovechamiento en verde mediante siega o pastoreo, permite una buena utilización de la alfalfa. Que mantiene bastante bien su calidad a pesar de que avance la madurez sin embargo, en la conservación mediante henuficación o ensilado, las pérdidas durante el proceso pueden ser muy elevadas, y afectar tanto la cantidad como la calidad del forraje obtenido.

En todos los sistemas, además, hay que tener en cuenta que el momento de la explotación puede intervenir con la intervención del alfar, especialmente en sistemas de pastoreo y de conservación, en los que la duración o fecha de aprovechamiento no se adecua al óptimo fisiológico de la planta, por imperativos del clima o circunstancias del manejo. (Muslera, P.E y Ratera, G.C.1991)

2.12.2.-CONSERVACIÓN DEL FORRAJE DE ALFALFA

La alfalfa es uno de los cultivos más valioso para la alimentación del ganado, tanto en pastoreo directo como en las distintas formas en que el 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. Ah esto debe sumarse su alto contenido de vitaminas A, E y K o sus elevados precursores, y de la mayoría de los minerales requeridos por el ganado productor de leche y carne, en especial calcio, potasio, magnesio y fosforo. (Erestein, O. 1995)

2.12.3.-En verde

La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e inestabilidad, pero conlleva gastos importantes tanto mecanización como en mano de obra. Al contrario, sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica del aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional. (Erestein, O. 1995)

2.12.4.-Henificado

El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo.

El proceso de henificación implica cambios físicos, químicos, y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde.

El proceso de henificación debe conservar mayor número de hojas posibles, pues la pérdida de las mismas disminuye en calidad, ya que las hojas son partes más digestivas y como consecuencia pierde o reduce valor nutritivo

El periodo del secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hojas/tallo (es más lento o mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar. (Erestein, O.1995).

2.12.5.-Ensilado

Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto siega como de almacenamiento. Lo posible de ensilar alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes. Para conseguir ensilado de calidad del forraje debe contener un elevado porcentaje de MS (30-40%) debiendo estar bien apisonado el ensilado. (Erestein, O. 1995)

2.12.6.-Deshidratado

Es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía transporte y almacenamiento permaneciendo sus características nutritivas casi intactas (Erestein, O. 1995)

2.12.7.-PASTOREO DE LA ALFALFA

El pastoreo es una alternativa a su cultivo en zonas con dificultades de mecanización de las labores de siega y recolección, además de ser un sistema económico de aprovechamiento en la que se reducen los costes de la explotación ganadera. Los inconvenientes que limitan el pastoreo de la alfalfa son los daños del animal sobre la planta (reducen su producción y persistencia) y los trastornos digestivos sobre el animal.

Los problemas que afectan a la planta durante el pastoreo se pueden solucionar mediante un cuidadoso manejo y adaptación de la duración e intervalo entre pastoreos y las necesidades fisiológicas de la planta. El timpanismo en animales, producido por la ingestión de la alfalfa no se puede considerar como un fenómeno aislado o accidental, debiendo tomarse precauciones en todo momento, aunque el riesgo sea especialmente alto en algunas épocas del año especialmente en primavera. (Soto,P.y Martinez, G. 1985).

CAPÍTULO III

3.-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El estudio se llevó a cabo el 8 de julio del 2017 en la localidad de san Lorenzo provincia Méndez.

San Lorenzo se encuentra localizada en la parte Norte del departamento de Tarija, con una orientación Noroeste, en proximidad de la serranía de la cordillera de Sama y se prolonga hasta Tomatitas; geográficamente, el municipio, se encuentra entre los: 20° 55' 52" Latitud Sud – 64° 42' 09" Longitud Oeste, con referencia al norte y 21° 34' 44" Latitud Sud – 64° 52' 53" Longitud Oeste en su extremo sud.

3.1.1.-Altitud

En la primera sección de la provincia Méndez es posible encontrar lugares con altitudes que van desde los 1100 hasta superiores a los 3500 m.s n.m. por lo que se puede identificar cuatro pisos ecológicos diferenciados por su altitud, clima, flora y fauna a partir de la lectura de curvas de nivel cada 500 mts. Realizada por el Instituto Geográfico Militar (IGM)

3.2.-CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

3.2.1.-Clima

Por las diferencias de altitud, fisiografía, topografía, vegetación, corrientes de aire, además de otros factores, la primera sección de la Provincia Méndez presenta una variedad de mesoclimas y microclimas.

Se puede clasificar en forma general como un clima semiárido, fresco, mesotermal con poco o ningún exceso de agua. Sub andino, cabecera del valle y sud trópico.

Entre las localidades más representativas de esta unidad climática se tiene a San Lorenzo, Canasmoro, Tucumillas, Sella, Alto cajas, León Cancha.

3.2.2.-Temperatura máxima y mínima

La temperatura media anual es de 16.7°C, la máxima media anual de 25.8°C, y la mínima media de 8.85°C. La máxima extrema ha sido de 38.82°C, y la mínima extrema de -9.02°C. En la zona alta la temperatura alta esta alrededor de los 15°C.

Referente a la insolación que se presenta en la sección, se tienen que la media anual es de 6.5hrs/día, siendo la máxima media de 8.0 hrs/día que corresponde al mes de agosto y la mínima que se presenta en enero con 5.5 hrs/día.

3.2.3.-Precipitaciones pluviales, periodos

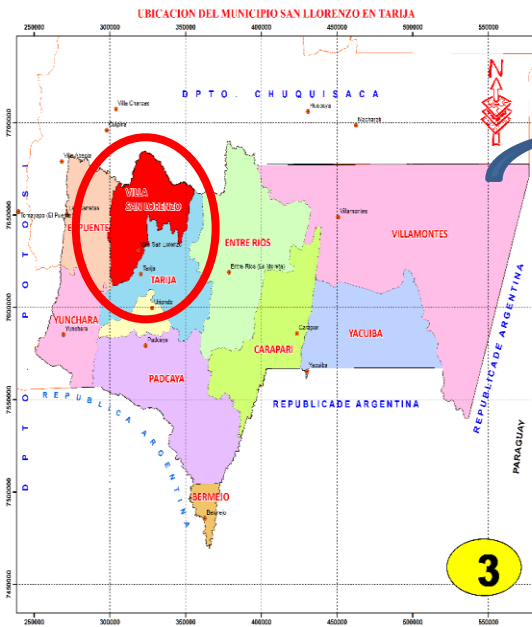
La precipitación media de la Sección Municipal San Lorenzo fue determinada según la información pluviométrica y/o climatológica de las estaciones de Canasmoro y Trancas para la zona baja y León Cancha para la zona alta.

En la zona baja tomando en cuenta que el 86% de las precipitaciones se concentran entre los meses de noviembre a marzo se tiene que la misma alcanza a 466.1 mm, la mayor precipitación anual en los últimos 10 años con 959.1mm, y la menor con 408.5mm, asimismo la precipitación máxima en 24hrs alcanzo a 38.8mm.

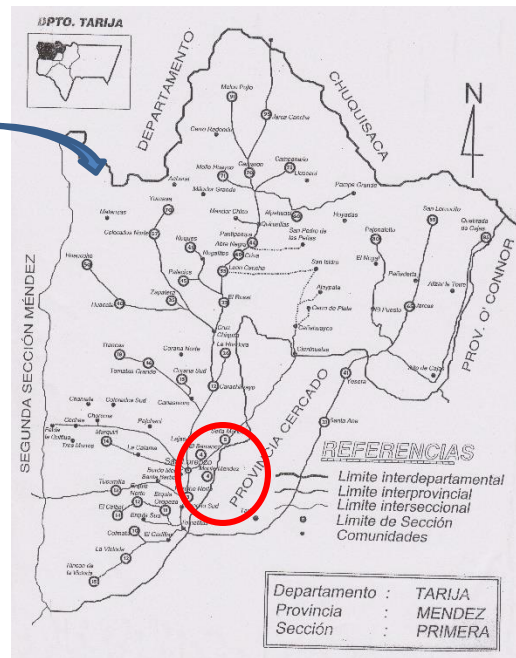
Según la estación de Canasmoro, la humedad relativa media es del 61%, alcanzando una máxima superior al 70% en los meses de enero a marzo.

Ubicación del Área de Estudio

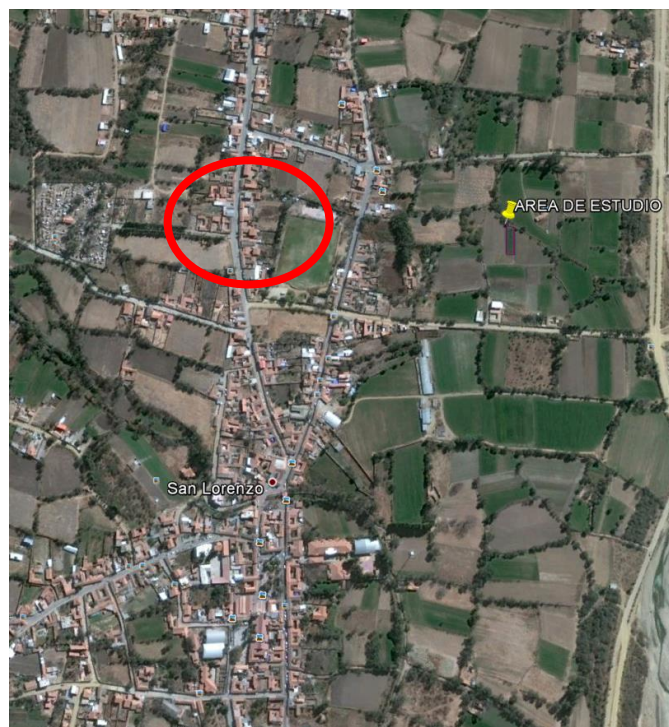
DEPARTAMENTO DE TARIJA



PROVINCIA MENDEZ



UBICACIÓN DE PARCELA



3.3.-VEGETACIÓN NATIVA

La vegetación nativa es descrita combinando la fisiografía, clima y altura. En cada distrito se observa tres formaciones de vegetales: bosque, matorral y vegetación herbácea. Además, se incluye las áreas de agricultura y plantaciones forestales.

Se observa que las características geomorfológicas, hídricas, de clima, y de alturas, han determinado la evolución de una cobertura vegetal dispersa, adaptada a factores limitantes. A esto hay que añadir la influencia, marcada, antrópica que paulatinamente han modificado la vegetación nativa, a las actuales condiciones.

En total se han identificado 200 especies, distribuidas en 25 familias botánicas, lo que demuestra su importancia de biodiversidad florística. Las familias de mayor a menor proporción son, gramíneas y leguminosas. Los tipos de vegetación se pueden observar en el siguiente cuadro:

CUADRO 1: PRINCIPALES ESPECIES DE FLORA NATIVA

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Soto	Achinopsis haenkena
Cari-Cari	Acacia Macrantha
Garrancho	Acacia bonariensis
Iscallanti	Mymozighantus sp
Mistal	Zislyphus mistal
Duraznillo	Ruprechtia apetala
Tarco	Acanda mimosifolia
Caraparí	Neocardenasia hertzogiana
Orcocebil, wilca	Parapiptademia excelsa
Charatea	Dodonaea viscosa
Menta del campo	Aloysia grattisima
Croto	Croton sp
Malva	Malvastrum sp
Ají de monte	Capsicum sp
Churqui	Acacia Caven
Sauco	Zenthomyus coco
Algarrobo Blanco	Prosopis Alba
Sauce criollo	Prosopis Nigra
Algarrobo Negro	Acacia cavenia
Churqui	Geofraea Decorticans
Chañar	Tipuna tipa (leña, const.)
Tipa	Podocarpus
Pino del Cerro	Alnus sp.
Alizo	Bacharis sp.
Chilca	Acacia Fedeana
Palqui	Trichocerenis sp.
Pasacana-Cactaceas	Schinus molle
Molle	Acacia Visco
Jarca	Nicotiana Glauca
Palan Palan	Paratrephia
Th'ola	Stipa Leptostachia
Paja	Acacia Oromo
Tusca	

Fuente: Dirección de Planificación – Gobernación

Dentro el sistema de vegetación boscosa se puede señalar que se presenta **Bosque**; están ubicadas mayormente en la ribera del río la Victoria. Está representado por la especie perennifolio de *Podocarpus parlatorei* (Pino del Cerro), además se presenta árboles caducifolios del género *Alnus* y *Fágara*.

Estos bosques tienen la característica de tener epífitas y están mezcladas con variedades de matorrales siempre verdes y hierbas. En la actualidad, estos bosques se encuentran en franco proceso de disminución, por la presión antrópica.

Matorrales; esta diseminado en las colinas y serranías bajas hasta 2300 m.s.n.m. Su cobertura es ralo a abierto. Están formados por plantas deciduas, xerofíticas, compuesto por: Churqui, Taquillo, Molle y Algarrobo. Estas especies, de manera especial el Churqui, son apetecibles por el hombre, para el uso de leña; también es palatable para los ovinos y caprinos.

Vegetación herbácea; se encuentra mayormente a partir de los 2300 m.s.n.m. hasta la cima del Sama. Se observa grupos de matorrales, en terrenos con mayor suelo y humedad. Las gramíneas que más predominan son del género *Stipa* (paja), *Calamagrostis* (pasto) y entre los arbustales el género *Eupatorium* (Thola).

La vegetación está sometida a un pastoreo extensivo, tanto en las zonas bajas como en las submontañas y montañas; a esto se suma corta de los árboles y arbustos, para fines de leña. Entonces la cubierta vegetal y la protección al suelo son muy precarias.

La sequía estacional aumenta notablemente la deficiencia de cobertura del suelo, desapareciendo algunas veces produciendo una desertización del medio. De las especies de flora detectadas en la Cuenca Alta, el Aliso, Pino del Cerro y la Kewiña, son especies vulnerables y en peligro de extinción.

En resumen, el estado de deterioro de la vegetación es alto por efecto de la Sobre explotación para leña, sobrepastoreo, y agricultura. Esto está dando lugar a que el agua no se infiltre y más bien el escurrimiento es cada vez mayor, lo cual contribuye a la degradación más rápida de los suelos. La fauna se encuentra mayormente en las quebradas, donde existe agua. También se encuentran en los pastizales, bosques. La población de las aves está disminuyendo, debido a la destrucción de hábitat y presión de los cazadores. Los animales más comunes se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2: FAUNA Y VIDA SILVESTRE

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
<u>Mamíferos</u>	
Mano Fuente blanca	Cebus albipous
Mano ardilla	Saimiri seirus
Oso Hormiguero	Tamandua Tehadectyla
Comadreja, Carachupa	Dipelphis Albiventris
Lobito de río	Lutra longicaudus
Murciélago, Vampiro	Desmodus Rotundus
Hurón	Glictis Tittata
Zorrillo	Conepatus Chinga
Puma-León	Felig con color
Liebre, Conejo de Monte	Sylvilagus Brasiliensis
Anta tapir	Tapius terrestris
Vizcacha	Lagidium Viscaccia
Ratón	
Chanco de tropa	Tayassu pecari
Pava de monte	Penelope SPP
<u>Aves</u>	
Picaflor	Iran chilfidae SPP
Halcón	Falcondal
Cotorra	Aratenga SPP
Loro verde	Amazona Mercenaria
Pato de las torrenteras	Merganetta Armata
Tucán	Ranphaltos SPP
Cóndor Real	Vultur Griphus
Perdiz	Rhychotus rufescens
Lechuza	Tyto Alba
Charata	
<u>Reptiles</u>	
Cascabel	Ortalis spp
Lagartija	Corotatus Tenificus
Lagarto	Caiman SPP
<u>Peces</u>	
Bagre	
Sábalo	Prochilodus platensis
Doradito	Astianax sp.
Churuma	Plecostomus sp.
Misquincho	Pigidius sp.
<u>Crustáceos</u>	
Cangrejo	Calinectus acusti derle

Fuente: Dirección de Planificación – Gobernación

Principales cultivos agrícolas

TUBÉRCULOS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Papa	Solanum Tuberosum

HORTALIZAS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Zanahoria	Daucus carota
Cebolla	Allium cepa
Tomate	Lycopersicon esculentum
Acelga	Beta vulgaris
Zapallo	Cucurbita máxima
Lechuga	Lactuca sativa

GRAMINEAS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Maíz	Zea mays
Avena	Avena sativa

LEGUMINOSAS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Arveja	Pisum sativum
Alfalfa	Medicago sativa

FRUTALES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Durazno	Prunus pérsica
Ciruelo	Prunus domestica

Manzana	Malus silvestris
Nogal	Junglas regias
Higuera	Ficus carica
Frutilla	Fragaria chiloensis
Frambuesa	Rubus rosaefolius

Fuente: PDM- municipio de san Lorenzo

3.4.-PRODUCCIÓN PECUARIA

La producción pecuaria en esta provincia está compuesta principalmente de la ganadería vacuna, ovina, caprina, porcina, equinos y aves

3.5.-ACTIVIDAD ECONÓMICA

En la provincia Méndez existe un uso agropecuario intensivo caracterizado por cultivos anuales donde se cultiva papa, maíz, hortalizas y algunos frutales a riego: esta combinada con la ganadería intensiva de leche cuyos productos y derivados de la misma se comercializan principalmente en las plantas industrializadoras de leche como ser: (LACTEOSBOL, PILTJA, PROLAC) de la ciudad de Tarija, el ganado se alimenta principalmente de forrajes introducidos y cultivados como maíz forrajero, cebada forrajera gramíneas anuales como avena forrajera, la alfalfa y los barbechos, campos de descanso y rastrojo son fuentes de forraje.

La ganadería de leche en esta zona es una actividad económica muy importante, motivo por el cual cada año se realiza la feria de la leche y sus derivados lo que constituye una fuente de ingresos económicos para los productores.

3.6.-MATERIALES

3.6.1.-MATERIAL GENÉTICO

CÓDIGO	NOMBRE DE LA VARIEDAD	ENTREGA POR
V-1	Bolivia 2000	Semillería San Juan
V-2	Cuf-101	Semillería San Juan

3.6.2.-DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES

Bolivia 2000, una variedad desarrollada en Cochabamba. En la misma región donde se desarrolló Bolivia 2000, Lazarte *et al.* (1996), encontró rendimientos de 10,6, 21,2, 29,7, 31,8 y 20,9 Tn/Ha de materia seca, desde 1989 hasta 1993. En el presente ensayo los resultados de producción de biomasa en Bolivia 2000 fluctúan entre los hallados por Lazarte *et al.* (1996). C

Cuf-101 es una variedad de alfalfa que pertenece al grupo de dormancia 9, fue desarrollada por selecciones de la universidad de California y por el departamento de agricultura de los Estados Unidos por su resistencia al pulgón azul de la alfalfa. Los principales usos que se dan son: para heno o pacas, picado en verde, pastura y para deshidratación. El color de la flor es púrpura, hábito de crecimiento erecto, además de ser resistente al pulgón azul de la alfalfa, también resiste el pulgón del chícharo, al pulgón manchado de la alfalfa, es moderadamente resistente a la pudrición de la raíz por *Phytophthora* y es susceptible a la marchitez bacteriana.

3.6.3.-MATERIAL DE CAMPO

3.6.4.- Material de demarcación

- Cinta métrica

- Hilo tanza o cinta de demarcación
- Estacas
- Martillo.

3.6.5.-Herramienta y equipo

- Tractor
- Pala
- Pico
- Azadones
- Rastrillos.

3.5.6.-Material de registro

- Planilla de registro de variables
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Letreros.

3.5.6.1- Preparación de semilla

- Balanza analítica: la balanza se usa para pesar la semilla de alfalfa
- bolsas de plástico: se utiliza para la separación de la semilla de alfalfa o tratamientos

3.5.6.2.- Cosecha

- Balanza
- Hoz

3.5.6.3.-Material de inoculación

Inoculante 1: se obtiene tierra de otro alfar mayor a 3 años donde esta tierra contiene rhizobium y sirve como inoculante para la aplicación a las variedades de alfalfa

Inoculante 2 N₂: es un biofertilizante solido con adherente, elaborado por el laboratorio de rhizobiología del centro de investigación agrícola tropical Santa Cruz, Bolivia.

Es producido en base a un soporte turboso (tierra vegetal), con un contenido de materia orgánica superior al 80%.

Este material es sometido a un riguroso proceso de esterilización, evitando la presencia de microorganismos que podrían competir con la bacteria rhizobium.

Su alta capacidad de absorción de agua permite la adición de una elevada cantidad de caldo rhizobiano, posibilitando la obtención de un producto con una población superior a los mil millones de bacterias fijadoras de nitrógeno por gramo de inoculante.

Cada bolsa contiene 250gr de inoculante. En cada gramo hay 1000 millones de rhizobios seleccionados.

Este inoculante es elaborado por el laboratorio de Rhizobiología en el centro de investigación agrícola tropical, en la ciudad de santa cruz, Bolivia

N₂ Biofertilizante solido con adherente

3.5.6.4.-MATERIAL DE LABORATORIO

-Balanza analítica

3.5.6.5.-MATERIAL DE GABINETE

- Computadora
- Impresora
- Manuales y textos de consulta
- Material bibliográfico
- Calculadora

3.7.-DISEÑO EXPERIMENTAL

Se plantea el trabajo con un diseño experimental de bloques al azar con una factorial $2 \times 3 = 6$ tratamientos o combinaciones y tres bloques haciendo un total de y 18 unidades experimentales.

Tratamientos:

Tratamiento 1 = V1 I1

Tratamiento 2 = V1 I2

Tratamiento 3 = V1 I0

a 3

Tratamiento 4= V2 I1

inoculante

Tratamiento 5= V2 I2

con

Tratamiento 6= V2 I0

factores:

variedades: V₁: Bolivia 2000

V₁: Cuf 101

inoculantes: I₁: tierra de otro alfar mayor

años que sirve como

I₂: N₂ biofertilizante dolido

adherente

Características del diseño:

N de réplicas 3

N de unidades experimentales 18

I₃: Testigo 0

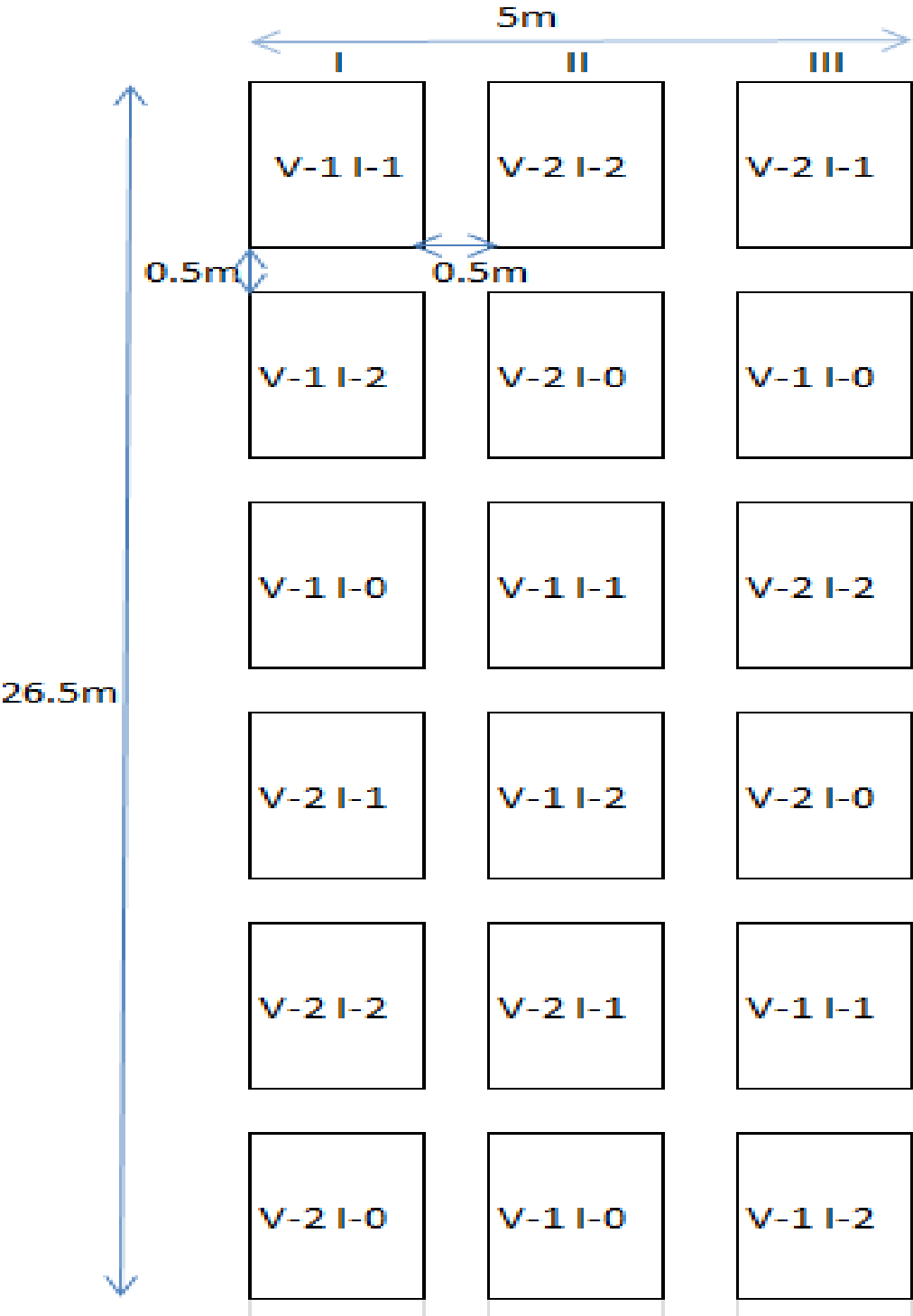
Superficie de las unidades

Experimentales:	Área: 4 m ²
	Ancho: 1m ²
	Largo: 4m ²
Distancia entre bloques:	0.50m
Distancia entre tratamientos:	0.50m
Método de siembra:	siembra en líneas
Distancia unidades	
Experimento-borde:	0.50m
Largo total:	26.5m
Ancho total:	5m
Área total del experimento:	132.5m ²

Variables de respuesta

- * Numero de plantas por/m² por tratamiento
- * Numero de macollos por planta por/m² por tratamiento
- * Rendimiento en biomasa por tratamiento al primer corte
- * Rendimiento en biomasa por tratamiento al segundo corte*
- *Índice beneficio costo

3.7.1.-DISEÑO DE ENSAYO



3.7.2.-DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS.

RÉPLICA I	RÉPLICA II	RÉPLICA III
V-1 I-1	V-2 I-2	V-2 I-1
V-1 I-2	V-2 I-0	V-1 I-0
V-1 I-0	V-1 I-1	V-2 I-2
V-2 I-1	V-1 I-2	V-2 I-0
V-2 I-2	V-2 I-1	V-1 I-1
V-2 I-0	V-1 I-0	V-1 I-2

3.8.-METODOLOGÍA

El ensayo se llevó a cabo el 8 de julio del 2017, y llegó a concluir fines de diciembre del 2017, y se desarrolló de la siguiente manera, donde procediendo al cuidado y atención del cultivo de la alfalfa a los tres meses se realizó el primer corte donde se encontraba en un 10% de floración y se procedió al levantamiento de datos, el segundo corte se realizó nuevamente a los dos meses donde se hizo la última recopilación de datos y se desarrolló de la siguiente manera.

3.8.1.-Preparación del terreno.

Las labores de preparación del terreno se iniciaron con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) con la finalidad de mejorar las

condiciones de drenaje y aumentar la capacidad de almacenamiento de la humedad del suelo.

Esta labor es muy importante en el cultivo de alfalfa, ya que las raíces son muy profundas y el subsolado favorece que estas penetren con facilidad.

Después se comenzó con el desyerbe de la parcela para que la misma se encuentre limpia y apta para ser cultivada.

Se procedió a implementar estiércol de vaca, nuevamente se removió la parcela para que se mezcle y así con todas estas labores el terreno se encontró apto para la siembra del cultivo de alfalfa

3.8.2.-Preparación de la semilla de alfalfa

Se realizó la preparación de la semilla de las variedades de alfalfa en estudio con dos tipos de inoculantes que son:

- Semilla de la variedad Bolivia 2000 con el inoculante 1
- Semilla de la variedad Bolivia 2000 con el inoculante 2 N₂
- Semilla de la variedad Bolivia 2000 sin inoculante (testigo)
- Semilla de la variedad Cuf-101 con el inoculante 1
- Semilla de la variedad Cuf-101 con el inoculante 2 N₂
- Semilla de la variedad Cuf-101 sin inoculante (testigo)
-

Se obtuvieron 6 tratamientos y 3 réplicas haciendo un total de 18 unidades experimentales

Inoculante 1: Se procede a la recolección de este inoculante que es tierra de otro alfar mayor a 3 años donde esta tierra contiene rhizobium y sirve como inoculante para la aplicación a las variedades de alfalfa

Inoculante 2 N₂: Es un biofertilizante solido con adherente, elaborado por el laboratorio de rizobiología del centro de investigación agrícola tropical Santa Cruz, Bolivia.

Es producido en base a un soporte turboso (tierra vegetal), con un contenido de materia orgánica superior al 80%.

Este material es sometido a un riguroso proceso de esterilización, evitando la presencia de microorganismos que podrían competir con la bacteria rhizobium.

Su alta capacidad de absorción de agua permite la adición de una elevada cantidad de caldo rhizobiano, posibilitando la obtención de un producto con una población superior a los mil millones de bacterias fijadoras de nitrógeno por gramo de inoculante.

Cada bolsa contiene 250gr de inoculante donde los 250 gr alcanzan para 7 kg de alfalfa. En cada gramo hay 1000 millones de rhizobios seleccionados.

Este inoculante es elaborado por el laboratorio de Rhizobiología en el centro de investigación agrícola tropical, en la ciudad de santa cruz, Bolivia

N₂ Biofertilizante solido con adherente

La preparación de la semilla se realizó pesando la semilla de ambas variedades Cuff-101 y Bolivia 2000 para cada unidad experimental, donde a cada unidad se le distribuyo 13gr de semilla de alfalfa y 500gr de inoculante 1 y así también 0.36 gr de inoculante 2 N₂ ambas para cada tratamiento en el que se aplicó estos inoculantes, posteriormente se pasó a la preparación de la mezcla con los dos inoculantes mencionados.

3.8.3.-Siembra

Se realizó la siembra al voleo en tabloncillos tratando que las semillas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre toda la unidad experimental

Se realizó la siembra con un cultivo asociado avena, con la finalidad de que este cultivo izo de protección en cuanto, ah espacio, luz y nutrientes por lo tanto el cultivo de avena hace de cultivo nodriza, cumple la función de protección en lo que respecta luz, espacio, nutrientes y malezas ya que en esta etapa el establecimiento de la alfalfa es delicado.

Deja de realizar la protección antes mencionada en el momento que se realiza el primer corte, pero para en ese momento el cultivo de alfalfa ya se ha establecido plenamente ya no necesita de protección transitoria temporaria.

3.8.4.-Control de malezas

Para que el cultivo presente un normal desarrollo y exprese su máximo rendimiento se realizara un control manual de malezas.

3.8.5.-Registro de variables de respuesta

Durante el desarrollo del ensayo se fueron tomando las lecturas de las variables de respuesta lo cuales son:

- Se contó el número de plantas por/m² de todos los tratamientos
- Se contó el número de macollos por/m² de todos los tratamientos

- Se pesó el rendimiento de la biomasa por/m² en el primer corte en todos los tratamientos
- Se pesó el rendimiento de la biomasa de alfalfa pura por/m² en el segundo corte en todos los tratamientos
- Se realizó el análisis beneficio costo de los 6 tratamientos

3.8.6.-Cosecha

La primera cosecha se realizó desde el 8 de julio al 12 de octubre del 2017 donde procediendo al cuidado y atención del cultivo de la alfalfa a los tres meses se realizó el primer corte cuando se encontraba en un 10% de floración, procediéndose al levantamiento de datos, el segundo corte se realizó a los dos meses y medio concluyendo el 1 de enero del 2018 donde se hizo la última recopilación de datos y se desarrolló de la siguiente manera.

Se realizó la cosecha de acuerdo al registro de las variables de respuesta en todos los tratamientos, procediéndose a la evaluación correspondiente

3.8.7.-Trabajo de gabinete

Con todos los datos tomados en las lecturas, durante el desarrollo del ensayo, se procedió a la tabulación y correspondientes análisis estadísticos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados expuestos responden a los objetivos planteados mediante el análisis de las variables respuesta del estudio, y el análisis económico demuestra si su aplicación es viable económicamente.

4.1.-ANÁLISIS DE LAS VARIABLES RESPUESTA DEL ESTUDIO

El estudio fue subdividido en dos partes, se hizo un estudio al primer corte (alfalfa + avena) y un estudio al segundo corte (solo alfalfa).

4.1.1.-Estudio al primer corte

4.1.1.1-NÚMERO DE PLANTAS POR METRO CUADRADO

El número de plantas por metro cuadrado fue una expresión de la capacidad germinativa de las semillas del forraje, al mismo tiempo una expresión de su capacidad adaptativa para luego desarrollarse, en presencia de diferentes tipos de inoculantes y estar listo para su corte

Tabla 1. Datos del Número de plantas de alfalfa por metro cuadrado

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 I0)	97	105	116	318,00	106,00
T2 (V1 I1)	143	162	158	463,00	154,33
T3 (V1 I2)	182	190	203	575,00	191,67

T4 (V2 I0)	102	115	108	325,00	108,33
T5 (V2 I1)	165	173	169	507,00	169,00
T6 (V2 I2)	190	208	218	616,00	205,33
SUMA	879,00	953,00	972,00	2.804,00	155,78

Las medias presentadas en la Tabla, indican que el mayor número de plantas lo obtuvo el tratamiento T6 con 205,33 plantas/m², seguido por el T3 presentando 191,67 plantas, luego con 169 plantas el T5, el T2 con 154,33 plantas, el T4 con 108,33 plantas y en el último lugar con el menor número de plantas el T1 (106 plantas). También se observa en la Tabla, la media general de 155,78 plantas en todo el estudio.

4.1.1.1.1-Número de plantas por metro cuadrado de las variedades y los inoculantes

Tabla 2. Número de plantas por metro cuadrado de las variedades y los inoculantes

	I0	I1	I2	TOTALES	MEDIA
V1	318,00	463,00	575,00	1.356,00	150,67
V2	325,00	507,00	616,00	1.448,00	160,89
TOTALES	643,00	970,00	1.191,00	2.804,00	
MEDIA	107,17	161,67	198,50		

El número de plantas en las variedades expuestas en la Tabla, muestran que la variedad CUF-101 logro un media de 160,89 plantas por metro cuadrado, mientras que la variedad Bolivia 2000 solo alcanzo 150,67 plantas.

Exhibidas en la Tabla, las medias de los inoculantes en orden descendente fueron las siguientes: utilizando el inoculante N2 se logró 198,50 plantas/m², 161,67 plantas con el inoculante Tierra de alfalfa antiguo y en donde no se aplicó ningún inoculante el número de plantas descendió a 107,17 plantas.

4.1.1.1.2-Análisis de Varianza del Número de plantas por metro cuadrado en los tratamientos

El análisis de varianza nos llevará a conocer y verificar si las medias de los tratamientos del ensayo poseen diferencias estadísticas, y de igual forma en los bloques instalados, los factores en cuestión (variedad e inoculantes) y la interacción entre las mismas.

Tabla 3. Análisis de Varianza del Número de plantas por metro cuadrado

FUENTES DE VARIACIÓN	DE GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	25.948,44	5.189,69	161,23**	3,33	5,64
BLOQUES	2	804,78	402,39	12,50**	4,10	7,56
ERROR	10	321,89	32,19	.....	.....	.....
FAC. VARIEDAD (V)	1	470,22	470,22	14,61**	4,96	10,00
FAC. INOCULANTE (I)	2	25.337,44	12.668,72	393,57**	4,10	7,56
INTERACCION (V / I)	2	140,78	70,39	2,19 ^{NS}	4,10	7,56
TOTAL	17	27.075,11	.....	.....	.....	.....

Coefficiente de variación = 3,64%

^{NS} = Sin diferencias significativas

** = Diferencias estadísticas altamente significativas

En la Tabla, se revelan los resultados del análisis de varianza, evidenciándose diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en los bloques, en el factor Variedad y en el factor Inoculantes; mientras que la interacción entre ambos factores no demuestra diferencias significativas.

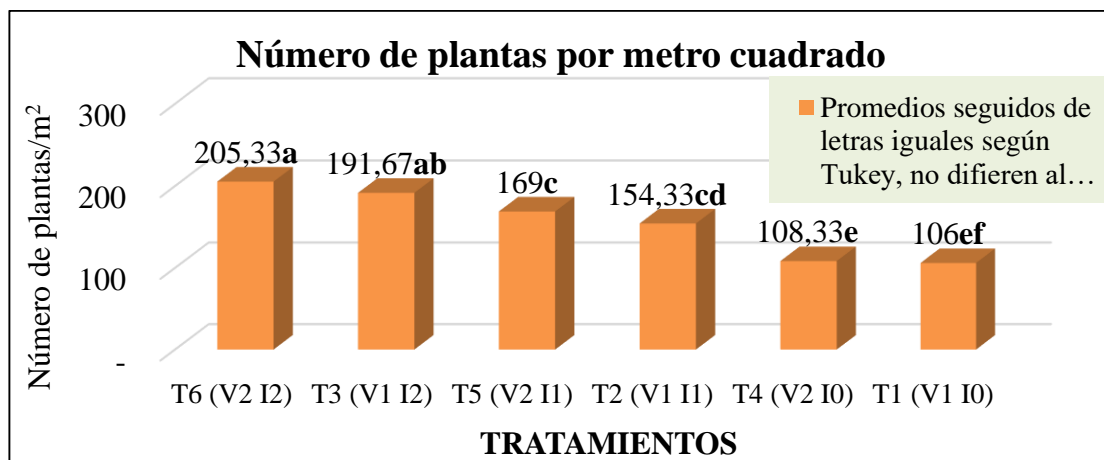
El coeficiente de variación fue de 3,64%, demostrando una homogeneidad en los datos recolectados.

4.1.1.1.3-Prueba de Tukey: Número de plantas por metro cuadrado de los tratamientos, variedades e inoculantes

La prueba de Tukey realizada al 5% significancia, definirá cabalmente la magnitud de las diferencias entre las medias de los tratamientos, de las dos variedades y los tres tipos de inoculantes, reflejadas por el análisis de varianza, mediante rangos de significancia.

El valor de Tukey es de 16,08 para los tratamientos, 5,96 para las variedades y 8,99 para los Inoculantes.

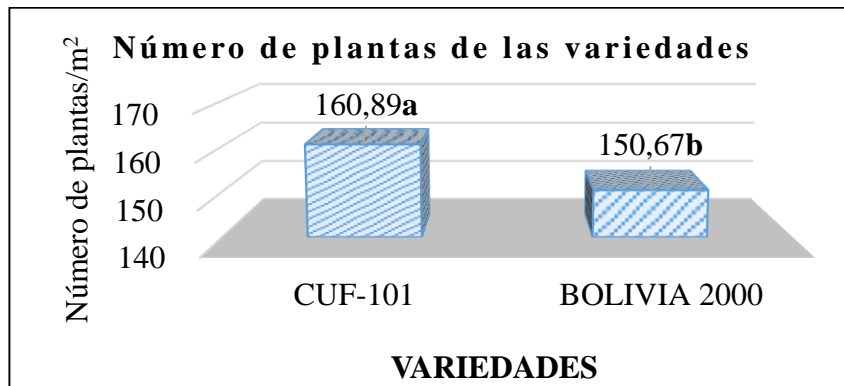
Figura 1. Prueba de Tukey (5%) del Número de plantas por metro cuadrado



La Figura, indica que según Tukey el tratamiento 6 es el mejor, levemente inferior el tratamiento 3, ambos que no son estadísticamente diferentes, pero son diferentes, estadísticamente al resto de los tratamientos; el tratamiento 5 en la segunda posición, seguido del tratamiento 2, en el segundo lugar de rendimiento; y como último lugar los que presentaron menor rendimiento fueron los tratamientos 4 y 1, con una ligera superioridad del T4 sobre el T1. Se puede ver claramente que no hay una buena respuesta de la variedad respecto al número de plantas por metro cuadrado, en

ausencia de un buen inoculante; al mismo tiempo se aprecia que la mejor respuesta del inoculante se da en la variedad CUF-101 (V2 con 205,33 plantas).

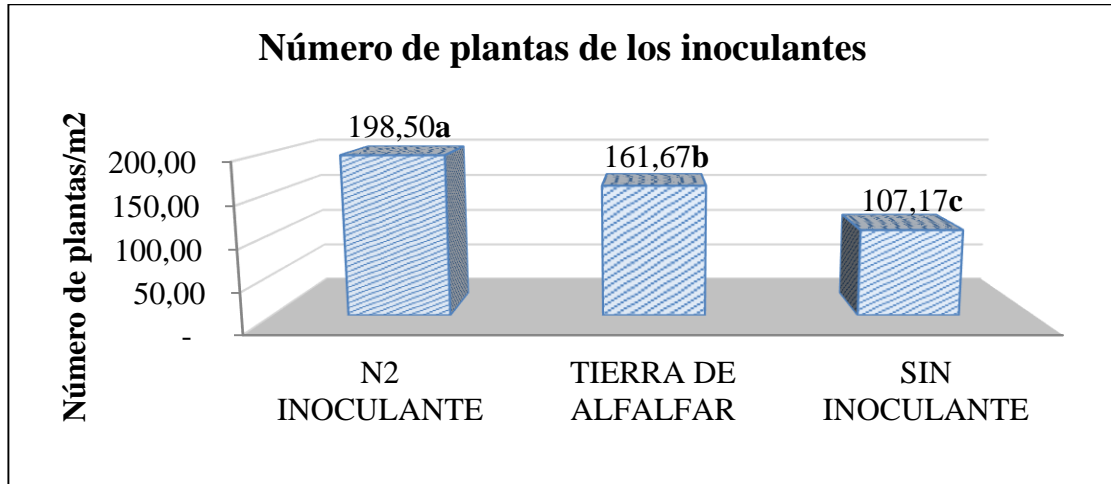
Figura 2. Prueba de Tukey (5%) del Número de plantas/m² de las variedades



Señalada en la Figura, la prueba de Tukey demostró que la mejor variedad es CUF-101 con 160,89 plantas, y en la segunda ubicación la variedad BOLIVIA 2000 con 150,67 plantas menos que CUF-101.

Vilche *et al.* (2001), consiguieron poco más de 250 plantas por metro cuadrado, sembrando la variedad CUF-101, sin embargo, este número fue reduciéndose debido a que la parcela se estableció en una zona degradada edáficamente; estos resultados no corroboran los hallados en esta investigación.

Figura 3. Prueba de Tukey (5%) del Número de plantas por metro cuadrado de los inoculantes.



Los inoculantes también manifestaron diferencias entre ellos (Figura), según Tukey, se evidencia que el inoculante N2 es el que presenta mayor eficiencia por lo cual es el que presenta mayores rendimientos en las variedades, en segundo lugar, el inoculante Tierra de Alfalfar antiguo y como último lugar sin inoculante (Testigo).

Como indica Bocángel (2006), la falta de respuesta del Nitrógeno obedece probablemente, a la tasa de fijación de nitrógeno a través del *Rhizobium Meliloti*; por lo que hubo una diferencia marcada de los inoculantes respecto al inoculante 0 (Testigo).

4.1.1.2-NÚMERO DE MACOLLOS POR PLANTA DE ALFALFA

La vigorosidad de la variedad de alfalfa en presencia de los inoculantes utilizados, será manifestada mediante el número de macollos por planta, lo que indudablemente repercutirá en el rendimiento de biomasa del forraje

Tabla 4. Datos del Número de macollos por planta de alfalfa

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 I0)	2	2	3	7,00	2,33
T2 (V1 I1)	3	2	3	8,00	2,67
T3 (V1 I2)	3	4	4	11,00	3,67
T4 (V2 I0)	2	3	2	7,00	2,33
T5 (V2 I1)	3	3	3	9,00	3,00
T6 (V2 I2)	4	4	3	11,00	3,67
SUMA	17,00	18,00	18,00	53,00	2,94

En la Tabla, se puede apreciar que los tratamientos manifestaron medias en orden descendente de 3,67 macollos por planta en los tratamientos 3 y 6, 3 macollos en el tratamiento 5, 2,67 macollos en el tratamiento 2 y 2,33 macollos por planta en los tratamientos 1 y 4. El promedio general del Número de macollos es de 2,94 macollos.

4.1.1.2.1-Número de macollos por planta de las variedades y los inoculantes

Tabla 5. Número de macollos por planta de las variedades y los inoculantes

	I0	I1	I2	TOTALES	MEDIA
V1	7,00	8,00	11,00	26,00	2,89
V2	7,00	9,00	11,00	27,00	3,00
TOTALES	14,00	17,00	22,00	53,00	
MEDIA	2,33	2,83	3,67		

En las variedades (Tabla), el promedio de la variedad CUF-101 se muestra superior con 3 macollos por planta, en tanto que la variedad BOLIVIA 2000 solo cuenta con 2,89 macollos por planta.

La Tabla, también comprueba que con el inoculante N2 se consigue 3,67 macollos por planta, con el inoculante Tierra de alfalfar antiguo 2,83 macollos y por último en el inoculante Testigo 0,50 macollos menos que en el inoculante 1.

4.1.1.2.2-Análisis de Varianza del Número de macollos por planta

Los datos del Número de macollos por planta de los tratamientos se observan diferentes, más el Análisis de Varianza al 5% y 1% de probabilidad de error comprobará o negará los resultados supuestos inicialmente.

Tabla 6. Análisis de Varianza del Número de macollos por planta

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	5,61	1,12	3,48*	3,33	5,64
BLOQUES	2	0,11	0,06	0,17 ^{NS}	4,10	7,56
ERROR	10	3,22	0,32	.....	.....	.....
FAC. VARIEDAD (V)	1	0,06	0,06	0,17 ^{NS}	4,96	10,00
FAC. INOCULANTE (I)	2	5,44	2,72	8,45**	4,10	7,56
INTERACCION (V / I)	2	0,11	0,06	0,17 ^{NS}	4,10	7,56
TOTAL	17	8,94	.....	.....	.....	.....

Coefficiente de variación = 19,28%

^{NS} = Sin diferencias significativas

* = Diferencias estadísticas significativas

** = Diferencias estadísticas altamente significativas

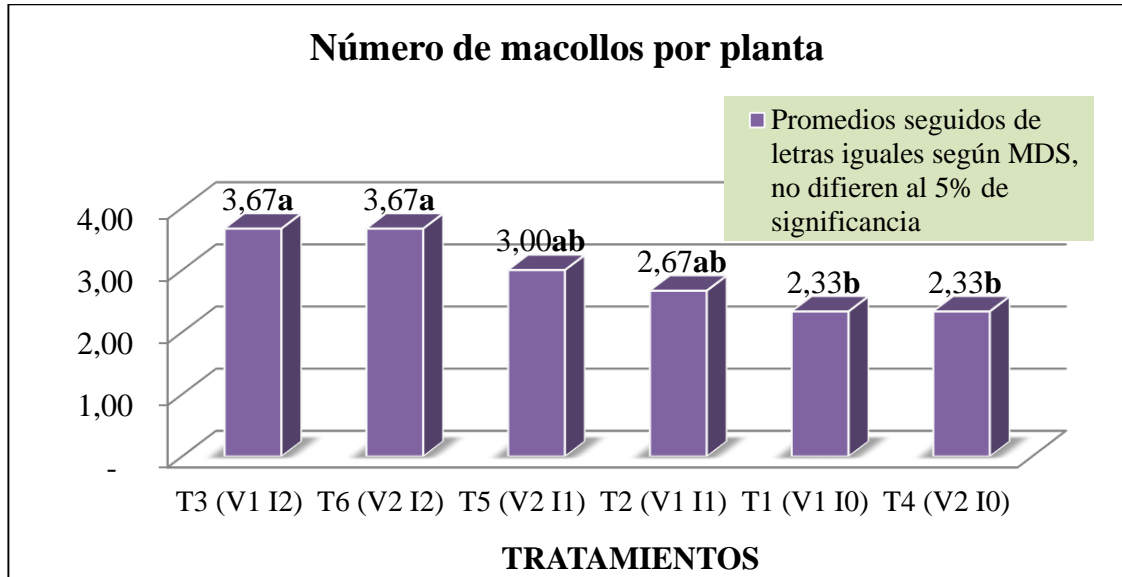
Presentado en la Tabla, el análisis de varianza señala que las diferencias entre las medias de los tratamientos son significativas (solo al 5%), en tanto que en el factor inoculante las diferencias son altamente significativas. No se puede comprobar diferencias entre los bloques, las diferentes variedades tampoco manifiestan diferencias significativas, y la interacción entre ambos factores es despreciable.

El coeficiente de variación es 19,28%, haciendo notar que existe una ligera heterogeneidad entre los datos recolectados en campo.

4.1.1.2.3-Prueba de MDS: Número de macollos por planta de los tratamientos, variedades e inoculantes

Si bien la prueba de Tukey (5%) fue usada en los anteriores casos, pues en los resultados del Número de macollos por planta no demostró eficiencia; por lo que se en vez de Tukey, se aplicó la prueba de comparación de medias de MDS al 5% de probabilidad de error. El valor de MDS es de 1,03 para los tratamientos y el valor de Tukey para los Inoculantes es de 0,90.

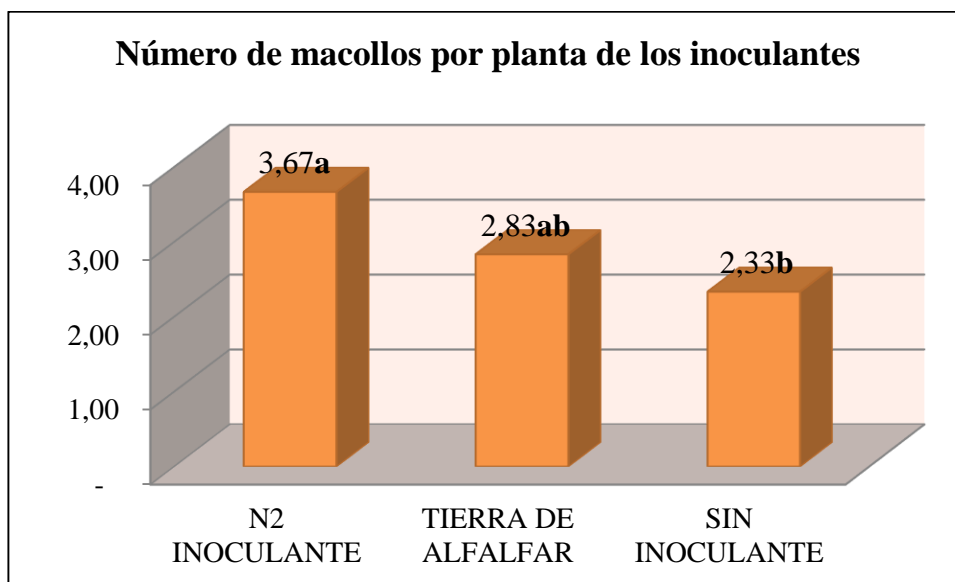
Figura 4. Prueba de MDS (5%) del Número de macollos por planta de los tratamientos



Mediante MDS, se descubrió que los mejores tratamientos son el T3 y el T6, ligeramente inferiores (no significativamente) los tratamientos T5 y T2, los cuatro tratamientos ambos que no son estadísticamente diferentes, pero son diferentes estadísticamente al resto de los tratamientos; entre tanto, los tratamientos T1 y T4, manifestaron resultados ubicados en el segundo lugar de rendimiento.

En alfalfas ya establecidas, el primer crecimiento de primavera se origina en las yemas ubicadas en la corona (Romero *et al.*, 1995); aclarado este asunto, la cantidad de macollos en este estudio fue relativamente baja en todos los tratamientos (más acentuada en los tratamientos T1 y T4) debido a que todavía no se encontraban muy bien establecidas.

Figura 5. Prueba de Tukey (5%) del Número de macollos por planta de los inoculantes



Los macollos fueron más cuantiosos en el Inoculante N2 que presentó mayor eficiencia y rendimiento según Tukey, seguido por el Inoculante Tierra de Alfalfa, donde presentó rendimientos menores al inoculante N2, mientras que el Inoculante Testigo resultó inferior a los dos inoculantes mencionados anteriormente, ubicado como el de menor rendimiento.

4.1.1.3.-RENDIMIENTO DE BIOMASA ALFALFA Y AVENA

El resultado de la buena relación que existe entre estas dos forrajeras (alfalfa y avena), y el efecto de los tipos de inoculantes utilizados, se manifiesta a través del rendimiento de biomasa del forraje establecido en su conjunto.

Tabla 7. Datos del Rendimiento de biomasa alfalfa más avena

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 I0)	4,6	4,5	4	13,10	4,37
T2 (V1 I1)	4,9	5	4,9	14,80	4,93
T3 (V1 I2)	5,5	6	5,8	17,30	5,77
T4 (V2 I0)	4,5	4	3,8	12,30	4,10
T5 (V2 I1)	5	5,1	4,9	15,00	5,00
T6 (V2 I2)	5,8	5,9	6	17,70	5,90
SUMA	30,30	30,50	29,40	90,20	5,01

En la Tabla, se expresan los resultados del Rendimiento biomasa de los tratamientos en asociación con la avena, los promedios varían en orden ascendente, desde 4,10 kg/m² en el tratamiento 4, el tratamiento 1 con 4,37kg, más arriba el tratamiento 2 con 4,93kg, el tratamiento 5 con 5,00kg, 5,77kg en el tratamiento 3 y el resultado más elevado en el tratamiento 6 con 5,90kg/ m².

El promedio general del rendimiento de biomasa de la alfalfa más avena fue de 5,01kg/ m².

4.1.1.3.1-Rendimiento de biomasa alfalfa más avena de las variedades y los inoculantes

Las variedades y los inoculantes expresando su capacidad de manera independiente en cuanto a rendimiento se refiere, con datos llamativos, muestran que existe mayor

variación entre los promedios de los inoculantes, sin embargo, en las variedades esto se reduce a una variación menos vistosa.

Tabla 8. Rendimiento de biomasa alfalfa más avena de las variedades y los inoculantes

	I0	I1	I2	TOTALES	MEDIA
V1	13,10	14,80	17,30	45,20	5,02
V2	12,30	15,00	17,70	45,00	5,00
TOTALES	25,40	29,80	35,00	90,20	
MEDIA	4,23	4,97	5,83		

Exhibidas en la Tabla, las variedades revelan datos cercanos a los 5kg/m², en la variedad Bolivia 2000 se halló un rendimiento de biomasa de 5,02kg, y la variedad CUF-101 con solo 5,00kg. Los inoculantes exponen rendimientos de biomasa conjuntamente con la avena de 5,83Kg en el Inoculante N2, 4,97Kg en el inoculante Tierra de alfarfar de 3años y el inoculante 0 (Testigo) con solo 4,23Kg/ m².

4.1.1.3.2.-Análisis de Varianza del Rendimiento de biomasa alfalfa más avena

Tabla 9. Análisis de Varianza del Rendimiento de biomasa alfalfa más avena

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	7,84	1,57	29,83**	3,33	5,64
BLOQUES	2	0,11	0,06	1,09^{NS}	4,10	7,56
ERROR	10	0,53	0,05	.....	.....	.....
FAC. VARIEDAD (V)	1	0,00	0,00	0,04^{NS}	4,96	10,00
FAC. INOCULANTE (I)	2	7,70	3,85	73,23**	4,10	7,56

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
INTERACCION (V / I)	2	0,14	0,07	1,31 ^{NS}	4,10	7,56
TOTAL	17	8,48	.....	.....	.....	.....

Coefficiente de variación = 4,57%

^{NS} = Sin diferencias significativas

* = Diferencias estadísticas significativas

** = Diferencias estadísticas altamente significativas

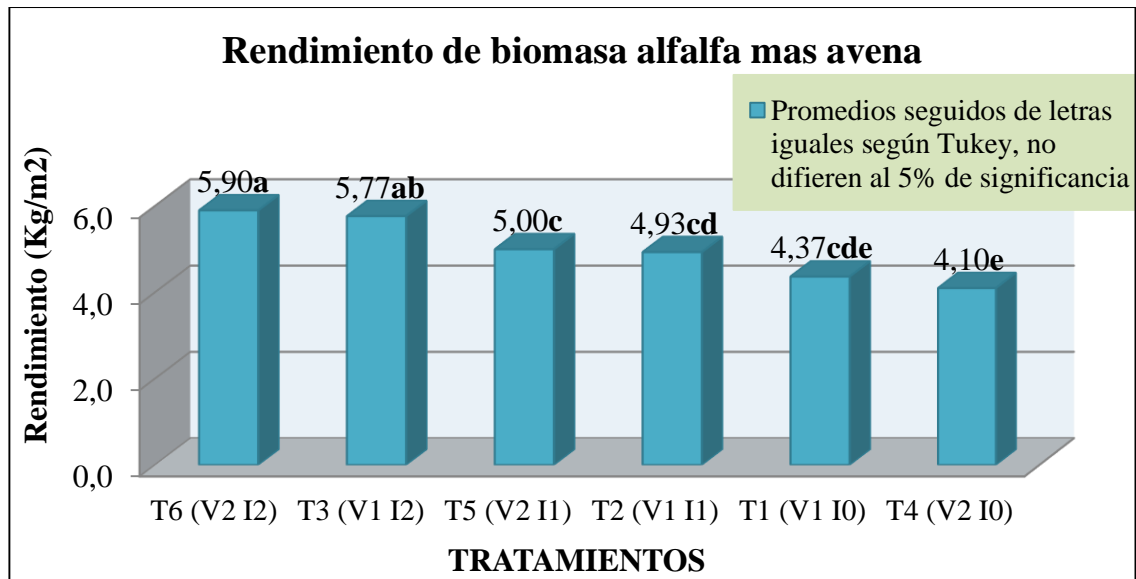
Registradas en la Tabla, el ANOVA refleja diferencias altamente significativas entre los tratamientos, como también en el factor Inoculante; por otro lado, las diferencias entre los bloques no son significativas estadísticamente, de similar manera en el factor Variedad, la interacción entre ambos factores es despreciable estadísticamente hablando.

El coeficiente de variación es 4,57%, lo que demuestra una homogeneidad en los datos recolectados en campo.

4.1.1.3.3.-Prueba de Tukey: Rendimiento de biomasa alfalfa más avena de los tratamientos, variedades e inoculantes

La prueba de Tukey realizada al 5%, acomoda a las medias de los tratamientos en rangos de significancia en donde se encuentran valores sin diferencias significativas entre ellos; mediante el análisis de varianza se evidenció la necesidad de la prueba de comparación de medias para los tratamientos y los tres niveles de inoculantes. El valor de Tukey es de 0,65 para los tratamientos y 0,36 para los Inoculantes.

Figura 6. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa alfalfa más avena de los tratamientos

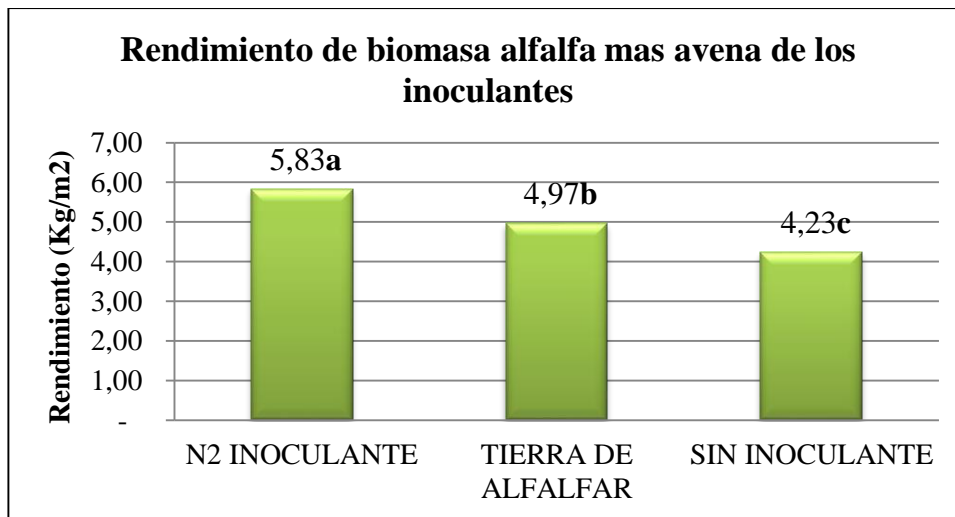


La Figura, presenta que Tukey designó al tratamiento 6 como el mejor, acompañado del tratamiento 3, ambos que no son estadísticamente diferentes, pero son diferentes estadísticamente al resto de los tratamientos; en el segundo lugar de rendimiento tenemos al tratamiento 5, seguido del tratamiento 2 y levemente inferior el tratamiento 1; y como el de menor rendimiento el tratamiento 4, ubicándose como el de más bajo rendimiento de biomasa. Si bien en el segundo lugar de rendimiento se tienen tres tratamientos con similar comportamiento respecto al rendimiento, la implementación de uno de ellos resulta más económica y ese es el T1, un tratamiento que no usa ningún inoculante.

GUASCH (2017), las semillas de CUF-101 generalmente son sometidas a la técnica de peleteado, que consiste en revestir la semilla de alfalfa con un material adherente

que contiene bacterias simbióticas de *Rhizobium meliloti*. Esta situación otorgo doble ventaja a esta variedad; sin embargo, respecto al rendimiento de biomasa de alfalfa más avena, no se manifestó esta realidad en el tratamiento 4.

Figura 7. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa alfalfa más avena de los inoculantes



Reveladas en la Figura, cada uno de los niveles de inoculantes se encuentran ubicados en distintos lugares de rendimientos; el inoculante N2 en el primero, consolidándose como el mejor, en el segundo el inoculante Tierra de alfalfar de tres años, y como el de más bajo rendimiento en biomasa conjuntamente con la avena, el inoculante 0 (Testigo), ubicado en el más bajo.

4.1.1.4.-RENDIMIENTO DE BIOMASA ALFALFA

La alfalfa, una planta forrajera por excelencia, posee elementos nutricionales para el ganado de muy buena calidad y en cantidades que en otras forrajeras difícilmente se hallara; su rendimiento en biomasa es una manifestación de la cantidad de forraje de

calidad que esta especie (aplicando diferentes tipos de inoculantes), puede ofrecer al ganadero.

Tabla 10. Datos del Rendimiento de biomasa alfalfa

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 I0)	600	700	800	2.100	700,00
T2 (V1 I1)	900	1000	1000	2.900	966,67
T3 (V1 I2)	1500	2000	1800	5.300	1.766,67
T4 (V2 I0)	700	800	600	2.100	700,00
T5 (V2 I1)	1000	1100	1000	3.100	1.033,33
T6 (V2 I2)	1700	1900	2000	5.600	1.866,67
SUMA	6.400	7.500	7.200	21.100	1.172,22

Los datos expuestos en la Tabla, muestran promedios de Rendimiento de alfalfa pura de los tratamientos, estos se detallan a continuación en orden descendente: el tratamiento 6 con 1866,67g/m², 1.766,67g/m² para el tratamiento 3, el rendimiento en el tratamiento 5 evaluado en 1.033,33g/m², el tratamiento 2 con 966,67g/m² y por último los tratamientos 4 y 1 con 700,00g/m² ambos tratamientos.

4.1.1.4.1.-Rendimiento de biomasa alfalfa de las variedades y los inoculantes

La evaluación de los factores posee mayor veracidad estudiando a la alfalfa pura, donde podemos observar los efectos de dichos factores representados por los promedios en cada uno de sus niveles.

Tabla 11. Rendimiento de biomasa alfalfa de las variedades y los inoculantes

	I0	I1	I2	TOTALES	MEDIA
V1	2.100	2.900	5.300	10.300	1.144,44
V2	2.100	3.100	5.600	10.800	1.200,00
TOTALES	4.200	6.000	10.900	21.100	
MEDIA	700,00	1.000,00	1.816,67		

El rendimiento de biomasa de las variedades (Tabla), no se observan muy distanciados, la variedad CUF-101 con 1.200g/m², mientras que la variedad Bolivia 2000 logró alcanzar 1.144,44g/m² de biomasa.

En los niveles de Inoculantes expuestos también en la Tabla, los promedios se ven más alejados entre sí comparados con los resultados de las Variedades. El inoculante N2 alcanzó un rendimiento de 1.816,67g/m², el inoculante Tierra de alfalfar de tres años solo consiguió 1.000g/ m² de rendimiento, entre tanto el promedio (700g/m²) del inoculante 0 (Testigo) no pudo ni sobrepasar la mitad del I2.

4.1.1.4.2.-Análisis de Varianza del Rendimiento de biomasa alfalfa

Practicada al 5% y 1% de probabilidad de error, el análisis de varianza pondrá en evidencia las diferencias estadísticas de los tratamientos, las variedades, los inoculantes y los bloques.

Tabla 12. Análisis de Varianza del Rendimiento biomasa alfalfa

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	4.029.444	805.889	67,79**	3,33	5,64
BLOQUES	2	107.778	53.889	4,53*	4,10	7,56
ERROR	10	118.889	11.889	.....	.....	.....
F. VARIEDAD (V)	1	13.889	13.889	1,17^{NS}	4,96	10,00
F. INOCULANTE (I)	2	4.007.778	2.003.889	168,55**	4,10	7,56
INTERACCION (V / I)	2	7.778	3.889	0,33^{NS}	4,10	7,56
TOTAL	17	4.256.111	.....	.....	.....	.....

Coefficiente de variación = 4,57%

^{NS} = Sin diferencias significativas

* = Diferencias estadísticas significativas

** = Diferencias estadísticas altamente significativas

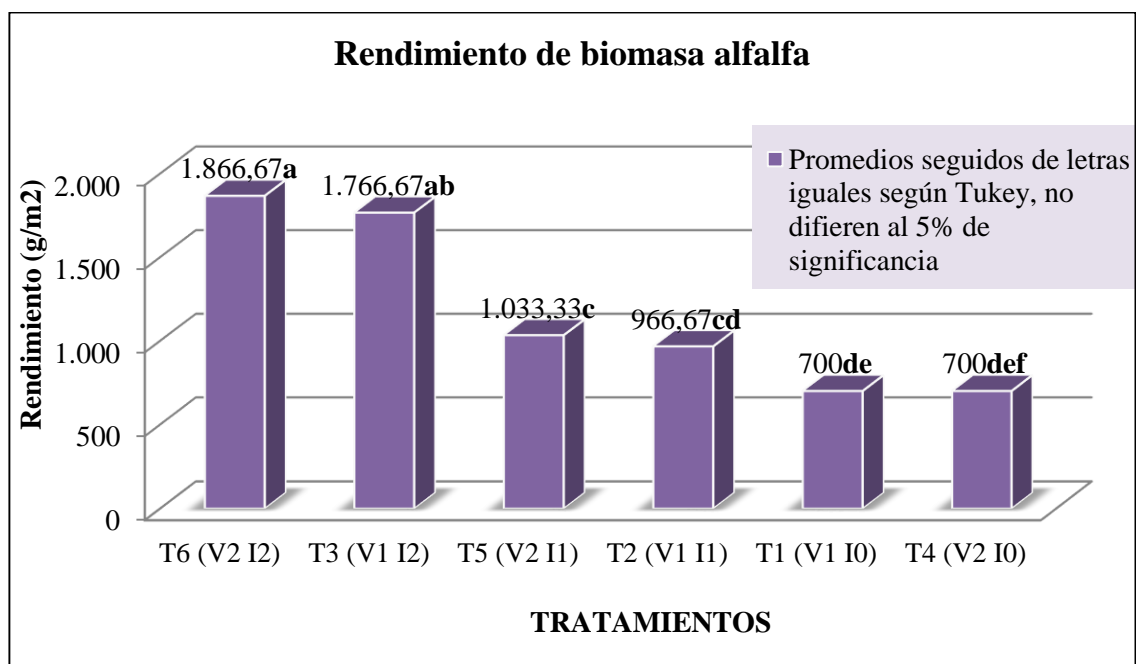
El ANOVA (Tabla), revela las diferencias altamente significativas entre los tratamientos y los inoculantes del ensayo; como también las diferencias significativas de los bloques. Las diferencias entre las variedades no son considerables desde el punto de vista estadístico, y la interacción entre ambos factores (variedad/inoculantes) no es significativa.

Con un bajo coeficiente de variación (4,57%), se demuestra la homogeneidad de los datos recogidos en el ensayo, respecto al Rendimiento de biomasa.

4.1.1.4.3.-Prueba de Tukey: Rendimiento de biomasa alfalfa de los tratamientos, variedades e inoculantes

A exigencia del ANOVA, se propone la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad de error, esto para los seis tratamientos y el factor Inoculantes del estudio en sus tres niveles. El valor de Tukey es de 309,09 para los tratamientos y 172,71 para los Inoculantes.

Figura 8. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa alfalfa de los tratamientos

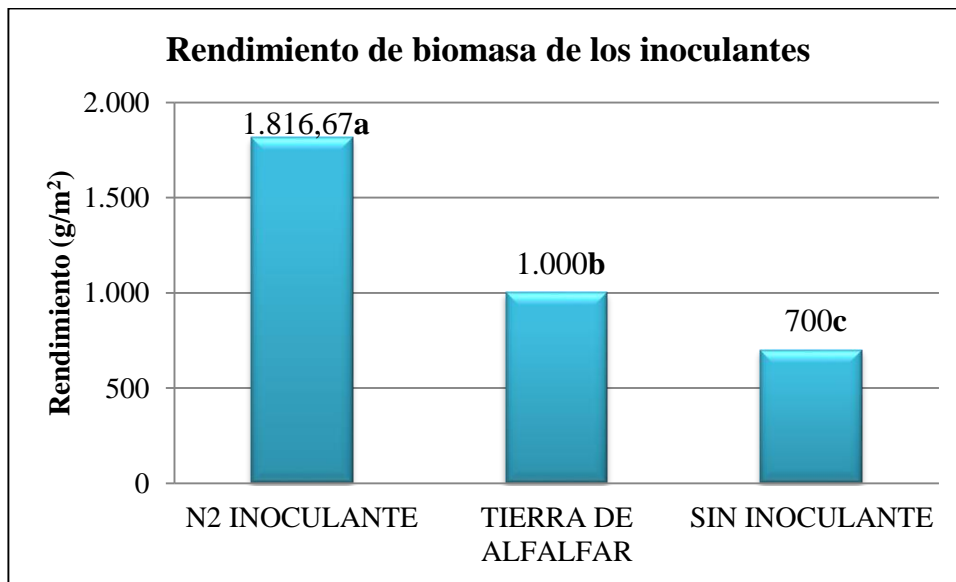


La prueba de Tukey (Figura), muestra que los tratamientos 6 y 3 poseen los más elevados rendimientos de biomasa, ambos que no son estadísticamente diferentes, pero son diferentes estadísticamente al resto de los tratamientos, en el segundo lugar se hallan los tratamientos 5 y 2, y con un promedio de rendimiento compartido los tratamientos 1 y 4 donde estos presentaron menores rendimiento al resto de los tratamientos es decir los más bajos en cuanto a biomasa.

Según Bocángel (2006), la aplicación del nitrógeno puro, potasio puro y la mezcla de los dos elementos no influye en la producción de materia seca de alfalfa en los valles

interandinos de Bolivia. De algún modo esto podría explicar que en los tratamientos donde no se inoculó (T1 y T4) no se logró resultados interesantes, comparados con los tratamientos que, si recibieron inoculación, aun cuando se aplicaron siete quintales de abono bovino descompuesto en los 72m².

Figura 9. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa alfalfa de los inoculantes



La Figura, indica que el mejor inoculante es el N2 respecto al rendimiento de biomasa (Mayor Eficiencia y Rendimiento), seguido por el inoculante Tierra de Alfalfar antiguo y el inoculante 0 (Testigo) con el rendimiento de biomasa más bajo rezagado como el de menor rendimiento.

4.1.2.-Estudio al segundo corte

Los estudios realizados al primer corte, como el número de plantas por metro cuadrado, el número de macollos por planta, ya demostraron las potencialidades de

las variedades, los inoculantes y la unión de ambos (tratamientos); sin embargo aún queda pendiente conocer la respuesta al primer corte de los mismos tratamientos, variedades e inoculantes.

La evaluación de esta respuesta será realizada solamente en base a la variable de respuesta “Rendimiento de biomasa”, aclarando que la avena ya fue segada juntamente con la alfalfa en el primer corte, por lo que los datos recogidos en campo solo corresponden a los resultados mostrados por el cultivo de la alfalfa.

4.1.2.1.-RENDIMIENTO DE BIOMASA DE ALFALFA AL SEGUNDO CORTE

Tabla 13. Datos del Rendimiento de biomasa de alfalfa al segundo corte

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1 I0)	1,4	1,5	1,5	4,40	1,47
T2 (V1 I1)	1,6	2	1,8	5,40	1,80
T3 (V1 I2)	3,5	4	3,5	11,00	3,67
T4 (V2 I0)	1,5	1,4	1,3	4,20	1,40
T5 (V2 I1)	2,3	3	2	7,30	2,43
T6 (V2 I2)	3,5	4	4	11,50	3,83
SUMA	13,80	15,90	14,10	43,80	2,43

Dados a conocer en la Tabla, los promedios de Rendimiento de alfalfa pura al segundo corte van desde 3,83Kg/m² en el Tratamiento 6, 3,67Kg/m² en el Tratamiento 3, un poco más alejado el Tratamiento 5 con 2,43Kg/m², seguido del Tratamiento 2 con 1,80Kg/m², en los últimos sitios el tratamiento 1 con 1,47Kg/m² y el Tratamiento 4 con 1,40 Kg/m².

4.1.2.1.1.-Rendimiento de biomasa de alfalfa al segundo corte de las variedades y los inoculantes

Tabla 14. Rendimiento de biomasa de alfalfa al 2do corte de las variedades y los inoculantes

	I0	I1	I2	TOTALES	MEDIA
V1	4,40	5,40	11,00	20,80	2,31
V2	4,20	7,30	11,50	23,00	2,56
TOTALES	8,60	12,70	22,50	43,80	
MEDIA	1,43	2,12	3,75		

El rendimiento de biomasa de las variedades (Tabla), no se observan muy distanciados, la variedad CUF-101 con 2.560g/m², mientras que la variedad Bolivia 2000 logró alcanzar 2.310g/m² de biomasa.

En los niveles de Inoculantes expuestos también en la Tabla, los promedios se ven más alejados entre sí comparados con los resultados de las Variedades. El inoculante N2 alcanzó un rendimiento de 3.750g/m², el inoculante Tierra de alfalfar de tres años solo consiguió 2.210g/ m² de rendimiento, entre tanto el promedio (1.430g/m²) del inoculante 0 (Testigo) no pudo ni sobrepasar la mitad del I2.

4.1.2.4.2. Análisis de Varianza del Rendimiento de biomasa alfalfa al 2do corte

El análisis de varianza ejecutada al 95% y 99% de confianza, pondrá en evidencia las diferencias estadísticas de los tratamientos, las variedades, los inoculantes, los bloques, como también verificará la interacción de los factores en estudio.

Tabla 15. Análisis de Varianza del Rendimiento biomasa al segundo corte de alfalfa

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	5	17,65	3,53	65,79**	3,33	5,64
BLOQUES	2	0,43	0,22	4,01 ^{NS}	4,10	7,56
ERROR	10	0,54	0,05	.....	.....	.....
F. VARIEDAD (V)	1	0,27	0,27	5,01*	4,96	10,00
F. INOCULANTE (I)	2	17,00	8,50	158,42**	4,10	7,56
INTERACCION (V / I)	2	0,38	0,19	3,55 ^{NS}	4,10	7,56
TOTAL	17	18,62	.....	.....	.....	.....

Coefficiente de variación = 9,52%

^{NS} = Sin diferencias significativas

* = Diferencias estadísticas significativas

** = Diferencias estadísticas altamente significativas

El ANOVA (Tabla), demuestra que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas y de igual manera entre los inoculantes del estudio; las

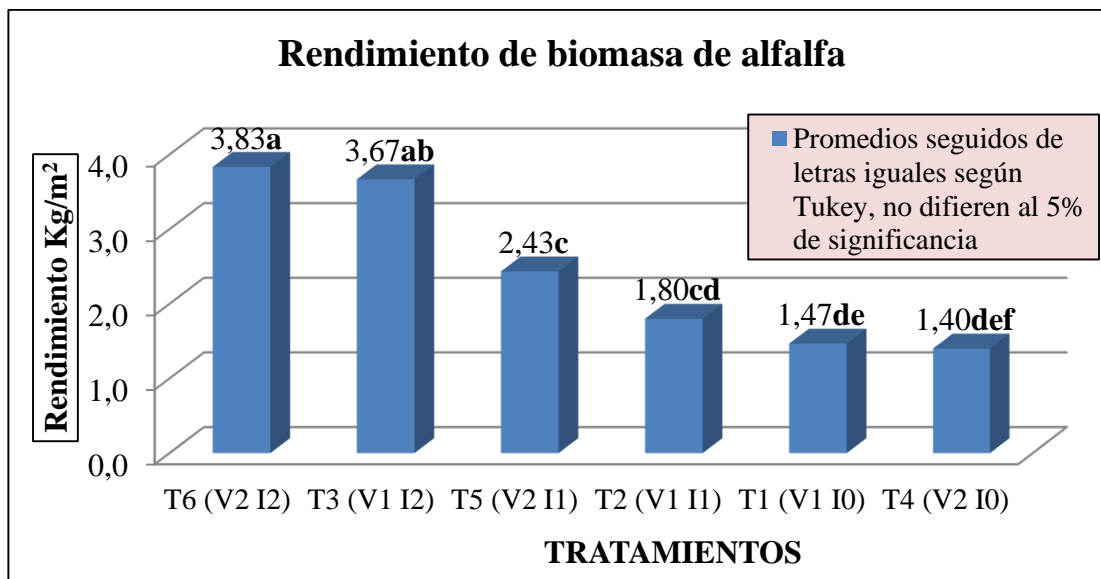
diferencias entre las variedades solo fueron significativas al 5% de probabilidad de error. Las diferencias entre los bloques establecidos no son considerables desde el punto de vista estadístico, y la interacción entre ambos factores (variedad/inoculantes) no es significativa al 5%, ni al 1% de probabilidad de error.

El coeficiente de variación es de 9,52%, esto puntualiza que los datos recogidos en campo son relativamente homogéneos.

4.1.2.1.3.-Prueba de Tukey: Rendimiento de biomasa de alfalfa de los tratamientos, variedades e inoculantes

Para corroborar con el Análisis de Varianza, se propone la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad de error, esto para los seis tratamientos y el factor Variedad en sus dos niveles e Inoculantes del estudio en sus tres niveles. El valor de Tukey es de 0,66 para los tratamientos, 0,243 para las variedades y 0,37 para los Inoculantes.

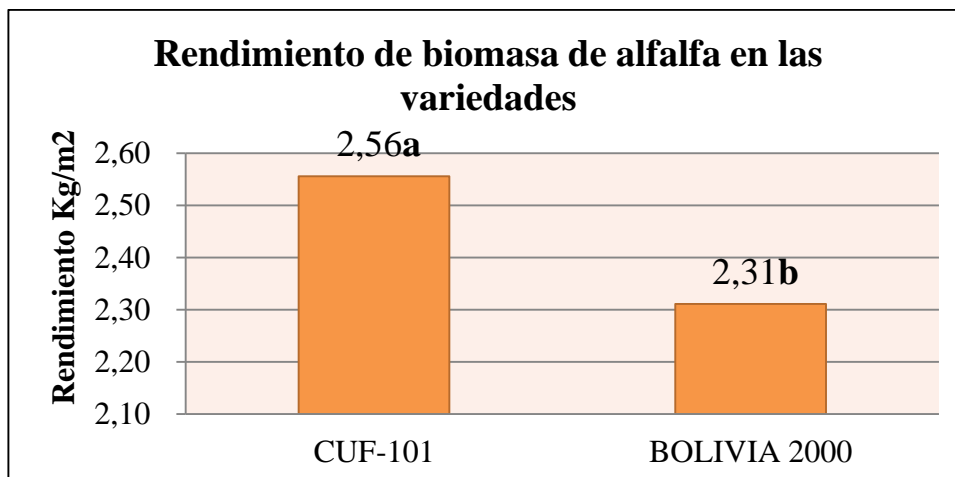
Figura 10. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa de alfalfa al segundo corte de los tratamientos



La prueba de Tukey (Figura), confirmando los resultados del ANOVA muestra que los tratamientos 6 y 3 poseen los más elevados rendimientos de biomasa en el segundo corte, ambos acomodados en el primer intervalo de significación, en el segundo intervalo de significancia se hallan los tratamientos 5 y 2, y con un promedio de rendimiento de biomasa ligeramente superior al tratamiento 4, el tratamiento 1, ambos situados en el tercer intervalo de significación. El orden demostrado por Tukey en el Rendimiento de biomasa en el segundo corte, no verificó cambios notorios respecto al Rendimiento de biomasa en el primer corte, a excepción de que los promedios de los tratamientos 1 y 4 variaron sutilmente.

También se puede comprobar que la variedad CUF-101 es superior a la variedad Bolivia 2000, solo mediante la aplicación de los Inoculantes.

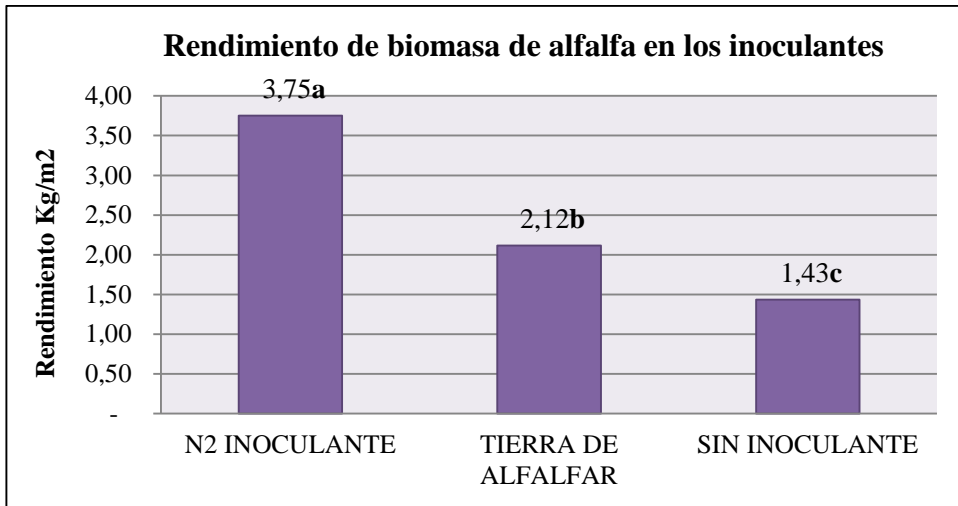
Figura 11. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa de alfalfa al segundo corte de las variedades



Ratificando lo expuesto por el ANOVA (Figura), las diferencias de las variedades fueron divididas en dos intervalos de significancia, la variedad CUF-101 situada en el primer intervalo con un rendimiento superior a la variedad Bolivia 2000, ubicada ésta en el segundo intervalo.

Bolivia 2000, una variedad desarrollada en Cochabamba, frente a la variedad Cuf-101 desarrollada en California. En la misma región donde se desarrolló Bolivia 2000, Lazarte *et al.* (1996), encontró rendimientos de 10,6, 21,2, 29,7, 31,8 y 20,9 Tn/Ha de materia seca, desde 1989 hasta 1993. En el presente ensayo los resultados de producción de biomasa en Bolivia 2000 fluctúan entre los hallados por Lazarte *et al.* (1996). Como lo respaldan Alboquers *et al.* (1986), CUF-101 reportó rendimientos en materia seca de 2545, 4987 y 5346 gramos por surco de cuatro metros de longitud, en los años 1981, 1982 y 1983 respectivamente. Realizando estimaciones, estos resultados corroboran con los resultados hallados en el presente estudio.

Figura 12. Prueba de Tukey (5%) del Rendimiento de biomasa de alfalfa al segundo corte de los inoculantes



Coincidiendo con el ANOVA, la Figura, revela que el mejor inoculante es el N2 respecto al rendimiento de biomasa (Mayor Eficiencia y Rendimiento), seguido por el inoculante Tierra de Alfalfar antiguo y el inoculante 0 (Testigo) con el rendimiento de biomasa más bajo rezagado como el de menor rendimiento.

Según el Centro de Investigación Agrícola Tropical (2017), el inoculante N2 contiene 1000 millones de bacterias *Rhizobium* por gramo de producto; lo que claramente produce un efecto positivo en el rendimiento de biomasa de la alfalfa.

4.2.-ANÁLISIS ECONÓMICO

El cultivo de la alfalfa siempre se manifestó como una opción interesante en la ganadería, por su excelente calidad con un buen contenido en proteínas y demás, lo que se traduce en una buena ganancia de peso; y en el ganado vacuno la producción de leche es superior usando la alfalfa como forraje, en comparación a otras forrajeras, con un buen contenido graso.

Tabla 16. Costos de producción en los seis tratamientos

TRATAMIENTOS	COSTO DE PRODUCCIÓN/72m² (Bs.-)
T1 (V1 I0)	1.325,00
T2 (V1 I1)	1.329,32
T3 (V1 I2)	1.335,00
T4 (V2 I0)	1.325,00
T5 (V2 I1)	1.329,32
T6 (V2 I2)	1.335,00

Los costos de producción que se presentan en la Tabla, muestran que usando los tratamientos 3 y 6, el costo se eleva hasta los 1.335Bs.-; si se implementa los tratamientos 2 y 5, los costos se reducirán a 1.329,32Bs.-; en los tratamientos 1 y 4 el costo de producción solo asciende hasta los 1.325Bs.-.

En este estudio se hicieron solo dos cortes; no obstante, el potencial del cultivo de la alfalfa (cultivo perenne) es de resistir 15 o más cortes ofreciendo rendimientos de biomasa relativamente estables durante los primeros 4-5 años. Considerando que el

porcentaje de materia seca de la alfalfa es del 30-35% (ENGORMIX, 2017), y que el precio estimado de un kg de alfalfa en materia seca es de 2,00Bs.-, más de cuatro veces inferior al precio en el mercado europeo, en donde el Kg de bolsas de alfalfa seca esta valorizado en 1,00€ aproximadamente (AGROTERRA, 2017), el precio en el mercado nacional por 1 Kg de alfalfa en estado natural se valorizó en 0,70/100 Bs.

Tabla 17. Rendimiento de biomasa en los dos cortes por tratamiento

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO EN Kg/m²	RENDIMIENTO EN Kg/72m²	INGRESOS/72m²
T1 (V1 I0)	2,17	156,24	109,37
T2 (V1 I1)	2,77	199,20	139,44
T3 (V1 I2)	5,44	391,44	274,01
T4 (V2 I0)	2,10	151,20	105,84
T5 (V2 I1)	3,46	249,36	174,55
T6 (V2 I2)	5,70	410,16	287,11

Presentadas en la Tabla, los ingresos son mayores en los tratamientos 6 y 3, con 287,11 y 274,01 Bs.- respetivamente; ingresos más reducidos con el T5 (174,55), con el T2 solo 139,44Bs.- y con un ingreso más pobre que los anteriores, los tratamientos 1 y 4 con 109,37 y 105,84Bs.- respectivamente.

Los criterios de decisión consisten en: si la inversión en un proyecto productivo es aceptable la Relación Beneficio/Costo será mayor o igual que 1; si es menor que 1, entonces el proyecto no es viable desde el punto de vista económico.

Tabla 18. Relación Beneficio/Costo para los tratamientos en base al precio en el mercado nacional estimado

Tratamientos	Costo total/72m² (Bs.-)	Ingreso bruto/72m² (Bs.-)	Beneficio/ Costo (bs.-)
T1 (V1 I0)	1.325,00	109,37	0,08
T2 (V1 I1)	1.329,32	139,44	0,10
T3 (V1 I2)	1.335,00	274,01	0,21
T4 (V2 I0)	1.325,00	105,84	0,08
T5 (V2 I1)	1.329,32	174,55	0,13
T6 (V2 I2)	1.335,00	287,11	0,22

Como se presenta en la Tabla, producir forraje de alfalfa ejecutando solamente dos cortes nos genera enormes pérdidas, porque todos los tratamientos manifiestan una relación de Beneficio/Costo inferior a 1, por lo que puede deducirse que su ejecución no es viable económicamente a corto plazo; las más grandes pérdidas se dan en los tratamientos 1 y 4 (tratamientos en los que no se aplicó inoculantes bacterianos), la pérdida se estima en 92 centavos por cada boliviano invertido. Los valores de la R B/C en los tratamientos 3 y 6 son los que nos generan las menores pérdidas, recuperando 21 y 22 centavos respectivamente por cada boliviano invertido.

Los resultados de la R B/C no son absolutos, ya que en el alfalfar establecido se seguirán realizando cortes a mediano y a corto plazo, estimándose al final de su ciclo (5 años) R B/C entre 1,07 a 2,90; por otro lado, el agricultor que establece alfalfares en el medio donde se hizo la investigación, siempre lo realiza para consumo de su propio ganado aplicando técnicas de conservación como el ensilaje y la henificación,

con lo que generara mayores ganancias, tanto por la venta de carne, como también por la venta de leche.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.-CONCLUSIONES

La variedad que obtuvo mayor rendimiento en cuanto a número de plantas/m² es la variedad CUFF-101 con 205.5 plantas, seguido de la variedad Bolivia 2000 con 191.67 plantas, donde se puede evidenciar que el inoculante 2 N2 biofertilizante adherente es el que presenta mayor rendimiento con la variedad Cuff-101.

Las variedades que obtuvieron mayor rendimiento en número de macollos/m² fueron: Cuff-101 y Bolivia 2000 ambas con el mismo número de macollos 3.67, donde los macollos fueron más cuantiosos con el inoculante 2 N2 biofertilizante adherente en ambas variedades.

Las variedades que presentaron mayor rendimiento en biomasa de alfalfa y avena fueron: la variedad Cuff-101 con 5.90kg y Bolivia 2000 con 5.77kg, donde el inoculante 2 N2 biofertilizante adherente, tuvo mejor rendimiento con la variedad Cuff-101.

Las variedades que presentaron mayor rendimiento en cuanto a biomasa de alfalfa pura por/m² fueron: variedad Cuff-101 con 1866.67, seguido con la variedad Bolivia

2000 con 1766.67 ambas con el inoculante 2 N2 biofertilizante adherente, pero el de mayor rendimiento la obtuvo la variedad Cuff-101.

En el segundo corte donde solo se obtuvo la biomasa de alfalfa por/m² en todos los tratamientos la variedad Cuff-101 fue la más sobresaliente con una biomasa de 3.83kg seguida de la variedad bolivia 2000 con una biomasa de 3.67kg, ambas con el inoculante 2 N2 biofertilizante adherente, pero el mayor rendimiento de biomasa de alfalfa pura fue con la variedad Cuff-101.

En cuanto al comportamiento de los inoculantes, el inoculante que presento mayor rendimiento en todos los tratamientos y variedades fue el inoculante N2 biofertilizante adherente, aclarando que se tuvo mayor efectividad con la variedad Cuff-101, seguido por la variedad Bolivia 2000, en cuanto al inoculante tierra que es tierra de otro alfar antiguo presento menores rendimientos al inoculante ya mencionado, lo cual se pudo evidenciar que el inoculante N2, presento mayores rendimientos significativos que se demostró en el estudio que se llevó a cabo.

Los tratamientos que obtuvieron mejor beneficio costo fueron: T3 variedad Bolivia 2000 con el inoculante 2, y tratamiento 6 variedad Cuff-101 con el inoculante N2, obteniendo un índice de costo de 1329.32 bs

5.2.-RECOMENDACIONES

Para la siembra de alfalfa se recomienda utilizar este tipo de inoculante (N2) ya que su rendimiento con la aplicación de este inoculante duplica el rendimiento.

También se recomienda utilizar este inoculante N2 con la variedad de alfalfa CUF-101 ya que se obtienen de manera confiable altos índices de crecimiento y rendimiento como se realizó en el presente estudio.

Se podría profundizar este método de aplicación del inoculante sobre la alfalfa ya que, en el departamento de Tarija, se desconoce la aplicación de los inoculantes, por lo tanto, este método no es conocido en el departamento de Tarija ya que con la aplicación de este inoculante N2 se obtienen altos resultados de rendimiento, que al sembrar alfalfa sin la aplicación de inoculantes.