

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 8

FECHA miércoles, 14 de diciembre de 2016

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Seccional Ubaté
DOCUMENTO	Tesis
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Administración de Empresas

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Cárdenas Garzón	Liliana Omaira	1.075.664.500

Director(Es) del documento:

	MACROPROCESODE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 8

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
González Uribe	René Adolfo

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche

SUBTITULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Administrador Agropecuario

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)
24/11/2016	67

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Usar como mínimo 6 descriptores)	
ESPAÑOL	INGLES
1.Comida	Food
2.Alternativa	Alternative
3.comportamiento	Behavior
4.Mitigacion	Mitigation
5.Costo	Cost
6.Rentabilidad	Cost Effectiveness

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

	MACROPROCESODE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 8

Este trabajo tiene como objetivo la revisión bibliográfica de investigaciones sobre los bancos proteicos como alternativa alimenticia en rumiantes. En el estudio se evalúa también su comportamiento productivo en bovinos, también se evalúa como coadyuvante en la mitigación del estrés calórico, cuyo objetivo es el de mantener la temperatura corporal de los rumiantes. Además facilita la rumia, el ramoneo y el descanso, que son factores primordiales para el bienestar animal y pueden ayudar a obtener mayores ganancias de peso. Otra propiedad de los bancos proteicos es su potencial simbiótico en la fijación y contenido de nitrógeno foliar, tanto radical como nodular, también tiene grandes concentraciones de clorofila. Dentro de los bancos de proteína representan un aporte biológico al suelo ya que aportan nitrógeno ya que los forrajes del municipio presentan un bajo contenido de nitrógeno, ayudan a reducir el estrés calórico que se presentan en las épocas de verano en donde además de ofrecer sombra aportan su follaje donde mitigan las necesidades alimenticias, siendo este uno de los costos de producción más alto para las ganaderías de leche haciendo que la utilidad de la operación disminuya por los elevados costos de los concentrados que se utilizan como suplemento para la alimentación, los productores lecheros no tienen suficiente conocimiento sobre las bondades que ofrecen los bancos proteicos como fuente proteico; si se contara con bancos proteicos en las fincas los beneficios no solo serian productivos; sino que la operación de la actividad aumentaría, la relación costo beneficio de la utilización del banco proteico se refleja en la producción y calidad de leche aumentando así los ingresos.

Con la realización de este estudio se van a dar a conocer los beneficios y la importancia d los bancos proteicos como fuente nutricional en los sistemas de producción de leche y el costo que tiene establecer un banco proteico y determinar la producción de materia seca en un año.

This work aims at the bibliographic review of research on protein banks as an alternative food in ruminants. The study also evaluates its productive behavior in cattle, also evaluated as an adjuvant in the mitigation of caloric stress, whose objective is to maintain the body temperature of ruminants. It also facilitates ruminating, roaming and resting, which are primary factors for animal welfare and can help to gain greater weight gains. Another property of protein banks is their symbiotic potential in the fixation and content of foliar nitrogen, both radical and nodular, also has large concentrations of chlorophyll. Within the protein banks represent a biological contribution to the soil as they provide nitrogen since the forages of the municipality have a low nitrogen content, help reduce the caloric stress that occur in the summer seasons where in addition to providing shade contribute Their foliage where they mitigate the nutritional needs, being this one of the higher production costs for the dairy farms making the utility of the operation diminish by the high costs of the concentrates that are used like supplement for the feeding, the dairy producers They do not have sufficient knowledge about the benefits offered by the protein banks as a protein source; If there were protein banks on farms, the benefits would not only be productive; But the operation of the activity would increase, the cost-benefit ratio of the use of the protein bank is reflected in the production and quality of milk thus increasing income.

With the realization of this study, the benefits and importance of protein banks as a nutritional source in milk production systems and the cost of setting up a protein bank and determining the production of dry matter in a year.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 8

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:

Marque con una "x":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	x	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.		X
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		X
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION: 1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 8

cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de **RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR**, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** NO.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 8

Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo (amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

	MACROPROCESODE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 7 de 8

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia CreativeCommons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia CreativeCommons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche	Texto e imagen
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Cárdenas Garzón Liliana Omaira	<i>Liliana Cárdenas Garzón</i>

IMPORTANCIA DE LOS BANCOS PROTEICOS EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE LECHE

LILIANA OMAIRA CÁRDENAS GARZÓN

Cód.222209204



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÈ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ADMINISTRACION AGROPECUARIA

MONOGRAFIA

UBATÈ

2016

IMPORTANCIA DE LOS BANCOS PROTEICOS EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE LECHE

LILIANA OMAIRA CÁRDENAS GARZÓN

Cód.222209204



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ADMINISTRACION AGROPECUARIA

MONOGRAFIA

UBATÉ

2016

Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche

Monografía de grado

Presentada como requisito para optar al título de

Administrador Agropecuario

En la facultad de ciencias agropecuarias

Universidad de Cundinamarca

Presentado por:

Liliana Omaira Cárdenas Garzón

Dirigida por:

René Adolfo González Uribe

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Importancia de los bancos proteicos	3
2. Descripción botánica y origen de la alfalfa	4
2.1. Importancia de la alfalfa a nivel mundial	5
2.2. Situación de la alfalfa en Colombia.....	8
2.3. Características de crecimiento de la planta de alfalfa	10
2.4. Manejo para el pastoreo.....	12
2.5. Relación hoja tallo	16
2.6. Requerimientos climático y edáficos.....	18
2.7. Requerimientos de agua.....	20
2.8. Suelo	20
2.9. Drenaje del suelo	22
3. Importancia económica	23
4. Frecuencia de corte.....	23
4.1. Altura de corte	23
5. Frecuencia de corte.....	24
5.1. En verde	24
5.2. Ensilado	24
5.3. Henificado.....	24
5.4. Deshidratado	25
5.5. Pastoreo de alfalfa.....	25

	12
6. Valor nutricional	25
7. Bacteria <i>Rhizobium</i>	27
7.1. Características generales	28
7.2. Especies de <i>Rhizobium</i>	29
7.3. Fijación biológica de nitrógeno.....	30
7.4. Potencial de la asociación <i>Rhizobium</i> -leguminosas	30
8. Inoculación	32
8.1. Inoculación artificial de la alfalfa	34
8.2. Beneficios de la inoculación	34
9. Descripción del trébol blanco	35
9.1. Origen.....	35
9.2. Generalidades	35
9.3. Fertilización.....	36
9.4. Ecología.....	36
9.5. Valor forrajero.....	36
9.6. Enfermedades	36
10. Descripción del trébol rojo.....	37
10.1. Origen.....	37
10.2. Generalidades	38
10.3. Fertilización.....	38
10.4. Ecología.....	38
10.5. Valor forrajero.....	38
11. Uso de leguminosas.....	39
11.1. Proceso de fijación de nitrógeno	39
11.2. Leguminosas en asociaciones.....	39
11.3. Leguminosas en bancos de proteína.....	40
11.4. Función de en bancos de proteína	44

11.5. Leguminosas en franja	44
11.6 Beneficios de las leguminosas en praderas asociadas	44
12. Incremento de la calidad del forraje	45
12. 1Productividad por hectárea y rentabilidad	45
13. Protocolo para cultivo de alfalfa	48
13.1. Costo de producción de un kilo de alfalfa.....	48
13.2. Sistemas para la producción de leche.....	48
14. Conclusiones	52
15. Bibliografía.....	53

Lista de Tablas

Tabla 1: Composición de materia seca de las hojas de la alfalfa	24
Tabla 2: Composición de la materia seca de las hojas y los tallos de la alfalfa	25
Tabla 3: Contenido proteico y valor energético de la alfalfa deshidratada	25
Tabla 4: Grupos de inoculación cruzada y asociaciones de Rhizobium-leguminosas	28

Lista de Figuras

Figura 1: Características de crecimiento de la planta de alfalfa	9
Figura 2: Mecanismo de reserva de la planta	10
Figura 3: Evolución del almacenamiento de reserva en raíz y corona.....	12
Figura 4: Evolución de los componentes del forraje de la alfalfa en relación con los estados de madurez	12
Figura 5: Evolución de la producción de materia seca, la digestibilidad del forraje y el consumo animal de alfalfa en distintos estados de madurez	13
Figura 6: Manejo correcto de cortes o pastoreo	14
Figura 7: Cinemática dinámica de formación de un nódulo en la raíz en una leguminosa, causado por Rhizobium	30

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo la revisión bibliográfica de investigaciones sobre los bancos proteicos como alternativa alimenticia en rumiantes. En el estudio se evalúa su comportamiento productivo en bovinos, también se evalúa como coadyuvante en la mitigación del estrés calórico, cuyo propósito es el de mantener la temperatura corporal de los rumiantes. Además facilita la rumia, el ramoneo y el descanso, que son factores primordiales para el bienestar animal y pueden ayudar a obtener mayores ganancias de peso. Otra propiedad de los bancos proteicos es su potencial simbiótico en la fijación y contenido de nitrógeno foliar, tanto radical como nodular, también tiene grandes concentraciones de clorofila. En cuanto a la sabana de Bogotá para los productores de leche; uno de los productos primarios de consumo humano se ven afectados por los altos costo en el mercado de suplementos alimenticios para los animales y se ven obligados a adquirirlos viendo que la relación beneficio costo es inferior a lo invertido para la operación de la actividad esta situación se presenta a causa del desconociendo de la importancia que tienen los bancos proteicos en una finca ya que brindan beneficios nutricionales más elevados que los concentrados adquiridos para la suplementación, en el suelo y en los animales en producción; además ignoran los costos que tiene el establecer los bancos proteicos y la cantidad de forraje que estos producen al año ya que los trabajos publicados en los que sea evaluado el efecto de la leguminosa en bancos de proteína, como suplemento a pastos nativos según Norman y Stewart (1967) permiten demostrar no solo los beneficios económicos sino los que se general al medio ambiente.

Uno de los principales problemas que afronta la ganadería especialmente la de leche, es la producción en la época seca de alimentos para el ganado, en cuanto a cantidad, calidad; según lo expuesto por Holguín (2005). Los ganaderos en épocas de sequia se ven afectados por la falta de forrajes convirtiéndose en un factor fundamental el manejo de la alimentación

debido a la baja oferta, cantidad y proporción de nutrientes, buscando mantener o alcanzar mejores niveles de producción con el fin de reducir costos de producción y mejorar constantemente la eficiencia de la utilidad del ejercicio.

REVISION LITERARIA

1. Importancia de los bancos proteicos

Debido a que la ganadería está basada en pastoreo se dieron los mayores cambios en los paisajes rurales en el continente americano y es reconocida como un proceso de enormes repercusiones ambientales y sociales (McAlpine *et al*, 2009). En América tropical los agroecosistemas han llegando a ocupar entre el 60-80% del área territorial de muchos países como Brasil, Venezuela, Chile, Colombia y Estados Unidos; el incremento de esta actividad se ha hecho sobre la reducción de ecosistemas naturales de bosques tropicales (Murgueitio Y Ibrahim, 2008).

Estos sistemas en los que se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería (Amézquita, 2002). La introducción de leguminosas arbustivas y/o arbóreas que sean tolerantes al verano, se muestra como una alternativa para aliviar deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo durante las épocas de sequía, en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es escasa (Ibrahim y Manetje 1998). La proteína es esencial para el desarrollo y producción del ganado, sin embargo en algunas plantas forrajeras este nutriente se encuentra en cantidades limitadas; tal es el caso de los pastos que en su punto máximo de calidad alcanzan entre el 8% y el 9% de contenido proteico, el cual conforme madura la planta declina hasta un 3% durante la época de verano.

Es importante tener bancos de proteínas en nuestras pasturas que sean altos en proteínas como las leguminosas. Mezclando las gramíneas con las leguminosas nos acercamos mas a una

mejora en nuestra producción sin alimentos balanceados cuyos altos costos hacen menos productivo cada día más son increíbles.

2. Descripción botánica y origen de alfalfa

En el trópico alto se viene utilizando con muy buenos resultados la Alfalfa (*Medicago sativa*), por lo tanto se hará énfasis en esta leguminosa.

La alfalfa es originaria de Irán y Asia Menor y es una de las plantas más utilizadas como forraje en el mundo, con aproximadamente 32,000,000 ha cultivadas; Estados Unidos y Argentina, con 16 millones de ha, tienen la mayor superficie sembrada (Bouton, 2001). Esta especie fue introducida a América del Sur en el siglo XVI, por los portugueses y españoles y en 1870 a Perú, México y Estados Unidos, por misioneros españoles. Desde Finlandia hasta Sudáfrica. Destacado por países como Estados Unidos 32.7% de la superficie Argentina 23.4%: Rusia con el 10.5% y Canadá con el 7.9%. España cultiva el 1% de la superficie mundial. (Muslera y Ratera, 1991).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una planta perenne, de crecimiento erecto, tallo poco ramificado de 60 a 100 cm de altura; tiene hojas trifoliadas, con un pedicelo intermedio más largo que los laterales, folíolos ovalados, generalmente sin pubescencia, con márgenes lisos y bordes superiores ligeramente dentados (Sagarpa, 2008) esta planta varía un poco según la variedad, el medio ambiente donde se encuentre y la temperatura. Los tallos son delgados, sólidos o huecos y la raíz es pivotante y alcanza varios metros de longitud, con una corona, de la cual emergen los rebrotes, que dan origen a los nuevos tallos; las flores son de color azul o púrpura, dependiendo de la variedad (Del Pozo, 1983).

Es una especie forrajera muy importante en la alimentación del ganado en especial de producción lechera. La alfalfa se cultiva en una amplia variedad de suelos y climas. Se adapta a altitudes comprendidas entre 700 y 2800 msnm y se adapta a suelos profundos, bien drenados, alcalinos y tolera la salinidad moderada; sin embargo, su desarrollo es limitado en

pH inferior a 5.0. La acidez provoca que no sobreviva, no soporta el encharcamiento por largos periodos, por lo que se considera una especie muy sensible a la acidez del suelo. El pH crítico para su desarrollo varía de 5-6, debajo del cual es necesario, corregir la acidez del suelo. La temperatura óptima de crecimiento fluctúa entre los 15 y 25 °C durante el día y de 10 a 20 °C en la noche. Por la longitud y profundidad de sus raíces, es resistente a la sequía, ya que obtiene agua de las capas profundas del suelo (Muslera y Ratera, 1991).

Pertenece a la familia de las Fabaceae y tiene un notable consumo de Ca y Mg que de contenerlos el suelo en proporciones suficientes para satisfacer sus requerimientos, es necesario solamente el agregar fertilizantes fosfatados y potásicos (Juncafresca, 1983). La toxicidad por manganeso y aluminio, es una de las causas principales del pobre crecimiento de la alfalfa, afectando el desarrollo de sus raíces. Existe, además, una interacción negativa entre el fósforo y el aluminio, que hace que disminuya la cantidad de fósforo disponible, cuando el contenido de aluminio libre en el suelo es alto (Del Pozo, 1983). Según Soto, Velasco y Arredondo (2004) los suelos ácidos es necesario aplicar cal y P con la finalidad de incrementar el rendimiento de forraje y su persistencia.

La temperatura es una variable ambiental importante, varia su crecimiento e influye en la morfología de la alfalfa, por lo que es considerada una especie de día largo y la floración es mayor en regiones con fotoperiodo superior a 12h según Horrocks y Vallentine (1999).

2.1. Importancia de la alfalfa a nivel global

“La alfalfa es una maravilla de la economía rural y el encanto de los celosos agricultores la principal cualidad se refiere a su alta capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, de hasta 463 Kg./ha/año.” (Delgado 1998).

Se calcula que en un tercio de sus necesidades. Según Vance, Phillips y Palma (1988) 140 millones de toneladas de nitrógeno se obtienen para la actividad simbiótica de los microorganismos con la plantas.

Correspondiendo al 80% de dicha actividad a las leguminosas la alfalfa es una leguminosa que sobresale por su elevada capacidad productiva y alto valor nutritivo, pues llega a superar rendimientos hasta de 450 Kg. De proteína bruta/ha/año. Como lo reporta Delgado (1998) en su estudio es utilizada la alfalfa como forraje para el ganado la cual resulta muy apetecida por su alta gustocidad. También mejora la fertilidad y la estructura del suelo. Sembrada en alternativa con otros cultivos exigentes en nitrógeno. (Delgado 1998). La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la leguminosa forrajera más utilizada en la alimentación del ganado. Su crecimiento, rendimiento de forraje y longevidad dependen en gran medida, del manejo la frecuencia e intensidad de defoliación. (Rivas, López, Castañeda, Hernández, Garay y Perez 2005). La alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mantener el stock, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento en producción individual de leche. Además, se constituye en la base de la oferta forrajera con un forraje de calidad, es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita a los sistemas de alta productividad, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción, bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como el nitrógeno edáfico, sino que, por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo. Por otro lado se encuentra que la capacidad con que una especie produce forraje, representa el balance entre la tasa de crecimiento y la pérdida de tejido por senescencia y descomposición, la cual varía, dependiendo de la época del año; por ello el conocer los cambios en la época del año nos ayuda en la velocidad de crecimiento de las diferentes especies forrajeras, el cual nos permitirá determinar la frecuencia de defoliación con la cual se puede obtener la mayor producción de forraje de alta calidad. (Rivas *et al.* 2005)

Al respecto, algunos autores indicaron que la frecuencia de corte en alfalfa, debe definirse estacionalmente, con base en la velocidad de crecimiento de la planta, para lograr los máximos rendimientos anuales de forraje y mantener su persistencia. (Mendoza, Hernández,

Pérez, Quero, Escalante y Zaragoza, 2010). Conociendo de todos los aspectos más básicos la importancia del cultivo y su historia, es fácil inferir la trascendencia de la necesidad de la producción de semilla y el valor económico y social que ello puede representar para una región.

2.2. Situación de la alfalfa en Colombia

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2004) afirma que Colombia que es un país esencialmente agrícola. A medida que avanza industrialmente y crece su población, se hace más grande la demanda de los productos agrícolas. El 25,7% del territorio arable de Colombia se dedica al cultivo de pastos introducidos y naturalizados. Sin embargo, la mayoría de estos terrenos presentan acidez, toxicidad debida al aluminio, deficiencias de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes, por estas razones se han hecho una serie de estudios para la rehabilitación de estos suelos usando fertilizantes inorgánicos, para ayudar a establecer los cultivos y mejorar la producción, pero el costo de los fertilizantes con frecuencia excede el beneficio que se le pueda sacar al cultivo utilizando esta clase de suelos. (Tovar, 2006).

La alfalfa es un recurso fundamental para la producción agropecuaria en las regiones del mundo por su adaptabilidad, su calidad nutritiva, producción de forraje, hábito de crecimiento, perennidad, plasticidad y capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, la convierten en una especie esencial para muchos sistemas de producción agropecuaria, desde los intensivos a corral que la incluyen en la dieta animal como forraje cosechado y procesado.

En la Sabana de Bogotá existe la necesidad de incrementar la producción de forrajes que de buen rendimiento, con alta calidad nutricional y que podrían ser un aporte al desarrollo de la industria de concentrados de animales. En una investigación Tovar, (2006) se seleccionaron las variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) por su habilidad para mejorar el rendimiento y

estimular la fijación de nitrógeno en esta variedad y el hongo MA *Archaeospora leptoticha* por su habilidad para mejorar el rendimiento y estimular la fijación de fósforo en esta leguminosa. (Tovar, 2006). Colombia no ha realizado mayor investigación información importante para resaltar la producción alfalfa en el país, han sido poco adaptadas por los ganaderos de lecherías especializadas, debido al desconocimiento de las bondades de su uso como estrategia de producción en las fincas. Es importante tener muy en cuenta que cada día las ganaderías especializadas tanto de leche como de carne, están en una búsqueda constante de nuevos conocimientos y tecnologías, que les puedan brindar las herramientas necesarias para llegar a ser más eficientes y competitivas en sus mercados. Esto no lo podemos desconocer en ningún momento y debemos buscar la forma de introducir nuevas tecnologías y ayudas de tipo zootécnico, en este caso de nutrición que nos brinde mejores producciones, rentabilidad y avances científicos con el fin de perdurar en el mercado.

Para las condiciones de Colombia, la planta logra un mejor desarrollo en suelos profundos casi neutros (ph 7), especialmente ricos en calcio, fósforo y potasio, bien drenados, bien aireados, de textura liviana o pesada y poco compacta. Se puede cultivar desde los 1.000 hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar, en zonas con niveles de precipitación de 400 a 1.400 milímetros anuales y con temperaturas de entre 6 a 25 grados centígrados. Se recomienda especialmente, antes de sembrar, un previo análisis de suelos y sujetarse a sus resultados; después de la siembra, aplicar riego cada 7 ó 10 días para que produzca todo el año con varios usos. (Domínguez, 2002). Una vez establecido el cultivo, en los climas cálidos, un primer corte se le debe hacer a los 90 días de la siembra y en las zonas frías a los 120 días. Posteriormente, se pueden hacer cortes cada seis u ocho semanas, teniendo en cuenta cortar antes de que el cultivo alcance la plena floración. Por corte, el cultivo produce hasta 20 toneladas de forraje por hectárea, que en fresco es apetecido por toda clase de ganado, lo

mismo que por los cerdos. Por esto, se le conoce como la reina de las plantas forrajeras. (Domínguez, 2002).

2.3. Características de crecimiento de la planta de alfalfa

La parte aérea de la planta fotosintetiza los componentes necesarios para el desarrollo radicular y vegetativo, constituyendo, al mismo tiempo, la parte aprovechable de la misma.

La eliminación de los tallos y hojas a través de cortes o pastoreos en momentos inadecuados afecta no sólo la producción sino también la persistencia de la alfalfa. Un adecuado manejo de la alfalfa necesariamente se deben conocer las características de su crecimiento y comprender su mecanismo de reservas en las raíces y corona, lo que permitirá mantener plantas vivas y vigorosas a lo largo de los años (Romero, Comerón y Ustarroz 1995). En la parte superior de la raíz, inmediatamente por debajo de la superficie del suelo se desarrolla una estructura que se denomina corona. En esta misma estructura se encuentran las yemas que formarán el rebrote basal, emitiendo tallos principales que son responsables, junto a los secundarios, del rebrote de la planta. En las plantas adultas, los nuevos rebrotes se originan en la base de la corona, dando lugar a tallos vigorosos. Sin embargo, el crecimiento puede continuar también desde las yemas de los propios tallos. En la figura 1 se muestra que el rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Rebuffo, 2005).



Figura 1. Características de crecimiento de la planta de alfalfa (Rebuffo 2005)

El conocimiento sobre cómo evolucionan las reservas en la planta es clave para entender la respuesta productiva ante diversas prácticas de manejo que se le puede dar a la alfalfa. La energía necesaria para iniciar el crecimiento de la alfalfa después de la defoliación y hasta que se genere una adecuada área foliar, proviene de los carbohidratos de reserva o carbohidratos no estructurales (azúcares, almidón y otros compuestos orgánicos), que son almacenados por la planta en las raíces y, en menor proporción, en la corona (Romero *et al.*, 1995).

Estos compuestos son redistribuidos cuando las condiciones de crecimiento lo requieren. Conocer la función que ellos cumplen en los procesos de crecimiento es fundamental para entender la respuesta de la planta a las distintas prácticas de manejo. Los carbohidratos que conforman estas reservas son utilizados para iniciar el nuevo crecimiento de la planta después de cada pastoreo y lograr sobrevivir a condiciones de estrés. Después de cada pastoreo, una vez removida la parte aérea, la alfalfa inicia el nuevo crecimiento desde los rebrotes basales, movilizandando esas reservas de energía almacenadas en las raíces y corona.

Este proceso continúa hasta que el nuevo crecimiento alcanza 15 a 20 centímetros (momento en el que se da el mínimo de reservas en las plantas). En la figura 2 se muestra el punto de crecimiento vigoroso de los tallos y hojas producen suficiente energía para continuar con el crecimiento y comenzar nuevamente el almacenaje de reservas (Rebuffo 2005).

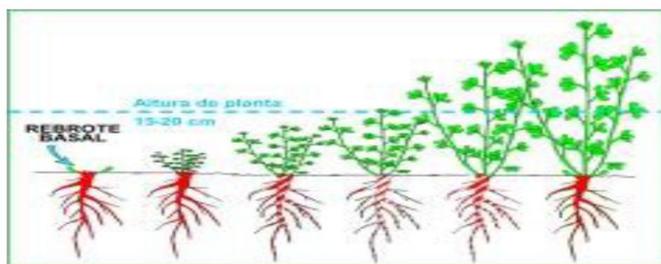


Figura 2. Mecanismo de reserva de la planta (Rebuffo 2005)

2.4. Manejo para el pastoreo

Una adecuada estrategia de pastoreo debe utilizarse para proveer forraje en cantidad y calidad aceptables mientras se mantiene un nivel de reservas suficiente para sostener la productividad y la persistencia del alfalfar.

Este padrón cíclico de almacenaje y utilización a lo largo del ciclo de crecimiento puede representarse claramente. En consecuencia, el momento óptimo para pastorear la alfalfa debería ser determinado por el estado de madurez del cultivo más que por la frecuencia de pastoreo (Rebuffo 2005).

Este manejo fisiológico es probablemente el factor de mayor importancia, afectando el vigor, productividad y persistencia de la alfalfa. Se recomienda recorrer el cultivo periódicamente para observar el inicio del rebrote basal o el inicio de la floración, La floración tiene también sus limitaciones ya que sólo sirve como indicador en determinadas épocas del año y se produce después de no menos de 25 a 30 días de crecimiento activo. Las altas temperaturas disminuyen el número de días requeridos para alcanzar la floración por lo que durante la estación de crecimiento los intervalos entre cortes resultan muy irregulares. Sin embargo, ya que estos parámetros varían dependiendo con las variedades y las condiciones ambientales durante el período de crecimiento. El desarrollo del rebrote basal ayuda a identificar el momento adecuado del pastoreo en las épocas como otoño y el inicio de la primavera que es cuando las plantas no florecen. Por su parte la aparición de botones florales es un claro indicador de la madurez del cultivo en plena primavera y verano. Teniendo en cuenta la figura 3 se ven las variaciones del clima en un crecimiento natural de la alfalfa, el mejor criterio para definir el pastoreo es la combinación de estos indicadores (Rebuffo 2005).



Figura 3. Evolución del almacenamiento de reservas en raíz y corona (Rebuffo 2005).

La evolución de los parámetros que determinan la calidad del forraje en relación con los estados de crecimiento se observan en las figuras 4 y 5. A medida que avanzan los estados de madurez disminuyen los porcentajes de proteínas y minerales, aumentando los componentes que reducen la calidad del forraje, como fibra (celulosa y hemicelulosa) y lignina, un forraje de alta calidad está directamente relacionado con un alto contenido de hojas y bajo porcentaje de tallos. Con la madurez también disminuyen la digestibilidad del forraje y el consumo animal (Romero *et al.*, 1995);

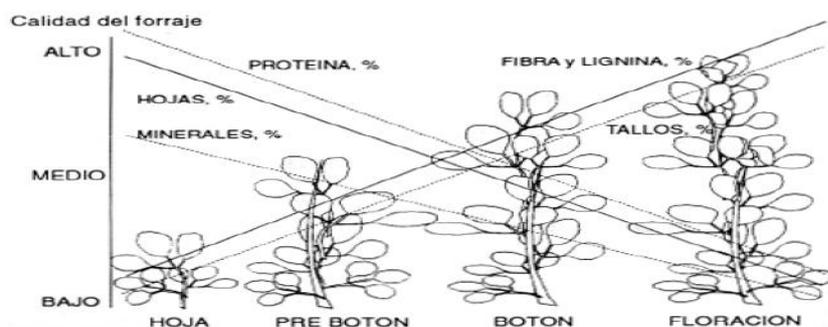


Figura 4. Evolución de los componentes del forraje de alfalfa en relación con los estados de madurez (Blaser 1986).

La gran mayoría de las pasturas basadas en alfalfa son utilizadas en pastoreo directo. El sistema de pastoreo continuo ha sido casi totalmente descartado, aumentando consecuentemente el uso del pastoreo rotativo. La importancia de proporcionar descansos a la alfalfa entre cortes ha sido continuamente enfatizada en (9, 36, 45, 40, 63 días)

aproximadamente y en ese sentido el pastoreo rotativo se adecua perfectamente al ciclo de la alfalfa (Romero *et al.*, 1995)

La mayoría de los investigadores recomiendan que la alfalfa alcanza mayor producción y persistencia cuando es usada con un pastoreo rotativo que respete sus ciclos de crecimiento; no obstante, la magnitud de la respuesta productiva depende de factores como la carga animal, el cultivar utilizado, la intensidad y frecuencia de defoliación (Romero *et al.*, 1995). La recuperación de la alfalfa después del pastoreo difiere de lo que ocurre después del corte. La cosecha mecánica reduce el área foliar de manera drástica e instantánea y esto solo sucede con un pastoreo rotativo muy intenso. En un sistema racional de manejo, en el primer tercio del período de pastoreo, los animales despuntan los tallos, por lo que la defoliación es gradual, en la figura 5 se puede ver como las hojas remanentes tienen una importancia fundamental en la maduración de las yemas de la corona que darán origen al nuevo crecimiento (Romero *et al.*, 1995).

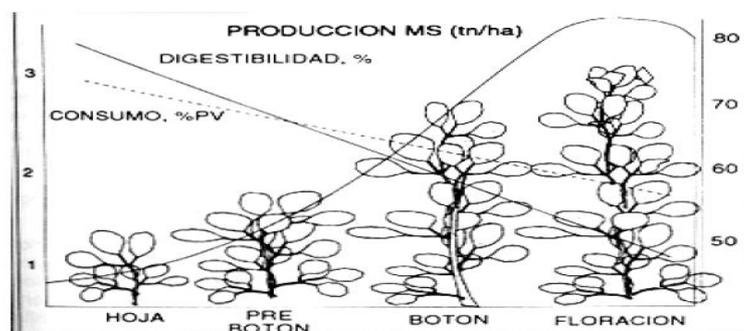


Figura 5. Evolución de la producción de materia seca, la digestibilidad del forraje y el consumo animal en distintos estadios de madurez (Blaser 1986).

Entonces el momento adecuado de pastoreo corresponde con dos estados específicos de crecimiento: es el rebrote basal o el inicio de la floración, ya que el almacenamiento de reservas continúa durante las etapas de crecimiento remanentes, hasta que la planta se aproxima a floración plena, momento en el que alcanzan su nivel más alto. Posteriormente el almacenamiento de reservas declina al utilizar la planta energía para la maduración de semilla

o generar nuevos tallos (Rebuffo 2005). Algunas investigaciones indican que en estos estados de crecimiento, se da la relación óptima entre el desarrollo de la alfalfa y un adecuado equilibrio entre el óptimo rendimiento de forraje y la calidad. En la figura 6 se logra ver la mejor persistencia de las plantas a través de un adecuado manejo de los niveles de reservas en la raíz.

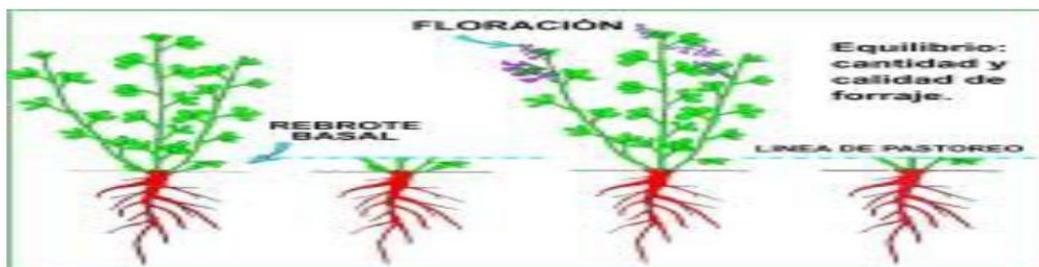


Figura 6. Manejo correcto de cortes o pastoreo (Rebuffo 2005).

Los cortes o pastoreos frecuentes, a estados inmaduros de crecimiento, ignoran esta relación entre el ciclo de reservas y la persistencia. Cuando se pastorean plantas que no han iniciado el rebrote basal o la floración, paulatinamente se van reduciendo las reservas de la raíz y como consecuencia el vigor de las plantas. Si bien en estas circunstancias el forraje obtenido tendrá un alto contenido de nutrientes digestibles, con altos contenidos de proteína, caroteno y minerales, los rendimientos generalmente se reducen y la densidad del alfalfar decrece rápidamente (Romero *et al.*, 1995). En cambio a medida que la planta se aproxima a la floración plena, cuando las reservas de la raíz están en un nivel alto, el rendimiento de forraje continúa aumentando pero su calidad disminuye. Si por alguna razón se demora la entrada de animales al pastoreo, las plantas generalmente vuelven a crecer desde la corona, desarrollando rebrotes basales muy altos. Esto indica que los manejos de pastoreo demasiado aliviados no necesariamente significan mantener un alto nivel de reservas en la planta.

Similares resultados se obtendrá cuando los animales permanecen por períodos prolongados y comienzan a pastorear los rebrotes, debilitando la planta (Rebuffo 2005). Cada variedad de alfalfa 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 combinaciones de condiciones climáticas, edáficas, prácticas de manejo y la forma de aprovechamiento de la pastura, ya sea corte o pastoreo (Salinas, 2005).

En términos generales no conviene demorar la entrada de los animales a pastorear la alfalfa más allá del inicio de floración, ya que la eficiencia de pastoreo será menor al perder calidad el forraje. Si por alguna razón se demora la entrada de animales al pastoreo, conviene destinar este forraje a fardos, que resulta una forma práctica de compensar el pastoreo con el ciclo fisiológico de las reservas. En la duración del pastoreo debe tener en cuenta que el forraje se debería consumir antes de que se inicie el crecimiento masivo del nuevo rebrote basal, evitando que éste sea eliminado por el diente del animal, perjudicando el vigor y persistencia de las plantas (Rebuffo 2005)

Por lo tanto las duraciones del pastoreo pueden variar por la época del año, cuando más sea vigoroso es el cultivo menor deberá ser la duración del pastoreo, ajustando la carga animal para el aprovechamiento de forraje sin comprometer la productividad del cultivo.

2.5. Relación hoja tallo.

La madurez de la planta es el factor que más la afecta morfológicamente y determina la calidad del forraje. La pérdida de la calidad de un forraje con la madurez es el resultado de la disminución de la relación hoja/tallo y de la disminución de la calidad de los componentes del tallo (Nelson y Moser, 1994);

Podemos decir que la mayoría de plantas forrajeras reducen su porcentaje de hojas a medida que envejecen, y que los tallos son de menor calidad que las hojas. Sin embargo, esta generalización no es universal. La calidad de los tallos comparada a la de las hojas, depende

de la función de su estructura y de cada especie en particular. La reducción en calidad esta generalmente asociada a un incremento en la lignificación de los tejidos estructurales.

En *Medicago sativa*, y especies arbustivas (brows especies), los tallos son órganos estructurales y las hojas son órganos metabólicos. En algunas gramíneas a su vez, las hojas tienen una importante función estructural, por la lignificación de la vena central (Bocángel, 2006). Se sabe que las hojas tienen mayor valor nutritivo que los tallos. En consecuencia, cuanto mayor sea la proporción de éstas en relación a la cantidad de tallo, mayor será la calidad.

La mayoría de los programas de mejoramiento por calidad forrajera no han seleccionado una mayor relación entre hoja/tallo. Por otro lado, al disminuir la proporción de tallos, sería esperable una disminución de los rendimientos totales de forraje; de todas formas, el rendimiento nutritivo final sería mayor.

Las fracciones nutritivas más aprovechables (proteína, minerales e hidratos de carbono solubles) disminuyen su proporción al avanzar la madurez por la gradual disminución en el porcentaje de hojas. Los nutrientes de más difícil utilización (fibra cruda y lignina) se vuelven importantes hacia la madurez por el incremento en la proporción de tallos. Estos procesos simultáneos son los responsables de la variación de la digestibilidad al avanzar el ciclo vegetativo (Gallarino 2008)

2.6 Requerimientos climáticos y edáficos.

Un normal desarrollo del cultivo de alfalfa para semilla se produce idealmente en áreas irrigadas, cálidas, áridas o semiáridas y con una larga estación de crecimiento, estas condiciones son óptimas para la floración y polinización de la alfalfa y permiten una cosecha en tiempo. Inversamente, alta humedad relativa del aire y lluvias al momento de la floración reducen la producción de semilla. Jiménez y Martínez (1984); Horrocks y Vallentine (1999) mencionan en su investigación que la variación de temperatura y humedad, afectan el crecimiento de las especies forrajeras. Sin embargo, por otro lado Alcántara y Trejo (2007), consignan que la adquisición de recursos ambientales (luz,

CO₂, temperatura y humedad), depende de la proporción de hojas, tallos y raíces de las plantas que mediante los procesos fisiológicos de fotosíntesis, absorción de agua y nutrimentos, crecimiento y desarrollo, determinan la productividad de las plantas.

El mayor crecimiento, división y alargamiento celular, por ello las condiciones edafológicas de un ambiente particular, determinan los patrones de crecimiento estacional de las especies forrajeras predominantes; en igualdad de condiciones de manejo, las diferencias en producción total y estacional, dependerán de la especie y de su interacción con los elementos clima, tales como la precipitación, tasa de evaporación, temperatura, viento, horas e intensidad luminosa (Hernández-Garay y Martínez, 1997). Hay diversos factores determinan la magnitud del crecimiento de una pradera tales como las prácticas de fertilización, frecuencia y severidad de cosecha, crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta, variedades utilizadas, tipo de suelo y clima (Tablada, 1998). Horrocks y Vallentine (1999) mencionan que la capacidad que posee una pradera para producir materia seca (MS), depende de la disponibilidad de nutrientes, agua y, principalmente, del grado de intercepción de la radiación solar por las hojas. Con el aumento en la cantidad de hojas, se tiene una mayor intercepción de luz, pero las hojas en los estratos inferiores reciben menor intensidad y calidad de luz, por lo que provocan la reducción del crecimiento o de la tasa de asimilación neta; por ello, el mayor rendimiento de los forrajes, coincide con el mayor índice de área foliar y la mayor masa foliar verde (Morales, Jiménez., Velasco, Villegas, Enríquez, Hernández y Garay, 2006).

De acuerdo con (Soto *et al.* 2004), en las leguminosas y en particular la alfalfa, al realizar prácticas agronómicas como inoculación, encalado y fertilización, se aumenta el rendimiento y se eleva el contenido de N y P en el follaje. Así también lo registra, López, Gutiérrez y Berúmen (2000) en su estudio consignan que el utilizar abonos orgánicos como fuente de nutrientes, ayudan a mejorar las propiedades físicas del suelo y por tanto se obtienen mayores rendimientos de materia seca. La semilla de alfalfa comienza a germinar a temperaturas de 2 a

3 °C, siempre que los factores restantes (humedad, fertilizantes, etc.), no actúan como limitantes. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura, hasta alcanzar el óptimo, aproximadamente, a los 28 -30 °C (Muslera y Ratera, 1991). Temperaturas por encima de los 38°C resultan ya letales para la joven plántula (Hanson, 1988; Duthill, 1989).

Distintos son los requerimientos en temperaturas para la planta en crecimiento y producción forrajera como son registrados en el estudio realizado por Del Pozo (1983). Durante los meses fríos la alfalfa detiene su crecimiento. Al iniciarse la elevación de la temperatura, las cuales son propias de primavera y verano. La alfalfa, especialmente algunas variedades, toleran, sin dificultad, temperaturas tan bajas como los 10 y 15 °C bajo cero. Con temperaturas medias alrededor de 15 °C, la producción es ya importante. El óptimo se sitúa, según las variedades, en el intervalo entre 18 y 28 °C (Del Pozo, 1983).

2.7 . Requerimientos de agua.

La alfalfa es considerada como planta resistente a la sequía. Naturalmente, la cantidad necesaria de agua para el debido desarrollo de la alfalfa depende de varias condiciones de clima (temperatura, humedad ambiental, viento etc.) y suelo (Espinoza y Ramos, 2001).

En general, se considera que para producir un kg de MS por la planta de alfalfa se necesitan 700 a 800 kg de agua, mientras que los cereales de invierno (cebada y trigo) solamente precisan de 500 a 600, y el maíz y trigo de 300 a 350 kg (Del Pozo, 1983; Muslera y Ratera, 1991).

La limitación de agua restringe la producción de la alfalfa, pero no llega a frenar por completo su crecimiento; así también, la alfalfa es sensible a la inmersión, especialmente cuando se encuentra en periodo de crecimiento activo. Durante el invierno puede aún tolerar el encharcamiento por períodos reducidos (aproximadamente dos a tres días), si el tiempo se prolonga o se encuentra el cultivo en plena estación productiva, entonces los rendimientos

descienden rápidamente, debido al alto porcentaje de plantas que mueren al no poder respirar las raíces (Del Pozo, 1983; Juncafresca, 1983; Muslera y Ratera, 1991

2.8. Suelos.

La alfalfa es una planta cuyo valor óptimo de pH se sitúa en la zona de neutralidad, tolera mejor la alcalinidad que la acidez (Musiera & Ratera, 1991). Sin embargo, cuando la alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, es reducida, llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la vida de la planta (Rodríguez, 1989). La salinidad en los suelos es consecuencia de distintas causas (Del Pozo, 1983).

1. Al realizar riegos con mal drenaje, puede producirse acumulación de sales por dificultad de eliminación de las mismas. Según Espinoza y Ramos (2001) vemos que estos problemas se complican cuando se utiliza agua con altos niveles de sales, aunque sólo sea temporalmente.

2. En condiciones de cierta aridez, cuando a la escasez de precipitación se une la intensa evapotranspiración. Las sales llevadas a la superficie por capilaridad no son obligadas a descender por lavado de las lluvias y la capa arable del terreno va elevando el contenido desales.

3. Por último, cuando la presencia de una capa de agua salada próxima a la superficie permite la ascensión de las sales por capilaridad. El efecto que ocasiona la salinidad, es que limita la absorción de agua por la planta, probablemente por diferencias en la presión osmótica entre la raíz y las partes aéreas. El aumento de salinidad en el suelo produce disturbios en el equilibrio entre raíz y partes aéreas, y por ello, aquellas plantas con mayor desarrollo radical aparecen como más resistentes a la salinidad, ya que las raíces alcanzan niveles del suelo donde la salinidad no es ya tan extrema y resulta más tolerable (Del Pozo, 1983; Rojas, 1993).

La acidez es probablemente uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación al área de cultivo de la alfalfa en todo el mundo. El pH óptimo para el cultivo de la

alfalfa sería de 7.2 (Musiera y Ratera, 1991), siendo necesario recurrir a encalados siempre que se estuviera por debajo de 6.8 (Soto *et al.*, 2004).

La acidez del terreno determina fundamentalmente: a) la nodulación y, consecuentemente, la nutrición nitrogenada de la planta, b) la utilización del ión calcio y c) la absorción de los iones aluminio y manganeso, con los posibles efectos tóxicos que ocasiona un exceso de los mismos (Del Pozo, 1983).

El *Rhizobium meliloti*, es la bacteria nodulante en la alfalfa, es una especie neutrófila que no se reproduce con pH inferior a 5 (Soto *et al.*, 2004). Para pH inferiores a 6 conviene encalar los suelos, cuando menos, cada dos años, con el objetivo de prolongar la vida del cultivo (Espinoza y Ramos, 2001). Existe una cierta incompatibilidad, en relación a su absorción por las raíces de la alfalfa, entre los iones calcio, por un lado, y el aluminio y manganeso, por el otro, ya que la acidez del suelo se encarga de acentuar a favor de estos últimos, los cuales son tóxicos para la planta (Juncafresca, 1983; Del Pozo, 1983; Rodríguez, 1989).

2.9. Drenaje del suelo.

La alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos profundos y bien drenados. Cuando existen encharcamientos por períodos prolongados, las raíces mueren lentamente por asfixia, lo cual puede evitarse con un buen trazo de riego que permita una distribución uniforme del agua en el terreno. Paralelamente los excesos de humedad traen consigo la acumulación de sales en los horizontes superiores del suelo (del Pozo, 1983;).

La alfalfa prefiere los suelos profundos, donde encuentra espacios suficientes para extender y desarrollar sus abundantes raíces (Juncafresca, 1983). Se ha determinado que la profundidad del suelo tiene un efecto directo sobre el rendimiento de esta especie forrajera, siendo inversamente proporcional, esto es que, a menores profundidades del suelo el rendimiento de la alfalfa es menor.

De esta forma, para lograr buenas producciones, se deben seleccionar suelos de profundidad igual o superior a 40 cm (Espinoza y Ramos, 2001). Cuando el suelo tiene dificultades de drenaje, el agua se estanca, expulsando el aire de los poros del mismo y empobreciéndose paulatinamente el oxígeno. Las raíces, ante la falta del oxígeno, se asfixian (Rojas, 1993). Si el drenaje mejora, el agua de riego o lluvia se renueva con frecuencia en el suelo y ella trae disuelto el oxígeno, puesto de esta manera al alcance de las raíces de la planta (Del Pozo, 1983; Muslera y Ratera, 1991).

3. Importancia económica

La alfalfa es uno de los forrajes de mayor productividad por hectárea, por lo tanto, son las que mejor se adaptan para ser utilizadas en la alimentación del ganado lechero cuando se tiene un sistema de alta productividad. Estos sistemas, generalmente se logran los mayores beneficios económicos para el productor. La alimentación del ganado lechero representa el 60% de los costos directos de producción de leche y entre los costos de alimentación, la fertilización además de la comprar de suplementos energéticos y proteicos son los rubros más significativos. Por el constante aumento de la proteína dentro de los costos totales, la alfalfa adquiere cada más importancia para obtener un suministro adecuado y económico de nutrición para las vacas lecheras.

4. Frecuencia de corte

Villena, E. (2002), indica que la frecuencia del corte varía según el manejo de la cosecha, siendo un criterio muy importante junto con la fecha del último corte para la determinación del rendimiento y de la persistencia del alfalfar. Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una reducción en su rendimiento y densidad. Cuanto más avanzado es el agotamiento vegetativo de la planta en el momento de defoliación, mas rápido tiene lugar el rebrote del crecimiento siguiente. En las regiones cálidas la alfalfa se corta con el 10% de floración en otoño, en primavera y a principios de verano con el 25-50%

de floración durante el verano. El rebrote depende del nivel de reservas reduciéndose estas cuando los cortes son frecuentes.

4.1. Altura del corte

Villena, E. (2002) manifiesta que 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 continuo. La altura de corte resulta un factor crítico si se corto frecuentemente en estados tempranos de crecimiento, pues implica una reducción y una disminución de la densidad de plantas del alfalfar a causa de las insuficientes reservas acumuladas en órgano de almacenamiento. La máxima producción se obtiene con menores altura de corte y cortadas a intervalos largos.

5. Aprovechamiento de la alfalfa

5.1. En verde

Villena, E. (2002), sostiene que la alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, pero conlleva gastos tanto en mecanización como en mano de obra. Lo contrario sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional.

5.2. Ensilado

Villena, E. (2002), manifiesta que es un método de conservación de forraje por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en corte como en almacenamiento.

Villena, E. (2002), indica que la posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes (realizados durante la primavera y a principios del otoño), los cuales son más difíciles de henificar, ya que la probabilidad de lluvias durante este periodo se incrementa.

Villena, E. (2002), señala que para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje de materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

5.3. Henificado

Villena, E. (2002), dice que el uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo. El proceso de henificación implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje verde.

El proceso de henificación debe conservar el mayor número de hojas posibles, 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 al valor nutritivo.

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 por hectárea la cantidad de agua evaporada).

5.4 Deshidratado

Villena, E. (2002), expresa que 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.

5.5. Pastoreo de la alfalfa

Villena, E. (2002), afirma que el pastoreo es una alternativa a su cultivo en zona 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 costos de la explotación de

ganadería. Los inconvenientes que limitan el pastoreo son los daños del animal sobre la planta (reduce su producción y persistencia) y los trastornos digestivos sobre el animal.

6. Valor nutricional

Salamanca, R. (1986), determina que la alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteína, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado al forraje.

Salamanca, R. (1986), aclara que es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. Los elevados niveles de B-carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos. A continuación se muestra la composición de la materia seca de las hojas de la alfalfa.

Tabla 1. Composición nutricional o bromatológica de las hojas de la alfalfa

Proteína Bruta	24%
Grasa Bruta	3.1%
Extracto no Nitrogenado	45.8%
Fibra Bruta	14.4%
Cenizas	10.7%

Fuente: www.agronet.gov.co. (1998)

La alfalfa proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Además es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos. La composición en materia seca de la alfalfa se describe en las tablas 2 y 3 muestra los valores de proteína bruta y energía que aporta para la producción láctea y cárnica en los bovinos, según <http://www.agronet.gov.co>. (2006).

Tabla 2. Composición de la materia seca de las hojas y los tallos de la alfalfa

Componente (%)	Hojas	Tallos
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra bruta	16.4	44.4
Cenizas	10.7	6.3

Fuente: www.agronet.gov.co (1998)

Tabla 3. Contenido proteico y valor energético de la alfalfa deshidratada

%PB (Sobre sustancia seca)	Energía neta para lactación (kg/Ms)	Energía neta para producción de carne (kg/ms)
17	0.75	0.64
19	0.81	0.71
21	0.88	0.79
23	0.95	0.87
25	1.02	0.96

Fuente: www.agronet.gov.co (1998)

7. Bacteria *Rhizobium*

Es un bacilo corto algunas veces pleomórfico, gran negativo, aeróbico, no forma espora, móvil por flagelos peritricos o un solo flagelo lateral (FAO, 1995). Pertenece a la familia Rhizobiacea, este es un género heterótrofo, común en el suelo, su temperatura óptima de crecimiento en condiciones artificiales es de 25°C y tolerancia de pH entra de 5 a 8.

Sanaratne y Amompimol. (1987) citan que el nódulo es una hipertrofia de la raíz, un órgano especializado donde se realiza la fijación del N₂.

Vanderleyden y Pietemel (1995), indica que existen 3 géneros de esta familia: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Azospirillum*, existiendo diversidad genética entre si, por ellos es bien conocido que los 3 géneros están lejanamente relacionados.

Para Hughes, (1981), los *Rhizobium* son miembros del mundo de plantas microscópicas conocidos con el nombre de bacterias. Bajo el microscopio aparecen generalmente como delgadas varillas de una longitud aproximada de 1/500mm. Poco después de ser extraídas del nódulo, se presentan en formas peculiares en X, Y o T, o en racimos. Cuando viven en estado libre en el suelo no son capaces de fijar nitrógeno del aire. Es requisito indispensable de una planta huésped adecuado. Como otras bacterias, el *Rhizobium* se multiplica muy rápidamente en los cultivos de laboratorio, siempre que cuente con condiciones favorables para su crecimiento. Esto hace posible producirlo en grandes cantidades para su inoculación.

Muslera y Ratera (1991), indican que los *Rhizobium* son bacterias Gram negativas que viven normalmente en el suelo en forma de saprofita, utilizan nitrógeno combinado. Son aerobios y su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 25°C y 30°C, tanto para su crecimiento en laboratorio como la infección y formación de nódulos si bien soportan temperaturas entre 3°C y 33°C. Tienen movilidad propia por medio de flagelos periféricos y se encuentran normalmente en terrenos donde existen o han existido leguminosas huéspedes. Sin embargo pueden vivir muchos años aun sin presencia del huésped, siempre que las condiciones del suelo les sean favorables.

7.1. Características generales

Muslera y Ratera, (1991), señalan que el grado de efectividad en la simbiosis es variable, y puede oscilar desde asociaciones altamente efectivas hasta una efectividad total (parasitismo), con toda una gama de situaciones intermedias. Aunque existen muchos factores externos afectando a la efectividad o eficiencia de la simbiosis el más importante de todos reside en el hecho de que no todos los *Rhizobium* son capaces de formar nódulos con las diversas

especies de leguminosas. Una especie nodulan solamente con ciertas estirpes o razas de *Rhizobium* y otras con otros.

Hughes, (1981), menciona no todos los *Rhizobium* son iguales. Unos producen numerosos nódulos pequeños y blancos, diseminados sobre las raíces laterales. Estos *Rhizobium* no son convenientes porque fijan poco o ningún nitrógeno libre. Otras líneas son moderadamente útiles los rendimientos bajos e incluso la pérdida de las cosechas pueden deberse a una nodulación de las raíces de las raíces realiza por tipos poco convenientes de *Rhizobium*. Las líneas de *Rhizobium* eficientes determinan la formación de nódulos grandes de color rosado sobre la raíz principal del sistema radicular y producen la fijación de grandes cantidades de N_2 .

Según <http://agriculturasana.com>. (2007) la fijación biológica del N_2 , solo se observa cuando una bacteria reconoce a su hospedero, lo infecta a través los pelos radiculares para que en la de las corticales induzca una y acelerada que da lugar a un tejido hipertrofiado: en un bacteroide, mientras que por la enzima llamada nitrogenada fija el N_2 y lo convierte en amonio, simultáneamente la leguminosa reduce el CO_2 en que servirán como fuente de energía para el *Rhizobium* y con ella la reserva deberá mantenerlo activo en el nódulo hasta cubrir las necesidades de N de la planta. Por tanto el uso de inoculante a base de *Rhizobium* que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo; incrementan el contenido de N en el cultivo vegetal, su peso y mantiene el rendimiento en las leguminosas.

7.2. Especies de *Rhizobium*

Kimball, (1980), la base para su clasificación es su capacidad para nodular con leguminosas específicas. Dicha clasificación se presenta en el cuadro 4.

Tabla 4. Grupos de inoculación cruzada y asociaciones de Rhizobium-leguminosas

Grupo de Inoculación cruzada	Especie de Rhizobium	Genero Hospedero	Leguminosa Incluida
Grupo de alfalfa	R. meliloti	Medicago Melilotus Trigonella Trifolium	Alfalfa Trébol dulce Alholva
Grupo del Trébol	R. leguminosarum Biovar trifolii		
Grupo de Chicharro	R. leguminosarium biovar vicia	Pisum Vicia Canthyrus Leans	Chicharro Haba Almorta Lenteja
Grupo del Frijol	R. leguminosarium biovar phaseoli	Phaseolus	Frijol
Grupo de la Solla	Bradyrhizobium Japonicum	Glycine	Solla
Grupo del Caupí	Bradyrhizobium Ssp	Lupinus Arachia Vigna	Altramuz Cacahuete Caupi

Fuente: Kimball, P. (1908)

[http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2008), manifiesta que de una forma general se han clasificado estas bacterias en 6 grandes grupos, llamados de inoculación cruzada de acuerdo con las especies o géneros de leguminosas.

7.3 Fijación biológica del nitrógeno

La fijación biológica del nitrógeno es un proceso exclusivo de algunos procariotas para usar el N₂ del aire y reducirlo a amoníaco con la enzima nitrogenada, para la síntesis de proteínas. (Kimball, 1980).

De acuerdo con el mecanismo bioquímico para obtenerla energía que les permita fijar el N₂ existen bacterias foto autotróficas, quimiolitotróficas y heterotróficas de vida libre e el suelo, asociados o en simbiosis en las hojas y/o raíces de plantas.

El ejemplo más conocido e investigado incluso a nivel molecular (Vanderleyden & Pieterneel, 1995), es la relación entre las leguminosas y Rhizobium. Aunque los dos simbiotes pueden

supervivir independientemente. Sandowsky y Kosslar. (1995), manifiesta que solo cuando la bacteria coexiste íntimamente con la leguminosa se da la fijación del N₂.

7.4. Potencial de la asociación *Rhizobium*-leguminosa

Bajo condiciones favorables, leguminosas como haba y chícharo pueden utilizar el 80 – 90% de sus requerimientos de nitrógeno a través de la fijación simbiótica, mientras que la soya obtiene del 40 al 60% (Sánchez y Yáñez, 1997).

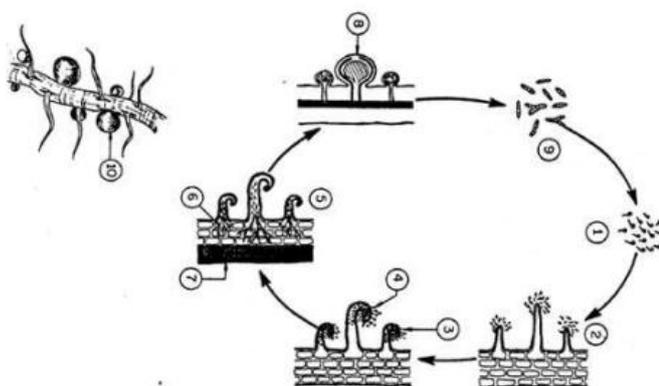
En trabajos realizados con *Rhizobium leguminosa* rum en haba, lenteja y soya se incrementó significativamente la nodulación, el peso seco de las leguminosas, su contenido en nitrógeno y su rendimiento (Carrera y Sánchez 2004). El establecimiento de la simbiosis para atrapar el N₂ entre *Rhizobium* y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos la captación del N₂ se da en etapas sucesivas. El *Rhizobium* induce en la leguminosa los nódulos en su raíz, los dos organismos establecen una cooperación metabólica, las bacterias reducen N₂ a amonio (NH₄), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas reducen el CO₂ en azúcares durante la y lo transportan a la raíz donde los bacteroides de *Rhizobium* lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N₂.

La asociación se inicia con el proceso de infección, cuando las bacterias son estimuladas por los exudados radicales y proliferan lo que induce un alargamiento y curvado de los pelos radicales y posteriores formación de una tubular llamada cordón de infección (Long, 1989).

Este se desarrolla en el interior del punto de adhesión a la bacteria y forma un canal en el interior del pelo. El *Rhizobium* es conducido a través del cordón hasta la base del pelo (Burity, 1989).

El cordón de infección atraviesa la pared de cortical adyacente, pierde la pared celular, se establece *Rhizobium*; después se engloba por la membrana plasmática del hospedero, lo que resulta en la formación del nódulo. Las bacterias y las células de la corteza radical se

diferencian y comienza la fijación simbiótica del N_2 y el intercambio metabólico fijado el N_2 , se transporta rápidamente del nódulo al resto de la planta. La reducción de N_2 molecular a amonio, se lleva a cabo por los nitrógenos, que requiere ATP y de la hemoglobina, además de transferir O_2 y estimular la oxidación de la reserva del carbono, cubrir el alto gasto de energía que el *Rhizobium* requiere para incorporar el N_2 . La hemoglobina es codificada por un gen de la leguminosa, esta proteína se localiza en el nódulo fuera de la bacteria y es distinta para cada tipo de *Rhizobium* como se ilustra en figura 7.



Fuente: [Http://www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (2008).

Figura 7. Cinemática dinámica de formación de un nódulo en la raíz en una leguminosa, causado por *Rhizobium*.

Explicación el gráfico:

1. *Rhizobium* libre.
2. *Rhizobium* atraído por el pelo radical.
3. Inicio de la infección por *Rhizobium* en el pelo radical.
4. Cayado del pastor (pelo radical, infectado por *Rhizobium*)
- 5 y 6. El cordón de infección de *Rhizobium* invade la matriz de células corticales de la leguminosa en la raíz.
7. *Rhizobium* se reproduce en células haploides de la raíz y pierde su pared celular se sobre produce auxina.

8. Resultado se da la hipertrofia radical y aparece el nódulo.
9. *Rhizobium* sin pared (Bacteroide) en las células corticales fija nitrógeno.
10. El nódulo con hemoglobina fija N₂.

8. Inoculación

[http:// www.agrociencia.com](http://www.agrociencia.com). (2008), manifiesta a pesar de que *Rhizobium* es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien cuando los rhizobios nativos no fijan cantidades suficientes de N₂ para las leguminosas es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del N₂.

La utilización de un *Rhizobium* infectivo (capacidad de nodular) y efectivo (para la fijación del N₂) en la leguminosa, implica determinar la necesidad de inoculación. Para ello se corrobora la existencia del tipo de *Rhizobium* nativo en el suelo, su eficiencia para fijar N₂, la concentración de N del suelo y si la leguminosa elegida se siembra con frecuencia en la región para mantener su rendimiento.

Lo ideal es seleccionar un *Rhizobium* altamente infectivo y efectivo para lograr una disminución máxima del fertilizante nitrogenado sin decremento en el rendimiento de la leguminosa. Se presentan en general las diversas especies de *Rhizobium* en relación con algunos tipos de leguminosas viables de inocular.

[http:// www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2008), señala que en general, la inoculación se puede para controlar la congestión de un inoculante de una leguminosa específica, es necesario mantener un número de *Rhizobium* de aproximadamente 10 bacterias/g de inoculante y determinar si es específico para la leguminosa a prueba. Así, un producto microbiano o inoculante, debe por lo menos mantener la producción de un cultivo agrícola con menos dosis de fertilizante nitrogenado y con ello un ahorro en el costo de producción, minimizar la contaminación de

aguas superficiales y mantos acuíferos y por supuesto la conservación del suelo, en un esquema de producción sustentable.

[http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com). (2006), indica que existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar que desde 1880 los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso herbicida de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada. Ya que un manejo inadecuado en su producción y manejo trae en consecuencia una baja efectividad al aplicarse en la leguminosa, debido a:

- Deficiente preparación a nivel de laboratorio, manejo, almacenamiento a nivel de comercialización y aplicación del inoculante por parte de los fabricantes, comerciantes y agricultores.
- Incompatibilidad del tipo de *Rhizobium* comercial y la leguminosa seleccionada.
- Condiciones adversas para la infección y la actividad bacteriana, como concentraciones elevadas de N, y antagonismo microbiano nativo del suelo no dé se pretende aplicar.

8.1. Inoculación artificial de la alfalfa

<http://www.agrositio.com>. (2008), recalca que la inoculación artificial consiste en adicionar bacterias radicícolas específicas - llamadas *Rhizobium meliloti* - a la semilla antes de sembrarla. De esta forma se incorpora al suelo cepas seleccionadas de rhizobios que permitirán al agricultor aprovechar a muy bajo costo esa fuente abundante de nitrógeno que forma el 78 % del aire. Se calcula que por actividad simbiótica la alfalfa fija aproximadamente 200 Kg. de nitrógeno por hectárea y por año, equivalente a 435 Kg. de urea comercial al 46 %.

Para obtener una buena nodulación deben utilizarse cepas elegidas por su gran capacidad de formar nódulos (virulencia) y por su gran capacidad de fijar nitrógeno del aire (eficiencia). No obstante ello el éxito de la inoculación dependerá de las condiciones físico-químicas y

biológicas del suelo. Por ejemplo, la nodulación puede fracasar parcial ó totalmente por desecación, temperatura elevada, por suelos ácidos, en suelos ricos en nitrógeno asimilable - especialmente nitratos- o pobres en fósforo, potasio y otros elementos tales como azufre, molibdeno, cobalto, boro, etc. <http://www.agrositio.com>. (2008), Añade que de contar con condiciones óptimas y estando las bacterias específicas (las bacterias radicícolas que forman nódulos en la alfalfa no lo hacen en la soja, por ejemplo) en contacto con la semilla, la planta nodula a los pocos días de germinar la simiente, desarrollándose vigorosamente ya que recibe una alimentación nitrogenada uniforme y balanceada durante su crecimiento, ventajas que no se logran cuando se fertiliza con nitrógeno.

Al observar raíces de plantas inoculadas con cepas eficientes encontramos grupos de nódulos grandes a medianos, rosados, carnosos, de diversas formas, alojados en la proximidad del cuello y de las primeras raíces secundarias -zonas donde la oxigenación es mayor y por consiguiente la actividad de los nódulos es superior que cuando se forman más abajo, a menos que se haya implantado la alfalfa en un suelo liviano. Si cortamos un nódulo eficiente encontraremos una zona central de tejido rojo, debido a la presencia del pigmento leghemoglobina que se produce en las fases activas de fijación.

En las asociaciones ineficientes se observan en las raíces un gran número de nódulos pequeños, duros, esféricos, de color blanco ó verde, repartidos por todo el sistema radicular. Si bien las bacterias radicícolas normalmente viven en el suelo, pueden estar en escasa cantidad o faltar, a ser predominantemente de una eficiencia moderada, difícil de determinar por el hombre de campo, razones por las cuales se aconseja realizar en cada siembra la inoculación artificial de la semilla. <http://www.infoagro.com>. (2008), indica que los puntos básicos para lograr éxito en la inoculación son los siguientes:

- Que el inoculante sea específico para alfalfa (*Rhizobium meliloti*).
- Que no se utilice pasada su fecha de vencimiento.

- Que los recipientes o paquetes de inoculantes deben mantenerse en lugares frescos evitando sitios muy calurosos o secos hasta su uso.
- No abrir los envases hasta poco antes de su empleo.
- Enmendar con cal los suelos demasiados ácidos y/o fertilizar aquellos que son deficientes
- Debe sembrarse en un suelo con el máximo de humedad compatible con la siembra mecánica para asegurar pronta germinación y nodulación precoz.
- Profundidad de siembra adecuada, para evitar la desecación de la capa que cubre la semilla con el inoculante, procurando que aquella quede bien tapada.
- Deben utilizarse cura semillas que no afecten los rhizobios.

Controlar enfermedades, plagas y malezas, oportunamente, utilizando biocidas que no afecten a los rhizobios.

8.2. Beneficios de la inoculación

Deben valorarse convenientemente. Cuando la cosechase vende sin tener en cuenta su calidad (riqueza proteica), interesa sólo el aumento de la producción, ya sea en fresco, en seco o desecada. Cuando la calidad se toma en consideración; el beneficio debe estimarse por su riqueza proteica.

9. Descripción del trébol blanco (*Trifolium repens L.*)

Su establecimiento es lento y progresivo; ideal para pastoreo, rebrotes precoces, alta contenido de proteína y muy palatable, resistente a la plagas y enfermedades, su hábito de crecimiento es rastrero, se adapta a alturas entre 2200 a los 3200 msnm, la densidad de siembra recomendada es de 15-25 LB/HA con las que se obtendrán entre 30-40 ton f.v/ha/año, con un intervalo de tiempo de 35-45 días entre cortes, se usa principalmente para corte, en pastoreo o en asociación con gramíneas, su presentación comercial es por bolsas con un contenido de 1Lb o en sacos por 50Lb.

9.1 Origen

Especie nativa de África del norte, Asia y Europa.

9.2 Generalidades

Planta perenne con estolones superficiales de hasta 50 cm de largo que le ayudan a sobrevivir a condiciones de fertilidad baja y escasa humedad, los estolones son órganos rastreros, que poseen radicante en los nudos. Para Dubois. (2009) Los cultivares estoloníferos de hoja pequeña, son por lo general más tolerantes a periodos prolongados de sequía (4 meses), los tréboles de hoja grande presentan mayor productividad y mayor preferencia por el ganado, sin embargo su gran limitante es su baja persistencia y poca tolerancia a periodos de pastoreo intensos. En general se caracterizan por ser plantas sin pelo (glabra), hojas largamente pecioladas y trifoliadas, con folíolos ovados, a veces encorvados, de hasta tres centímetros de largos y 1,5 cm de ancho, sentados. Inflorescencia en cabeza globosa, 1 al ápice del pedículo. Flores blancas, semillas ovoides de aproximadamente 1mm de largo. Posee raíces cortas, poco resistente a la sequía y con baja capacidad de absorción de P y K del suelo.

9.3 Fertilización

Requiere suelos fértiles, pero crece bien en gran diversidad de tipos de suelos cuando la humedad es la apropiada. Responde muy bien a la aplicación de riego y a la fertilización con los mismos nutrimentos recomendados para el trébol rojo

9.4 Ecología:

Crece en suelos semi-húmedos y húmedos, más exigente en fertilidad que el trébol rojo, exige una precipitación de 900mm al año, para un desarrollo adecuado de la planta se recomienda un pastoreo temprano y frecuente (Dubois, *et al* 2009). Según Bernal, (1994) en Colombia el Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) se adapta bien al trópico desde 1 800 a 3200 m.s.n.m. en muchas regiones del país crece espontáneamente en suelos bien fertilizados

con fósforo. Es una planta que se comporta como perenne pero que tiende a desaparecer durante el verano, debido a enfermedades en los estolones.

9.5 Valor forrajero:

Según Demanet, (2007) su valor forrajero es alto, ya que aporta proteína y energía, posee bajos porcentajes de FC algunos ecotipos silvestres y cultivares contiene un glúcido cianurogenético, que por acción de una enzima (betaglucosidasa) se transforma en HCN (ácido cianhídrico). Es de crecimiento lento, lo que hace el primer pastoreo clave, para el desarrollo de las plantas del trébol, un pastoreo temprano ayuda a eliminar el sombreado y mejora el desarrollo inicial de la planta.

9.6 Enfermedades:

Según Bernal (1994) una de las enfermedades más comunes en los tréboles pero con un bajo impacto económico es la **Peca** (*Pseudopezizatrifolii*), es una mancha que aparece con frecuencia en los tréboles blancos y rojos. Las lesiones son circulares, de aproximadamente un milímetro de diámetro; el centro es pardo, casi negro, en el cual se pueden observar las fructificaciones de los hongos. **La roya** (*Uromyces trifolii*) es una enfermedad que ataca con severidad las praderas, viéndose en un mayor grado afectado el trébol rojo, en las plantas, se pueden observar las necrosis, debido a la coalescencia de las pústulas, el trébol blanco es menos atacado, aunque las hojas de la planta afectada se disminuyen de tamaño y se arrugan. **La Mancha de Ascochita** (*Ascochita trifolii*) es una enfermedad mucho menos frecuente que las anteriores, sin embargo la **Mancha Parda** (*Stemphylium* sp) ataca con mayor severidad al trébol blanco. En la Sabana de Bogotá y en algunas regiones de Boyacá se observaron grandes pérdidas, aunque se encuentran muchas diferencias en cuanto a resistencia entre las distintas variedades, llegando a hacer alguna de ellas prácticamente inmune. **La Cercosporiosis**

(*Cercospora Zebrina*) se caracteriza por lesiones irregulares, pardas, alargadas, en el sentido de las nervaduras, es una enfermedad que no produce grandes daños económicos.

10. Descripción del trébol rojo (*Trifolium pratense* L).

El trébol rojo gigante, el cual posee una excelente relación tallo hojas, su establecimiento es constante y progresivo. La adaptación de esta variedad está entre 2200-3200 m.s.n.m, la densidad de siembra recomendada es de 15-25 Lb/ha, la producción de forraje de esta planta está entre 45-50 Tn, el periodo de corte recomendado es de 45 días. Se emplea para corte o pastoreo asociado con gramíneas

10.1 Origen

El Trébol rojo (*Trifolium pratense* L) tuvo origen en el sureste de Asia Menor en donde se ha desarrollado de forma silvestre y desde hace aproximadamente 360 años en forma cultivada. Su área de adaptación en el mundo es amplia y se desarrolla vigorosamente en aquellas regiones de clima frío y húmedo.

10.2 Generalidades

El Trébol rojo (*Trifolium pratense* L) es una especie muy bien adaptada a las condiciones de Colombia entre los 2 000 y 3 200 m.s.n.m es más resistente a la sequía que el trébol blanco (Bernal1998).Es una planta perenne y pubescente (con pelos cortos, finos y de mediana densidad). Tallo de 20-40cm y hasta 120cm de alto, erectos o ascendentes, hojas trifoliadas; foliolos elípticos, de 4 cm de largo y 2 cm de ancho, sentadas, pubescentes, generalmente con una mancha blanquecina. Inflorescencia en cabezas globosas, 1-3 al ápice y generalmente envuelta por las hojas superiores. Flores rosadas a violáceas, semillas ovoides de 2-3 mm de largo. (Dubois,*et al* 2009). Posee una raíz pivotante, gruesa y profunda que puede alcanzar

hasta los 50cm de profundidad, esta posee ramificaciones laterales, que le confieren resistencia a los periodos de déficit hídrico, que se concentran a los primeros 15 centímetros de profundidad, en ellas se encuentran nódulos de *Rhizobium leguminosarum* BV. Trifolii que permiten la fijación biológica de nitrógeno

10.3 Fertilización

Aunque no se tienen datos sobre la fertilización del trébol rojo puro, se deben tener niveles apropiados de P, K, Ca, Mg, S y elementos menores debido a que el trebo es exigente en estos nutrimentos

10.4 Ecología

Requiere suelos muy bien drenados, pero con una buena retención de agua, más o menos fértiles con un pH estimado del 5,0 a 7 presenta crecimiento con temperaturas entre 7 y 30°C

10.5 Valor forrajero

Versátil de alta productividad en el periodo estival (de calor), es una especie forrajera tolerante a periodos de stress hídrico, contiene altos niveles de proteína digestible y buen contenido mineral. (Dubois, *et al* 2009). El valor nutritivo de una pradera de trébol rojo depende del estado fenológico en el que se encuentre, su forma de suministro que varía desde un consumo directo y controlado o conservado como henolaje y ensilaje. En estado fresco las plantas contienen una proteína superior a 20%, energía metabolizable entre 2.3 y 2.5 Mcal/Kg y FDN inferior a 40%.

11. Uso de leguminosas

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las praderas tropicales, es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas. La forma de utilizar las leguminosas, como elemento para mejorar la alimentación animal, ya sea en asociación con gramíneas,

como banco de proteína o en franjas, dependerá del programa de manejo y la disponibilidad de terreno en las unidades de producción. La asociación de gramíneas con leguminosas, representa una opción económica, para mejorar la producción animal en las regiones tropicales (Sánchez, 1998, Hess y Lascano, 1997).

11.1 Proceso de fijación de nitrógeno

Es bien conocido que las leguminosas suministran nitrógeno al suelo por medio de la fijación simbiótica de este elemento. La fijación del nitrógeno ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con algunas bacterias de la familia *Rhizobiaceae*, estas bacterias infectan las raíces de la planta e inducen la formación de nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación, con la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en el interior de los rizobios. Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez ésta le suministra al nódulo los carbohidratos que producen la energía necesaria para el proceso de fijación (Sylvester y Harris 1987).

11.2. Leguminosas en asociaciones

Las asociaciones de leguminosas con gramíneas, se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, de gramíneas y leguminosas. Estas asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies introducidas y aprobadas (Sánchez, 1998). El establecimiento de una asociación gramínea – leguminosa, requiere de ciertos arreglos de siembra, para evitar los efectos de competencia, que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes botánicos, lo que aseguraría mantenerlos estables en el tiempo y en el espacio en la pradera. La proporción de la leguminosa en la pradera, para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe ser una disponibilidad entre 30 a 40 % de dicha especie, ya que valores mayores o menores a estos porcentajes, traen como consecuencia, disminución en la producción de forraje y por tanto, en la producción animal. Para alcanzar la proporción

adecuada, los arreglos de siembra pueden ser mezcla al voleo y mezcla en surcos. En surcos, los arreglos pueden ser 1:1, 2:1 y 3:1, esto es uno, dos o tres surcos de gramínea por uno de leguminosa (Enríquez y Bolaños 1999; Sánchez, 1998).

a. Leguminosas en bancos de proteína

Se denominan “bancos de proteína” a la siembra de especies herbáceas o de árboles y arbustos, con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas densidades de plantas, que pueden cosecharse y darse a los animales, mediante un sistema de corte y acarreo o bien pueden ser pastoreados directamente, por lo general, durante cortos periodos del día (1.5 a 2.5 horas). Para implantar este sistema, se requiere de especies de alta producción de materia seca, un buen desarrollo durante la época seca y que garantice una buena calidad química y física en el forraje (Camero y Ibrahim, 1995; Sánchez, 1998).

En la mayoría de los países latinoamericanos y del mundo, los forrajes constituyen aproximadamente el 80 % del alimento consumido por los rumiantes durante su vida productiva. En México, la alfalfa (*Medicago sativa L.*) es la leguminosa forrajera más utilizada para la alimentación del ganado lechero, en las regiones árida, semiárida y templada. Su importancia radica en la cantidad de forraje obtenido por unidad de superficie cultivada, valor nutritivo, aceptabilidad y consumo animal, ya sea en estado fresco, heno o ensilada.

En México, en 1969 se sembraron 160,000 ha, con una producción de 9 millones de toneladas de materia verde. Mientras que para el año 2006 la superficie cultivada con alfalfa fue de 379,103 ha y se cosecharon 28 millones de toneladas de forraje verde, con un rendimiento promedio anual de 75.24 t ha⁻¹. Estudios de crecimiento foliar en gramíneas y leguminosas de clima templado, han demostrado que es importante conocer la velocidad de rebrote entre defoliaciones sucesivas, para entender el efecto de la frecuencia e intensidad de cosecha en el rendimiento de forraje.

Para la producción de leche se mejoraron los hatos lecheros, áreas de praderas y forrajes de 40-110 ha cubiertas por gramíneas. Sin embargo, para lograr la expresión del potencial lechero de los animales era necesario suplementar con concentrados importados y fertilizar las áreas de las gramíneas y los forrajes.

Dichas tecnologías demostraron una gran insostenibilidad, debido a su agresividad contra el medio ambiente y su dependencia de los insumos externos, lo que resulta particularmente importante en las áreas tropicales donde se localizan los países de economías más pobres. En este contexto, la renovación e introducción de pastos apropiados, adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales, junto a la incorporación estratégica del uso de bancos proteicos en las áreas de pastoreo, parece ser una alternativa tecnológica que contribuiría a mejorar la producción bovina, disminuyendo el impacto negativo en los ecosistemas donde se desarrolla. Según Preston (1995), esto pudiera constituir una solución económicamente viable, que no produce daños al medio ambiente y es aceptada socialmente, cuyos beneficios a corto plazo se manifestarían en un incremento sostenido de la producción animal.

En estos momentos existe un gran interés en los productores y en la sociedad, por un cambio importante en la visión de los investigadores, los profesionales, los técnicos y los productores en cuanto al papel de los bancos proteicos, especialmente la leguminosa multipropósito, en la producción de los rumiantes. Hay algunas experiencias orientadas al diseño de alternativas agrosilvopastoriles que permiten intensificar las interacciones entre los bancos proteicos y los sistemas ganaderos basados en rumiantes (Simón, 1996; Iglesias, 1996; Hernández, Carballo y Reyes, 1998; Ruiz, Febles, Jordán, Castillo y Galindo, 2000; Simón y Francisco, 2000). Su principal objetivo es desarrollar alternativas tecnológicas para lograr la integración del complejo suelo-leguminosa-gramínea-animal, orientado a mejorar los niveles alimentarios y productivos de los animales, el uso racional de los recursos y la evaluación del impacto económico, social y medio ambiental de las diferentes alternativas.

Los bancos de proteína, que actualmente constituyen logros científicos de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes y otras instituciones científicas del país, han sido desarrollados a partir de los resultados de las investigaciones que se realizaron desde la década de los ochenta, para mejorar la productividad de los pastos naturales a través de la introducción de valiosas especies herbáceas y leguminosas. Esas investigaciones también determinaron los elementos esenciales del manejo de los pastos, tales como las cargas óptimas para los sistemas de bajos insumos y los métodos de pastoreo adecuados para lograr la sostenibilidad de los pastizales. De esta forma surge el llamado banco de proteína, en el cual se utiliza un manejo diferenciado de las leguminosas para propiciar su persistencia; así como las asociaciones múltiples de especies herbáceas y volubles con pastos naturales, que posteriormente fueron mejorados cuando se introdujeron al sistema los árboles, los arbustos y las gramíneas cultivadas, que fueron capaces de producir altas ganancias de peso vivo por día y por hectárea (Hernández, Alfonso y Duquesne, 1986; Hernández, Alfonso y Duquesne, 1987; Hernández, Alfonso y Duquesne, 1988; Simón, Iglesias, Hernández, Hernández y Duquesne, 1990; Hernández, Hernández, Hernández, Carballo, Carnet, Mendoza, Mendoza y Rodríguez, 1992)

Según Muñoz (2004) Los propósitos y objetivos del desarrollo de los bancos proteicos para la producción ganadera son, entre otros, los siguientes:

1. Lograr potencialidades mínimas de 10 kg de leche/vaca/día o 20 kg de leche/ha/día, sin emplear suplementos.
2. Lograr ganancias diarias mínimas entre 500 y 600 g/animal y producciones de alrededor de 800 kg de carne por hectárea anualmente, con una carga cercana a dos animales en esta área.

3. Obtener ganancias diarias entre 400 y 500 g/ animal/día en novillas en crecimiento para reemplazo, lo que permite un peso de incorporación a la reproducción de 290-300 kg, con edades que fluctúan entre 20 y 27 meses.
4. Alcanzar estos resultados con una rentabilidad notable, lograda en función del manejo racional y la explotación de las gramíneas con gastos mínimos en insumos.
5. Lograr el auto sostenibilidad del sistema, propiciando la recirculación máxima de los nutrientes y la protección y el mantenimiento del medio ambiente.

Entre los diversos tipos de bancos proteicos desarrollados, los bancos de proteína y las asociaciones de árboles con gramíneas han mostrado los resultados más importantes en el país, en la producción tanto de carne como de leche, y se perfilan en la actualidad como sistemas que pueden ser generalizados, integrados al grupo de propósitos productivos de la crianza de ganado en el país. Sin embargo, otros como las cercas vivas, por ejemplo, con la ventaja de que son conocidas por su uso tradicional por los campesinos, pueden constituir una solución importante para reemplazar las cercas tradicionales de concreto en las unidades ganaderas, suministrando cercas más duraderas y económicas, también contribuir como un recurso alimenticio de gran valor nutricional para el ganado. Venegas (2009)

11.4 Función de un banco de proteína

El mejor balance de una pradera de gramíneas con leguminosas, puede hacerse al establecer un «banco de proteína», es decir, sembrar una determinada área con especies de leguminosas y llevar al ganado a consumirlas durante ciertas horas del día. Un banco de proteína se obtiene al establecer una alta población de leguminosas arbustivas o rastreras, sembradas con el objetivo de utilizarlas como suplemento alimenticio, en los sistemas de producción animal donde el alimento fundamental está constituido por gramíneas. Aunque las asociaciones de gramíneas con leguminosas pueden dar buenos resultados, es mejor establecer los bancos de

proteína en zonas excluidas, donde los animales entren a pastorear por unas horas al día. En asociaciones, las leguminosas tienden a desaparecer ya que los animales las consumen en forma preferente y por que las gramíneas son más agresivas debido a que sus mecanismos fotosintéticos son más eficientes en condiciones tropicales (Pérez. 2000).

11.5 Leguminosas en franjas

Otra alternativa de utilizar las leguminosas, especialmente aquellas de difícil manejo, se refiere a su establecimiento en franjas en una pradera de gramíneas. También es una alternativa para rehabilitar pasturas degradadas (CIAT 1980; González, Van, Romero, Pezo y Argel 1996). Al sembrar las franjas, el ancho de éstas puede ser de 5 x 5 m y 7 x 3 m, para la gramínea y leguminosa, respectivamente; este sistema de establecimiento se recomienda, cuando se desea asociar gramíneas agresivas (Enríquez *et al.*1999).

11.6 Beneficio de las leguminosas en praderas asociadas.

La fijación simbiótica de nitrógeno ambiental, en las regiones tropicales tiene problemas por la acidez del suelo y la disponibilidad de nutrimentos, también, los altos niveles de fertilización nitrogenada inhiben ésta fijación biológica, por lo que la recomendación es no aplicar fertilizantes nitrogenados a las leguminosas (Vázquez, 1996).

La mayoría del nitrógeno cedido, alrededor de un 80%, se transfiere al suelo como residuos vegetales procedentes de la descomposición de raíces y nódulos o deyecciones de animales, los cuales se descomponen posteriormente, mediante distintas transformaciones microbiológicas, hasta ser asimilados por las plantas asociadas y otra porción significativa del nitrógeno fijado, se libera directamente al suelo por las exudaciones de las raíces (Muslera y Ratera, 1991; Bogdan, 1997).

12. Incremento de la calidad del forraje

Las leguminosas incrementan el valor nutritivo de la gramínea asociada, particularmente en lo que se refiere a los contenidos de proteína total y de minerales, para mantener su calidad a

través del tiempo, durante la época seca, cuando más las consumen los animales. Las gramíneas tropicales presentan contenidos de proteína total bajos, inferiores al 7 % durante la época seca, cuando el aporte de nitrógeno es deficiente, lo cual afecta el consumo voluntario y consecuentemente, la producción animal (Villaquirán y Lascano, 1986). Romero y González (1999) reportan incrementos de 15.5 % de proteína total en la pradera asociada.

También González *et al.* (1996) evaluaron la calidad de forraje en oferta del pasto

Estrella solo y asociado con las leguminosas *A. pintoi* CIAT 17434 y *D. ovalifolium* CIAT 350; los resultados evidenciaron que la asociación Estrella + *A. pintoi* tuvo los valores más altos de proteína y DIVMS (12.0 y 53.0 respectivamente), contra 9.0 y 45.0 de proteína y DIVMS para Estrella solo.

12.1 Productividad por hectárea y rentabilidad

La productividad es analizada en este apartado bajo las siguientes formas: rendimiento físico (en toneladas por hectárea), Ingreso, costo y ganancia bruta por hectárea, medidas estas tres variables en términos monetarios, en pesos constantes del año 2002. La productividad física por hectárea a lo largo del tiempo, es uno de los principales parámetros de la productividad agrícola, ya que permite conocer el comportamiento de la cantidad de producto obtenido por unidad de suelo, la hectárea en este caso, así, el cultivo de alfalfa elevó su productividad un 20% en el período al crecer la cantidad de producto por hectárea desde 67.67 hasta 81.191 toneladas, lo cual, visto anualmente, mediante un modelo exponencial, sugiere que creció de manera constante, con una tasa anual del orden de 1.14% el rendimiento físico. Más espectacular que el crecimiento en los rendimientos físicos por hectárea, resultó su comportamiento monetario, ya que los ingresos bruto y el neto (la utilidad) crecieron aún más, el ingreso monetario por hectárea aumentó 49% al elevarse de \$11,761 /ha en el año base hasta \$17,471/ha, lo cual obedeció a que tanto el rendimiento físico por hectárea (RF) como los precios reales por tonelada (P) tuvieron tasas anuales positivas, y en tanto que el ingreso o

rendimiento monetario obtenido por hectárea (RM) es igual a RF por P, entonces, necesariamente el resultado fue un ingreso por hectárea creciente. La productividad por hectárea puede también ser visualizada mediante el costo por hectárea, pues éste evalúa la cantidad de capital invertido por unidad de suelo, ya que, aún en el peor de los escenarios, por ejemplo, si esa inversión por hectárea aumenta, pero, la cantidad de producto aumenta a un mayor ritmo, entonces habrá eficiencia económica, y más eficiencia aún, en el mejor de los escenarios, aquel en el que el costo disminuye a la vez que la cantidad de producto aumenta, si bien a nivel de la cantidad de toneladas por hectárea el rendimiento se elevaba a razón de un 1.14% anual y el costo por hectárea a una mayor tasa anual, a 1.8%, a nivel de el precio por tonelada mientras éste crecía 1.4% anualmente, el costo por tonelada crecía a solamente el 0.6%, lo que de suyo implicó la ampliación del margen de ganancia, que en efecto, creció al 3.6% anualmente.

En términos absolutos, la utilidad por hectárea, que pasó de \$4,086 a \$7,183, creció 78% en el período, provino de que el ingreso por hectárea creció de \$11,761 a \$17,471, mientras que los costos crecieron de \$7,676/ ha hasta \$10,288. En el caso del rendimiento físico, cada año el cultivo incrementaba 1.165 toneladas por hectárea, lo que implicaba que cada año el cultivo añadiese \$481 a su ingreso, \$223 a su costo y \$257 a su utilidad por hectárea. Se considera que al ser crecientes todos estos factores, constituyen de suyo un poderoso elemento para explicar el porqué este cultivo ha crecido en bombeo tan notoriamente. Aunado a lo anterior, el análisis de los costos de producción, señala que la estructura porcentual de cada uno de los componentes en que han sido agrupados los costos, varió en el lapso analizado, contrario a lo que podría haberse esperado, el costo del riego si bien podría haberse incrementado en términos absolutos, en términos relativos se abarató el costo del agua, ya que mientras que en 1990-1991 el riego era el mayor de los rubros del costo por hectárea, y representaba 7/10 partes del costo por hectárea, mientras que en 2003-2005 {este representó el 55.4%,

asimismo, se encareció el rubro de cosecha, que del 10.9% pasó a ocupar el 35.9%, y por su parte, la siembra y fertilización se abarató en términos porcentuales, ya que del 17.1 bajó al 7.1%. Su demanda de agua es cuatro veces superior a la cantidad de lluvia que naturalmente reabastece el manto freático regional, por lo que, figurativamente hablando, es necesario extraer la parte complementaria que demanda el cultivo mediante bombeo, lo cual indica claramente que el agua es un recurso extremadamente escaso, por lo que, teóricamente, su precio debería ser sumamente caro, y no es así, todo lo contrario éste se ha abaratado en términos relativos.

13. Protocolo para establecimiento de banco proteico

CANTIDAD	CONCEPTO	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
3	ARADA	\$ 35,000	\$ 105,000
2	RASTRILLADAS	\$ 30,000	\$ 60,000
2	SEMILLA BOLSA 25 KL	\$ 530,000	\$ 1,060,000
1	ANALISIS BROMATOLOGICO	\$ 100,000	\$ 100,000
1	ANALISIS DE SUELO	\$ 108,000	\$ 108,000
8	MANO DE OBRA	\$ 25,000	\$ 200,000
TOTAL			\$ 1,633,000

13.2 Costo de producción de un kilo de alfalfa

COSTO	PRODUCCION	COSTO KILO
\$ 1,633,000	12000	\$ 136.08

13.3. Sistemas para la producción de leche

En el sistema de producción las respuestas en rendimiento de leche dependen de un conjunto de factores y entre los más importantes se encuentran el potencial productivo de las vacas y el método de manejo y explotación empleado. Se puede apreciar los principales resultados en la producción de leche con este sistema. El potencial de un banco de proteína de trébol rojo (25 %) en un área con *Pennisetum clandestinum*, sin fertilización ni riego durante 124 días en el período poco lluvioso (1991-1992), fue de 11,7 kg/vaca/día en la raza Holstein, cuando la entrada a la leguminosa fue manejada en días alternos y no se suministraron suplementos concentrados.

Durante 3 años Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1994) estudiaron el comportamiento de un sistema de producción consistente en la utilización de un área de *pennisetum clandestinum* que tenía el 20 % del área dedicada a un banco de proteína de trébol rojo, alfalfa y trébol blanco. La gramínea fue fertilizada con 120 kg de N/ha/año y la leguminosa solo recibió 45 kg de P y K/ha, ambas sin riego. Se empleó una carga de 2,5 vacas/ha de Holstein. En el período lluvioso se segregó el 33 y 44 % de las áreas de gramíneas en pastoreo para conservar, con una producción de ensilaje de 2,4 y 2,8 t/vaca para el tratamiento y el control respectivamente, el cual se ofertó en el período poco lluvioso. Las producciones de leche fueron significativamente superiores cuando se empleó la leguminosa (10,1 vs 9,6 L/vaca/día), además del ahorro en concentrado al compararlo con el control que solo disponía de la gramínea.

A escala comercial se observaron producciones de 9 L/vaca/día durante un año en un área de *Pennisetum clandestinum* y *Lolium perenne* L; con un banco de proteína que incluía alfalfa, trébol rojo y trébol blanco sin riego. También en hatos comerciales, al utilizar el banco de proteína de alfalfa, trébol blanco y trébol tojo con 3000 plantas/ha y *Pennisetum clandestinum*

y *Lolium perenne* L sin riego ni agro tóxicos, se alcanzaron producciones de 9,6 L/vaca/día sin el uso de suplementos concentrados. (Lamela, Valdés y Fung, 1996).

La producción de leche está sustentada en los forrajes con muy bajo uso de los concentrados, debido al alto precio de esos alimentos y a las limitaciones económicas que tiene el país para su adquisición. Los resultados en la alimentación del ganado bovino con el empleo de gramíneas han demostrado los bajos niveles productivos que alcanzan las vacas cuando estos pastos no están fertilizados, debido a su baja producción de materia seca y proteína digestible y a su alta tasa en fibra. En este sentido, la introducción de leguminosas perennes leñosas en los potreros es una práctica común en varias regiones del mundo; dichas especies se utilizan como componentes de los cercados, fuente de sombra y alimento para los animales (Lamprecht, 1990; Skerman, Cameron y Riveros, 1991; Leng, 1997).

Los estudios en condiciones de investigación han demostrado que la utilización del banco de proteína de alfalfa y pastos mejorados, permite una mayor producción de carne y leche que cuando los animales disponen de gramíneas como única fuente de alimento voluminoso. Con el objetivo de comprobar estos resultados a escala comercial, se realizó la transferencia de la tecnología del banco de proteína a una ganadería.

Los contenidos de PB, Ca y P de las leguminosas fueron superiores a los del kikuyo; sin embargo, los tenores de FB resultaron ligeramente menores en la alfalfa y muy inferiores en esta gramínea y coinciden con los informados por Hernández, Alfonso y Duquesne (1988), Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1994) y Vargas y Elvira (1994), lo cual indica la posibilidad de mejorar la ración de las vacas, particularmente cuando se alimentan con gramíneas, cuyo contenido de PB es inferior al 8 % si no se utilizan fertilizantes o las dosis empleadas son bajas. El kikuyo es un alimento bajo en proteína, por lo que fue necesario

añadir urea con vistas a incrementar el contenido de ese nutrimento en la dieta para alcanzar una mejor relación PB: EM, además de cubrir los requerimientos de las vacas.

Existió un efecto de la época del año en la disponibilidad de pastos; los mayores valores se observaron en el período lluvioso, momento en que la precipitación, la temperatura y la radiación solar fueron superiores a las de la seca, lo que favoreció el crecimiento del pasto.

La inclusión del banco de proteína de alfalfa y trébol rojo y blanco produjo entre 9,0 y 9,3 kg de leche/vaca/día. Este valor es ligeramente inferior al obtenido bajo condiciones de investigación (9,4 y 10,1 kg de leche/vaca/día) cuando se utilizaron vacas de mediano potencial (Milera. 1994) (Lamela. 1995). El sistema con banco de proteína permite elevar la producción de leche y sus resultados son superiores a los alcanzados cuando se utilizan gramíneas mejoradas

Los resultados sugieren que con la inclusión del banco de proteína se obtienen producciones de 9 kg de leche/vaca/día, así como aceptables intervalos entre partos y peso vivo del ternero al nacer; además, se mejora el estado nutricional de los animales y se logra una alta persistencia de las leguminosas con la incorporación de la alfalfa y el trébol al sistema.

En el sistema tradicional las vacas recibieron 8 kg animal/día de alimento concentrado durante la lactancia, y sólo 1.5 kg animal/día en los bancos proteicos. La producción de leche en las fincas con banco de proteína fue 9.0 y 9.2 kg animal/día y en el tradicional 10.4 kg animal/día. Los bancos de proteína de *Medicago sativa* y *Trifolium repens L* produjeron alta oferta de forraje comestible y permitieron obtener producciones de leche similares a la del sistema tradicional con *pennisetum clandestinum* en monocultivo, pero con menor consumo de alimento concentrado.

El sector bovino, caracterizado por la generación de empleo e impulso al desarrollo social y con una representativa contribución al Producto Interno Bruto –PIB- nacional y agropecuario,

carece de políticas agrarias claras y precisas, que busquen orientar el adecuado desempeño de la ganadería, dentro del marco de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental. De igual forma, la actividad se ha caracterizado por un manejo empírico en el campo de la tecnología, el manejo ambiental, la administración empresarial, la evaluación económica y el encadenamiento con otros sectores productivos y con los consumidores. Esto no ha permitido impulsar los cambios que requiere el sistema ganadero para llegar a ser competitivo y poder enfrentar las actuales y venideras relaciones en el contexto nacional e internacional.

14. Conclusiones

1. Impulsar la alimentación alternativa para garantizar la sobrevivencia del ganado en verano a través de actividades como el establecimiento de bancos de proteína
2. asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra y producir alimento para el ganado bovino como suplemento alimenticio.
3. El aprovechamiento de la tierra y los recursos en la empresa ganadera contribuye a aumentar la capacidad de carga, la producción de leche por hectárea y por consiguiente la rentabilidad del Sistema.
4. Una de las razones de la baja productividad del ganado bovino en Colombia, es el bajo contenido de proteína en su dieta, especialmente durante la época seca. Bancos de proteína y sistemas en callejones con leguminosas arbustivas forrajeras han sido promovidos como opciones que aumentan la cantidad de proteína en la dieta del ganado, utilizando recursos de la propia finca.

15. Bibliografía

- Amézquita, M. (2002). Investigación en árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. CATIE. Costa Rica
- Bello, R., y Berdugo, L. (2005). Establecimiento de un banco de proteína en la granja el Tíbar de la universidad de Cundinamarca. Ubatè, Cundinamarca.
- Bernal E. Pastos y Forrajes tropicales. Producción y manejo. Editorial Banco Ganadero. Bogotá, 1994. p545.
- Bernal E. Pastos mejorados VII: fertilización de pastos mejorados. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Editor: GUERRERO RIASCOS Ricardo, editorial Saens & Cia. Ltda. 1998. Bogotá. pág. 277-328
- Bogdan, A. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. Ed. AGT. Pag. 292-300.
- Bouton, J. 2001. Alfalfa. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. Pp. 545-547.
- Bocángel, M. 2006. Proyecto de gestión de riesgos y seguridad alimentaria en la cuenca de san pedro / Bolivia., Evaluación de tres variedades asociadas de alfalfa en tres pisos ecológicos en el extremo Norte de Potosí.
- Burity, U.1989. Estimation of nitrogen fixation and transfer from alfalfa to associated grasses in mixed swards under field conditions. Plant and Soil. pp. 114-249-255
- Carrera, O y Sanchez, J. 2004. Nodulacion natural en leguminosas silvestres del estado de nuevo Leon, editorial Camillus pp. 34-41

- Camero, R. y Ibrahim, M. 1995. Bancos de Proteína de Poró (*Erythrina berteroana*) y Madero Negro (*Gliricidia sepium*). Agroforestería en las Américas. Costa Rica. 2 (8) pp. 31-33.
- Departamento Nacional de Estadística. 20 de abril de 2004. Alfalfa: la reina de las forrajeras., El Tiempo., Sección Economía.
- Demaret Rolando. Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo 2007.
- CIAT. Informe anual 1980. Programa de pastos tropicales pp. 87- 102.
- Delgado, E 1998. La alfalfa Estudio comparativo de variedades comercializadas en España Semillas y Cultivos.1998 pág. 24-28
- Del Pozo, M. 1983. La Alfalfa. Su Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Mundi- Prensa. Madrid, España. Pág. 380
- Domínguez, J. Redactor De El Tiempo., Alfalfa: la reina de las forrajeras., Sección Economía 20 de abril de 2002.
- Dubois D., Labra E., Barra., Holmberg G., Siebald E., Finot V., Venegas C. Manejo sostenible de praderas su flora y vegetación, Santiago de Chile, 2009
- Espinoza, C. y Ramos, G. 2001. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes e INIFAP. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Pp. 11 inifap@codagea.edoags.gob.mx
- Enríquez, Q. Meléndez, N. y Bolaños, A. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. Libro Técnico No. 7. 261 p.62
- FAO.1995. manual tecnico de la fijacion de nitrogeno. Organización de las naciones para la agricultura y la alimentacion pp. 10-35
- Febles, G.; Ruiz, T.E. & Simón, L. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. En: Leguminosas

- forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 91
- Gallarino, H. 2008. Heno de alfalfa conceptos generales. Revista Agro mercado N° 143 pp. 10-13.
- González, M, Van H, Romero, F. Pezo, D. y Argel, P. 1996. Producción de leche en pasturas de Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. Pasturas Tropicales. 18 (1): pp. 2-12.
- Hernández, D.; Carballo, Mirtha & Reyes, F. 1998. Sistema silvopastoril multiasociado: una alternativa para la producción de leche y carne en Cuba. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. 14 p.
- Hughes, H 1981. Forrajes la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Cia editorial continental. Mexico pp 56-72
- Kimball, P. 1980. Biología. Adison Wesley Iberoamericana. pp. 432-450
- Hanson, A. 1988. (ed.). Agronomy n. ° 29, Matdison, Wisconsin (F.'1', UU.). 198R
- Hess, H. y Lascano, C. 1997. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 19 (2): pp. 12-20.
- Hernández, G y Martínez, H. 1997. Utilización de pasturas tropicales. En: Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap pp. 8-24.
- Horrocks, R. y Vallentine, J. 1999. Harvested Forages. Academic Press. Oval Road, London. United Status of America. P. 426
- Holguín. V, Y Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Serie cuaderno de campo.

[Http://agriculturasana.com](http://agriculturasana.com), 2007. Valenzuela, L. Cultivos organico

<http://www.infoagro.com>, 2008. Zambrano, M."Alfalfa".

<http://www.agrociencias.com>, 2008. nilson, A. Inoculación con Rhizobium.

<http://www.monografias.com>. 2006. Shintani, A. Historia de la alfalfa y su cultivo

<http://www.agrositio.com>, 2008. Peralta, M. Nodulación de bacterias

<http://www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>

Ibrahim, E y Manetje, L. 1988 Los árboles forrajeros en la alimentación animal. Memorias del Primer Seminario de Biotecnología CVC Cali pp5-9

Jiménez, G y Martínez, H. 1997. Utilización de pasturas tropicales. En: Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap pp. 8-24.

Juncafresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2a edición. Editorial Aedos Barcelona, España. pp. 203

Lamela, L.; Valdés, L. y FUNG, C. (1996). Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 14.

Long, S. 1989. Rhizobium-legume nodulation: life together in the underground. Editorial Cell. Pp. 203-214

López, M. Gutiérrez, P. y Berúmen, P. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. Revista TERRA. Vol. 18. No. 2. pp. 161-171

MacAlpine, L. Gallego, L. Peláez, F. 2009. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002. p 17

Mendoza, S. Hernández, A. Pérez, J. Quero, A. Escalante, J. Zaragoza, J, Ramírez. O, 2010. Productive response of alfalfa to different cutting frequency;1(3): pp. 287-296.

- Milera, M; Iglesias, J.; Remy, V. & Cabrera, N. (1994). Empleo del banco de proteína de Alfalfa. Para la producción de leche. Pastos y Forrajes. 17:73
- Morales, A. Jiménez, V. Velasco, V. Villegas, A. y Hernández. A. 2006. Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la mixteca de Oaxaca. Técnica Pecuaria en México. 44 (3): pp.277-288.
- Muslera, E y Ratera, C 1991. Pastos y forrajes. Malaga España, editorial Edmundo pp. 29-56
- Muslera, P. y Ratera C. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2a Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 674.
- Murgueitio, E. Y Ibrahim, M. 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina. Ganadería del futuro, Investigación para el desarrollo. FEDEGAN- CIPAV – CATIE – FAO- COLCIENCIAS – Bogotá. Colombia
- Muñoz P. Manejo de praderas en Colombia_ estado actual y proyección de la investigación: primea reunión de la red temática de recursos forrajeros, junio 2004, C.I, Tibaitata.
- Norman, M. and Stewart, C. 1967. Complementary razing'of native pasture and standing Townsville'Lucerne in the dry season at Katherine. N.T. Aust."J. oi Exp. Agrie.' and Ardm. Husb: 7 pp . 225-'231
- Nelson, C. y Moser, L. 1994. Plant factors affecting forage quality in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Based on the National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization held at the University of Nebraska, Lincoln, on 13-15 april 1994. Charpter 3: pp. 115-154.
- Pérez. J, 2000. Establecimiento y manejo de bancos de proteína. Brasil pág. 45.
- Preston, T.R. 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal production and health paper No. 126. Roma. Pag. 305
- Rebuffo M. 2005., Programa Nacional de Plantas Forrajeras., Revista INIA - No 5., ALFALFA: Principios de manejo del pastoreo.

- Rivas, M., López, C., Castañeda, A., Garay, J. Effect of three harvest systems on the productive performance of five commercial alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties. *Méx* 2005;43(1): pp. 79-92.
- Rojas, G. 1993. *Fisiología Vegetal Aplicada*. 4a Edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México. P. 275
- Rodríguez, S. 1989. *Fertilizantes. Nutrición Vegetal*. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. p. 157
- Romero, F. & González, J. 1999. Produciendo mas leche mediante pasturas asociadas con *Arachis pintoii* . Tropileche. Hoja informativa No. 6
- Romero, A. (1995). Comerón E. y Ustarroz E. La Alfalfa en la Argentina, INTA Cuyo, 150-170. Manejo Y Utilización De La Alfalfa.
- Sagarpa. 2008. *Producción Agrícola en México*. Centro de Estadística Agropecuaria. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx/>.
- Salamanca, R 1986, pastos y forrajes, universidad Thomas sn Bogotá Colombia. Editorial Uspa, p. 87
- Sanaratne, E and. Amornpimol, E 1987, effect of combined nitrogen fixation of soybean (*glycine ma* L. Marill) as affected by cultivar and Rhizobial strains. *Plant and Soil* pag, 45-50
- Sandowsky, J & Kosslar, M. 1995, Restriction of nodulation by *Bradyrhizobium japonicum* is mediated by factors present in the roots of *Glicine max*. *Appl Environm. Microbiol* pag, 82-86
- Sánchez, A. 1998. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. FONAIAP. Estación Experimental del Estado de Falcón. Venezuela.
- Sanchez, J y Yañez, M. 1997. Produccion de inoculantes para leguminosa y gramineas. Coordinacion de la investigacion cientifica. Instituto de investigaciones quimico-

- Biologicas, universidad Michoacana de san Nicolas de Hidalgo. Proyecto 2.7. Reporte tecnico pp. 19-27
- Salinas, C. 2005. Pasado, presente y futuro de la alfalfa en México. Ficha técnica de Semillas Berenten, S. A. de C. V. Departamento de investigación y desarrollo. www.sebesa.com.mx
- Soto, O. Velasco, H. y Arredondo, S. 2004. Especies leguminosas forrajeras para corte en suelos arcillosos de mal drenaje. Agricultura Técnica. Vol. 65 No. 2. Pp. 157-164.
- Sylvester, B. Kip, N. y Harris, D. 1987. Simbiosis leguminosas – Rizobio: Evaluación, Selección y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.
- Tablada, A. 1998. Comportamiento de una pradera alfalfa-ovillo a diferentes frecuencias de pastoreo con borregos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. P. 76
- Tovar, J. 2006. Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Incremento en invernadero de la calidad y cantidad del follaje de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) variedad florida 77 causado por la combinación de fertilización biológica y química en un suelo de la serie bermeo de la sabana de bogotá., *universitas scientiarum Revista de la Facultad de Ciencias Edición especial*, Vol. 11, pp. 61-72.
- Vance, C. & Phillips, D. 1988. Nodulation and symbiotic dinitrogen fixation. En: *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 229-257.
- Vanderleyden, J & Pieterneel, R. 1995 the Rhizobium-plant symbiosis. *Microbiol rev* pp 124-142

Vázquez, G. 1996. La fertilidad del suelo para la producción sostenible bajo pastoreo intensivo. Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Primer Foro Internacional, Banco de México. FIRA. Veracruz, México de 7 al 9 de Noviembre.

VENEGAS C. Manejo sostenible de praderas su flora y vegetación, Santiago de Chile, 2009

Villena, E. 2002, técnico en ganadería tomo I, II y III, Madrid, España. Editorial cultural p. 35

Villaquirán, M. & Lascano, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras Tropicales. Pasturas Tropicales. Boletín. 8(2):pp. 2-6.