

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Introducción

El alimento es uno de los factores determinantes en la producción pecuaria, ya que la genética del animal se expresará en base a una buena nutrición y manejo, y así surge la necesidad de producir en el campo una pastura que tenga un alto valor nutritivo y que sea un cultivo sustentable en producción y rentabilidad, en este caso la alfalfa (*Medicago sativa* L.).

La alfalfa conocida como “la reina de las forrajeras”, “el padre de todo los alimentos” es una de las especies de mayor potencial productivo dentro de los cultivos de forraje, por su alta producción en materia verde y materia seca; por otra parte, se adapta a diferentes tipos de clima y suelos, es resistente a sequías y heladas, además como todas las leguminosas tiene la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera y depositarlo en el suelo, en el caso de la alfalfa lo hace en simbiosis con la bacteria (*Sinorhizobium meliloti*); el manejo del cultivo es relativamente fácil y persiste por muchos años. Presenta un completo y excelente valor nutritivo para la alimentación de rumiantes y monogástricos por el contenido de proteínas, carbohidratos, fibra alimentaria, grasas, vitaminas y minerales, y además es de agrado para el animal que lo consume (buena palatibilidad).

Según el banco mundial con datos de la FAO, a nivel mundial la alfalfa es el cultivo de forraje más importante, existen más de 33 millones de hectáreas sembradas un 2,4% del total mundial de tierras cultivadas, en el año 2006 la producción mundial fue alrededor de 436 millones de toneladas. Los principales países productores y exportadores a nivel mundial en orden decreciente están Norteamérica: Estados Unidos y Canadá (41%); Europa: Italia, Francia, España, Grecia entre otras (25%); Sudamérica: Argentina, Uruguay, entre otros (23%); Asia: China entre otros (8%) África y Oceanía (3%) (Wikipedia 2016). Los países importadores en orden decrecientes están: Japón (36%), Emiratos Árabes (20%), Corea (16%), China (10%), y EE.UU. (4%) (ITC-Trade Map, 2016).

De acuerdo a resultados del censo agropecuario 2013, la superficie cultivada total en Bolivia es: 2'760.238,6 Has, de los cuales en 61.263 Has se cultivan alfalfa, la superficie implantada viene creciendo paulatinamente, en el año 2003 se tenían 23.300

Ha. Las variedades cultivadas en Bolivia son: Valador, Tamborada, Bolivia 2000, Altiplano, Moapa, Criolla, CUF 101, UMSS 2001, CIF-Ranger, Cóndor, Africana entre otras, con un rendimiento promedio en el año 2000 de 6,9 TM/MS/Corte/Ha; y en el año 2013 con un rendimiento promedio de 5,8 TM/MS/Corte/Ha. Por otra parte, en el año 2001 se tenía 6'399.906 cabezas de bovino y en el año 2013 existían 8'315.504 cabezas de Bovino, (un incremento de 30%). Así mismo en el año 2013 se tiene una población de ovinos: 6'267.743, caprinos: 1'868.512, camélidos: 2'506.435 y equinos: 665.683 (INE, 2015).

En el departamento de Tarija, según datos del censo agropecuario 2013, la superficie total cultivada es: 123.994,4 Has, la superficie con pastos cultivados: 22.381,9 Has y la superficie cultivada con alfalfa: 806,1 Has, la superficie viene creciendo paulatinamente, haciendo una comparación con el año 2000 se tenía 500 Has de superficie cultivada con alfalfa (incremento de un 61,2%). Como principales productores en orden decreciente están los municipios de: San Lorenzo, Tarija, Yunchara, Uriondo, Padcaya, El Puente, Villamontes, Entre Rios, Carapari, Yacuiba. El número de cabezas de ganado en el departamento de Tarija es, Bovinos: 393.650, de los cuales 33.294 son para producción de leche y 339.531 para producción de carne; ovinos: 339.102, caprinos: 272.679, camélidos: 15.548.

De lo expuesto anteriormente se puede deducir que como van pasando los años las variedades que se cultivan bajan sus rendimientos, posiblemente por el proceso degenerativo de los suelos, el clima o de la variedad; y por otro lado el número cabezas de ganado que demanda forraje cada vez va en aumento, y de la misma manera la población de habitantes en las ciudades que consumen carne y leche, por lo que surge la necesidad de buscar alternativas para incrementar, asegurar y/o mejorar la producción de forrajes, en particular la alfalfa, por su valor y beneficios que esta brinda.

## **1.2. Justificación**

El presente trabajo de investigación se realizó en cooperación con el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) y contactos interinstitucionales con: Alternativas Agropecuarias (ALTAGRO), Centro de Investigación en Forrajes “La

Violeta” (CIF) y Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM), que, en el marco de mejoramiento de la producción forrajera del país, actualmente cuentan con variedades nacionales e importadas, inéditas en nuestro medio. Este nuevo material requiere ser evaluado en condiciones contrastantes en las principales macro regiones del país, donde la alfalfa tiene importancia para la ganadería, sea lechera o cárnica; por tal razón se justifica la realización del ensayo, puesto que, existe la necesidad de aportar información, sobre el comportamiento de nuevas variedades de esta importante leguminosa forrajera, en condiciones de clima y suelo de nuestro medio, con el objeto de que sea útil, en el estudio, en la toma de decisiones y acciones, y posteriores introducciones por parte de los productores e investigadores del medio. Y sirva como un aporte a la solución de la problemática de demanda de forrajes que se tiene en el país y en la región. La importancia de la alfalfa se basa en su valor nutricional, productividad y se considera un cultivo sustentable ecológica y económicamente.

### **1.3. Hipótesis**

Las nuevas variedades a evaluar tienen un rendimiento en Materia Seca superior a las variedades testigo: Bolivia 2000 y CUF-101 y, que son variedades de uso convencional en nuestro medio.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento agronómico de 22 variedades de alfalfa en condiciones de clima y suelo de la comunidad de “Chaguaya”.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento de cada variedad en estudio observando caracteres agronómicos cualitativos y cuantitativos y en distintas fases fenológicas.
- Observar e identificar la presencia de plagas y enfermedades.
- Identificar las variedades más sobresalientes en cuanto a producción de MV y MS y con mejores cualidades de importancia agronómica.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Importancia del cultivo**

La importancia del cultivo va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna. Se trata muy extendido en los países de clima templado. Además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de 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).

La alfalfa como todas las leguminosas, tiene la cualidad de fijar el nitrógeno de la atmosfera y depositarlo en los terrenos en cantidades ilimitada, sobre todo si se inocula. El agricultor, al dedicarse a un cultivo tan remunerable como es el de la 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 en verde, henificada o ensilada, porque le proporciona mayor beneficio por la mayor producción de leche y carne, así como más salud a sus animales, mejor nutrición, además mejor calidad de estiércol de gran poder fertilizante, porque contiene grandes cantidades de fosfatos y potasa, reúne estos elementos en mayor cantidad que la necesaria para la nutrición de los animales, por razón natural los contiene el estiércol. (Gajon, 1950).

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

## **2.2. Origen**

La alfalfa ha sido cultivada desde la más remota antigüedad y era bien conocida por los egipcios, Medas y Persas. Se Producía espontáneamente en las elevadas y secas regiones del sud centro de Asia, Persia, Asia Menor, Afganistán, Beluchistán y Casmir (Lastra, 1906).

El nombre de alfalfa (*Medicago sativa* L.), se deriva de la lengua árabe “*al-fac-facah*” que significa “el padre de todo los alimentos”. Tiene su origen en el sud este de Europa y Asia menor; el área que comprende el sur de la región montañosa del Cáucaso y abarcando países como de Irán, Siria, Afganistán, Pakistán, aunque también se han encontrado algunas formas nativas en China y Siberia (Rusia Oriental). Por otra parte, las evidencias de la introducción de variedades antiguas en Asia Menor se relacionan con las fuertes características de las accesiones árabes, las cuales representan siglos de climatización en las regiones áridas del Golfo Pérsico. Hay evidencias escritas que fue cultivada en Irán, y desde ahí fue llevada a Arabia. Por otro lado también existen evidencias que refieren a Turquestán en el 2000 a.C. utilizada por las razas blancas nómades (Alarcón, 2012).

Por otra parte Según Plinio el Viejo los persas introdujeron la alfalfa en Grecia durante las guerras médicas alrededor de 492 a.C., traído con las semillas del pienso de la caballería persa, desde Grecia fue llevada a Italia.

En la península Ibérica (España- Portugal) se hicieron dos introducciones: la primera por los romanos y la segunda por la invasión de los árabes (moros).

Los Romanos la llamaban “herba médica”, donde ya se hablaba de sus bondades, no solo como forrajera sino como mejoradora de suelos, la difundieron por varias regiones y valles como “lucerna de Italia”, llegado a España, Francia y al resto de Europa.

Otra gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los Árabes a través del norte de África y llegando a España donde se extendió a países mediterráneos de Europa, en esta se popularizo la utilización del vocablo “*alfalfa*” Cambiando el utilizado por los romanos de “*herba medica*”. En el siglo XVI fue llevada a América y en el siglo XIX se difundió al resto de Europa, Sudáfrica y Australia (Arenas et al., 2006).

En América la alfalfa se introduce para la alimentación de caballos, en tiempos de la colonización y conquista de los españoles y portugueses. Hernán Cortez durante su expedición en 1525 introduce semillas a México, por otro lado en 1530 Francisco Pizarro en su conquista al Perú, y desde allí por las diferentes misiones al resto de América (Benítez, 1980).

A EE.UU. ingresa desde México en 1550 por misioneros que arribaron primeramente por Arizona luego Nuevo México, California y al resto de ese país. En Chile fue introducido por Pedro de Valdivia en 1541. En Argentina Pedro del Castillo la introduce por Cuyo (Mendoza) en 1561, y otro importante ingreso se da en el siglo XIX por el Rio de la Plata, alfalfa proveniente de Europa, lo que da una expansión de la agricultura en ese país; un buen negocio por los años 1940 era el sistema de rotación llamado “aparcerías” (Todoagro, 2014).

En Bolivia fue introducido en la época colonial, y posteriormente por proyectos de difusión y mejoramiento, 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. (INIAF 2015).

### 2.3. Taxonomía

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Phylum:</b>	Telemophytae
<b>División:</b>	Tracheophytae
<b>Subdivisión:</b>	Anthophyta
<b>Clase:</b>	Angiospermae
<b>Subclase:</b>	Dicotyledoneae
<b>Grado evolutivo:</b>	Archichlamydeae
<b>Grupo de Ordenes:</b>	Corolinos
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia:</b>	Leguminosae
<b>Subfamilia:</b>	Papilionoideae
<b>Tribu:</b>	Trifolieae
<b>Género:</b>	<i>Medicago</i>
<b>Especie:</b>	<i>Medicago sativa</i> L.

(Herbario Universitario T.B., 2018)

### 2.4. Definición de variedad vegetal

Una variedad agrícola es un grupo de plantas similares que debido a sus características estructurales y comportamiento, se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie (Villarroel, 2003).

El término variedad tiene una definición botánica y una legal. En botánica, la variedad es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie. Es un rango taxonómico por debajo de la subespecie y por encima de la forma. Hay variedades que son poblaciones silvestres y hay variedades cultivadas, y están reguladas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. En cambio el término legal, se estableció en París en 1961, en la convención conocida como Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV), que define a la variedad como una población de plantas mejorada genéticamente para comercialización por parte de un “obtentor” que puede ser el que la desarrolló o el que la descubrió y luego la desarrolló, y que puede ser identificada por sus caracteres al menos genéticos. El reconocimiento de un producto agrícola como una “variedad” provee al obtentor de ciertas protecciones legales, llamados derechos de los mejoradores, que dependen de la extensión de la legislación interna de los países suscritos (Wikipedia, 2016).

Según la definición de la UPOV de 1991 una variedad es: un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda:

- **Definirse** por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos.
- **Distinguirse** de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos.
- **Considerarse** como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración (ANOVE, 2016).

## 2.5. Descripción botánica

El género *Medicago* L., perteneciente a la familia Fabaceae lo componen más de 60 especies herbáceas, anuales o perenes, y arbustivas. Tienen hojas trifoliadas con dos estípulas muy aparentes adheridas al pecíolo, folíolos con el borde dentado o entero. Flores bastante aisladas o en racimos, a veces corimbosos, axilares y pedunculados; pétalos amarillos o coloreados de azul púrpura, más raramente blancos, cáliz tubular-

campanulado con cinco dientes cortos, raramente largos; quilla obtusa, alas libres de la quilla, estandarte oblongo u obovado y libre, corola con estructura papilionácea normal, nueve estambres unidos en un tubo y el décimo libre; filamentos filiformes. Fruto en legumbre recta, falcada o enrollada en hélice, a veces espinosa, indehiscente y con una o varias semillas pequeñas. Semillas pequeñas, ovales u oval reniformes; de color marrón claro u oscuro, nunca negras (Sánchez, 1991).

## **2.6. Morfología de la alfalfa**

### **2.6.1. Semilla**

El fruto, que recibe en este caso el nombre de legumbre, da origen a las semillas. 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. Las semillas, en estado maduro, tienen aproximadamente 1-2 mm de longitud por 1-2 mm de ancho y 1 mm de espesor. Están constituidas por el funículo, el tegumento (testa), el embrión y el albumen. El funículo es el que mantiene unida la semilla al fruto; al secarse, se desprende y forma una cicatriz llamada hilio. El tegumento o testa es la capa externa que rodea al embrión y le brinda protección, siendo además el responsable del color de la semilla. El embrión originará la futura plántula y en el mismo se pueden observar la radícula, el hipocótilo, la plúmula y los cotiledones. La radícula, que durante la germinación emerge a través de la micropila, formará la raíz. En sentido contrario, el hipocótilo dará origen a las partes aéreas de la plántula. Por su parte, la plúmula, que es un esbozo formado por hojitas, al desarrollarse originará 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, se encuentra reducido y cuya función principal es facilitar el proceso de germinación (Basigalup, 2007).

#### **2.6.1.1. Germinación y primeras etapas de desarrollo**

En el proceso de germinación, la semilla en contacto con el suelo comienza a embeberse de agua, lo que desencadena una serie de transformaciones que se resume en el desarrollo de una raíz (partiendo de la radícula preexistente en la semilla) y de un talluelo, que se alarga hasta sacar los cotiledones por encima de la superficie del suelo. Estos procesos se realizan a costa de las reservas existentes en la semilla.

Para que las semillas puedan embeberse es necesario que encuentren en el suelo la humedad suficiente. Sin embargo, y atendiendo a que la plántula también precisa condiciones mínimas de aireación para su desarrollo, un exceso de humedad puede paralizar la germinación por reducción del volumen de poros libres en el suelo. Por otro lado, en la alfalfa es común encontrar semillas “duras”, que son aquellas incapaces de embeberse de agua aun en condiciones óptimas de humedad. Este fenómeno, que responde a un mecanismo de supervivencia de la especie, se debe a la existencia de un engrosamiento de las paredes exteriores de las células en empalizada de la testa y constituye una barrera física para la absorción de agua. El porcentaje de semillas duras, que puede ser alto al momento de la cosecha, va disminuyendo con el tiempo. El mejor método para eliminar las semillas duras es el escarificado mecánico, que consiste en exponer la testa a la acción de superficies abrasivas.

A medida que el desarrollo de la parte aérea de la plántula continúa, el talluelo se alarga y expone los cotiledones por encima de la superficie del suelo. Posteriormente, la plántula exhibe primero una hoja unifoliada y luego las hojas trifoliadas, también llamadas “verdaderas” (Basigalup, 2007).

### **2.6.2. Raíz**

En general, el sistema radical de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es robusto y profundo, y su función principal es la absorción de agua. Si no existen impedimentos en el perfil de suelo, la raíz puede alcanzar los 2 a 5 metros en sólo 2 a 4 años de vida, de modo que la posibilidad de extraerla de las capas profundas del suelo le 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 la alfalfa puede

clasificarse en cuatro tipos generales: raíz pivotante o típica (axonomorfa), ramificada, rizomatosa y rastrera según el grado de latencia invernal, también 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 crecientes de germoplasma de *Medicago falcata* y *Medicago varia* (Basigalup, 2007)

### **2.6.3. Tallo**

Tiene tallos herbáceos, delgados, erectos y muy ramificados de 60 a 90 cm. de altura, puede haber de 5 a 25 o más tallos por planta que nacen de una corona leñosa, de que brotan nuevos tallos (Hughes *et al.*, 1957).

El tallo primario es cuadrado en su sección transversal y presenta estomas y pelos. Son tallos anuales no sólo 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. En su parte herbácea, presenta nudos desde donde nacen las hojas. El número de los tallos depende de la edad y el vigor de la planta, y puede llegar hasta 20. El crecimiento de los tallos es inducido por su utilización (pastoreo o corte) o por un nuevo ciclo fisiológico de crecimiento. Los tallos son usualmente de consistencia maciza, aunque en algunos casos pueden encontrarse tallos huecos. Existen también diferentes hábitos de crecimiento, fuertemente asociados al grado de latencia invernal (Basigalup 2007).

### **2.6.4. Corona**

A medida que el desarrollo de la planta continúa, el conjunto de la parte basal de tallos nuevos y viejos forma, entre la parte aérea y la raíz, una estructura que recibe el nombre de corona. Más adelante, en la planta adulta, la corona incluirá la porción perenne de los tallos.

La corona no es una estructura simple ni única sino que es una zona compleja que incluye varias estructuras separadas. La delimitación morfológica exacta de la corona tiene muy poca importancia, ya que además de las partes involucradas de la planta es razonable suponer que la sequía estival, el frío invernal, las prácticas culturales, el

ataque de plagas y enfermedades, el vigor general y la edad de las plantas influyen en la cantidad y el tipo de partes vegetativas que pueden intervenir en su conformación. Además de su constitución morfológica, es conveniente resaltar la importancia funcional de la corona como estructura almacenadora de sustancias de reserva y sede de yemas a partir de las cuales se producirán los nuevos rebrotes de la planta. El ciclo acumulación/utilización de sustancias de reservas es fundamental para la vida de la planta y condiciona las prácticas de manejo del cultivo.

En variedades adaptadas a climas áridos, la corona esta sobre el nivel del suelo, mientras que las zonas de climas fríos, la corona se ubica por debajo del nivel del suelo. El tamaño (pequeño, intermedio, grande) y el tipo (compacta o cerrada, intermedia, abierta) de la corona dependen de factores genéticos y ambientales. En general, las alfalfas sin latencia invernal tienen coronas pequeñas y compactas, en tanto que los cultivares de mayor latencia invernal tienden a poseer coronas más anchas y abiertas. No obstante, factores como la densidad de plantas, el tipo de suelo, el daño de plagas y enfermedades, el pisoteo de los animales o el daño de la maquinaria pueden influir grandemente en las características de la corona (Basigalup, 2007).

### **2.6.5. Hoja**

Las hojas de esta planta que son las que contienen mayor cantidad de sustancias nutritivas son abundantes 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 *et al.*, 1957).

La primera hoja de la plántula de alfalfa (*Medicago sativa* L.) es unifoliolada y de forma orbicular. Las segundas y subsecuentes son hojas compuestas trifoliadas llamadas también pinnaticompuestas trifoliada 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. 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 sólo 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 estípulas, que son unos apéndices delgados a modo de pequeñas hojas modificadas situadas en la base del pecíolo y adheridas a sus lados. Las estípulas son normalmente laciniadas, aunque también pueden ser lisas. La experiencia indica que las primeras se encuentran usualmente en hojas de plantas de varios años, y que las últimas se hallan casi exclusivamente en hojas de plantas jóvenes. Por lo tanto, puede concluirse empíricamente que la presencia de estípulas laciniadas o lisas se relacionaría más con la edad de la planta más que con algún otro factor.

Los folíolos tienen una nervadura central prominente, que se extiende a lo largo de la lámina y de la cual parten nervaduras laterales pinnadas, que se subdividen formando una red. Las nervaduras son más notables en la cara abaxial (inferior) del folíolo, que es pubescente. Una observación microscópica de la hoja indica que los estomas (las aberturas o poros por donde se realiza el intercambio gaseoso de las hojas) son más numerosos en la cara superior y en el ápice del folíolo (Basigalup, 2007).

#### **2.6.6. Flor**

Las flores son bisexuales libres y pequeñas localizadas en densos racimos axilares según la variedad, son flores de características papilonoideae o sea pentámera. La flor tiene un pétalo estandarte, dos pétalos ala y dos pétalos quilla, son de distinto tamaño y densidad de 15 a 25 flores, reunidas en racimos axilares que van de color azul pálido a morado oscuro. Se considera una planta de fecundación cruzada con un 15% de autogamia.

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 más cerca del estandarte. Esta disposición, que recibe el nombre de diadelfia, indica que los estambres de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) son diadelfos. Los filamentos de los 9 estambres soldados tienen distinta longitud y, al fusionarse para formar el tubo, se alternan los largos con los cortos. Por el interior del tubo que forman pasa el estilo, que

remata en un estigma rodeado por las anteras de los estambres fusionados. El gineceo presenta un carpelo, que desarrolla un ovario súpero, y posee un estilo y un estigma bien definidos.

La flor es generalmente de color púrpura, con extremos que van desde el violeta claro al morado oscuro. También se pueden encontrar flores blancas, azuladas, amarillas y variegadas, que son mezclas de colores o tonalidades que van cambiando a medida que la flor desarrolla (Basigalup, 2007).

#### **2.6.6.1. Desenlace floral y polinización**

Las alas, en la corola, poseen en la base unos pequeños apéndices a modo de ganchos que mantienen unida y rígida a la columna estaminal; ésta, a su vez, contiene empaquetado en su interior al estilo. De ese modo, la polinización sólo es posible cuando -al separarse las alas a través de un proceso que se denomina desenlace floral- la columna estaminal se libera y expone el 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. 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 otra flor (fecundación cruzada o alogamia). No obstante, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una especie de fecundación preponderantemente alógama, favorecida por mecanismos naturales de autoincompatibilidad y autoesterilidad. En condiciones naturales, la polinización de la 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. Dado que esos insectos visitan flores de varias plantas en forma sucesiva, su abdomen está 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).

### **2.6.7. Fruto**

El fruto de alfalfa (*Medicago sativa* L.) es del tipo legumbre o vaina, monocarpelar, seco e indehisciente, generalmente alargado y comprimido, con las semillas alineadas en la hilera ventral. La vaina, por encorvamiento, desarrolla una 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 anti horario). Cada fruto contiene un número variable de semillas arriñonadas: 2-3 con autofecundación y alrededor de 9 semillas con fecundación cruzada (Basigalup, 2007).

### **2.7. Grado de latencia invernal**

Latencia invernal es una característica genética, la adaptación de la alfalfa a las bajas temperaturas y a la menor longitud del día durante el invierno definen una característica importante de la especie: el grado de latencia invernal. El grado de latencia invernal combina resistencia al frío, crecimiento (rebrote) otoñal y latencia invernal, las variedades se clasifican en una escala de 1 (latencia invernal extremadamente largo) a 11 (extremadamente sin latencia invernal), para fines prácticos se los agrupa en grupos: con latencia invernal (CLI), que incluye a las variedades de GLI 4 y 5, con latencia invernal moderado (CLIM), que considera a las alfalfas GLI 6 y 7 y sin latencia invernal (SLI) que incluye a las variedades de GLI 8 a 10, extremadamente sin latencia invernal (ESLI) que incluye variedades de LRI 10 a 11 (Basigalup, 2007).

Como regla general, puede afirmarse que las alfalfas sin latencia invernal presentan tallos de porte erecto, las alfalfas de latencia intermedio o con latencia invernal los poseen de porte semierecto o semirrastrero, respectivamente. En alfalfas sin latencia invernal, mayoritariamente se observa la presencia de una raíz pivotante sin muchas ramificaciones, las de latencia invernal intermedio o moderado suelen presentar un alto número de raíces secundarias, en relación directa con su mayor grado de latencia. En

alfalfas, comúnmente con marcado latencia invernal, las raíces laterales poseen yemas de las que se originan tallos que, al emerger al exterior, formarán nuevas plantas o “matas”. Cuando las yemas activas son sólo 1 ó 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 activas son varias y los renuevos alcanzan a cubrir una extensión de cierta magnitud, esa raíz se denomina rastretera (Basigalup, 2007). En general se indica que las variedades sin latencia invernal tienen más susceptibilidad de ser atacado por plagas y enfermedades. En cuanto a la producción se obtendrá más número de cortes al año en variedades sin latencia invernal; se afirma también que las variedades con latencia invernal una vez que entran en producción presentan ciclos vegetativos más cortos que las de sin latencia invernal. Generalmente las alfalfas con latencia invernal están recomendadas para zonas frías, y para zonas cálidas variedades con latencia intermedio o sin latencia invernal.

**Cuadro N° 1**

*Diferencias Teóricas entre distintos grupos de latencia invernal*

<b>CON LATENCIA INVERNAL</b>	<b>SIN LATENCIA INVERNAL</b>
Ciclo vegetativo más corto	Ciclo vegetativo menos corto
Más persistente	Menos persistente
Recomendado para zonas frías	Recomendado para zonas cálidas
Coronas anchas y abiertas	Coronas pequeñas y compactas
Mayor Nro. de tallos	Menor Nro. de tallos
Menor susceptibilidad a plagas y enfermedades	Mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades
Menor producción de MS	Mayor producción de MS
Menor producción otoño invernal	Mayor producción otoño invernal
Menor velocidad de rebrote	Mayor velocidad de rebrote
Raíz más ramificada	Raíz menos ramificada (pivotante)
Menor Nro. de cortes/año	Mayor Nro. de cortes/año
Se recomienda para praderas polifíticas(asociación)	Se recomienda para praderas monofíticas

(Elaboración propia)

## **2.8. Características nutricionales**

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 que dichas sustancias sufren en la panza de los animales. La parte proteica de la alfalfa es altamente soluble, de ahí que sea posible también su utilización por los monogástricos.

Esta parte puede ser fraccionada fácilmente por la flora ruminal de los rumiantes, llevándola hasta formas amoniacaes, que son directamente eliminadas por la orina, sin ser entonces aprovechadas por el animal.

La alfalfa contiene también abundante fibra, especialmente en los tallos, cuya importancia es cada vez mayor en la alimentación de los rumiantes, y es relativamente pobre en energía, es una excelente fuente de minerales y vitaminas. Una ración sobre la base de alfalfa satisfaría plenamente las necesidades nutritivas del ganado en minerales. Los  $\beta$ -carotenos, que son la precursores de la vitamina A, se encuentran en todos los forrajes verdes y muy particularmente en el de alfalfa. El ácido ascórbico o vitamina C también está presente en proporciones no despreciables. Estas vitaminas son fácilmente oxidadas y destruidas. Por ello, suelen ser importantes las pérdidas ocasionadas en henos expuestos durante mucho tiempo al aire y al sol. En lo que respecta a la vitamina D, o factor antirraquítico que regula la asimilación del calcio y el fósforo por el animal, el heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.), realizado bajo buenas condiciones meteorológicas, constituye una provechosa fuente para los animales estabulados. Asimismo es muy rica en vitamina E, que juntamente con la vitamina A, están relacionadas, principalmente, con los procesos de reproducción (Delgado *et al.*, 2005).

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, factor que contribuye al descenso del valor nutritivo de las leguminosas (González, *et al.*, 1973). Los valores promedio de proteína cruda (22,77%) son más que suficientes para cubrir los requerimientos de cualquier categoría animal, teniendo valores excelentes de energía (en promedio iguales a un afrechillo de trigo), con los cuales se puede obtener muy buenas ganancias de producto (carne, leche, lana). Al mismo tiempo no presenta limitantes en cuanto a su consumo máximo voluntario (Rebuffo, 2000).

**Tabla 1**  
Valor nutricional por cada 100g Energía 23kcal 96kj

MINERALES		VITAMINAS		BIOMOLECULAS
<b>Calcio</b>	32 mg (3%)	<b>Vitamina A</b>	8 ug	<b>Carbohidratos</b> 2,1g.
<b>Hierro</b>	0,96 mg (8%)	<b><math>\beta</math>-Caroteno (vit. A)</b>	87 $\mu$ g	<b>Fibra alimentaria</b> 1,9 g.

<b>Magnesio</b>	27 mg (7%)	<b>Tiamina (vit. B1)</b>	0,076 mg (6%)	<b>Grasas</b>	0,7g.
<b>Manganeso</b>	0,188 mg (9%)	<b>Riboflavina (vit. B2)</b>	0,126 mg (8%)	<b>Proteínas</b>	4 g.
<b>Fósforo</b>	70 mg (10%)	<b>Niacina (vit. B3)</b>	0,481 mg (3%)	<b>Ceniza</b>	0,4 g.
<b>Potasio</b>	79 mg (2%)	<b>Ácido pantoténico (vit. B5)</b>	0,563 mg (11%)		
<b>Sodio</b>	6 mg (0%)	<b>Vitamina B6</b>	0,034 mg (3%)		
<b>Zinc</b>	0,92 mg (9%)	<b>Vitamina C</b>	8,2 mg (14%)		
<b>Cobre</b>	0,157 mg	<b>Vitamina E (alfa-tocoferol)</b>	0,02 mg		
<b>Silicio</b>	0,6 µg	<b>Vitamina K</b>	30,5 µg (29%)		

(\*) % de la cantidad diaria recomendada para adultos. Abreviaturas: g=gramo mg=miligramo µg=microgramo  
FUENTE: (Wikipedia 2016 en base a datos de nutrientes alfalfa de USDA)

**Tabla 2**  
*Composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa*

DETALLE	HOJAS (%)	TALLOS (%)	PROMEDIO (%)
<b>Proteína bruta</b>	24	10,7	17,35
<b>Grasa bruta</b>	3,1	1,3	2,2
<b>Extracto no nitrogenado</b>	45,8	37,3	41,55
<b>Fibra bruta</b>	16,4	44,4	30,4
<b>Cenizas</b>	10,7	6,3	8,5

(Infoagro, 2016; en base a datos de Bolton, 1962)

### 2.8.1. Comparación alfalfa con otros forrajes

La alfalfa en comparación con otros forrajes demuestra ser uno de los forrajes con mejores características de importancia nutricional como, digestibilidad, proteína y fibra. Siendo la proteína contenida el más importante ya que sobrepasa los requerimiento de cualquier animal.

**Tabla 3**  
*Alfalfa en comparación con otras especies. (Reta, et al. 2010)*

Cultivos	Ciclo	PC (g Kg <sup>-1</sup> )	FDA (g Kg <sup>-1</sup> )	FDN (g Kg <sup>-1</sup> )	CNF (g Kg <sup>-1</sup> )	TND (g Kg <sup>-1</sup> )	ENL (Mjkg <sup>-1</sup> MS)
Alfalfa	Perene	220	336	425	214	560	5,69
Avena	Invierno	134	392	620	148	562	5,40
Arveja	Invierno	176	427	526	184	540	5,23
Maíz	Primavera	85	291	488	361	648	5,90
Maíz	Verano	76	246	561	291	615	5,65
Soya	Verano	137	330	403	271	606	5,82

PC=proteína cruda FDA=fibra detergente ácido FDN=fibra detergente neutro CNF=carbohidratos no fibrosos  
TND= total de nutrientes digestibles ENL=Energía neta para lactancia MS=materia seca. En especies anuales cada  
valor es promedio de cuatro repeticiones, en alfalfa provienen de cuatro repeticiones en tres fechas.

La digestibilidad de todos los materiales está en función del contenido celular y otra a la pared celular, el contenido celular posee una digestibilidad casi total, siendo en promedio del 98%. Mientras tanto, la pared celular posee una digestibilidad muy variable, que se manifiesta en función de la proporción en que se encuentren sus componentes: hemicelulosa, celulosa y lignina; en la Tabla 4 se muestran los contenidos de estos elementos en distintos tipos de forrajes. Estos tres elementos químicos constituyen en conjunto la fibra vegetal, siendo su cantidad tanto como su calidad lo que más afecta la digestibilidad.

**Tabla 4**  
*Comparación de forrajes: en fibra vegetal y su relación con la digestibilidad*

Forraje	Pared celular (% MS)	Hemicelulosa (% MS)	Celulosa (% MS)	Lignina (% MS)
<b>Leguminosas</b>				
Alfalfa	51	11	29	11
Trébol rojo	66	17	39	10
<b>Gramíneas C3</b>				
Cebadilla	64	26	32	5
Pasto ovinillo	55	25	25	4
Festuca	54	23	26	4
<b>Gramíneas C4</b>				
Cencrus	66	35	24	5
Bermuda	76	39	29	6
Pangola	68	26	33	8
Guinea	66	24	33	5

(Parsi, *et. al.*, 2001)

A partir del análisis de los componentes de la pared celular se calcula cual es la digestibilidad del forraje. Por ejemplo por la ecuación propuesta por American Forage and Grassland Council:  $DIGESTIBILIDAD (\%) = 88,9 - (0,779 \times \text{Fibra en Detergente Acido})$

## 2.9. Factores que determinan el rendimiento

Cada variedad de 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).

Si se pretende obtener alfalfares productivos y persistentes, se debe tener en cuenta factores a manejar como: la mejor fecha de siembra, que estará dada según la zona teniendo en cuenta la temperatura, humedad del suelo y cantidad de horas luz, conocer la calidad del suelo, que valores de pH menores a 6,2 afectan la producción, ya que en este nivel se encuentran disponibles los nutrientes en el suelo y los rizobios están presentes en mayor cantidad. Por lo tanto se desarrollará más la raíz, la estructura de reserva y asimilación de nutrientes. el nivel de fósforo que es uno de los principales nutrientes que limitan la producción: es adecuado a partir de las 25 ppm, también se debe tomar en cuenta la densidad de siembra, tratamiento fitosanitario de la semilla, la inoculación de la semilla con rizobium, otro factor fundamental es el manejo adecuado de sustancias de reserva, se debe respetar los criterios para cosecha, el control adecuado en infestación de malezas y el control de plagas y enfermedades.

La alfalfa se desarrolla bien en suelos franco arenosos, y cuando la napa freática está a 4 a 5 metros de profundidad. En suelos pesados, es necesario que tenga buen drenaje, o que la alfalfa sea resistente a pudrición de la raíz por phytophthora; se desarrolla mejor en tierras que han sido alcalinizadas, fertilizadas y que tienen buen drenaje. (Soto, *et al.*, 1990).

## **2.9.1. Clima**

### **2.9.1.1. Temperatura**

La acción combinada de la temperatura y el fotoperiodo explica las diferencias de adaptabilidad entre ecotipos dentro de la especie *Medicago sativa* L. La semilla de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) comienza a germinar a temperaturas de 2-3 °C, siempre que los factores restantes (humedad, fertilizantes, entre otros), no actúen como limitantes. La germinación se acelera con el aumento en la temperatura, hasta alcanzar un óptimo, aproximadamente, a los 28-30 °C; temperaturas superiores de 38 °C resultan letales para la plántula. Durante los meses más fríos del invierno la alfalfa reduce su

crecimiento hasta que al iniciarse la elevación de la temperatura, la planta inicia el rebrote. La alfalfa, tolera sin dificultad temperaturas de 10-15 °C bajo cero. Con temperaturas medias anuales de 15 °C, el cultivo de la alfalfa presenta rendimientos de forraje adecuados. La temperatura también influye sobre la disponibilidad de elementos nutritivos como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Del Pozo, 1983). Respecto al frío o heladas resiste a condición de que el medio ambiente no sea ni excesivamente seco, ni muy húmedo, ni tampoco de cambios bruscos de temperatura (Gajon, 1950).

#### **2.9.1.2. Fotoperiodo**

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) necesita para florecer y fructificar una luminosidad solar que varíe entre 12 a 13 horas diarias (Sánchez, 1963).

Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas 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).

#### **2.9.2. Fertilización**

En muchas ocasiones resultados pocos 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 fertilizante. Los especialistas en el tema dicen que solamente en uno de cada veinte años un invierno es lo suficientemente severo como para matar a este cultivo. 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 rendimiento óptimos. Un análisis del suelo donde se vaya a sembrar la alfalfa es crítico para determinar cuáles son los nutrientes que el cultivo necesitará. Investigaciones de la Universidad de Wisconsin han determinado que los niveles de fertilización ideales para la alfalfa son: pH del suelo

6,5 -7,5, Fósforo existente 50 kg/ha, Potasio intercambiable 400 kg/ha, Boro 3,0 kg/ha, azufre 20 -40 kg/ha (Soto *et al.*, 1990).

Las leguminosas con una buena cantidad de nódulos, capturan el nitrógeno del aire para satisfacer sus necesidades. El potasio le dá a la planta vigor, fortalece al tallo y estimula el desarrollo sano de la raíz. El potasio 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 la 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 suelo con poca materia orgánica, por lo que es importante determinar su presencia a través de análisis. Los requerimientos de potasio tienden a variar más que los de fósforo en distintos tipos de suelo. Es importante hacer notar que la cantidad de potasio en el suelo puede ser alta, si el cultivo anterior fue maíz adecuadamente fertilizado. Es de especial importancia observar los niveles de potasio después de la primera cosecha de alfalfa, pues su adición después de la primera cosecha es de suma importancia para obtener una producción óptima. El fertilizante debe depositarse por abajo de la semilla y con una capa de tierra que lo aislé 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.

El fertilizante se puede aplicar en cualquier época de año. Sin embargo, las aplicación después del primer corte, al final del verano o al principio del otoño (después del último corte y antes que a alfalfa empiece a brotar) son las más recomendables. El fertilizante que se aplica durante el otoño estará para trabajar al principio de la primavera (Soto *et al.*, 1990).

**Tabla 5**

*Absorción de nutrientes por tonelada de materia seca de alfalfa.*

<b>Macronutrientes (kg/t)</b>		<b>Micronutrientes (g/t)</b>	
Nitrógeno (N)	25	Boro (B)	24
Fósforo (P)	3	Cobre (Cu)	6,7
Potasio (K)	23	Zinc (Zn)	20
Calcio (Ca)	11	Manganeso (Mn)	44
Azufre (S)	2	Hierro (Fe)	121
Magnesio (Mg)	1,9	Molibdeno (Mo)	0,5

(Vivas, 2004 en base a datos de Lanyon y Griffith (1988))

### **2.9.3. 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 bien 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 sólo favorecen el excesivo desarrollo vegetativo, sino que también pueden producir la muerte de plantas por asfixia radicular y/o desarrollo de enfermedades de raíz (Basigalup, 2007).

La planta de alfalfa 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 puedan drenar fácilmente los excesos de humedad (Del Pozo, 1983).

#### **2.9.3.1 La acidez edáfica**

La acidez es probablemente uno de los factores que resulta de mayor trascendencia en el cultivo de la alfalfa en todo el mundo. Los suelos ácidos presentan diversos problemas para el crecimiento del cultivo de la alfalfa, pudiendo mencionarse como los más importantes: a) Afectar la nutrición fosfatada de las plantas, b) toxicidad de aluminio y/o manganeso, c) deficiencia de algunos minerales como magnesio (Mg), potasio (K) y molibdeno (Mo), d) inhibir o deprimir el proceso de fijación biológica de nitrógeno, y e) restricciones y deformaciones en el crecimiento radicular. Estos efectos se traducen en dificultades de implantación, mermas de rendimiento y menor persistencia (Muslera y Ratera, 1991). La acidificación de los suelos es un proceso que consiste en la sustitución de las bases calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) del complejo de intercambio catiónico del suelo y su sustitución por hidrógeno y

/o aluminio. La acidificación puede en algunos casos formar parte del proceso natural de formación del suelo. Por otra parte la utilización de fertilizantes nitrogenados que contengan o generen amonio (ejemplo: urea, fosfato de amonio) inducen o promueven a la acidificación del suelo (Rebuffo *et al.*, 2000). La determinación del pH es uno de los parámetros más importantes vinculados con el conocimiento de la fertilidad química de un 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 aceptado como el más apto para el desarrollo de los cultivos y de la flora microbiana del suelo (Basigalup, 2007).

**Tabla 6**  
*Rendimientos relativos de cultivos con diferentes reacciones al pH del suelo*

Cultivo	Rendimientos medios * a un pH de:				
	4,7	5,0	5,7	6,8	7,5
Maíz	34	73	83	100	85
Cebada	0	23	80	95	100
Alfalfa	2	9	42	100	100
Meliloto	0	2	49	89	100
Soya	65	79	80	100	93

\* En cada caso el rendimiento máximo se indica por 100 y los demás se expresan como tanto por ciento del primero

(Thompson *et al.*, 1988)

### 2.9.3.2 Encalado

Se conoce con el nombre de encala a la práctica que corrige la acidez edáfica a través de la aplicación de productos capaces de neutralizarla. Entre los materiales calcáreos de uso agropecuario más usados se pueden mencionar:

- **Óxido de calcio (CaO):** también conocido como cal viva o cal quemada, es un polvo de color blanco y de muy difícil y desagradable manipulación. Al ser de reacción muy rápida, resulta de utilidad cuando se desea una pronta corrección de la acidez. Dada su naturaleza, debe mezclarse enseguida con el suelo para evitar su endurecimiento.
- **Hidróxido de calcio (Ca (OH):** llamada también cal apagada, es un producto que se obtiene a partir de mezclar el óxido de calcio con agua. Tiene una granulometría muy fina que dificulta su manipulación y utilización. Al igual que el producto anterior, es de reacción muy rápida y debe incorporarse inmediatamente al suelo.

- **Carbonato de calcio (CO<sub>3</sub>Ca):** también llamado cal agrícola, es el material más utilizado para la corrección de la acidez del suelo. Se obtiene a partir de las rocas caliza, calcita y calcárea, y de conchillas marinas, las que son molidas y tamizadas hasta alcanzar la granulometría correspondiente. En general, no se trata de materiales puros sino de productos que pueden contener un grado variable de impurezas como arcilla, arena y limo.

- **Dolomita (CO<sub>3</sub>Ca + CO<sub>3</sub>Mg):** material conocido también como doble carbonato de calcio y magnesio. Si bien tiene reacción más lenta que el carbonato de calcio, presenta la ventaja de suministrar magnesio además de calcio.

- **Óxido de magnesio (MgO):** material de textura muy fina y de solubilidad lenta. Dado que aporta solamente magnesio, es un material adecuado para utilizar cuando la relación Ca:Mg no es la adecuada.

- **Carbonato de magnesio (CO<sub>3</sub>Mg):** también llamado magnesita, es una muy buena fuente de magnesio y es muy utilizado como corrector de acidez, especialmente cuando la relación Ca:Mg está desbalanceada.

- **Escorias industriales:** se trata de silicatos de calcio (SiO<sub>3</sub>Ca) y de magnesio (SiO<sub>3</sub>Mg) que provienen, como residuos, de la industria del acero y del hierro. Pese a su muy lenta solubilidad, pueden utilizarse como correctores de la acidificación edáfica.

La manera en que la cal aumenta los rendimientos de la alfalfa son: aumenta la disponibilidad de los macro y micronutrientes, aumenta el número de nódulos en la raíz, ayuda a la descomposición de residuos, mejora la estructura de los suelos; su aplicación debe ser realizada por lo menos con 2 o 3 meses de anticipación a la siembra. (Soto *et al.*, 1990).

La duración del efecto del encalado, que usualmente se extiende por dos a tres años, depende del manejo del suelo y de los cultivos que se implanten. También depende de la granulometría de los materiales -que condiciona su velocidad de reacción- y de la concentración del producto utilizado. Finalmente, también afectará la naturaleza calcítica o dolomítica del material, en función de que la deficiencia a corregir sea sólo de calcio o bien de calcio y magnesio (Basigalup, 2007). El encalado y la fertilización

suelen ir juntos. El encalado aumenta la exportación de nutrientes; también favorece la actividad microbiana y acelera la descomposición de la materia orgánica, debido a este último se debe incorporar en cada cosecha materia orgánica para mantener la producción. Respecto a los nutrientes de la planta el encalado aumenta su disponibilidad inmediata y reduce la futura. Por eso, fertilización e incorporación de materia orgánica van junto con el encalado (Thompson *et al*, 1988).

### 2.9.3.2.1 Determinación de los requerimientos de calcio

Existen diferentes criterios para decidir la cantidad de enmienda calcárea a agregar al suelo, dependiendo de si el objetivo es determinar la: 1) cantidad necesaria para corregir la acidez hasta un 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 aporte los cationes  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  con el propósito de incrementar su saturación en el complejo de intercambio; o 4) cantidad suficiente para favorecer la disponibilidad de fósforo y molibdeno.

El pH es un buen indicador de la acidez edáfica. Por ejemplo, en los suelos clasificados como Molisoles y Alfisoles, el rango de pH óptimo para la producción de los cultivos está entre 6,5 y 7; por el contrario, en el caso de los Ultisoles y Oxisoles, la elevación del pH a valores cercanos a 5,5-5,7 mejora considerablemente la situación debido a la reducción del aluminio intercambiable ( $Al^{3+}$ ) que se produce.

En un suelo, es importante determinar la cantidad de cationes presentes en el suelo, una baja concentración de éstos es la causa principal de la acidez. La determinación del porcentaje de saturación de bases constituye un elemento de juicio fundamental para el diagnóstico de problemas de acidez considerando 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.

	Calcio (%)	Magnesio (%)	Potasio (%)
Baja	< 60	< 5	<1,5
Moderada	60 - 70	5 - 6	1,5 - 3,0
Alta	> 70	> 6	> 3,0

Una vez teniendo estos datos se puede calcular por el método de cálculo de saturación de bases:

$\text{Necesidad de encalado (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{CIC} \times (\text{V2} - \text{V1})}{100}$
<small>siendo:  CIC: capacidad de intercambio catiónico, extraído con acetato de amonio 1N.  V1: porcentaje actual de saturación de bases del suelo, obtenida por la relación: suma de bases x 100 / CIC.  V2: porcentaje deseado de la saturación de bases.</small>

(Basigalup, 2007).

## 2.10. Necesidad de agua y 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 esta 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 cortes y 2-3 riegos durante los meses de primavera y verano cuando el fotoperiodo es mayor. La lámina de riego que se debe aplicar al cultivo de la alfalfa está en función del tipo suelo y la pendiente del terreno; por ejemplo, en tierras de cultivo de textura arcillosa la lámina de riego que se debe aplicar es de 12-16 cm, mientras que en tierras de cultivo de textura arenosa la lámina de riego debe ser de 20-25 cm. Los riegos durante el verano deben ser ligeros para evitar encharcamientos, cubriendo una lámina de riego de 8-10 cm, pues en esta época provocan una alta mortalidad de plantas por pudriciones de raíz (*Verticillium alboatrum* y *Phytophthora megasperma*) y pudrición de corona (*Fusarium oxysporum*) debido a los excesos de humedad (Pimentel, 1980).

## 2.11. Plagas y enfermedades

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es atacada durante todo el año por diferentes tipos de insectos que originan daños de importancia económica ya que provocan una disminución en el rendimiento y calidad del 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 (*Frankliniella occidentalis*), diabrotica (*Diabrotica spp*), y chicharritas (*Cicadellidae spp*). Las enfermedades de la alfalfa se clasifican en dos tipos: foliares y de raíz, estas últimas son las más dañinas para la planta. Las enfermedades de las hojas son: Peca de la hoja (*Pseudopeziza medicaginis*), el hongo mildiú veloso (*Peronospera trifoliarum*), chahuistle (*Uromyces srtiatus*), mancha o peca de la hoja (*Stemphylium botryosum*), mancha de la hoja (*Cercospora medicaginis*), mancha foliar (*Phoma medicaginis*) y el nemátodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*). Las enfermedades de la raíz y corona son causadas por bacterias y hongos que producen marchites (*Phytophthora megasperma*) la reducción en el rendimiento al tercer año se le atribuye a esta infestación, pudrición de la corona (*Fusarium oxysporum*), pudrición texana (*Phymatotrichum omnivorum*) y pudrición de la raíz (*Verticillium alboatrum*), pudrición bacteriana (*Corinebacterium insidiosum*), pobredumbre blanca (*Sclerotinia trifoliorum*), Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) (Perdomo, 2007).

Entre otros patógenos que causan enfermedades están: Antracnosis (*Colletotrichum trifolii*), oidio (*Erysiphe polygoni*), nematodo de la raíz (*Meloidogyne incognita*), nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne hapla*), nematodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*) pudrición (*Phymatotri chimomni vorum*), pudrición de raíz y tallo (*Esclerotinia trifolium*), marchitez bacteriana (*Clavibacter michiganense sub. esp: indiosum*), pobredumbre de la raíz (*Aphanomices euteiches*), tallo negro o antracnosis (*Colletotrichum medicaginis*); y plagas como: pulgón moteado manchado de la alfalfa (*Threioaphis maculata*), pulgón azul de la alfalfa (*Acyrtosiphon kondoi*), pulgón negro (*Aphis medicaginis*), pulgón verde (*Acyrtosiphon kondoi*) mosca de la alfalfa (*Contarinia medicaginis*), gorgojo de la alfalfa (*Hypera postica*), chinche de la

alfalfa (*Nezara viridula*) o (*Lygus pratensis*), AMV virus del mosaico, PEMV virus enations o virus del achaparramiento, y en semilla (*Pithun spp.*).

Las plagas más importantes en la alfalfa son los pulgones y la araña (*Tetranychus urticae*) estos pueden causar daños en la producción, reduciendo la misma hasta en 50%. El control de estos insectos debe realizarse en forma integral (biológico, natural, cultural, químico y mecánico). También existen enfermedades que atacan a la alfalfa como la viruela (*Pseudopeziza medicaginis*) de la hoja, que también reduce las cosechas, sin embargo la lucha contra esta enfermedad se debe encarar con el uso de variedades resistentes (INIAF, 2016).

### **2.12. Inoculación**

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) y bacterias fijadoras de nitrógeno trabajan en forma conjunta. Si bien es posible que existan rizobios en el suelo, con la inoculación con cepas seleccionadas altamente infectivos y altamente eficientes en leguminosas forrajeras se aumenta la eficiencia de la Fijación Biológica de Nitrógeno 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. 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/o palmados siendo rojos en su interior, ubicados en raíz primaria y tienen rápida y prolongada fijación. Acompañada por una mayor producción de materia seca y de peso total de nitrógeno (N). En cambio las 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 interior blancos desde etapas muy tempranas. Estos no realizan la FBN y son consideradas cepas parásitas.

Para la alfalfa la presentación viene en forma pulverulenta y se tiene como soporte turba, dolomita o arcilla, etc. Sin importar la presentación, un buen producto inoculante

para debe proveer abundante número de rizobios por gramo de producto. La exigencia es de  $1 \times 10^9$  (1.000 millones) rizobios/gr de producto a la elaboración y de  $1 \times 10^8$  (100 millones) rizobios/gr de producto al vencimiento de 6 meses. Para alfalfa son requeridos para una 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 *et al.*, 2011).

### **2.12.1. Sinorhizobium meliloti**

*Sinorhizobium meliloti* es una bacteria gram negativa y simbiótica que fija el nitrógeno atmosférico. Establece relaciones simbióticas con plantas leguminosas de los géneros *Medicago*, *Melilotus* y *Trigonella*, incluyendo al organismo modelo *Medicago truncatula*.

Esta simbiosis da como resultado un nuevo órgano de planta denominado nódulo de raíz. (Wikipedia 2016).

#### **2.12.1.1. Taxomia *Sinorhizobium meliloti***

**Reino:** Bacteria  
**Filo:** Proteobacteria  
**Clase:** Alpha Proteobacteria  
**Orden:** Rhizobiales  
**Familia:** Rhizobiaceae  
**Género:** *Sinorhizobium*  
**Especie:** *Sinorhizobium meliloti*

(Wikipedia, 2016)

### **2.12.2. Efectos 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 de suelo, nivel de compactación,

fertilidad, magnitud y calidad de las poblaciones de rhizobios capaces de nodular alfalfa y nivel de acidez. En suelos nuevos los efectos son evidentes con incrementos de rendimiento de materia seca 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 en 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 rhizobios 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 rhizobios por su infectividad o capacidad de nodulación. Ocurre la misma situación con el proceso de fijación biológica de nitrógeno (FBN), no siempre las cepas altamente infectivas poseen alta efectividad o alta capacidad de fijación de N<sub>2</sub>. Hay especificidad en la asociación o par simbiótico, en otras palabras determinadas especies de leguminosas combinan mejor con determinadas especies de rhizobios e inclusive hay situaciones donde la especificidad es tal que variedades de una leguminosa combina en forma específica con determinadas cepas de rhizobios. Cuando en los suelos donde se cultiva la leguminosa los rhizobios requeridos están ausentes o no son eficientes se procede a la inoculación (Perticari, 2006).

### **2.13. Siembra**

En el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) pueden usarse los métodos de siembra en líneas o al voleo ambos tienen sus ventajas y desventajas, y en ambos solo el cultivo o en consociación con otro forraje.

#### **2.13.1. Siembra al voleo**

La semilla es distribuida en forma homogénea por toda la parcela, este método presenta ventajas como: 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, a superficie desprovista de las plantas es menor, este método suele ser más rápido y económico.

### **2.13.2. Siembra en líneas**

Las ventajas que presenta este método es: ahorro de semillas de un 30 a 40%, se economiza el agua disponible en el suelo, se reduce la competencia entre plantas.

### **2.13.3. Profundidad de siembra**

Depende del tipo de suelo: en terrenos pesados la profundidad está comprendida entre 1-1,25 cm., en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2,5 cm. (Infoagro, 2016).

### **2.13.4. Densidad de siembra**

La densidad de siembra debe ser aquella que permita lograr una cantidad de plantas establecidas que puedan generar un mínimo de 500 tallos/m<sup>2</sup>; la densidad que normalmente se utiliza varía entre 12 hasta 20 kg/ha, y en siembras asociadas con gramíneas de 6 a 8 Kg/ha; esto tomando en cuenta la calidad de la semilla, época de siembra, variedad de la semilla y método utilizado (Infoagro, 2016). La proporción de plantas que sobrevive luego del primer año es, en relación al número de las semillas sembradas, muy variable. Pero se asocia poco a la densidad inicial, ya que la mortandad de las plantas durante los primeros meses es directamente proporcional a ella: Los stands densos pierden más plantas que los logrados con bajas densidades y llegan al primer año con un número similar de plantas, Si bien las altas densidades de siembra permiten un aprovechamiento inicial más rápido, las poblaciones alcanzadas no son superiores una vez que la pradera está establecida. La competencia que se establece entre plantas, primero a nivel radical, y luego por la luz, determinará la densidad de plantas final al año (Duarde, 2016).

### **2.14. Cosecha**

Se toma como indicadores para la cosecha: a) floración de 10 a 15 %, b) rebrotes de la corona, c) senescencia o amarillamiento de las hojas basales; La floración y rebrote de

corona son los más seguros, por su coincidencia con niveles de reservas elevados. Aunque existen dos excepciones que conviene tomar en cuenta: la planta puede florecer sin haber alcanzado elevados niveles de reservas, ante sequías muy intensas, la planta no florece por falta de estímulos ambientales para ello, pero ha alcanzado niveles de reservas elevados, esta situación puede darse a principios o fines del ciclo productivo. En estas etapas de desarrollo es el momento ideal en que la planta presenta buena cantidad de reservas para el rebrote, la calidad del forraje está en su punto ideal de proporción en porcentaje de fibra, proteína, carbohidratos, minerales, una relación óptima entre hoja y tallo, y digestibilidad para el animal que lo consume. Si no se realiza el corte o cosecha en estas etapas, reducimos la persistencia del cultivo y bajamos los rendimientos (Marchegiani, 1985).

#### **2.14.1. Frecuencia de corte**

Tradicionalmente, el momento adecuado y oportuno de cosecha de alfalfa es la etapa de 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. A nivel de altiplano, la fisiología de la especie solo permite un máximo de dos cortes alcanzando un promedio de 2 a 4 t/ha/año. Los factores limitantes, aparte del clima, son el manejo y la ausencia de poblaciones rhizobianas efectivas, en algunos casos. Sin embargo en lugares donde se cuenta con riego suplementario, existe la posibilidad de obtener hasta tres cortes por año (INIAF, 2015).

Desde el punto de vista económico, el aprovechamiento óptimo de un alfalfar es de tres a cinco años. El momento más conveniente para realizar los cortes es entre los días 28-35 durante primavera-verano, y de 35-45 días durante el otoño-invierno, con lo cual se logra mantener una buena población de plantas y al mismo tiempo dirigir el manejo del alfalfar hacia una menor densidad de malezas (Carrillo, 1975).

Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una reducción en su rendimiento y densidad. Cuanto más avanzado es el estado vegetativo

de la planta en el momento de defoliación, más rápido tiene lugar el rebrote del crecimiento siguiente. El rebrote depende del nivel de reservas reduciéndose éstas cuando los cortes son frecuentes (Infoagro, 2016).

#### **2.14.2. 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 de forraje y proteína se logra con las menores altura de corte en aquellos sistemas donde no se agotan las reservas de carbohidratos. Y cortadas a intervalos largos (Infoagro, 2016).

#### **2.15. Manejo adecuado de sustancias de reserva**

Los carbohidratos de reserva son compuestos elaborados por la planta a partir de azúcares (almidón, glucosa y otros compuestos), producidos en la fotosíntesis. Estos son almacenados para ser utilizados en la mantención y/o crecimiento de la planta (Romero, 1981).

La fecha en que se realice la cosecha o pastoreo es un factor que incide en la persistencia y calidad nutritiva y rendimiento de la alfalfa.

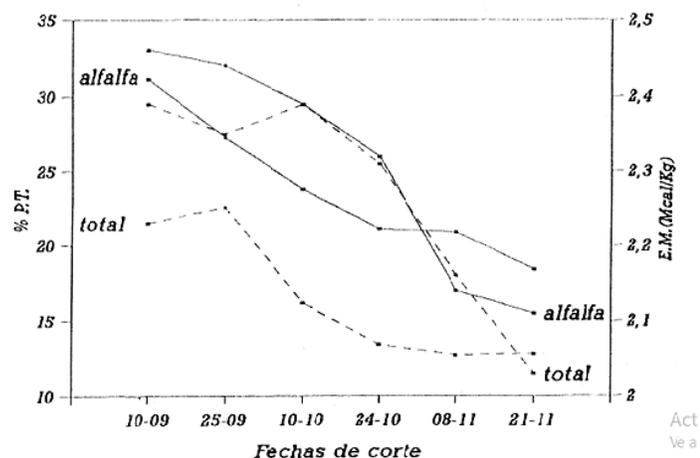
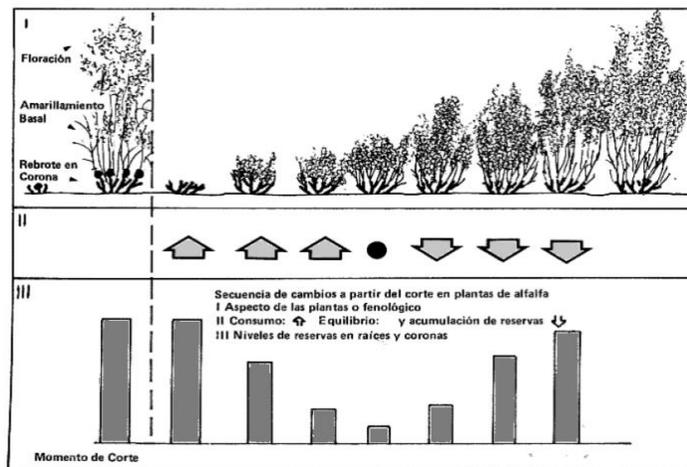


Figura 1: Proteína total y Energía metabolizable en el forraje total y en la alfalfa en el 1er corte. Fuente: Soto et al., 1990

La planta de la alfalfa acumula reservas a partir del estado de botón floral, el punto más alto en el que se puede tener un equilibrio entre nutrientes y sustancias de reserva es el 10 % de floración, si por algún motivo esto no se da otro criterio que se puede tomar para el corte es el rebrote basal, y/o también el amarillamiento de la parte basal de la planta que indica que las reservas de la planta están en su punto y se puede realizar el corte, después del corte las reservas bajan hasta nuevamente llegar el estado de botón floral, cortes tempranos afectan en la persistencia y rendimiento



**Figura 2:** Relación estado fenológico con cantidad de sustancias de reserva en la raíz . Fuente: Soto et al., 1990.

## 2.16. Aprovechamiento de la alfalfa

### 2.16.1. En verde

La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e digestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra. Al contrario sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional (Infoagro, 2016).

### 2.16.2. 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 en siega como en almacenamiento. Para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo (Infoagro, 2016).

El ensilaje es un método de conservación de forraje por fermentación anaeróbica con actividad de bacterias lácticas (*Esteptococos* y *Lactobacilos*) que actúan sobre los carbohidratos del forraje en depósitos adecuados denominados silos. Durante este proceso, se produce una influencia del ácido láctico que previene el deterioro del forraje

y conserva su valor nutritivo. Su objetivo es crear un medio en el seno del producto ensilado que conserve los compuestos nutritivos del forraje fresco con la menor pérdida posible. (Zenteno, 2012).

### **2.16.3. Henificado**

Es el proceso por el cual se conservan forrajes mediante la extracción natural del agua que contiene el forraje fresco hasta niveles compatibles con una buena conservación del mismo (Zenteno, 2012).

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 henificado 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 el mayor número de hojas posible, pues la pérdida de las mismas supone una disminución en calidad, ya que las hojas son las partes más digestibles y como consecuencia se reduce el valor nutritivo (Infoagro, 2016).

El periodo de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hoja/tallo (es más lento a mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar). (Infoagro, 2016).

### **2.16.4. Deshidratado**

Es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y el secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía del transporte y almacenamiento, permaneciendo sus características nutritivas casi intactas. Los productos obtenidos se destinan fundamentalmente a las industrias de piensos compuestos (Infoagro, 2016).

### **2.16.5. Pastoreo**

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 (Infoagro, 2016).

El método de pastoreo deberá planearse respetando los mecanismos de acumulación y utilización de reservas que la especie emplea para el rebrote, si se pretende lograr un rendimiento elevado con menor decadencia a través del tiempo. Los pastoreos deberán practicarse cuando la planta presenta elevados niveles de reservas siendo necesario permitir descansos variables en el tiempo para que pueda re acumularlos. Los pastoreos muy frecuentes afectan marcadamente al rendimiento y perennidad.

Para realizar el pastoreo en un momento que tienda a la condición óptima de la planta, se cuenta con tres indicadores: a) floración, b) rebrote de corona y c) senescencia o amarillamiento de las hojas basales. La floración y rebrote de corona son los más seguros, por su coincidencia con niveles de reservas elevados. Aunque existen dos excepciones que conviene tomar en cuenta: a) la planta puede florecer sin haber alcanzado elevados niveles de reservas, ante sequías muy intensas. b) la planta no florece por falta de estímulos ambientales para ello, pero ha alcanzado niveles de reservas elevados. Esta situación puede darse a principios o fines del ciclo productivo (Marchegiani, 1985).

## **2.17. Descripción de las variedades a estudiar**

### **2.17.1. La Jolla**

Brinda extraordinaria consistencia y firmeza en adaptación en el desierto. La Jolla resiste “Summer Slump” (Estrés por altas temperaturas en verano) más que las tradicionales variedades que disminuyen su producción a finales de verano; La Jolla se desempeña mejor a medida que envejece, muestra vigor adicional y persistencia agregada, resiste a múltiples plagas y tolera los suelos salinos. Apto para suelos pesados

y arcillosos, es recomendado por algunos de los principales productores de heno del sur oeste de EE.UU. Obtuvo el mayor rendimiento en ensayos en la Universidad de California en 2004 (Imperial Valley Seeds, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Universidad de California – Imperial Valley Seeds

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 8

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Marchitez o pudrición de la raíz ( <i>Verticillium albo-atrum</i> )	Baja Resistencia	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Altamente resistente
Fusarium( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Resistente
Nematodo del nudo de la raíz Sureño ( <i>Meloidogyne hapla</i> )	Altamente Resistente		

(Imperial Valley Seeds, 2016).

**2.17.2. Icon**

Vigoroso en adaptación, ICON es una de las variedades de alfalfa más ampliamente cultivadas en el mundo, ideal para áreas de clima templado a cálido, donde se cultiva variedades semidurmientes, tiene la capacidad de soportar inviernos moderados y condiciones de crecimiento variable, los niveles de resistencia a pulgones azules y moteados hacen que mantenga niveles altos de producción incluso en condiciones de suelo y clima estresantes (Imperial Valley Seeds, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Imperial Valley Seeds

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 6-7

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Altamente Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Altamente resistente
Antherac	Susceptible	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
		Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Altamente Resistente

(Imperial Valley Seeds, 2016).

### 2.17.3. Super Sonic

Excelente rendimiento en el desierto. Súper Sonic es de latencia 9, La alta proporción de hojas de tallos proporciona alta proteína y digestibilidad, presenta alto rendimiento en materia seca, desarrollado para altos rendimientos en una variedad de suelos combina tolerancia a altas temperaturas con fuerte persistencia para brindar a los productores los rendimientos que necesitan para una posición rentable. Respaldo por años de investigación y desarrollo. Súper Sonic se muestra como uno de los mejores en ensayos en Arizona y nuevo México (Imperial Valley Seeds, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Universidad de California – Imperial Valley Seeds

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 9 (En escala del 1 al 9)

#### Sensibilidad a plagas y enfermedades:

Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón moteado ( <i>Theraphis trifolii</i> )	Resistente
Antherac	Moderada Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Altamente Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Altamente Resistente

(Imperial Valley Seeds, 2016).

### 2.17.4. Catalina

Perfectamente adecuado para la producción intensiva de heno, y producción de pastoreo directo. Planta de porte erecto corona amplia con gran cantidad de ramificaciones, muy buena relación hoja/tallo, Se asocia muy bien con raigrás, pasto azul y festucas. En el sur Oeste de EE.UU. y México, en este medio las variedades sin latencia invernal son la más adecuadas. Catalina produce más heno durante más años. Tiene la ventaja de que sobresale en su buena persistencia y presenta un amplio rango de resistencia a insectos y enfermedades. Resultados de prueba de rendimientos en la Universidad de California Kearney en 2003 demuestran 32% más supervivencia de plantas (Persistencia) después de 3 años que CUF 101 (Imperial Valley Seeds, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Imperial Valley Seeds  
**Entregada por:** ALTAGRO  
**Nivel de Latencia:** 9

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Altamente resistente
Nematodo del nudo de la raíz Sureño ( <i>Meloidogyne hapla</i> )	Altamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Moderadamente Resistente
Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Moderadamente Resistente		

(Imperial Valley Seeds, 2016).

**2.17.5. Moapa 69**

Fue lanzado como un reemplazo de moapa, que fue obtenida a partir de la variedad africana, es una variedad sintética obtenido a partir de nueve clones parentales entrecruzados en aislamiento y compuesto de cantidades iguales de cada una de los nueve clones. Es una variedad sin latencia invernal, de crecimiento erecto, hojas grandes, flores violetas y floración temprana es altamente resistente al pulgón manchado de la alfalfa es algo moderadamente resistente a la marchitez bacteriana. Se recupera rápidamente después del corte, soporta el pisoteo, tiene buena persistencia. Los rendimientos de forraje de Moapa69 son superiores a los de moapa. La duración de la pradera puede ser desde los 4 a 6 años dependiendo del manejo, tolera suelos con ph de 7,5 a 6,5 según pruebas de la Universidad de California, Davis. (UC, Davis, 2016)

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Imperial Valley Seeds  
**Entregada por:** ALTAGRO  
**Nivel de Latencia:** 8

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Rhizoconiasis ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Altamente resistente
Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Altamente Resistente
Marchitez o pudrición de la raíz ( <i>Verticillium albo-atrum</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Altamente Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente		

(UC, Davis, 2016)

### 2.17.6. Ranger XL

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Imperial Valley Seeds

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 4

(INIAF, 2015).

### 2.17.7. SW 6330

SW6330 es una variedad de alto rendimiento con un índice de latencia de 6 en caída. Después de 4 años de cosecha en el centro de Ciencias agrícolas de Clovis, Nuevo México esta variedad es calificada al 100% por su persistencia en un suelo arcilloso. SW6330 se adapta muy bien a suelos pesados, y presenta excelente relación hoja-tallo. Está adaptado a las regiones del suroeste y llanuras de EE. UU. El crecimiento a mediados de verano y otoño es erecto, su persistencia es excelente, se recupera rápidamente después del corte y produce bien en áreas climáticas adecuadas para variedades de latencia 6.

SW 6330 encabezó la prueba de producción de tres años realizada por la Universidad de Nuevo México en su estación de campo Artesia, también fue uno de los mejores en Clovis, Nuevo México y en Davis California, en pruebas de rendimiento universitario (S & W Seed Co., 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** S &W Seeds Company

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 6

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Resistente	Nematodo del tallo ( <i>Ditylenchus dispasaci</i> )	Moderada Resistencia
Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente resistente	Pulgón moteado ( <i>Theriaphis trifolii</i> )	Resistente
Antherac	Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Altamente Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Moderadamente Resistente
Nematodo del nudo de la raíz Sureño ( <i>Meloidogyne hapla</i> )	Resistente		

(S & W Seed Co., 2016)

### 2.17.8. SW 8421s

En ensayos de la Universidad de Tucson Arizona SW 8421S tuvo un alto rendimiento de forraje con y sin altas presencia de sal en el suelo y en el agua. Utilizando agua de riego con una conductividad eléctrica de 15 (agua muy salada), SW 8421S supero tanto la entrada de control de salinidad estándar (AZ-90NDC-ST) como Salado en 39% y 32% respectivamente.

SW8421S es una variedad sin latencia invernal. El crecimiento es erecto con una recuperación rápida después del corte. Está adaptado a las áreas de clima cálido desde el valle de Sacramento hasta las áreas desérticas bajas y zonas costeras de California. SW8421S produjo un 15% más de heno que Cuf 101 en ensayos de la Universidad de California en el condado de Fresno, y un 14% más que Cuf101 en Tucson, Arizona. En pruebas de persistencia (Supervivencia de plantas) de tres años en Tucson, Arizona fue 96% al final de los tres años, en comparación con la variedad Cuf 101, que tenía una persistencia del 61% de las plantas en ese momento (S & W Seed Co., 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** S &W Seeds Company

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 8

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Altamente Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Altamente Resistente
Fusarium( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Resistente
Nematodo del nudo de la raíz Sureño ( <i>Meloidogyne hapla</i> )	Resistente		

(S & W Seed Co., 2016)

### 2.17.9. Rhino WGB 13259

A través de 34 pruebas de rendimiento universitario no sesgadas, Rhino promedia el 103% de rendimiento en comparación de las otras las variedades en prueba. Rhino exhibe una buena adaptación en una amplia geografía y muchas condiciones de crecimiento. Rhino hace honor a su nombre como una variedad vigorosa y dura, tiene una producción de alfalfa de alta calidad, presenta un rebrote moderado, lo cual proporciona más tiempo para el secado de heno antes que aparezcan nuevos brotes y esto ayuda a evita el daño por tráfico a los nuevos brotes emergentes. Es para usar en rotaciones cortas a largas donde el rendimiento y la persistencia con el que puedas contar es importante. Aprobado por la junta nacional de revisión de alfalfa de EE.UU (S & W Seed Co., 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** S &W Seeds Company

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 3

#### Sensibilidad a plagas y enfermedades:

Marchitez bacteriana	Altamente Resistente	Nematodo del tallo	Moderada Resistencia
----------------------	-------------------------	--------------------	-------------------------

<i>(Clavibactor michiganense)</i>		<i>(Ditylenchus dispasaci)</i>	
Fusarium <i>(Fusarium oxysporum)</i>	Resistente	Pobredumbre de la raíz <i>(Aphanomyces euteiches)</i>	Resistente
Pudrición de la raíz <i>(Phytophthora megasperma)</i>	Resistente	Pulgón verde <i>(Acythosiphon pisum)</i>	Altamente Resistente
Antherac	Resistente		
Marchitez o pudrición de la raíz <i>(Verticillium albo-atrum)</i>	Moderada Resistencia		

(S & W Seed Co., 2016)

### 2.17.10. Trophy

Presenta una recuperación rápida después del corte y resistencia al invierno. Trophy es una alfalfa de latencia 4 con una calificación de supervivencia invernal de una variedad de latencia de 2 esto le da una recuperación rápida después del corte y la ventaja de rendimiento de una latencia de 4. Tiene una resistencia superior a la media para la mayoría de las enfermedades de las hojas y al amarillamiento de la hoja. Ideal para resistir al ataque de saltahojas amarillo (*Empoasca fabae*). Trophy supera a las variedades de pelo granular bajo el ataque de saltahojas amarillo (S & W Seed Co., 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** S &W Seeds Company

**Entregada por:** ALTAGRO

**Nivel de Latencia:** 4

#### Sensibilidad a plagas y enfermedades:

Marchitez bacteriana <i>(Clavibactor michiganense)</i>	Resistente	Pobredumbre de la raíz <i>(Aphanomyces euteiches)</i>	Resistente
Antherac	Resistente		
Marchitez o pudrición de la raíz <i>(Verticillium albo-atrum)</i>	Resistencia		

(S & W Seed Co., 2016).

### 2.17.11. Winter

Winter expresa todo su potencial sembrada pura en explotaciones tamberas y ganaderas destinada a heno o pastoreo rotativo intensivo con adecuados descansos.

WINTER sobresale entre las alfalfas activas en invierno por características propias: posee corona más ancha que las alfalfas de su grupo, alta resistencia a enfermedades foliares y radicales, mejor relación hoja/tallo, alta velocidad de rebrote, amplia área de adaptación. Alta producción y digestibilidad (Albert Semillas, 2016).

**País de Origen:** Argentina

**Proveedor:** Albertsemillas

**Entregada por:** SEFO

**Nivel de Latencia:** 8

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Resistente
Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Resistente
Antracnosis ( <i>Colletotrichum trifolii</i> )	Resistente		

(Albert Semillas, 2016).

**2.17.12. A-90**

Presenta una máxima velocidad de rebrote, ideal para tambos de muy alta producción, excelente calidad de forraje. En base a los resultados de producción y persistencia esta variedad de latencia invernal corto, pertenece al grupo 9 y posee alta velocidad de rebrote luego de cada corte (7-11 cortes en el año según condiciones climáticas). Lo más destacable es su sistema radicular con un alto grado de ramificaciones, por esto mismo demuestra mejor persistencia en suelos poco profundos si comparamos con otras variedades de igual grado de latencia (Albert Semillas, 2016).

**País de Origen:** Argentina

**Proveedor:** Albertsemillas

**Entregada por:** SEFO

**Nivel de Latencia:** 9

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Resistente
---	------------	---	------------

Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Altamente Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Altamente Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Altamente Resistente
Antracnosis ( <i>Colletotrichum trifolii</i> )	Resistente		

(Albert Semillas, 2016).

### 2.17.13. Primavera

Excelente comportamiento y persistencia bajo pastoreo, en establecimientos ganaderos y tamberos donde, sembrada pura o consociada con gramíneas, se obtienen altos volúmenes de producción de forraje. Ideal para henificación o pastoreo en explotaciones ganaderas, tamberas y de invernada. Su breve descanso invernal permite utilizarla sembrada con gramíneas en pasturas consociadas. Soporta muy bajas y altas temperaturas y prolongados periodos de stress hídrico. PRIMavera se destaca por su persistencia bajo pastoreo, posee corona amplia, vigorosos tallos, con una excelente relación hoja/tallo. Destinada a henificación brinda silos o rollos de óptima calidad (Albert Semillas, 2016).

**País de Origen:** Argentina

**Proveedor:** Albertsemillas

**Entregada por:** SEFO

**Nivel de Latencia:** 6 (escala del 1 al 9)

#### Sensibilidad a plagas y enfermedades:

Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Resistente
Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Altamente Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Altamente Resistente	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Moderadamente Resistente
Antracnosis ( <i>Colletotrichum trifolii</i> )	Resistente		

(Albert Semillas, 2016).

### 2.17.14. Ranger CIF

Históricamente la variedad Ranger ha sido la más utilizada en el altiplano de Bolivia y ha demostrado un alto grado de adaptación y producción forrajera. RANGER CIF se

obtuvo a partir de germoplasma Ranger destacado por su persistencia, en ensayos selección por prolificidad. Esta variedad presenta buena persistencia, es decir su duración productiva es mayor a 10 años, elevado rendimiento en materia seca resistencia a plagas y enfermedades, Está destinada para la producción en especial en el altiplano, En la zona de valles y subtropico su producción se ve limitada por las condiciones de temperatura y humedad (SEFO-SAM, 2016).

**País de Origen:** Bolivia

**Proveedor:** Centro de investigación en forrajes “La violeta” CIF

**Entregada por:** CIF

**Nivel de Latencia:** - Con latencia invernal  
(SEFO-SAM, 2016)

#### **2.17.15. UMSS 2001**

Cultivar obtenido por el centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” resultado de múltiples cruzamientos a partir de variedades consideradas prioritarias para Bolivia.

Presenta un porte erecto, raíz pivotante medianamente profunda corona de diámetro mediano, superficial y con buena cantidad de rebrotes después del corte, hojas anchas, flores violeta claro. Bastante tolerante al frío y sequías en valles y alturas, vigoroso rebrote después del corte o pastoreo, presenta una mediana persistencia, buena tolerancia a enfermedades y mediana resistencia a pulgones (verde y negro), Prefiere suelos profundo, permeables, ricos en fosforo, no soporta terrenos mal drenados o encharcados, pH neutro de 6 a 9, no soporta suelos ácidos (SEFO-SAM, 2016).

**País de Origen:** Bolivia

**Proveedor:** Centro de investigación en forrajes “La violeta” CIF

**Entregada por:** CIF

**Nivel de Latencia:** - Sin latencia invernal  
(SEFO-SAM, 2016)

#### **2.17.16. 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. El 80% del germoplasma de CUF proviene de la variedad UC Cargo. Crece todo el año; heladas ocasionales pueden llegar a dañar o reducir significativamente su follaje, pero pasado este corto periodo se recupera rápidamente. Se adapta bien a los valles desérticos, donde las alfalfas son severamente atacadas por el pulgón azul de la alfalfa y se requiere producción durante el periodo invernal. Los principales usos que se le da son: para heno, corte en verde, pastura, y para deshidratación, es de alta calidad de digestibilidad y palatividad, presenta excelente vigor de rebrote y posee un alto contenido proteico. El color de la flor es púrpura, habito de crecimiento erecto, corona angosta, Presenta baja persistencia y regular relación hoja/tallo (UC, Davis, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Proveedor:** Semillas san Francisco

**Entregada por:** INIAF

**Nivel de Latencia:** 9

**Sensibilidad a plagas y enfermedades:**

Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Altamente Resistente	Marchitez o pudrición de la raíz( <i>Verticillium albo-atrum</i> )	Moderadamente Resistente
Nematodo del nudo de la raíz ( <i>Meloidogyne hapla</i> )	Moderadamente Resistente	Pulgón moteado ( <i>Therioaphis trifolii</i> )	Resistente
Pudrición de la raíz ( <i>Phytophthora megasperma</i> )	Moderadamente Resistente	Pulgón verde ( <i>Acythosiphon pisum</i> )	Resistente
Marchitez bacteriana ( <i>Clavibacter michiganense</i> )	Susceptible	Pulgón azul ( <i>Acythosiphon kondoi</i> )	Altamente Resistente
Rhizoconiasis ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	Altamente Resistente	Mildium ( <i>Peronospora trifoliorum</i> )	Resistente
Marchitez o pudrición de la raíz ( <i>Verticillium albo-atrum</i> )	Resistente	Pobredumbre de la raíz ( <i>Aphanomyces euteiches</i> )	Resistente

(UC, Davis, 2016)

**2.17.17. Bolivia 2000**

Porte erecto, excelente altura de planta, raíz pivotante profunda de 5 a 10 m, diámetro de corona mediano superficial, tallo hueco en algunas épocas, hojas medianas, flor de

color violeta claro. Se adapta bien entre los 1500 y 4000 m.s.n.m., y un pH de 6 a 9, producción de forraje de 4 y 7 TM/Ha/año. Esta variedad es precoz, crece todo el año, heladas ocasionales pueden llegar a dañar significativamente su follaje pero pasado este corto periodo con algunos días fríos, se recupera rápidamente, como si se tratase de un corte o pastoreo. En zonas con inviernos intermedios detiene su crecimiento, durante el periodo as frío, pero por un tiempo mucho más breve que otras variedades. Su velocidad de rebrote es muy rápida, luego de un corte rinden más la producción total de forraje anual, es de 6 corte por año, en el valle de Cochabamba (SEFO-SAM, 2016)

**País de Origen:** Bolivia

**Proveedor:** CIF “La violeta”

**Entregada por:** SEFO

**Nivel de Latencia:** - latencia Intermedia  
(SEFO-SAM, 2016)

#### **2.17.18. Altiplano**

**País de Origen:** Bolivia

**Proveedor:** CIF “La violeta”

**Entregada por:** SEFO

**Nivel de Latencia:** - Con latencia  
(SEFOSAM, 2016)

#### **2.17.19. Ranger Americana**

La variedad Ranger de Origen Americano posee condiciones de un cultivo adaptable a los 3000 m.s.n.m., con un grado de dormancia 4-6, por lo que aun a falta de oxígeno se adapta y presenta un desarrollo normal en el altiplano, responde con eficacia a la falta de humedad aun con periodos prolongados y ausencia hidrica, rebrotando y macollando a tiempo que se dan las condiciones de humedad.

Es un cultivo perenne por excelencia destacado entre otras variedades, presenta una altura de planta de 50 cm, y una producción anual de 40 T.M. de Materia verde. Las características del follaje permiten un buen ensilado, conservando su natural valor proteico (CorpAgro, 2016).

**País de Origen:** EE.UU

**Entregada por:** INIAF

**Nivel de Latencia:** 4-6

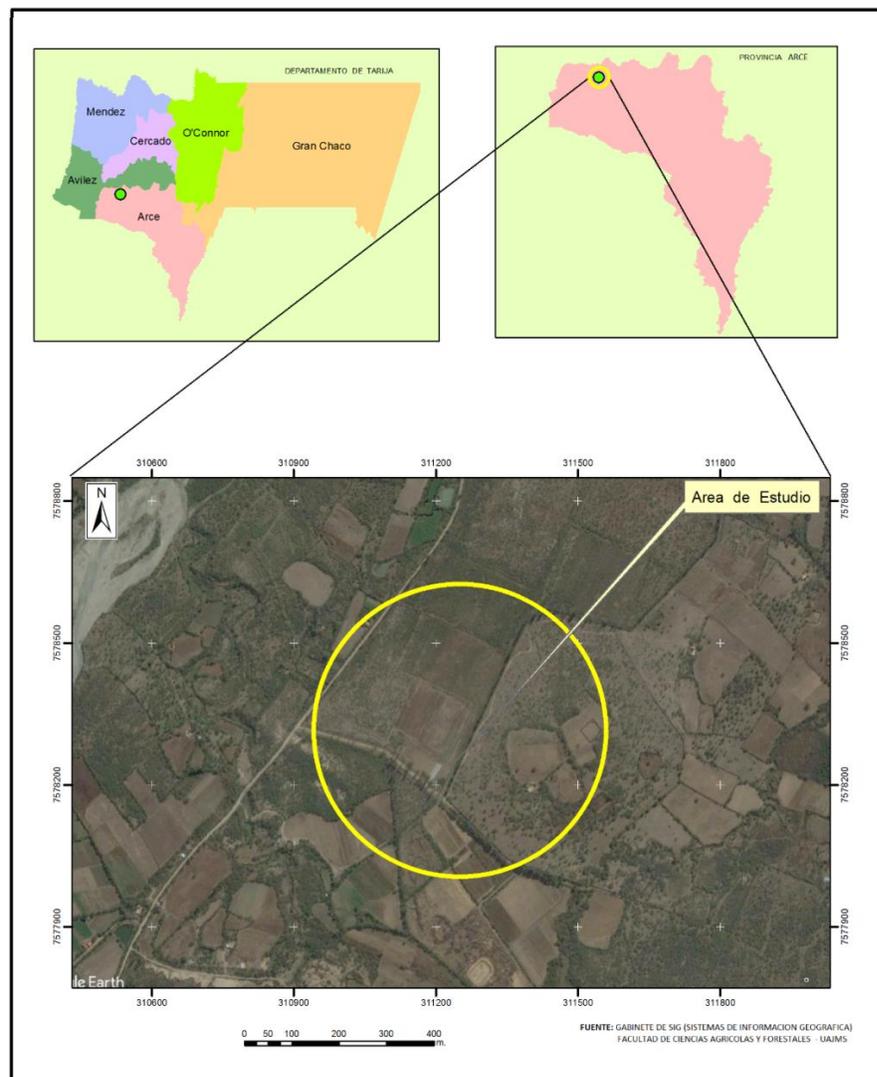
(CorpAgro, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3.1. Ubicación del área experimental

El estudio se llevó a cabo en los predios del Centro de Innovación Agropecuaria y Forestal “Chaguaya” CNIAF-Chaguaya, dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF. La localidad o distrito de Chaguaya se encuentra en el municipio de Padcaya, provincia Aniceto Arce, del departamento de Tarija situada a 65 Km al suroeste de la ciudad de capital de Tarija con una Ubicación Geográfica de 21° 53’ 39” Latitud Sur y 64° 49’ 37” Longitud Oeste y una altitud de 2042 metros sobre el nivel del mar.



### 3.2. Descripción económica de la zona

La actividad económica de la zona se basa en actividades de turismo y agropecuaria, La producción se da en terrenos de pequeña escala menores a 10 Ha. se cultivan especies rotativamente de acuerdo de acuerdo a la estación como: papa(*Solanum tuberosum*) maíz (*Zea Mays*), Cebolla (*Allium Cepa*), Tomate(*Lycopersicum esculentum*) y forrajes como alfalfa (*Medicago sativa L.*), avena (*Avena sp.*), especialmente para la cría del ganado vacuno lechero, también en la zona se puede observar implantaciones nuevas de vid (*Vitis vinifera*). En el lugar cuenta con canales de riego, en la actualidad viene implementándose nuevos canales cubriendo aproximadamente el 60% de la zona.

### 3.3. Clima de la región

Con datos de la estación meteorológica CAÑAS dependiente del Servicio Nacional De Meteorología e Hidrología SENAMHI se elaboró un resumen climatológico de los últimos 20 años: Según la clasificación climática de Köppen el área se describe como: (Cwb) Clima de latitudes medias, templado con inviernos secos.

**Tabla 7:** Resumen climatológico de los últimos 20 años, estación meteorológica cañas. Fuente: SENAMHI, 2017.

<b>Temperatura media anual:</b>	17,0 °C	<b>Precipitación anual media:</b>	746 mm
<b>Temperatura mínima media anual:</b>	9,2 °C	<b>Precipitación invernal (abr a sep):</b>	53,8 mm (7,21%)
<b>Temperatura máxima media anual:</b>	24,8 °C	<b>Diferencia entre mes con mayor precipitación y el mes con menor precipitación:</b>	
<b>Diferencia entre el mes más cálido y mes más frío: 25,8 °C(dic) – 2,9 °C(jun)</b>	22,9 °C	160,6mm (ene) – 0,5 mm (jun)	160,1 mm
		<b>Dirección del viento:</b> (en todo el año con mayor intensidad en julio y agosto)	Este

### 3.3.1. Condiciones climáticas durante el periodo experimental

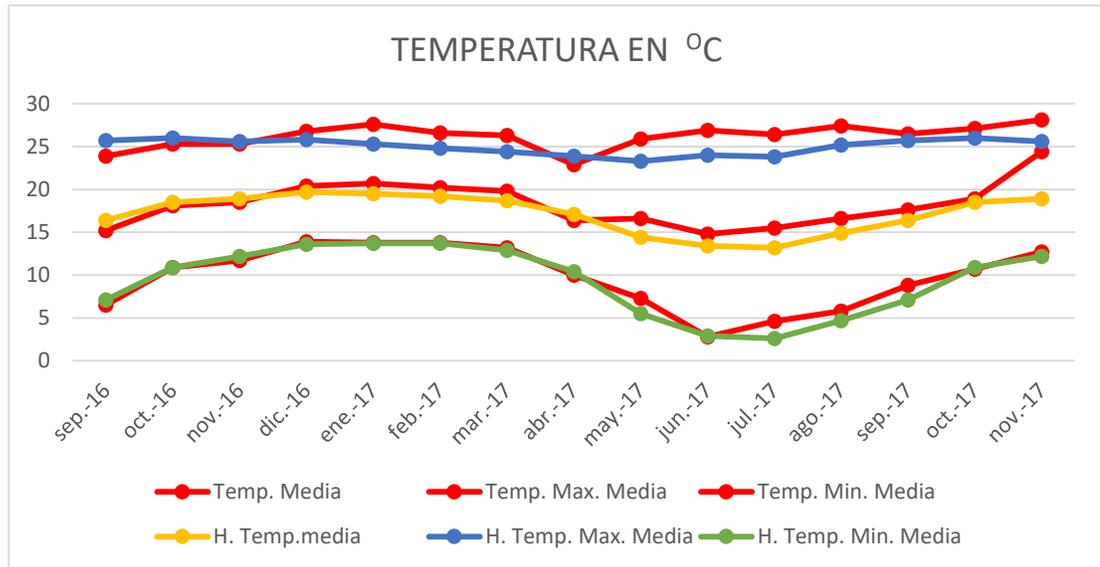


Figura 3: Temperaturas: máximas, media, mínimas históricas y presentadas durante el ensayo (20 años)

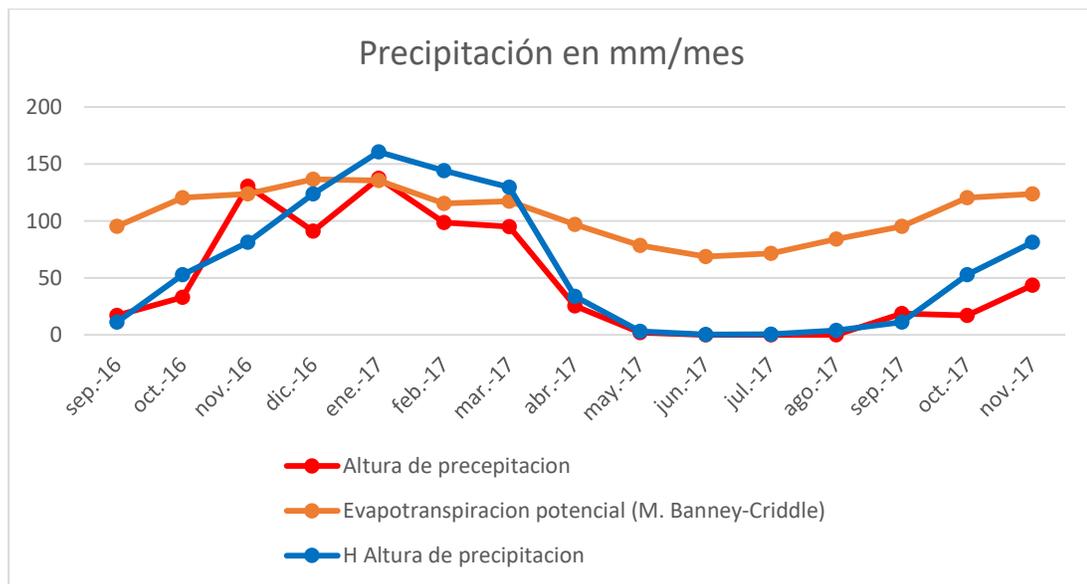


Figura 4: Promedio precipitación mensual durante el periodo de ensayo y histórico (promedio 20 años)

### 3.4. Descripción del suelo

Geológicamente el área presenta un piso ecológico: valle, que presenta un suelo de edad: cuaternaria; litología: depósitos Aluvial-fluvio lacustre; suelos: asociación calcisol lixisol; vegetación: áreas agrícolas y pasturas sembradas y de sucesión secundaria. Hidrográficamente sus ríos pertenecen a la cuenca del Rio Camacho (Gab. SIG, 2017).

#### 3.4.1. Análisis físico químico del suelo

Con el fin de conocer el estado físico-químico del suelo del lugar de ensayo se realizó el análisis en el laboratorio de suelos de SEDAG-Tarija. Para el muestreo se recolecto 6 muestras a una profundidad desde los 40 cm a 50 cm y posteriormente la mezcla y el cuarteo para constituir 1 Kg de muestra homogénea y representativa.

**Tabla 8:** Resultados del análisis de las características físicas químicas del suelo

Localidad	Profundidad (cm)	pH	K (meq/100gr)	MO (%)	NT (%)	P (ppm)	Textura
Chaguaya	40 – 50	5,88 Ma	0,17 B	3,72 M	0,254 M	4,36 B	Y

Ma=Moderadamente acido MB=Muy Bajo M=moderado B=Bajo Y= Arcilloso

(Interpretación según tabla Cokran, s.f.)

### 3.5. Material genético

Se evaluó 22 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), de distinto grado de latencia invernal y de diferente origen (ver tabla 8), todas a una densidad de 17kg/Ha o 20gr/Unidad experimental. La semilla fue entregada por las instituciones: Alternativas Agropecuarias (ALTAGRO), Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM), Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”(CIF) que en coordinación con el Instituto nacional de Innovación Agropecuaria INIAF, se planteó realizar este ensayo a nivel nacional.

**Tabla 9:** Procedencia y grado de latencia invernal del material genético

Nro.	Nombre	Entregado por	Procedencia	Grado de Latencia	
1	La Jolla	ALTAGRO	EE. UU.	8	Sin latencia
2	ICON	ALTAGRO	EE. UU.	6-7	Intermedia
3	Super Sonic	ALTAGRO	EE. UU.	9	Sin latencia
4	Catalina	ALTAGRO	EE. UU.	9	Sin latencia
5	Moapa 69	ALTAGRO	EE. UU.	7-8	Sin latencia
6	Ranger XL	ALTAGRO	EE. UU.	4	Intermedia
7	SW 6330	ALTAGRO	EE. UU.	6	Intermedia
8	SW 8421 S	ALTAGRO	EE. UU.	8	Sin latencia
9	RHINO WGB 13259	ALTAGRO	EE. UU.	3	Con latencia
10	Trophy	ALTAGRO	EE. UU.	4	Intermedia
11	Ranger Canadá	SEFO	Canadá	-	Intermedia
12	Winter	SEFO	Argentina	8	Sin latencia
13	A – 90	SEFO	Argentina	9	Sin latencia
14	Primavera	SEFO	Argentina	6	Intermedia
15	CIF Ranger	CIF	Bolivia	-	Intermedia
16	CIF Gilboa	CIF	Bolivia	-	Con Latencia
17	UMSS 2001	CIF	Bolivia	-	Sin latencia
18	CUF – 101	INIAF	EE. UU.	9	Sin latencia
19	Bolivia 2000	INIAF	Bolivia	-	Intermedia
20	Altiplano	INIAF	Bolivia	-	Con latencia
21	Ranger Improved	INIAF	EE. UU.	-	Intermedia
22	Ranger Americana	INIAF	EE. UU.	4-6	Intermedia

(\*) En un rango del 1 al 11; todas las demás están en un rango de 1 al 9

### 3.6. Materiales e insumos

- » **Material de laboratorio:** Balanza analítica, cajas Petri, lupa lámpara, cámara de germinación.
- » **Materiales de demarcación:** Hilo tanza, estaca, martillo.
- » **Herramientas y equipo:** Tractor, pico, azadón, hoz Mochila fumigadora
- » **Material de registro y medición:** Cámara fotográfica, libreta de campo, balanza analítica, cinta métrica.
- » **Insumos:** Herbicida: GALANT Ingr. Activo (Haletiloxilop-R-metilester), Herbicida: PIVOT Ingr. Activo (Imazethapir), Adherente GOMAX PLUS, abono foliar con vitafol PLUS (inicio) NPK 35-10-10.

### 3.7. Métodos

#### 3.7.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue diseño de bloques al azar, con 22 tratamientos y tres repeticiones o replicas. Las 22 variedades de alfalfa son de diferente grado de latencia invernal y cada uno corresponde a un tratamiento.

El modelo matemático que justifica este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$ = Valor o efecto de la variable respuesta

$\mu$ = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$ = efecto del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

El modelo en el cual se basa el análisis nos dice que una observación es el efecto de una media general ( $\mu$ ), de un tratamiento particular ( $\tau_i$ ), de una repetición dada o bloque ( $\beta_j$ ), y finalmente el componente aleatorio o error experimental ( $E_{ij}$ ) (VALDEZ 2012)

#### 3.7.2. Variables respuesta a evaluar

Variables respuesta Cualitativas:

- Incidencia de plagas o enfermedades.
- Porte.

Variables respuesta agronómicas:

- Altura promedio de planta (al 10% de Floración).
- Longitud del tallo más largo de planta (al 10% de Floración).
- Número de tallos por planta, relación hoja/tallo.
- Número de plantas establecidas por metro cuadrado.

Variables respuesta de rendimiento son:

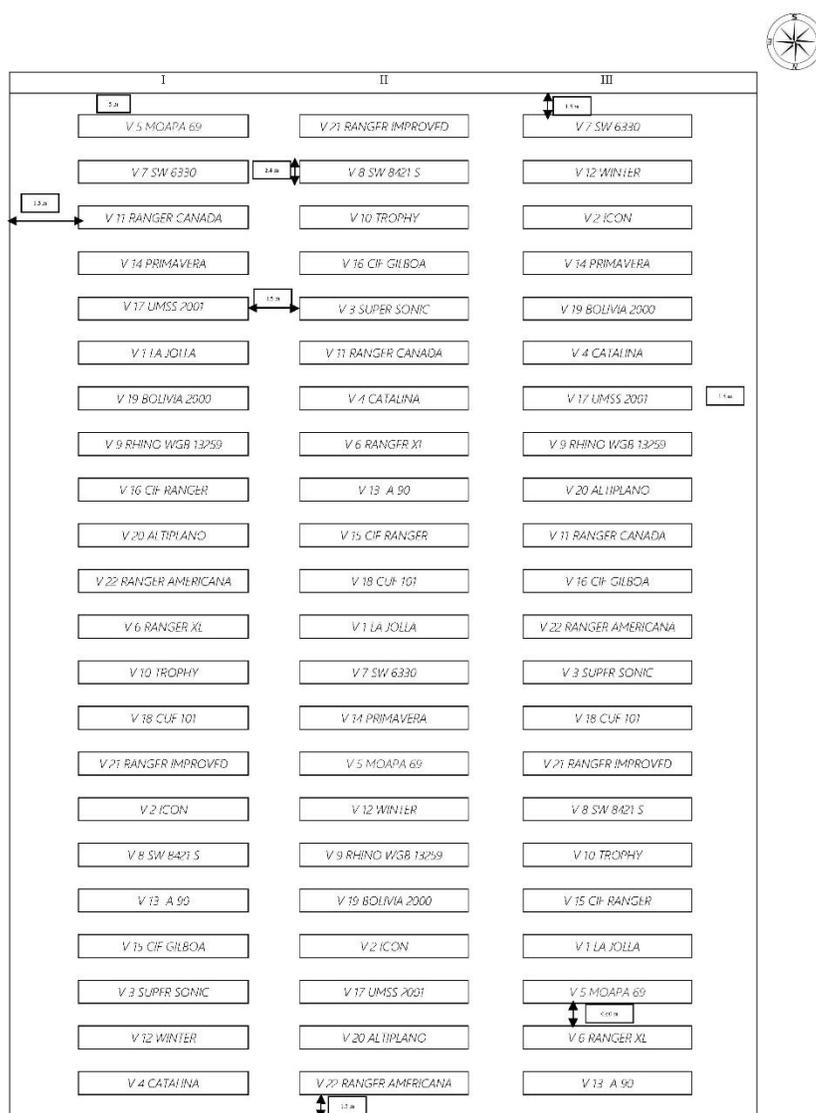
- Rendimiento de biomasa (Materia Seca –Materia Verde).

Todo esto en base a las normas de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) para Alfalfa: TG/6/5.

#### 3.7.3. Características del ensayo

<b>Tipo de ensayo según propósito:</b> Ensayo de parcelas demostrativas para comparación de rendimiento y caracteres agronómicos.	
<b>Numero de hileras unidad experimental:</b> 13	<b>Distancia entre hileras:</b> 40 cm
<b>Numero de tratamientos:</b> 22	<b>Distancia entre Bloques:</b> 1,50 m
<b>Numero de bloques o repeticiones:</b> 3	<b>Distancia entre tratamientos:</b> 0,60 m
<b>Superficie de las unidades experimentales:</b> 12 m <sup>2</sup>	<b>Área total del experimento:</b> 1177,20 m <sup>2</sup>
<b>Largo:</b> 2,4 m	<b>Total unidades experimentales:</b> 66 unid. exp.
<b>Ancho:</b> 5 m	

### 3.7.3.1. Croquis del ensayo



### 3.7.4. Desarrollo del ensayo

#### **3.7.4.1. Análisis de semillas**

Para tener conocimiento del estado de las semillas, y así determinar la densidad de siembra, se realizó el ensayo de germinación de semillas en el laboratorio de semillas INIAF trabajando con semilla de la categoría básica, en base a normas y recomendaciones de International Seed Testing Association (ISTA)(*Vea foto 5*), en cámara de germinación a 25<sup>0</sup>C y 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad(*Vea foto 4*), registrando a los 10 días porcentaje de germinación, semillas: normales, anormales, muertas, frescas, duras y peso de 1000 semillas (*Vea foto 3,6*). El análisis se realizó con el fin de poder calcular la densidad adecuada para la siembra y conocer la calidad de la semilla. El registro de datos se tomó a los diez días, en fecha 16 de agosto del 2016 (*Vea cuadro 1*).

#### **3.7.4.2. Preparación del terreno.**

Como antecedentes del terreno donde se realiza el ensayo se sabe que es un terreno nuevo habilitado para la experimentación, sin un cultivo precedente, donde se tenía Churquis (*Acacia caben*) malezas anuales: Grama (*Cynodon dactylum*), Pasto (*Digitaria sanguinalis*) y perenes como cebollín (*Cyperus rotundus* L.).

La preparación del terreno se inicia el 25 de julio del 2016 aplicando un riego para poder trabajar el suelo con la rastra a mayor profundidad y con mayor facilidad. El primer paso con rastra se realizó el 28 de julio, la segunda el 7 de septiembre; en ambas fechas se pasó dos veces y en sentido contrario al anterior. (*Vea foto 2*) Antes de realizar las actividades de preparación y siembra se realizó un muestreo de suelo con un recorrido en forma de zigzag a una profundidad de 40 cm, luego se realizar un cuarteo y posteriormente llevarlos al laboratorio de suelos del Servicio Departamental Agropecuario SEDAG- Tarija.

### 3.7.4.3. Demarcación del terreno

Con las medidas ya establecidas y aplicando el teorema de Pitágoras se delimito las 22 unidades experimentales de 5 por 2,40 mts y 1,50 mts dese separación de bloque a bloque y 0,60 mts de separación entre unidades experimentales. *(Vea foto 1)*

### 3.7.4.4. Siembra

La siembra se realizó en los días del 6 al 10 de septiembre sembrando a una densidad de 20 gr/Unidad Experimental o 16 Kg/Ha; aplicando al momento de siembra se aplicó fertilización con abono orgánico (abono de chiva) a una dosis de 20 kg/Unid experimental o 16,6 TM/Ha. *(Vea foto 2, 7)*

### 3.7.4.5. Riego

Para satisfacer las necesidades hídricas del ensayo, se aplicó riego por el sistema por gravedad. En el primer mes de establecimiento cada 7 días hasta lograr que las plántulas lleguen a completar su germinación y su posterior desarrollo y crecimiento de sus órganos. Luego dependiendo del estado del suelo y en temporadas de sequía se aplicó según las exigencias del cultivo *(Vea Foto 16)*.

TIPO	FECHA
Gravedad	17 – IX–16
Gravedad	24 – IX–16
Gravedad	1 –X–16
Gravedad	29–X–16
Gravedad	23 – V–17
Gravedad	11 –VII – 17
Gravedad	9 – VIII –17
Gravedad	24 –VIII –17
Aspersión	22 – IX – 17

#### **3.7.4.6. Presencia de malezas**

Las malezas que se presentaron durante el ensayo fueron de hoja ancha, hoja angosta y ciperácea. Las de hoja ancha: Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Quinoa silvestre (*Chenopodium album*), Malva (*Malva Sylvestris*), Escobilla (*Sida rhombifolia*), Diente de León (*Sonchus oleraceas*), Anisillo (*Tagetes micrantha Cav.*); de hoja angosta: Grama (*Cynodon dactilum*), Pasto (*Digitaria sanguinalis*), y ciperáceas como: Cebollín (*Cyperus rotundus L.*). Las malezas de hoja angosta fueron las que presentaron gran cantidad, seguido de anisillo y verdolaga y en menor proporción Malva, Diente de León y cebollín. (Vea foto 8)

#### **3.7.4.7. Control de malezas**

Debido a que el suelo donde se trabaja es un terreno nuevo habilitado para la experimentación se tuvo presencia de malezas en gran cantidad tanto de hoja ancha y hoja angosta, para lo cual se realizó un control manual y químico, el tratamiento químico con herbicida GALANT Ingr. Activo (Haletil oxilop-R-metil ester) que es un herbicida selectivo post emergente sistémico para control de gramíneas anuales y perennes, también se aplicó herbicida PIVOT Ingr. Activo (Imazethapir) que es un herbicida especial para hoja ancha selectivo para leguminosas post emergente y con acción residual (Vea foto 10).

<b>PRODUCTO</b>	<b>FECHA</b>
GALANT	5 – XI–16
PIVOT	25 – XI–16
GALANT	2 – II–17

#### **3.7.4.8. Fertilización**

Para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo se aplicó abono orgánico estiércol de chiva.

<b>PRODUCTO</b>	<b>FECHA</b>
Estiércol(Chiva)	10 – IX–16
Estiércol(Chiva)	17 – VIII–17

#### **3.7.4.9. Identificación de plagas**

Se realizó una identificación visual en cuanto a la respuesta de las variedades de alfalfa a plagas y enfermedades que se presentaron en todo el periodo de evaluación del cultivo. En todo el periodo de experimentación no se presentaron ninguna plaga o enfermedad que pudiera afectar el cultivo.

#### **3.7.4.10. Corte de limpieza**

Se realizó el corte de limpieza en fecha 7 de junio del 2017, realizando el corte a 10cm de altura y eliminación de todas las malezas presentes.

#### **3.7.4.11. Registro de variables respuesta**

La recopilación de datos se realizó desde la siembra hasta la cosecha según las variables respuestas propuestas. Las mediciones se efectuaron en un total de 30 plantas o partes de plantas extrayendo 10 plantas de cada unidad experimental, siguiendo las normas y recomendaciones de Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales UPOV TG6/5.

#### **3.7.4.12. Registro de número de plantas establecidas por metro cuadrado**

Se registró este dato a los 10 meses de la siembra, para determinar este parámetro se realizó el conteo de las plantas existentes por metro cuadrado, obteniendo una media de tres repeticiones por cada unidad experimental y de la misma manera en los tres bloques (*Vea foto 12*).

#### **3.7.4.13. Registro de número de tallos por planta**

En los tres bloques a partir de 10 plantas tomadas al azar por cada unidad experimental, se registró este dato el 10 de octubre del 2017. Al respecto Meneses, 2007 citando a Undersander señala que a densidad de tallos es el mejor estimador del rendimiento y este puede ser un parámetro para decidir cuándo un alfalfar baja su rendimiento.

#### **3.7.4.13. Observación días de inicio de floración**

El inicio de registro de esta variable respuesta fue a partir del 5 de octubre del 2017, observando cada unidad experimental tomando la fecha en que cada una de las variedades iniciaba su floración respectivamente.

#### **3.7.4.14. Altura de planta y longitud del tallo más largo**

Previa a la ejecución del corte, se realizó la medición de estas variable respuestas inmediatamente después que haya cumplido el 10% de floración cada unidad experimental; considerando para altura de plantas desde la base de la planta hasta la altura promedio de los tallos en general; y para la altura del tallo más largo desde la base y hasta la altura máxima extendiendo el tallo incluyendo la inflorescencia completamente abierta, esto considerando 10 plantas por unidad experimental.

#### **3.7.4.15. Cosecha**

Se realizó el primer corte de cosecha cuando cada unidad experimental alcanzó el 10% de floración, que es el momento adecuado en que la planta tiene un equilibrio en producción y calidad nutritiva, esto a partir del 17 de octubre del 2017.

#### **3.7.4.16. Rendimiento materia verde**

De un total de 10 plantas recolectadas por cada unidad experimental, tomando como requisito para el corte el indicador de 10 % de floración en cada unidad experimental (*Vea foto 15*), se realizó el pesaje inmediatamente después del corte.

A partir de estas 10 plantas recolectadas por cada unidad experimental y con el dato de plantas por metro cuadrado, se realizó el cálculo por hectárea. Hacer notar que debido

a que existen diferencias significativas en plantas por metro cuadrado y a efecto de tener resultados más precisos se estandarizo esta variable respuesta, calculando así a 30 pl/m<sup>2</sup> que es el número estándar de plantas a lograr según Bobadilla (2002) para este tipo de siembra. La fórmula para el cálculo de kg/Ha/Mv es:

$$Kg/Ha/Mv = \frac{\text{Peso de Mv de plantas recolectadas(Kg)} * \text{Plantas por m}^2 \left(35 \frac{\text{pl}}{\text{m}^2}\right)}{\text{Numero de plantas recolectadas}(10)} * \text{Sup. (10 000 m}^2 = 1\text{Ha)}$$

#### **3.7.4.17. Rendimiento materia seca**

A partir de la muestra de materia verde se realizó el secado correspondiente en bandejas al aire libre bajo cubierta de malla media sombra, secando las muestras hasta obtener un peso constante, que se alcanzó a partir de los 7 días(Vea foto 17). El rendimiento en materia seca (RMS) es el rendimiento real; para el cálculo de la materia seca en porcentaje empleamos la siguiente formula:

$$\%M.S. = \text{Peso Materia Seca.} / \text{Peso Materia Verde.} * 100.$$

#### **3.7.4.18. Relación hoja/tallo en materia seca**

La relación hoja/tallo es un indicador de la calidad del forraje por ello es importante determinar la relación de H/T, la hojas es la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química durante el avance de su madurez fisiológica (INTA 2001).

De una muestra de 10 plantas por unidad experimental de materia seca se realizó la separación las hojas y tallos para luego realizar el pesaje y obtener la relación hoja/tallo aplicando la fórmula:  $RHT = \frac{\text{Peso hoja}}{\text{Peso tallo}}$ . Este dato indica la proporción de hoja y de tallo que se encuentra en la planta. Los números menores a 1 indica que existe mayor proporción de tallo que hoja, el 1 nos indica que hay igual proporción hoja y tallo y los resultados mayores a 1 nos indican que hay mayor proporción de hoja que de tallo. Asimismo se realizó el cálculo en porcentaje.

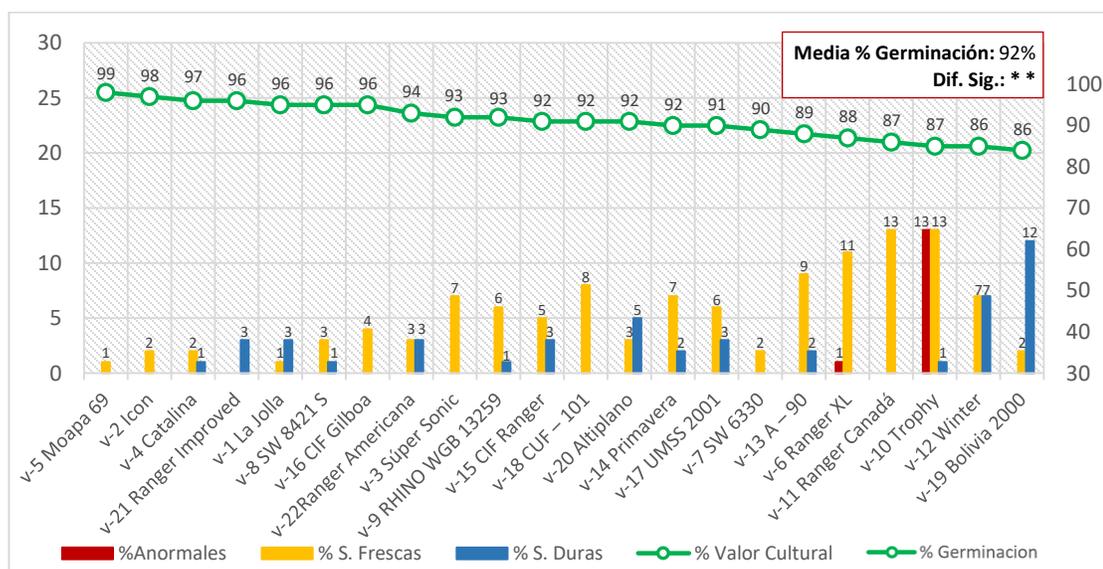
## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Durante el periodo de evaluación, el cultivo mostro comportamientos aceptables, asumiendo como principales desventajas para el establecimiento del ensayo, la presencia de maleza, para lo cual se hizo el control respectivo de modo que el cultivo mostro un desarrollo y crecimiento normal en su totalidad, sin presentar ningún síntoma de estrés, enfermedad o plaga, permitiendo cualificar todas variables respuesta presentadas. Concluyendo así el trabajo de investigación con éxito, cumpliendo con los objetivos propuestos.

#### 4.1. Análisis de semillas

Los resultados del análisis muestran un porcentaje de germinación superior a 86%, cumpliendo así de esta manera con las normas UPOV TG6/5 para realización de pruebas experimentales en alfalfa. El análisis de varianza Fisher ( $p \leq 0,01$ ) muestra que existen diferencias altamente significativas entre variedades (Apendice 1). La (fig. 5) muestra en porcentaje promedio semillas frescas, duras y anormales, porcentaje de germinación y el valor cultural:  $[\% \frac{\% \text{pureza} + \% \text{germinación}}{100}]$ ; por otro lado hacer notar que el porcentaje de pureza en todas las variedades es de 99%.



**Figura 5:** Resultados en porcentaje promedio de: semillas anormales, semillas frescas, semillas duras y en línea valor cultural y porcentaje de germinación.

## 4.2. Hábito de crecimiento

La (tabla 10) nos muestra cómo expresa su fenotipo cada variedad en cuanto a hábito de crecimiento, en general hay correlación con lo que menciona Basigalup (2007), respecto a que el porte de la planta es más tendiente a erecto a medida que su latencia invernal es menor; esto se evidencio en el presente ensayo, a excepción de las variedades Cif Gilboa y Altiplano que son variedades con latencia invernal, sin embargo presentan un porte erecto.

**Tabla 10:** Hábito de Crecimiento o Porte de cada variedad.

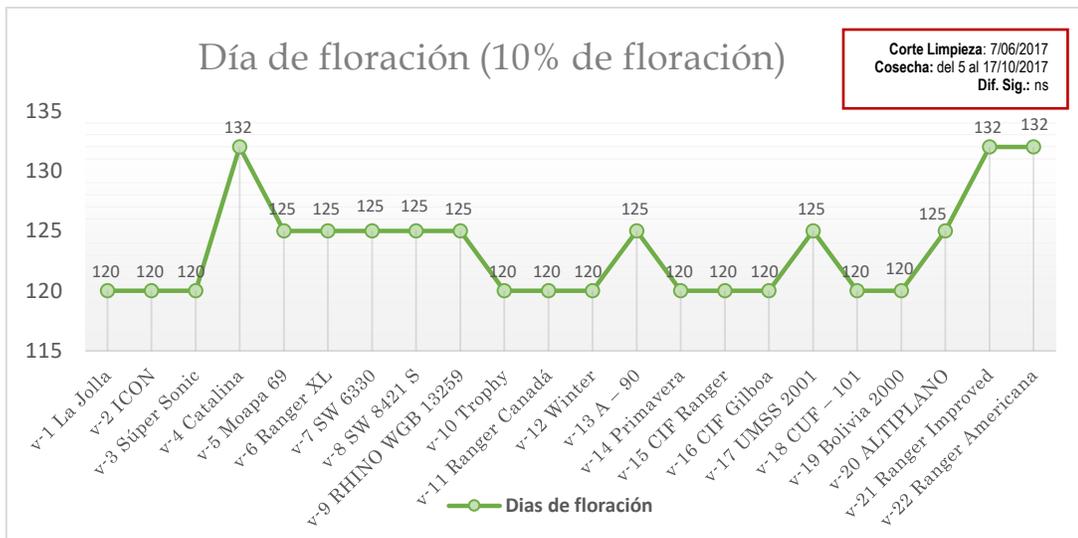
Postrado			Semierecto			Postrado		
V	Variedad	GLI	V	Variedad	GLI	V	Variedad	GLI
9	RHINO WGB 13259	3	6	Ranger XL	4	1	La Jolla	8
			10	Trophy	4	2	ICON	6-7
			11	Ranger Canada	Int	3	Super Sonic	9
			13	A – 90	9	4	Catalina	9
			14	Primavera	6	5	Moapa 69	7-8
			17	UMSS 2001	Sin	7	SW 6330	6
			21	Ranger Improved	Int	8	SW 8421 S	8
			22	Ranger Americana	4-6	12	Winter	8
						15	CIF Ranger	Int.
						16	CIF Gilboa	Con
						18	CUF – 101	9
						19	Bolivia 2000	Int.
						20	Altiplano	Con

**GRADO DE LATENCIA INVERNAL (GLI):** 1 a 3 con latencia invernal (Con); 4 a 6 Con latencia intermedio (Int); 7 a 9 sin reposo o latencia (Sin); 10 a 11 extremadamente sin latencia invernal.

## 4.3. Día de floración

La (figura 6) nos muestra el día en que cada una de las variedades alcanzo el 10% de floración para el primer corte de cosecha del ciclo agrícola del primer año de producción, realizando el conteo de días a partir del corte de limpieza. La diferencia entre la variedad que en menos días alcanza la floración y el más tardío es de 12 días, las mismas no son significativas según el análisis de varianza Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

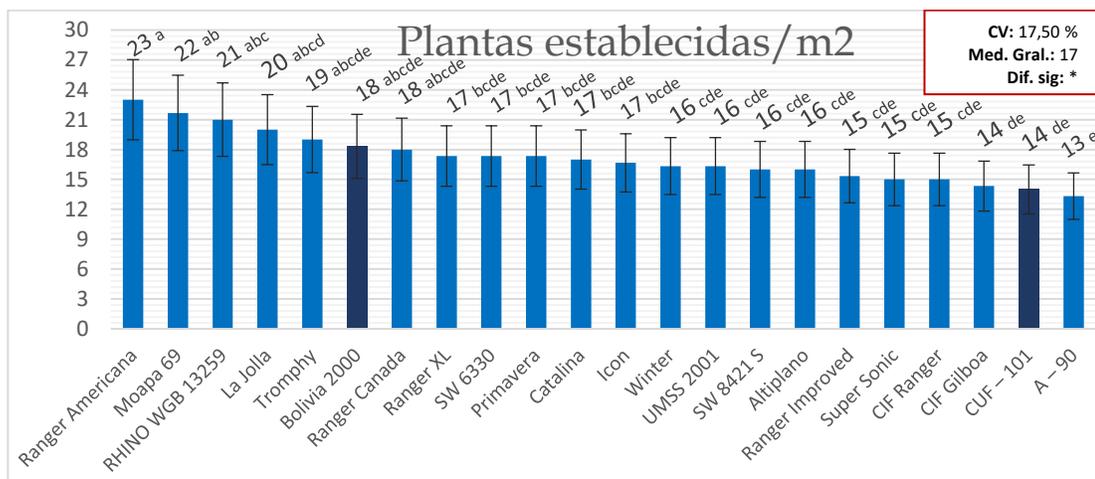
Haciendo una correlación entre el grado de latencia invernal y los días de floración, se evidencio, que las variedades en menos días llegan a alcanzar el 10% floración, son las sin latencia invernal, y lo opuesto en las variedades con latencia invernal a excepción de la variedad sin latencia invernal Catalina que alcanzando el 10% de floración a los 132 días.



**Figura 6:** Día en que cada variedad alcanzo el 10% Floración

#### 4.4. Plantas establecidas por metro cuadrado

Se muestra una diferencia de 10 plantas en relación con la variedad de mayor número (Rang. Americana con 23/pl/m<sup>2</sup>) y la variedad de menor número (A-90 con 13/pl/m<sup>2</sup>), las mismas son diferencias significativas según el análisis de varianza de Fisher ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 7). Por lo mencionado anteriormente, hacer notar que para el cálculo de rendimiento en MV y MS, al no existir diferencias significativas en tallos/planta, se ajustó este parámetro (pl/m<sup>2</sup>) a un solo número: 30 pl/m<sup>2</sup> que es el número estándar de plantas a lograr según Bobadilla (2002) para este tipo de siembra.



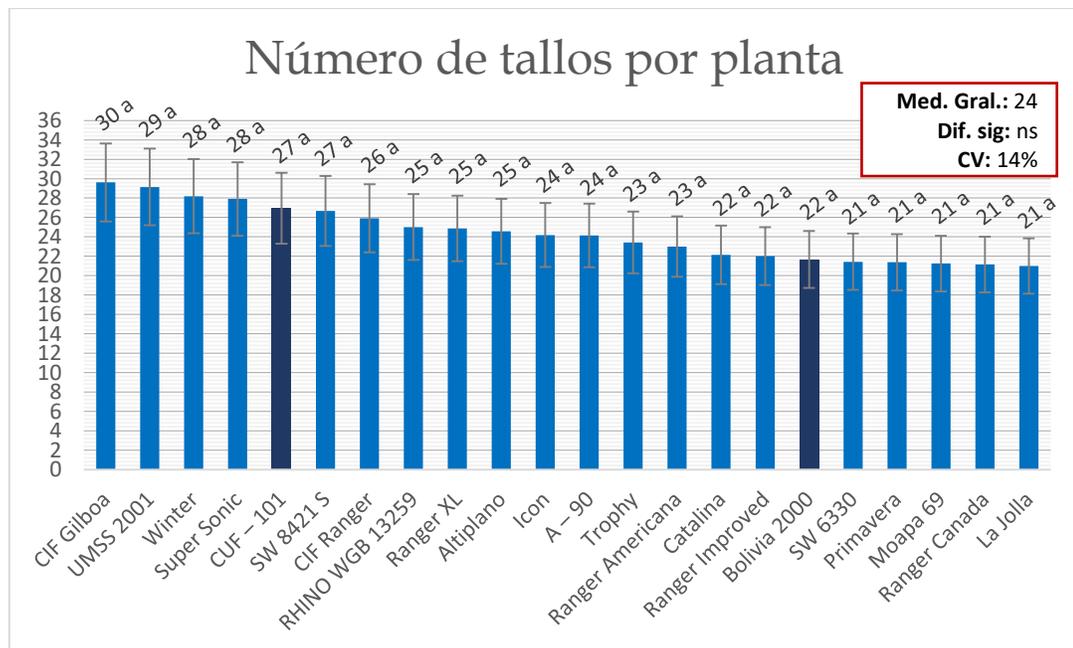
**Figura 7:** Plantas establecidas por m<sup>2</sup> (promedio en orden decreciente).

Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \* =si existen diferencias significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.5. Número de tallos por planta

El análisis de varianza Ffisher ( $p \leq 0,05$ ) indica que las diferencias existentes entre variedades para este parámetro no son significativas. (Figura 8).

En comparación con los resultado expuestos por Zamora (1996) en (San Luis/Cercado/Tarija) sembrada a una similar densidad, muestra resultados mayores con una diferencia de 17 y 18 tallos/planta para Bolivia 2000 y CUF 101, respectivamente; las mismas se puede deducir que es el reflejo de como expresa su fenotipo la planta bajo diferentes condiciones de suelo.



**Figura 8:** Número de tallos por planta

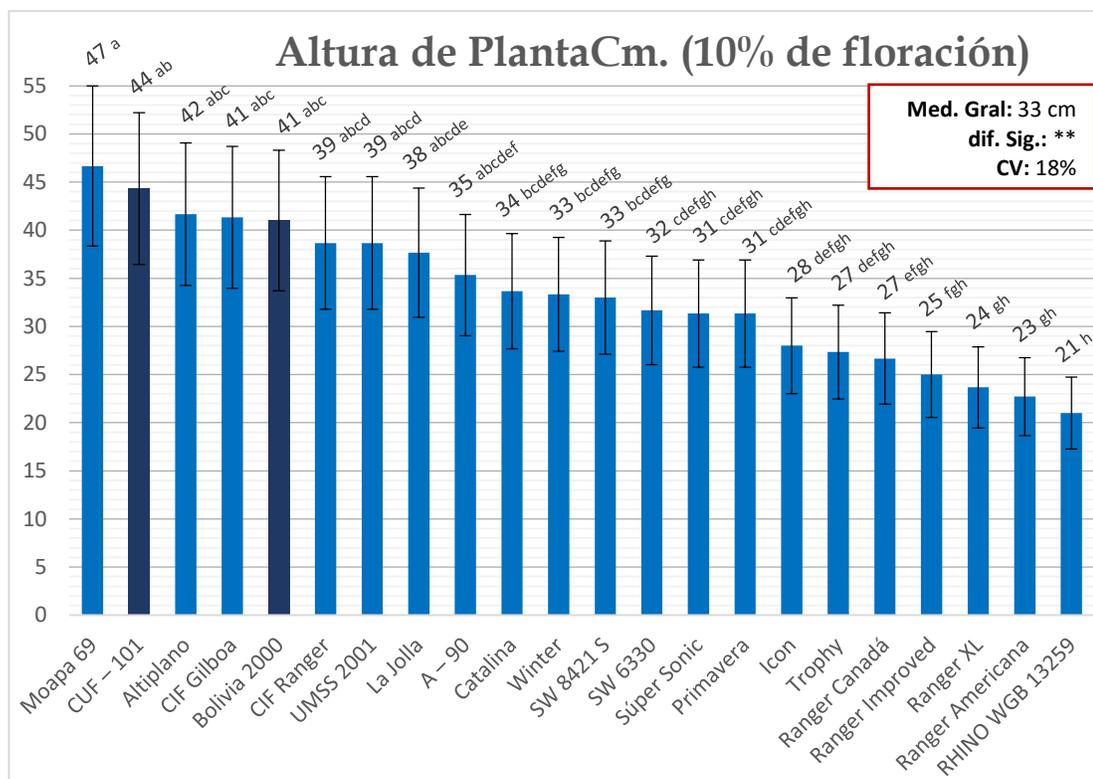
Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: ns = no existen diferencias significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6. Altura de planta

Las variedades con mayor altura en orden decreciente están: Moapa 69, CUF 101 y Altiplano estas variedades en el campo demostraron una diferencia apreciable a simple vista con una altura superior a las demás. Las de menor altura en orden creciente están: RhinoWGB 13259, Ranger Americana, Ranger XL, estas mostraron una menor altura y un crecimiento más tendiente a postrado. Según el análisis de varianza Fisher existe

diferencias altamente significantes a un nivel de significancia de ( $p \leq 0,01$ ) entre variedades (Figura 9).

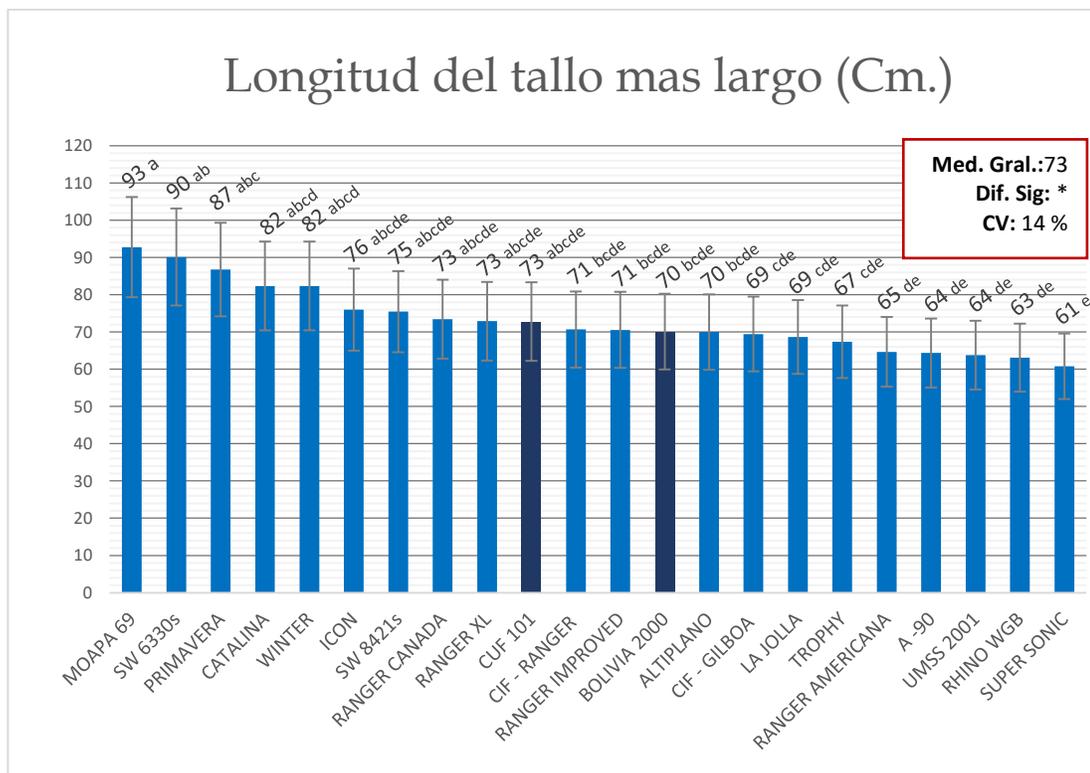
A excepción de las variedades Altiplano, CIF Gilboa las variedades que mayor altura presentan son las del grupo Sin Latencia Invernal seguido de las variedades del grupo con Latencia Invernal Media y del grupo con latencia invernal.



**Figura 9:** Altura promedio de planta al 10% de floración, Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \* \* =si existen diferencias altamente significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,01$ ).

#### 4.7. Longitud del tallo más largo:

Las diferencias entre variedades para esta variable respuesta son significativas, según el análisis de varianza Fisher ( $p \leq 0,05$ ); la variedad con mayor longitud de tallo más largo es Moapa 69 con 93cm y la de menor longitud: Súper Sonic con 61cm (figura 12). Se observa que no existe relación entre la altura de planta y longitud del tallo más largo (comparar fig. 9 y fig.10).

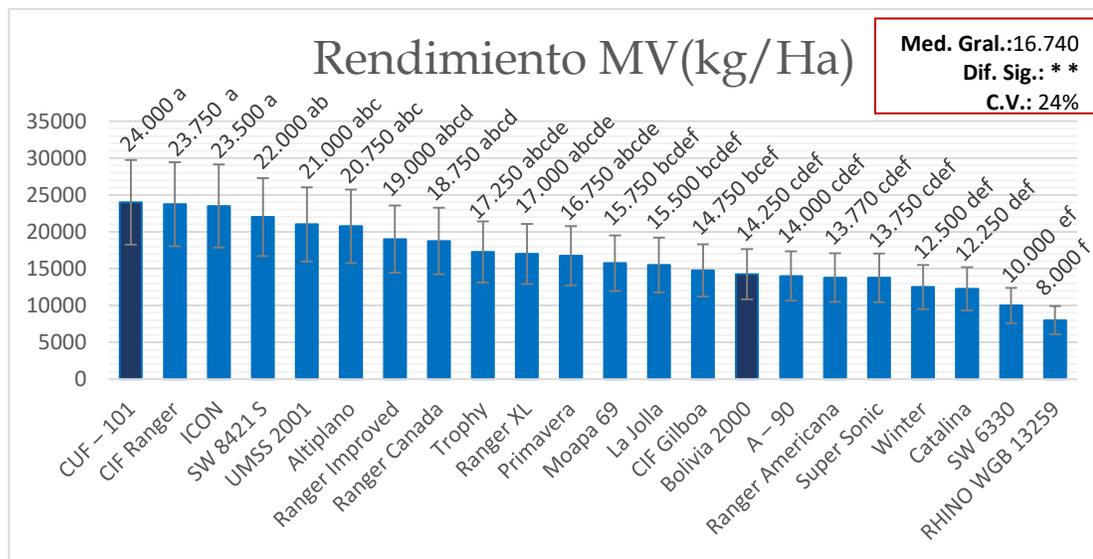


**Figura 10:** Longitud del tallo más largo al 10% de floración. Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \* =si existen diferencias significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.8. Rendimiento biomasa: Materia Verde

Según el análisis de varianza Fisher a un nivel de significancia de ( $p \leq 0,01$ ), las diferencias de rendimiento en materia verde entre variedades son altamente significativas. Se observa así una diferencia de 16.000 Kg entre el mayor y el menor rendimiento. El más alto rendimiento se da en la variedad CUF-101 con 24.000 Kg/MV/Ha, no diferenciando estadísticamente según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ) con las variedades: CIF Ranger, Icon, SW8421s, UMSS 2001, Altiplano, Rang. Improved, Rang. Canada, Trophy, Rang. XL y Primavera; por otro lado se tiene a Rhino wgb13259 con 8.000 Kg/MV/Ha como la variedad con el más bajo rendimiento, no diferenciando estadísticamente según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ) con las variedades: SW6330, Catalina, Winter, Super Sonic, Ranger Americana, A-90, Bolivia 2000, CIF Gilboa, la Jolla y Moapa 69. En promedio para este primer corte se tiene un rendimiento de: 16.740 Kg/MV/Ha.(Figura 11).

Comparando los rendimientos obtenidos en el presente ensayo de las variedades testigo con los resultados expuestos por Zamora (1996), estos muestran un rendimiento en un 25% mayor en Bolivia 2000 y un 9.6% menor en CUF-101. En ambos casos se evidencia la variación de como expresa su fenotipo la planta en diferentes condiciones de clima y suelo.



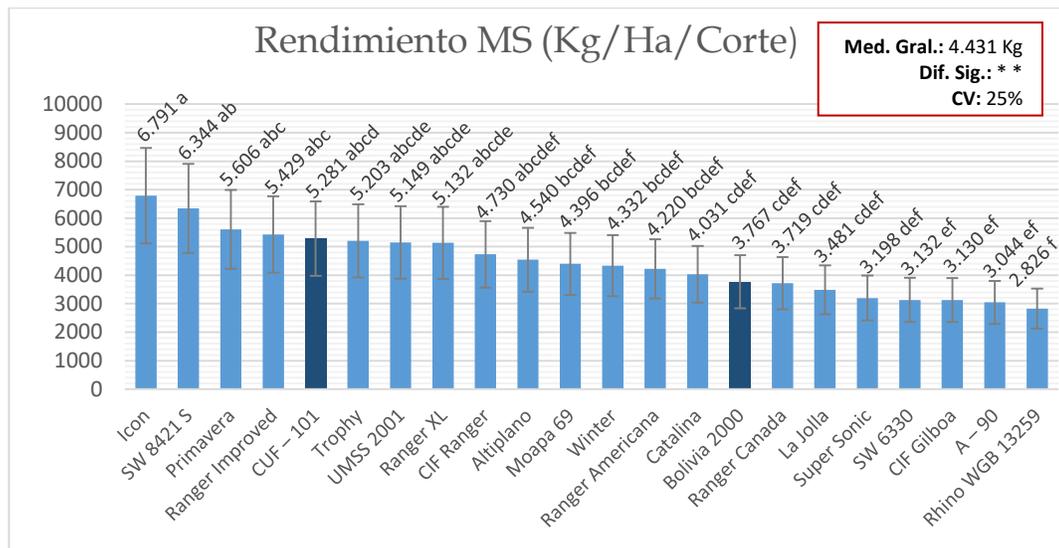
**Figura 11: Rendimiento de Biomasa: Materia Verde expresado en Kg/Ha/Corte**  
 Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \*\* = si existen diferencias altamente significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,01$ ).

#### 4.9. Rendimiento biomasa: Materia Seca

El análisis de varianza Fisher a un nivel de significancia de ( $p \leq 0,01$ ), muestra que las diferencias de rendimiento en materia seca entre variedades son altamente significativas. El más alto rendimiento se da en la variedad Icon con 6.791 Kg/MS/Ha, no diferenciando estadísticamente según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ) con las variedades: SW8421s, Primavera, Rang. Improved, Cuf-101, Trophy, UMSS 2001, Rang. XL y CIF Ranger; por otro lado se tiene a Rhino wgb13259 con 2.826 Kg/MS/Ha como la variedad con el más bajo rendimiento, no diferenciando estadísticamente según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ) con las variedades: A-90, CIF Gilboa, SW6330, Super Sonic, la Jolla, Rang. Canada, Bolivia 2000, Catalina, Rang. Americana, Winter, Moapa 69, Altiplano CIF-Ranger; observando así una diferencia de 3.965 Kg entre el mayor y el menor

rendimiento. En promedio se tiene un rendimiento de: 4.431 Kg/MS/Ha. para este primer corte (Figura 12).

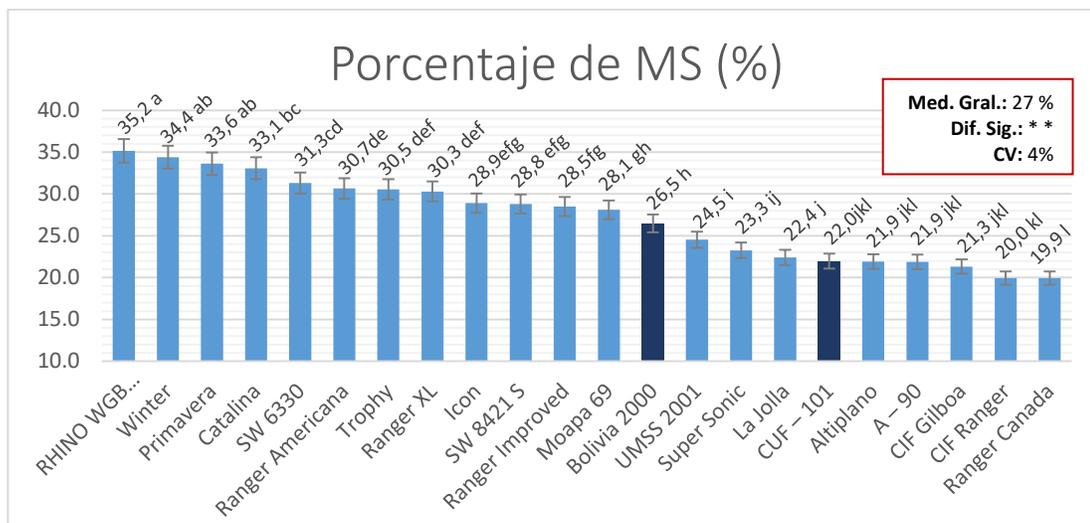
Comparando los rendimientos obtenidos en el presente ensayo de las variedades testigo con los resultados expuestos por Zamora (1996), estos muestran un rendimiento en un 4% mayor en Bolivia 2000 y un 2% menor en CUF-101. En ambos casos se evidencia la variación de como expresa su fenotipo la planta en diferentes condiciones de clima y suelo.



**Figura 12:** Rendimiento en Materia Seca expresado en kg/Ha/Corte  
 Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \*\* = si existen diferencias altamente significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,01$ )

#### 4.9.1. Porcentaje de Materia Seca.

El análisis de varianza Fisher a un nivel de significancia de ( $p \leq 0,01$ ), muestra que las diferencias de porcentaje de materia seca entre variedades son altamente significativas. La variedad RHINO WGB 13259 presenta un porcentaje de MS mayor a las demás con un 35,2% y la variedad Ranger Canadá el menor porcentaje con un 19,9% de MS. En correlación con el GLI se observa que las variedades que más alto porcentaje de MS presentan son las del grupo LIM seguido de SLI y CLI a excepción de Rhino WGB 13259. Comparando las variedades testigo, Zamora (1996) expone un 25,2 % para Bolivia 2000 y 24,4% para CUF-101.



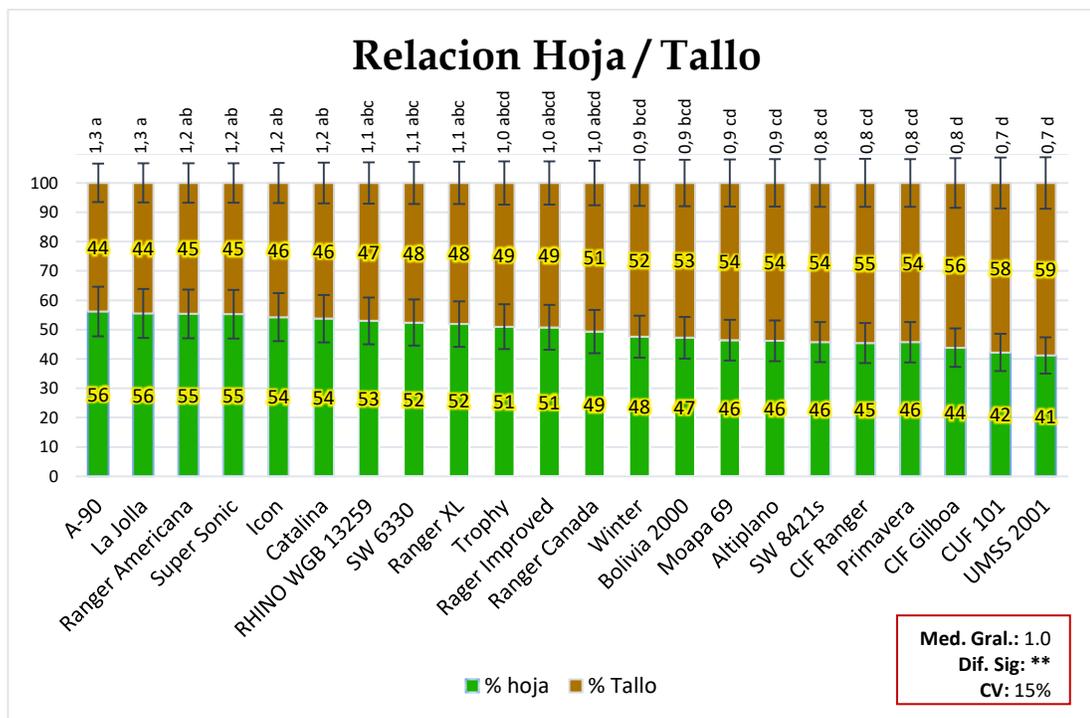
**Figura 13:** Porcentajes de Materia Seca por variedad

Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \* \* = si existen diferencias altamente significativas según prueba de ANOVA Fisher ( $p \leq 0,01$ ).

#### 4.10. Relación hoja/tallo

La relación hoja/tallo es un indicador de la calidad del forraje, por ello, se debe tener muy en cuenta al momento de elegir una variedad, las hojas es la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química durante el avance de su madurez fisiológica (INTA, 2014).

Los datos superiores a uno indican una mayor proporción de hoja que de tallo, el 1 indica igual proporción y valores menores a uno indican que existe mayor proporción en tallo que de hoja. De los datos obtenidos se observa que las variedades: [Trophy, Ranger Improved, Ranger Canada] tienen la misma proporción de hoja que de tallos. La variedad que mayor proporción de hoja presenta es A-90, con mayor proporción de tallo es la variedad UMSS 2001. Las demás variedades la relación se acerca a 1 (Figura 14). Según el análisis de varianza Fisher ( $p \leq 0,01$ ) las diferencias son significativas. Haciendo una correlación con la altura de planta se evidencia que esta influye en la relación H/T, a mayor altura se presenta menor relación H/T, a excepción de las variedades Jolla y A-90



**Figura 14: Relación Hoja/Tallo**

Valores superiores a 1,0 indican mayor proporción en MS de hoja que de tallo y lo opuesto en valores menores a 1,0, igual proporción de hoja y tallo indica 1,0. Valores unidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Líneas sobre las barras corresponden al coeficiente de variación de la media. Dif. sig: \* = si existen diferencias altamente significativas según ANOVA Fisher ( $p \leq 0,01$ )

#### 4.11. Comparación de las variedades testigo con rendimiento de MS obtenidos en otros ensayos

Los rendimientos de materia seca varían según el manejo del cultivo, tipo de suelo estaciones del año (Meneses, R. *et al*, 2007). A esto le podemos sumar la altura sobre el nivel del mar, temperatura, precipitación, variedad, grado de latencia invernal, preparación, fertilización y profundidad del suelo. En comparación con los resultados obtenidos en el presente ensayo con las variedades Bolivia 2000 y CUF-101, la tabla 11 muestra los resultados expuestos en otras pruebas experimentales de variedades y algunas características del suelo y de clima

**Tabla 11:** Comparación de rendimiento MS de las variedades testigo, con resultados expuestos en otros ensayos

	MS TM/HA/Corte	Dif. en %	Caract. Físicas				Caract. Químicas				Temp.Med. °C	Lugar	Autor
			Textura	A(%)	L(%)	Y(%)	pH	MO%	P(ppm)	K meq/100g			
BOLIVIA 2000	4,50	> 19%	YF	27,75	39,25	33,00	7,28	2,68	9,1	0,57	18,71	San Luis/Cercado/Tarija/Bolivia LS: 21°33' LO: 64°43' 1859 msnm	(1)
	4,82	> 28%	FA-FL	42	40	18	7,51	2,64	14,7	1,02	-	Caracollo/Cercado/Oruro/Bolivia LS: 17°31'41" LO: 67°14'02" 3830 msnm	(2)
	3,92	> 4%	YF	32,50	31,00	36,50	5,79	1,66	7,50	0,32	11	campanario/Mendez/Tarija/Bolivia LS :21° 59' LO:64° 59' 3480 msnm	(5)
	3,77	100%	Y	18,50	37,87	43,63	5,88	3,72	4,36	0,17	17	Chaguaya/Arce/Tarija/Bolivia LS :21° 53' 39" LO:64° 49' 37" 2042 msnm	(3)
CUF 101	5,28	100 %	Y	18,50	37,87	43,63	5,88	3,72	4,36	0,17	17	Chaguaya/Arce/Tarija/Bolivia LS :21° 53' 39" LO:64° 49' 37" 2042 msnm	(3)
	5,29	> 2%	YF	27,75	39,25	33,00	7,28	2,68	9,1	0,57	18,71	San Luis/Cercado/Tarija/Bolivia LS: 21°33' LO: 64°43' 1859 msnm	(1)
	2,60	< 49%	FYA	47	27	26	7,1	2,41	13,4	1,82	10,1	Viacha/Ingavi/La paz/Bolivia LS: 16°37' LO: 18°23' 3850 msnm	(4)

A=Arena  
L=Limo  
Y=Arcilla  
FA=Franco arenoso  
FYA= Franco arcilloso arenoso  
FL=Franco limoso  
YF=Franco arcilloso

(1) Zamora, S. 1996  
(2) Meneses, R. *et al.*, 2007  
(3) Copa R. 2018  
(4) Torrez M. 2010  
(5) Llanos F. 1998

(Elaboración Propia)

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones:**

Para el periodo y bajo las condiciones de clima y suelo en el que se llevó la evaluación, se establecen las siguientes conclusiones:

Las diferencias de rendimiento entre tratamientos en materia verde y materia seca, según el análisis de varianza Fisher ( $p < 0,01$ ), se reconocen como diferencias altamente significativas. El rendimiento promedio de las 22 variedades en materia verde fue 16.740 kg/Ha/Corte y en materia seca 4.431 kg/Ha/Corte.

Por las diferencias estadísticamente superiores de rendimiento en MS, se acepta la hipótesis planteada para Bolivia 2000 solo con las variedades: Icon y SW8421s. Se rechaza la hipótesis planteada para la variedad CUF-101, dado que, las variedades evaluadas presentan un rendimiento estadísticamente igual o inferior a esta.

En materia verde, los rendimientos estadísticamente superiores al resto, en orden decreciente se dan en las variedades: CUF-101, CIF-Ranger, Icon, SW8421s, UMSS2001 y Altiplano, Rang. Improved, Rang. Canada Trophy, Rang. XL, y Primavera. Del mismo modo en materia seca se dan en: Icon, SW8421s, Primavera, Rang. Improved, CUF-101, Trophy, UMSS2001, Ranger XL y CIF Ranger.

Según el análisis de varianza Fisher ( $p < 0,01$ ), existen diferencias altamente significativas entre variedades para las variables: porcentaje de germinación, altura de plantas, porcentaje de materia seca y relación hoja/tallo; diferencias significativas Fisher ( $p < 0,05$ ) para las variables: plantas establecidas por metro cuadrado y longitud del tallo más largo; diferencias no significativas para las variables: día de floración, número de tallos por plantas. Estas diferencias indican como expresa su genética cada variedad en particular, en este tipo de suelo y clima.

En este primer corte las variedades que más alto porcentaje de MS presentan son las del grupo LIM, seguido de SLI y CLI a excepción de Rhino WGB 13259.

La variedad Rhino WGB 13259, presenta el más bajo rendimiento en MS y MV, no obstante, esta muestra una numerosa cantidad de pequeñas hojas y un buen número de tallo por planta; esta variedad posiblemente no mostro todo su potencial por el tipo del suelo o por el grado de latencia invernal.

Diferenciando por grados de latencia invernal, los más altos rendimientos se dan en: Icon (Con Latencia Invernal Media), SW8421s (Sin Latencia Invernal) y Altiplano (Con Latencia Invernal) con 6.791; 6.344 y 4.540 Kg/ms/Ha/Corte respectivamente. Solo las diferencias entre Icon y Altiplano son estadísticamente significativas, las demás comparaciones no difieren estadísticamente, según prueba Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

La altura de planta influye en la relación hoja/tallo, se concluye que a mayor altura de planta menor proporción de hojas, por lo tanto, menor cantidad de proteínas.

A excepción Cif Gilboa y Altiplano, las variedades muestran un habito de crecimiento más tendiente a erecto a medida que su latencia invernal es menor.

Las variedades que en menor número de días llegaron al 10% de floración son las variedades sin latencia invernal, y lo inverso en las variedades con latencia invernal, a excepción de la variedad Catalina, sin embargo, la diferencia de días (12días) no son significativa según prueba Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

Durante el periodo experimental, bajo a las condiciones presentadas, ninguna de las 22 variedades evaluadas mostro algún síntoma o signo de enfermedad o plaga.

## **5.2. Recomendaciones**

Si se cuenta con riego, la siembra deberá realizarse en otoño, ya que de este modo, el control de malezas será más factible, y el cultivo estará ya establecido para la época de mayor producción que es en primavera y verano. De no ser posible la siembra en otoño, la presencia de malezas deberá ser erradicada antes de la siembra, ya que en este ensayo fue el que más inversión de tiempo y trabajo demandó.

Para obtener datos precisos y reducir el error al mínimo, este tipo de ensayos se deberá lograr o buscar un lugar donde el suelo sea lo más homogéneo posible en profundidad y caracteres físico-químicos.

Para llegar a conclusiones más certeras y profundizar en la investigación, encargo continuar con la evaluación del experimento a lo largo de 3 años por lo menos, y además tomar más variables como tallos por metro cuadrado, persistencia y parámetros de calidad nutricional mediante análisis bromatológicos.

Para la elección de una determinada variedad no se deben utilizar los datos de un solo año, dado que no hay suficiente certeza sobre cómo cada variedad se comporta año tras año