



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**“FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CULTIVO DE ALFALFA
CUF 101 (*Medicago sativa* L.) EN LA GRANJA LA COLINA C.A.
DEL CANTÓN ARENILLAS - EL ORO - ECUADOR”**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

**AUTOR:
Darwin Raúl Macías Bustamante**

**DIRECTOR:
Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, MSc.**

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Darwin Raúl Macías Bustamante, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Darwin Raúl Macías Bustamante

CERTIFICACIÓN

El suscrito, **Ing. Lauden Jehová Rizzo Zamora, MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica. Que el señor egresado **Darwin Raúl Macías Bustamante** autor de la tesis de grado **“FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CULTIVO DE ALFALFA CUF 101 (*Medicago sativa L.*) EN LA GRANJA LA COLINA C.A. DEL CANTÓN ARENILLAS - EL ORO - ECUADOR”**, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, MSc.

Director de Tesis

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Tesis presentada al Honorable Consejo Directivo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**“FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CULTIVO DE ALFALFA
CUF 101 (*Medicago sativa* L.) EN LA GRANJA LA COLINA C.A.
DEL CANTÓN ARENILLAS - EL ORO - ECUADOR”**

Aprobado:

**Ing. Guido Álvarez Perdomo, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Geovanny Suarez Fernández, MSc.
Miembro del tribunal de tesis**

**Dr. José Romero Romero, MSc.
Miembro del tribunal de tesis**

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

AÑO 2013

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Jehová Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de formación profesional.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres y hermanos, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se han presentado a lo largo de mi vida.

A mi esposa Martha Gonzaga Díaz, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ella.

Al Ing. Zoot. Lauden Geobakg Rizzo Zamora MSc., Coordinador de Carrera de Agropecuaria de la UED y Director de Tesis; por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto.

Finalmente; a la Empresa Granja La Colina C.A., por haberme permitido realizar mi trabajo de campo en conjunto con todos mis compañeros de trabajo, con los cuales comparto día a día nuevas experiencias y conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Jehová Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana Mayra Macías Bustamante por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar. A mis hijos quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad, para poderles predicar con el ejemplo.

Darwin Macías

INDICE

	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN	iii
TRIBUNAL DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE	vii
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
CAPITULO I	
MARCO CONTEXTUAL	1
1.1. Introducción	2
1.2. Justificación	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	4
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Fundamentación Teórica	6
2.1.1 Origen de alfalfa	6
2.1.2. Adaptación de la alfalfa	6
2.1.3. Toxicidad de algunos minerales en la alfalfa	7
2.1.4. Incidencia de la temperatura en la alfalfa	7
2.1.5. Descripción botánica	7
2.1.5.1. Taxonomía de la alfalfa	7

2.1.6.	Hojas	7
2.1.7.	Tallos	8
2.1.8.	Flores	8
2.1.9.	Cosecha y rendimiento	8
2.1.10	Características de crecimiento de la planta de alfalfa	9
2.1.11.	Evolución de las reservas en las plantas	9
2.1.12.	Relación hoja tallo.....	10
2.1.13.	Requerimientos climáticos y edáficos	10
2.1.14.	Germinación de la semilla de alfalfa	12
2.1.15.	Requerimientos de agua	12
2.1.16.	Suelos	13
2.1.17.	Drenaje del suelo	15
2.1.3.	Fertilización foliar	15
2.1.3.1.	Fisiología y funcionamiento nutricional del producto foliar.....	16
2.1.3.2.	Fisiología de la absorción foliar.....	17
2.1.3.3.	La absorción mineral de nutrientes por las hojas.....	18
2.1.3.4.	Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante	18
2.1.3.5.	Penetración a través de la pared externa de las células epidermiales.....	18
2.1.3.6.	Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto).....	19
2.1.3.7.	Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto).....	19
2.1.3.8.	La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos de la planta	19
2.1.3.9.	Aminoácidos en fertilizantes foliares.....	20
2.1.3.10.	Movilidad y velocidad de absorción de aminoácidos y carbohidratos	21
2.1.3.11.	Mecanismo de la absorción foliar.....	22
2.1.4.	Respuesta a la fertilización foliar.....	23
2.1.4.1.	Aprovechamiento de la alfalfa y su fertilización.....	24
2.1.4.1.1.	Evergreen	25
2.1.4.1.2.	Best – K	25
2.1.4.1.3.	Saeta – Ca	26
2.1.4.1.4.	Bacter plus	26
2.1.5.	Resultados de investigaciones en el cultivo de la alfalfa.....	26

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1. Materiales y métodos	30
3.1.1. Localización y duración de la investigación	30
3.1.2. Condiciones meteorológicas	30
3.1.3. Materiales equipos e insumos.....	30
3.1.4. Tratamientos	32
3.1.5. Diseño experimental	32
3.1.6. Modelo matemático:.....	33
3.1.7.1. Altura de la planta a los 7, 22, 35 días (cm).....	34
3.1.7.2. Relación hojas/tallos	34
3.1.7.3. Tiempo a la prefloración (días).....	34
3.1.7.4. Producción de biomasa (kg)	35
3.1.8. Análisis económico	35
3.1.8.1. Ingreso bruto	35
3.1.8.2. Costos totales	36
3.1.8.3. Beneficio neto	36
3.1.8.4. Rentabilidad (%).....	36
3.1.9. Procedimiento experimental.....	37

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Resultados y Discusión.....	40
4.1.1. Altura de planta a los 7, 22, 35 días (cm).....	40
4.1.2. Relación hoja/tallo.....	41
4.1.3. Tiempo a la prefloración (días).....	42
4.1.4. Producción de biomasa (kg)	43
4.2. Análisis económico	47

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones	49

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA.....	50
--------------------------	-----------

6.1. Bibliografía.....	51
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro	
1. Condiciones meteorológicas de la granja “la colina c. A.”. Arenillas 2013.	30
2. Tratamientos	32
3. Esquema del experimento.....	33
4. Esquema del análisis de varianza	33
5. Altura de planta a los 7, 22, 35 días (cm), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.....	41
6. Altura de planta a los 7, 22, 35 días (cm), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.....	42
7. Tiempo a la prefloración (días), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	43
8. Producción de biomasa (kg), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	45
9. Composición bromatológica por cada 100 g en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.....	64
10. Análisis económico (USD) de fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (<i>Medicago sativa</i> L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
A. Cuadrados medios y significación estadística para la altura de planta a los 7, 22 y 35 días (cm), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	55
B. Cuadrados medios y significación estadística para la relación hoja/tallo, en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	56
C. Cuadrados medios y significación estadística para el tiempo a la floración (días), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	56
D. Cuadrados medios y significación estadística para la producción de biomasa (kg), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.	57

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Granja La Colina C.A. ubicada en el kilómetro 1 de la vía Arenillas – Alamor de la Provincia de El Oro, cuya ubicación geográfica de 3° 34' 34,71" latitud sur y 80° 3' 49,46" longitud oeste y una altura de 62 msnm. La investigación tuvo una duración de 4 meses. Se aplicó un diseño completo al azar (*DCA*) con 5 repeticiones y 10 m² de superficie por unidad experimental. Para establecer las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Los tratamientos fueron: T1= Testigo; T2= Evergreen; T3= Saeta-Ca; T4= Best-K y T5= Bacter plus. Las variables bajo estudio fueron: altura de la planta (AP), relación hojas/tallos (R/T), tiempo a la prefloración (TP), producción de biomasa (PB) y la rentabilidad (R). La mejor TP (32,20) lo registró el tratamiento T1 y PB (16,99 kg ha⁻¹) lo registró el tratamiento T2. El NT y la RH/T no se ven influenciados por el uso de los fertilizantes foliares ($P \leq 0,05$). La mejor R la registraron los tratamientos T1 (87,14) y T3 (80,73), respectivamente

Palabras claves: Fertilización foliar, producción, alfalfa Cuf 101

SUMMARY

This research was conducted at the Farm Hill CA located at 1 kilometer of track Arenillas - Alamor of the Province of El Oro, the geographical location of $30^{\circ} 34' 34.71''$ south latitude and $80^{\circ} 3' 49.46''$ W and a height of 62 meters. The investigation lasted 4 months. A complete random design (DCA) with 5 replications and 10 m² per experimental unit was applied. To establish differences between means Tukey test ($P \leq 0.05$) was applied. The treatments were: T1 = Control, T2 = Evergreen, T3 = Saeta-Ca -K Best T4 = T5 = Bacter and plus. The variables under study were: plant height (AP) ratio leaves / stems (R / T) , the pre-flowering period (TP), biomass production (PB) and profitability (R). Best TP (32.20) recorded it and PB treatment T1 (16.99 kg ha⁻¹) was recorded by treatment T2. The NT and RH / T are not influenced by the use of foliar fertilizers ($P \leq 0.05$). Best R the recorded T1 (87.14) and T3 (80.73), respectively

Keyword: foliar fertilization, production, Cuf 101

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL

1.1. Introducción

La alfalfa es una planta que se cultiva poco en el cantón Arenillas en donde no se conoce la eficacia de los fertilizantes foliares complementarios muy necesarios para la vida, crecimiento y desarrollo de la misma.

La fertilización foliar, es una técnica que permite la incorporación del producto en la planta por medio de las hojas, de este modo se logra que el fertilizante se encuentre disponible para el cultivo, inmediatamente sin necesidad de lluvia o riego para la incorporación, factor primordial en los fertilizantes sólidos por poseer absorción en la raíz. (Barone, 2010).

Cabe destacar, que este método genera numerosas ventajas ya que su resultado es de forrajes a un muy bajo costo, recuperando el capital inicial en muy poco tiempo y aumentando la producción del mismo que nos servirá para abastecer de mayor cantidad de forrajes, para todas las especies de animales del área pecuaria y del zoológico, de la Granja La Colina C.A.

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta muy adaptable a los diferentes tipos de clima y suelo, ocupa el primer lugar entre los cultivos forrajeros. Este cultivo enriquece la tierra con materia orgánica y produce alimento de riqueza proteínica así como una excelente palatabilidad muy apetecido por las diferentes especies de ganados, avestruces, y una gran variedad de animales del zoológico.

En la vida de la planta, para su crecimiento y desarrollo son indispensables los micro elementos y oligoelementos, pues estos poseen minerales y no minerales que la planta absorbe en distinta forma y proporción.

La alfalfa es una planta que da cosecha por varios años, sus hojas poseen excelentes condiciones bromatológicas, es por esta razón que se necesita que el número y el tamaño de las mismas sean lo máximo posible, por lo tanto las

técnicas y formas de aplicación de estos elementos son primordiales para el desarrollo de la alfalfa (Barone, 2010).

La Empresa Granja La Colina C.A. del Cantón Arenillas Provincia de El Oro, tiene una fuerte inversión económica, en la alimentación de aproximadamente 950 avestruces, ganado caballar, vacuno, caprino y una gran variedad de animales del zoológico, los mismos que en su dieta alimenticia, la alfalfa cumple un papel muy importante por ser esta una leguminosa forrajera que aporta con un gran porcentaje de agua y proteínas.

Por ello es necesario y conveniente realizar esta investigación para ver las ventajas que pueda tener la fertilización foliar en el cultivo de la alfalfa lo que permitirá contar con un material valioso que ayude a la empresa a minimizar sus costos de alimentación, al obtener mediante los ensayos propuestos un incremento favorable en la producción de pastaje y porcentajes proteicos de este cultivo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar los fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa L.*) en la granja la Colina C.A del cantón Arenillas.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el fertilizante foliar que permita incrementar la producción de la alfalfa CUF 101 en la zona de Arenillas.
- ✓ Determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

- ✓ La aplicación de evergreen, permitirá incrementar la producción de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la zona de la Granja La Colina C.A. del Cantón Arenillas.
- ✓ La rentabilidad se incrementará con el uso de fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Origen de alfalfa

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⁻¹ cultivadas; Estados Unidos y Argentina, con 16 millones de ha⁻¹, 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 (Muslera y Ratera, 1991).

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.

2.2.2. Adaptación de la alfalfa

Se adapta a altitudes comprendidas entre 700 y 2.800 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 y se multiplique el *Rhizobium meliloti* específico y 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).

2.2.3. Toxicidad de algunos minerales en la alfalfa

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 et al (2004) los suelos ácidos es necesario aplicar cal y P con la finalidad de incrementar el rendimiento de forraje y su persistencia.

2.2.4. Incidencia de la temperatura en la alfalfa

La temperatura es una variable ambiental importante, varía 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).

2.2.5. Descripción botánica

2.2.5.1. Taxonomía de la alfalfa

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Medicago
Especie:	Sativa
Nombre científico:	Medicago sativa

2.2.6. Hojas

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.

2.2.7. Tallos

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; (Del Pozo, 1983).

2.2.8. Flores

Las flores son de color azul o púrpura, dependiendo de la variedad (Del Pozo, 1983).

2.2.9. Cosecha y rendimiento

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). El nitrógeno constituye el elemento esencial de la vida este elemento, que resulta muy abundante en la atmósfera y en las rocas, apenas se encuentra accesible para la mayoría de los seres vivos. Diversos microorganismos transforman el nitrógeno atmosférico o mineral orgánico, facilitando así su aprovechamiento para de los demás seres vivos. Se calcula que en un tercio de sus necesidades. Según Vance *et al.*, (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.

El 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 el cual resulta muy apetecido por el mismo. También se requiere como mejoradora de fertilidad y de la estructura del suelo. Sembrada en alternativa con otros cultivos exigentes en nitrógeno. (Delgado, 1998).

2.2.10. Características de crecimiento de la planta de alfalfa

La parte aérea de la planta foto sintetiza 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 *et al.*, 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. Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Rebuffo, 2005).

2.2.11. Evolución de las reservas en las plantas

El conocimiento sobre cómo evolucionan las reservas en la planta es clave para entender la respuesta productiva ante diversas prácticas de manejo que 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).

2.2.12. 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).

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 dificultosa 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).

2.2.13. Requerimientos climáticos y edáficos

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 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 y Martínez, 1997).

Hay diversos factores que 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 interceptación de la radiación solar por las hojas. Con el aumento en la cantidad de hojas, se tiene una mayor interceptación 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 *et al.*, 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 *et al.*, (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.

2.2.14. Germinación de la semilla de alfalfa

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.

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).

2.2.15. 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).

2.2.16. 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 y 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 de sales.
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 (Muslera 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.
- 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).

2.2.17. 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).

2.1.3. Fertilización foliar

La fertilización foliar tiene como objetivo dotar de nutrientes a las plantas, en forma instantánea y en momentos de alta demanda de los mismos, los que muchas veces no pueden ser suministrados por el suelo en tiempo y forma.

El principal determinante de un rápido y vigoroso rebrote es el nivel de reservas presentes en la raíz. La fertilización foliar, logra aportar a la planta nutrientes

esenciales, para hacer más eficiente el movimiento y utilización de reservas para el rebrote.

El momento de aplicación en alfalfas va desde que las mismas poseen 15 cm de altura hasta 10 días antes del pastoreo o corte. En el caso de avenas y trigos para pastoreo el momento de aplicación es a partir del macollaje. Se necesita agregarle un adherente para mejorar la incorporación del producto a la pastura.

Para realizar las respectivas aplicaciones de fertilizantes foliares, se deben dar las siguientes condiciones: no haber rocío, no encontrarse con altas temperaturas. (La planta posee los estomas cerrados con lo cual no puede absorber el producto), la planta no debe pasar por un estado de estrés, necesita de 24 horas para su completa aplicación. (Por lo tanto una lluvia en ese período podría llegar a ser perjudicial).

Las carencias en micro elementos pueden dividirse en: carencia absoluta o primaria por falta de un micro elemento en cantidad suficiente en el suelo y carencia inducida por no encontrarse en el suelo en estado asimilable; o por haber sido bloqueado por otros elementos. La mayoría de los micro nutrientes existen en el suelo en pequeñas cantidades pero son muy importantes: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y enfatiza tener las siguientes consideraciones.

2.1.3.1. Fisiología y funcionamiento nutricional del producto foliar

Parte de las necesidades nutricionales de las plantas de alfalfa se satisfacen aplicando directamente sobre el follaje una solución fertilizante con el objetivo, de obtener una respuesta rápida; las diferencias de micronutrientes se corrigen con aspersión foliar. Siendo la alfalfa una planta verde donde se fabrican enormes cantidades de materia orgánica con riqueza proteica y fibra, una fertilización adecuada será necesaria. (Melgar, 2005).

El manejo de la nutrición vegetal ha encontrado en la fertilización foliar una herramienta de bajo costo y muy eficiente para aumentar los rendimientos. Para que la fertilización foliar tenga éxito es necesario tener en cuenta tres factores que se relacionan con: La formulación foliar, adecuada concentración del producto y el pH de la solución, adición de coadyuvantes y tamaño de la gota del fertilizante por asperjar, este debe ser lo más pequeño posible, el pH debe ser compatible con el pH de la hoja de la planta. La cantidad de nutrientes y la combinación de nutrientes.

El ambiente: luz, humedad relativa y hora de la aplicación; se recomienda aplicaren horas del atardecer o en horas tempranas de la mañana, evitando las altas temperaturas y la fertilización con pronóstico de lluvias dentro de las 8 a 24 horas.

La fertilización foliar es una excelente herramienta para complementar y equilibrar la dieta de la planta. Los micronutrientes se pueden dar por esta vía en forma adecuada, en el momento justo y en condiciones óptimas. (Melgar, 2005).

2.1.3.2. Fisiología de la absorción foliar

Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta y la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

La fertilización foliar es una técnica más para suministrar nutrientes a los cultivos, no reemplaza en absoluto la nutrición convencional por fertilización al suelo y asimilación de nutrientes por las raíces, ya que las cantidades normalmente implicadas en la producción de un cultivo son muy superiores a las que podrían absorberse a través de las hojas.

La fertilización foliar debe considerarse una técnica suplementaria o mejor aún complementaria de un programa de fertilización, utilizándola en periodos críticos de crecimiento, en momentos de demanda específica de algún nutriente, o en casos de situaciones adversas del suelo que comprometan la nutrición de las plantas. (Melgar, 2005).

2.1.3.3. La absorción mineral de nutrientes por las hojas

El proceso que ocurre desde que el fertilizante con el nutriente se aplica sobre la superficie de las hojas, como penetra dentro de ellas y como se distribuye al resto de la planta (Melgar, 2005).

2.1.3.4. Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante

La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes. (Melgar, 2005).

2.1.3.5. Penetración a través de la pared externa de las células epidermiales

Las paredes exteriores de las células de la epidermis están cubiertas por la cutícula y una capa de cera para proteger a las hojas de la pérdida de agua por transpiración. Esta protección se debe a las propiedades hidrófobas de las ceras y cutinas. Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula. La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células de guarda también están cubiertas por una capa de cutina similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (cuando las estomas están abiertos) y pulverizaciones por la noche (cerrados). (Melgar, 2005).

2.1.3.6. Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto)

La pared celular de las hojas la constituye el apoplasto y es un espacio importante para la absorción y transporte de nutrientes. Los nutrientes entran en el espacio, luego de penetrar la capa exterior de la epidermis. Para su entrada posterior en el simplasto, las condiciones químicas en el apoplasto (tales como el pH) son de importancia decisiva y podrían ser manipuladas por aditivos adecuados para ser utilizados en las aplicaciones con fertilizantes foliares (Melgar, 2005).

2.1.3.7. Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto)

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración (Melgar, 2005).

2.1.3.8. La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos de la planta

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (por el xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tengan una alta demanda.

Al contrario ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn, que se distribuyen principalmente en forma acrópeta en la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta. De ahí que este factor tenga importantes consecuencias de eficiencia en la fertilización foliar con este nutriente. (Melgar, 2005).

2.1.3.9. Aminoácidos en fertilizantes foliares

Todos los seres vivos necesitan aminoácidos como unidades estructurales fundamentales para la formación de proteínas, enzimas y materiales de partida para la síntesis de otras sustancias esenciales. Hasta hace unos años, la única forma de promover la formación de aminoácidos en las plantas era de forma indirecta y sólo a través del sistema radicular: por medio de la adición de fertilizantes inorgánicos, el nitrógeno pasa a la solución del suelo y de aquí es absorbido por las raíces y transformado en aminoácidos. Este proceso exige a la planta un consumo energético muy alto, que podría ser aprovechado en otros procesos biológicos.

En la actualidad, está demostrado que la aplicación al suelo o foliar de aminoácidos tiene un efecto muy favorable sobre la nutrición de los cultivos, ya que se le suministran los eslabones fundamentales para la formación de las macromoléculas biológicas, sin necesidad de pasos intermedios para la síntesis. Este método evitaría la transformación química del nitrógeno nítrico y amónico dentro de la planta en aminoácidos y por tanto llevaría a ésta a un importante ahorro energético que le ayudaría a superar, tanto situaciones de estrés como para fomentar su crecimiento y desarrollo.

Los aminoácidos están íntimamente relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Algunas hormonas vegetales se encuentran unidas a aminoácidos o proceden de la transformación de éstos, lo que indica el importante papel que puede tener la aplicación de aminoácidos libres como fertilizantes. (Melgar, 2005).

2.1.3.10. Movilidad y velocidad de absorción de aminoácidos y carbohidratos

El principio básico que utiliza esta tecnología para la fabricación de fertilizantes foliares es la formación de proteínas hidrolizadas en las que se incorporan los nutrimentos catiónicos como Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn. Estos minerales quedan suspendidos entre dos aminoácidos que conforman los grupos donadores y uno de ellos, generalmente un grupo amino (NH₂), forma un enlace covalente complejo, mientras el otro grupo carboxílico (COOH) forma un enlace iónico. De esta forma los iones metálicos quedan acomplejados dentro de la estructura formando un quelato orgánico. La carga iónica del metal es neutralizada por los aminoácidos en forma similar como ocurre con los quelatos sintéticos.

Esto evita que el metal sea sometido a fuerzas de repulsión o atracción por las cargas negativas de la cutícula foliar facilitando la absorción. La mayoría de los quelatos de aminoácidos son de bajo peso molecular, lo que en teoría favorecería también la entrada del quelato a través de la cutícula, las paredes celulares y las membranas celulares. Una de las ventajas más reconocidas de los aminoácidos es su rápida absorción, que en algunos casos oscila entre 1 a 3 horas para completar el 50% de absorción.

Otro principio que utiliza esta tecnología es que la planta recibe aminoácidos biológicamente activos de rápida absorción y translocación, lo cual reduce el gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteínas. También se le atribuyen propiedades bioestimulante en el crecimiento vegetal. Un quelato es un compuesto orgánico de origen natural o sintético, que puede combinarse con un catión metálico y lo acompleja, formando una estructura heterocíclica. Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas.

El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación-

reducción, inmovilización, precipitación, etc. El proceso de quelación de un catión neutraliza la carga positiva de los metales permitiendo que el complejo formado quede prácticamente con carga 0. Esto es una ventaja para facilitar la penetración de iones a través de la cutícula foliar cargada negativamente, y de esta forma no hay interferencia en la absorción por efecto de repulsión o atracción de cargas eléctricas. De esta forma los quelatos pueden ser absorbidos y transportados más rápidamente que las sales debido a su estructura que los hace prácticamente de carga neta.

Esta mayor velocidad de absorción a través de la cutícula constituye una ventaja comparativa con relación a las fuentes de sales porque hay menor riesgo de pérdida del nutriente por lavado y aumenta la eficiencia para la corrección de deficiencias.

Sin embargo, su costo es más alto que las sales y la concentración de nutrimentos es más baja, debido a que los agentes que la transportan tienen una capacidad limitada para acomplejar cationes. (Melgar, 2005).

2.1.3.11. Mecanismo de la absorción foliar

La hoja es el órgano principal de absorción foliar de nutrimentos, de ahí la importancia de conocer su estructura. La hoja presenta una cutícula (membrana lipóide), que es un obstáculo para la absorción. Debajo de la cutícula se encuentran las células de la epidermis, cubiertas por una delgada capa de pectina. La absorción de nutrimentos a través de la hoja es un proceso de múltiples pasos, e involucra la absorción superficial, penetración pasiva a través de la cutícula, y absorción activa por las células de las hojas debajo de la cutícula.

La cutícula foliar es más permeable a los cationes que a los aniones. La hidratación de la cutícula permite que ésta se expanda, apartando las concreciones cerosas sobre su superficie y facilitando con ello la penetración.

Una vez que los nutrimentos pasan la cutícula, se encuentran con las membranas celulares de la epidermis, que presentan prolongaciones plasmáticas o ectocítodos, antiguamente llamados ectodermos.

Los ectocítodos son espacios interfibrilares que aparecen en las paredes celulares que rodean espacios llenos de aire. Los ectocítodos forman un conjunto, que se extiende desde la parte externa de las membranas celulares hasta el límite interno de la cutícula, sin penetrar en ella. Su función principal es la de servir de vía para la excreción de sustancias, a la vez que permiten el paso de productos al exterior. Cuando los nutrimentos se encuentran en los ectocítodos, son trastocados a las células epidérmicas por un proceso complejo de difusión y mediante gasto de energía metabólica. Un número alto de ectocítodos, una cutícula delgada y una gran área superficial, favorecen la penetración de nutrimentos vía foliar.

Los agentes humectantes favorecen la absorción porque disminuyen la tensión superficial de las gotas. Los agentes tenso activos pueden desplazar el aire que se encuentra en los estomas permitiendo la entrada de los nutrimentos. Las características principales que debe tener una fuente para el abonamiento foliares que sea muy soluble en agua y que no cause efecto Fito tóxico al follaje. Las fuentes de fertilizantes foliares se pueden dividir en dos grandes categorías: sales minerales inorgánicas, y quelatos naturales y sintéticos, que incluye complejos naturales orgánicos. Estas fuentes se formulan en polvos o cristales finos de alta solubilidad en agua, y en presentaciones líquidas. (Melgar, 2005).

2.1.4. Respuesta a la fertilización foliar

Varios son los elementos a medir o estudiar luego de una fertilización foliar. La respuesta de los pastos a la fertilización se puede considerar desde diferentes puntos de vista. El efecto más notable de la fertilización está representado por un incremento de la producción de materia seca, que es la respuesta que generalmente se analiza para demostrar los beneficios obtenidos con esta práctica.

En cultivos extensivos se ve reflejado en: tamaño de hoja y consistencia (grosor) de las hojas, diámetro de los tallos. Numero de vainas, numero de granos por vaina y tamaño de granos, el color de la pigmentación de la planta y el desarrollo radicular.

Obviamente el resultado final es el que mueve al productor a adoptar el producto y se manifiesta por un incremento en el rendimiento, el cual puede está representado por un aumento en la producción de carne o leche por animal, o por un incremento en la capacidad de carga o por ambos. Y en el caso de cultivos se observa en la obtención de más quintales por hectárea. En último lugar, debe mejorar la rentabilidad de la explotación.

Es importante destacar que la cantidad de producto pulverizado en una aplicación de fertilizante foliar la planta aprovecha el 95 por ciento de la cantidad, mientras que en una aplicación terrestre la planta no llega a aprovechar ni el 20 % de la cantidad aplicada. Esto se debe exclusivamente a la vía de nutrición de la planta, la foliar. (Melgar, 2005).

2.1.4.1. Aprovechamiento de la alfalfa y su fertilización

Para una correcta utilización de la alfalfa es importante considerar el crecimiento de la planta y el nivel de reservas de la raíz y corona, el momento de corte o pastoreo, la producción, la calidad y persistencia del cultivo.

La fuente de energía que utiliza la planta para rebrotar proviene de los carbohidratos acumulados en las raíces y en menor proporción los de corona. Por esta razón, un adecuado manejo de la alfalfa debe contemplar la extracción y reposición de las reservas en estos órganos de la planta, para no perjudicarla. (Melgar, 2005).

Para un adecuado balance de calidad de forraje y persistencia del cultivo, se debe respetar el estado fisiológico de la planta, usando como indicadores el 10% de floración en primavera-verano y 35 cm. de altura. En el presente ensayo se van a usar cuatro fertilizantes foliares.

- Evergreen , fertilizante foliar y biostimulante
- Saeta – Ca, fertilizante foliar
- Best – K, fertilizante foliar complejo
- Bacter plus

2.1.4.1.1. Evergreen

Es un fertilizante foliar y bioestimulante, que está compuesto por un complejo nutricional a base de macro y micro elementos, fitohormonas y vitaminas de origen vegetal 78% p/p.

Nitrógeno	7.0%	Citoquinina	90 ppm
Fosforo asimilable	7.0%	Giberelina	40 ppm
Potasio soluble	7.0%	Auxinas	40 ppm
Boro	0.024%	Colina	750 ppb
Cobre	0.013%	Tiamina	150 ppb
Hierro EDTA	0.05%	Niacina	90 ppb
Manganeso EDTA	0.018%	Ácido Patogénico	12 ppb
Magnesio	0.036%	Ácido Fólico	1 ppb
Molibdeno	0.0003%	Nicotinamida	2 ppb
Zinc EDTA	0.0009%	Riboflavina	1.5 ppb
Ácido Húmico	3.76%		

Fuente: AGRIPAC S.A.

2.1.4.1.2. Best – K

Es un fertilizante complejo compuesto de fosfonato de doble acción.

Fosforo asimilable (P ₂ O ₅)	30.0%
Potasio soluble (K ₂ O)	20.0%

Fuente: AGRIPAC S.A.

2.1.4.1.3. Saeta – Ca

Es un fertilizante foliar compuesto por dos equivalentes.

Equivalente en P₂O₅	40.10%
Equivalente en fosforo (P) 17.50%	
Oxido de Calcio (CaO)	41.00%
Equivalente en Calcio 29.30%	

Fuente: AGRIPAC S.A.

2.1.4.1.4. Bacter plus

Es un abono orgánico que contiene microorganismos benéficos (EM) con otros compuestos.

Nitrógeno Amoniacal	10 %
Fosforo Asimilable	30 %
Potasio en forma de Nitratos	25 %
Elementos menores	
Boro	0.5%
Zinc	0.2%
Hierro	0.2%
Magnesio	0.7%
Molibdeno	0.2%
Enzimas	0.5%
Polizacaridos	0.5%
(EM)	20%
Carbohidratos	15%
Complejo B	10%
Algas Marinas	5%

Fuente: AGRIPAC S.A.

2.1.5. Resultados de investigaciones en el cultivo de la alfalfa

Plevich *et al.*, (2012), al estudiar el cultivo de alfalfa utilizando agua de perforación, agua residual urbana y precipitaciones obtuvieron una producción de biomasa al primer corte de (3082,37; 3303,65 y 2899,56 kg MS ha⁻¹, respectivamente).

Urbano y Dávila, (2003), al evaluar el rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela., con el objetivo de evaluar once variedades de Alfalfa: Alfa-50, Alfa-100, AS-13, Euver, Lanfagene, Peluda Peruana, WL-514, WL-515, WL-516, WL-605 y WL-7 Special). Los cortes se realizaron en promedio cada 45 días. Los resultados indicaron que en la altura se encontró diferencias (P<0,05) entre las variedades, con un promedio de 66 cm. Para la relación hoja/tallo no se detectó significancias para los tratamientos, con un promedio de 1,33. Bajo las condiciones de estudio los once cultivares presentaron un comportamiento productivo similar, siendo las variedades WL-516 y Lanfagene las que respondieron con rendimiento cercano a 20 t MS ha⁻¹, para el primer año.

Vázquez *et al.*, (2010), al estudiar la influencia del agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 0; 1.000; 1.500 y 2.000 kg ha⁻¹ de conchilla/caliza (C) y dolomita (D). Se determinó rendimiento al primer corte de 1.641; 1.605; 1.693; 1.418; 1.462; 1.716 y 1.814 kg MS ha⁻¹, respectivamente.

Carpio, (2011), al evaluar la eficacia de cinco fertilizantes foliarse con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera. Los tratamientos bajo estudio fueron T1= ankor flex; T2= bio plus; T3= biorregin R-8; T4= cistefol y T5= tecno verde radicular. Obteniendo una altura de planta a los 30 días 38,96; 38,56; 38,83; 39,62 y 35,77 respectivamente. Números de tallos a los 30 días 54,57; 60,24; 59,18; 59,61 y

58,90 respectivamente y Producción de forraje en materia verde a los 60 días 17,96; 19,87; 17,63; 18,61 y 17,11 respectivamente.

Tenorio, (2011), al evaluar diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* mas la adición de vermicompost en la producción de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= 2 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹; T3= 3 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹ y T4= 4 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹, obteniendo una altura de planta a los 30 días de 65,74; 65,96; 67,63 y 67,00 y una producción de forraje verde tn ha⁻¹ de 18,41; 20,15; 24,42 y 23,19, respectivamente.

Aragadvay, (2010), al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= *Rhizobium meliloti* 250 g ha⁻¹; T3= *Rhizobium meliloti* 500 g ha⁻¹ y T4= *Rhizobium meliloti* 750 g ha⁻¹, obteniendo días a la prefloración de 45,67; 43,33; 47,00 y 750; altura de planta a los 30 días de 54,13; 57,58; 65,29 y 69,50; producción de forraje tn ha⁻¹ año⁻¹ de 8,41; 9,39; 11,95 y 11,14, respectivamente

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

La presente investigación se realizó en la Granja La Colina C.A. de propiedad del Sr Manuel Rojas Amari, ubicada en el kilómetro 1 de la vía Arenillas – Alamor de la Provincia de El Oro, cuya ubicación geográfica de 3° 34' 34,71" latitud sur y 80° 3' 49,46" longitud oeste y una altura de 62 msnm. La investigación tuvo una duración de 4 meses.

3.1.2. Condiciones agroclimáticas

Cuadro 1. Condiciones agroclimáticas en fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa* L.) en la granja “La Colina C. A.”. del Cantón Arenillas, El Oro, Ecuador 2013.

Parámetros	Promedios
Temperatura media anual °C	26
Precipitación anual mm	800
Humedad Relativa %	60 a 85
Heliofanía hora, luz año ⁻¹	1100
pH	5,5
Relieve	Plano

*Fuente: Granja La Colina C.A. 2013.

3.1.3. Materiales equipos e insumos

Se utilizó los siguientes materiales equipo e instalaciones

3.1.3.1. Materiales de campo

Cuadro 2. Materiales de campo en fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa* L.) en la granja “La Colina C. A.”. del Cantón Arenillas, El Oro, Ecuador 2013.

Libreta de campo	2 u
Estaca	80 u
Peolas	2 lb
Cinta métrica	1 u
Hoz	4 u
Baldes plásticos	1 u
Cámara fotográfica	1 u
Pala	4 u
Machete	4 u
Lampilla	4 u
Bomba de mochila	1 u
Gramera	1 u
Guantes	1 u
Mascarilla	1 u
Gafas	1 u
Flexo metro	1 u
Botas de caucho	4 u
Rótulos de identificación	25 u
Vasos de medidas	1 u

3.1.3.2. Insumos Agrícolas

Evergreen	1 lt.
Best – K	1 lt.
Saeta – Ca	500 gr.
Bacter plus	1 lt.

3.1.4. Tratamientos

Se evaluó cuatro fertilizantes foliares, en las dosis recomendadas por los fabricantes, más el testigo (T1), los tratamientos se detallan a continuación en el cuadro 2.

Cuadro 3. Tratamientos en estudio en fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa* L.) en la granja “La Colina C. A.”. del Cantón Arenillas, El Oro, Ecuador 2013.

Tratamientos	Fertilizantes	Dosis	Aplicaciones	Frecuencia	Total Producto
T1	Testigo				
T2	Evergreen	5 cc/lit	2	7 días	10 cc
T2	Saeta – Ca	2,5 g/lit	2	7 días	5 g
T4	Best – K	12,5 cc/lit	2	7 días	25 cc
T5	Bacter plus	20 cc/lit	2	7 días	40 c

3.1.5. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completo al azar (DCA) con 5 repeticiones y 10 m² de superficie por unidad experimental. Para establecer las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

En los cuadro 3 y 4 se detalla el esquema del experimento y del ADEVA. El análisis de los datos se los realizo en el paquete estadístico SAS.

Cuadro 4. Esquema del experimento en fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa* L.) en la granja “La Colina C. A.”. del Cantón Arenillas, El Oro, Ecuador 2013.

Tratamientos	Rep.	T.U.E	Total
T1 (Testigo sin fertilización)	5	10 m ²	50 m ²
T2 (Evergreen)	5	10 m ²	50 m ²
T3 (Saeta – Ca)	5	10 m ²	50 m ²
T4 (Best – K)	5	10 m ²	50 m ²
T5 (Bacter plus)	3	10 m ²	50 m ²
Total			200 m²

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza en fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa CUF 101 (*Medicago sativa* L.) en la granja “La Colina C. A.” del Cantón Arenillas, El Oro, Ecuador 2013.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Error experimental	t(r-1)	20
Total	txr-1	24

3.1.6. Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = total de una observación

μ = media de la población

T_i = efecto del tratamiento

β_j = efecto de la dieta

ε_{ij} = efecto del error experimental

3.1.7. Mediciones experimentales

3.1.7.1. Altura de la planta a los 7, 22, 35 días (cm)

Para evaluar este parámetro se tomó 10 plantas por cada tratamiento y se midió desde la base hasta la parte más alta de la planta con un flexómetro, posteriormente a los quince días después de la fertilización y la última antes del corte, los resultados fueron tomados en cm.

3.1.7.2. Relación hojas/tallos

Se tomó 10 plantas al azar, de cada tratamiento en estudio, luego de esto se tomó una muestra de cada planta, con sus respectivas hojas para contarlas, y luego se realizó un promedio de hojas presentes en los tallos. Este procedimiento se lo realizó un día antes del corte, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación H/T} = \frac{\text{N hojas}}{\text{N tallos}}$$

Donde:

R H/T = Relación hojas/tallos

NH = Número de hojas

NT = Número de tallos

3.1.7.3. Tiempo a la prefloración (días)

Este parámetro se evaluó tomando en cuenta los días que tardó la planta en desarrollarse, desde el momento que se estableció la alfalfa hasta que se encuentre un 10% de floración, luego se realizó la misma medición cada vez que la alfalfa este establecido llegue a dicho porcentaje de flores presentes dentro de las parcela en estudio.

3.1.7.4. Producción de biomasa (kg ha⁻¹)

Se procedió a pesar el follaje producido total de cada parcela, posteriormente el resultado se lo expresó en kilogramos por tratamiento. Se registró su peso al 13% de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Pu (13\%)} = \frac{\text{Pa (100 - ha)}}{100 - \text{hd}}$$

Donde:

PU = Peso uniforme al 13% humedad

Ha = Humedad actual

Pa = Peso actual

Hd = Humedad deseada

3.1.8. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico y determinar cuál de los tratamientos generó una mejor utilidad económica, se utilizó la relación beneficio/costo.

3.1.8.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto se lo calculó de la multiplicación entre las unidades producidas de la alfalfa y el precio de cada unidad, y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{IB} = \text{Y} \times \text{PY};$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

Y = Producto

PY = Precio del Producto

3.1.8.2. Costos totales

El costo total, se lo obtuvo de la suma de los costos fijos (costos de la alfalfa y mano de obra) y de los costos variables (costo del fertilizante foliar), se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX$$

Donde:

CT = Costo total

X = Costo variable

PX = Costos fijo

3.1.8.3. Beneficio neto

El beneficio neto se lo obtuvo de la diferencia del ingreso bruto y el costo total de cada tratamiento y se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

3.1.8.4. Rentabilidad (%)

El análisis económico de cada uno de los tratamientos se lo determinó mediante la relación beneficio/costo, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo total}} \times 100$$

Donde:

R (B/C) = Relación beneficio/costo

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

3.1.9. Procedimiento experimental

Al inicio del cultivo, la preparación del suelo juega un papel muy importante, en el desarrollo del cultivo de alfalfa, para lo cual seguimos los siguientes pasos:

- Eliminación de las malas hiervas
- Arado del terreno, para mejorar la estructura del suelo
- Medición de camas de 1m de ancho, por el largo deseado o permitido
- Medición de canales que separan las camas entre sí, con un ancho de boca de 40 cm, una profundidad de 40cm y una rasante de 30cm
- Aporte de 5 kg m² de Estiércol de ganado vacuno bien descompuesto
- Aporte de 2 kg m² de Ceniza de arroz
- Aporte de 3 kg m² de humus de Lombriz
- Aporte de suelo a las camas, al momento de realizar los canales
- Rastrillado y nivelado de la cama
- Desinfección del suelo.

Posteriormente la siembra consistió en:

- Rallado de la cama a una distancia de 20 a 30 cm entre hileras
- Aplicación de 1 libra de humus de lombriz, en cada surco del rallado
- Distribución de la Semilla sobre el humus aplicado
- Tapado mínimo de las semillas con arena

La alfalfa tiene que mantenerse totalmente limpia, libre de malezas, para así le dé lugar a un buen desarrollo del cultivo. Estos controles se los realiza de forma manual, al inicio del cultivo y en lo posterior con lampilla.

El control de plagas y enfermedades al inicio del cultivo se debe aplicar acetamiprid en dosis de 0,5 g l⁻¹ de agua con una frecuencia de ocho días, para controlar el ataque de insectos chupadores del tallo y hojas. En cuanto a enfermedades más comunes, se tienen con las fungosas, que atacan principalmente, al sistema radicular, provocando la pudrición del mismo, acabando con el cultivo.

Los controles de fungicidas e insecticidas, principalmente se realizan después de cada corte, procediendo a mesclar en 200 l de agua los siguientes productos:

- 100 cc de Indicate
- 500 cc de Clorpirifos
- 500 gr de Benomil
- 200 cc de Agrofix

Se utilizó cuatro abonos foliares, (Evergreen, Best – K, Saeta – Ca, Bacter plus) con una sola dosis, de cada producto, recomendada por los fabricantes, después de 7 y 15 días después del corte, se procedió a aplicar los abonos foliares en estudios, en cada una de las repeticiones

El cultivo constó con un sistema de riego por aspersión con mini cañones de 40 gpm, y funcionó muy bien a 40 psi (libras de presión). Se aplicó de dos a tres riegos semanales, de 20 minutos por aspersores, dependiendo las condiciones de la humedad del suelo y las condiciones meteorológicas del ambiente.

Previo a la aplicación de los fertilizantes, se tuvo que dar un corte de igualación a todas las parcelas en estudios. Posteriormente, realizar las labores culturales ya antes mencionadas.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Altura de planta a los 7, 22, 35 días (cm)

La altura de planta a los 7 y 22 días no registró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P \leq 0,05$), sin embargo a los 35 días los mejores tratamientos los registraron el T5; T2; T4 y T3 ($P \leq 0,05$), respectivamente.

(Cuadro 6 y Anexo A).

Resultados que son superiores a los reportados por: Urbano y Dávila (2003), al evaluar el rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte cada 45 días en la zona alta del estado Mérida, Venezuela, obtuvieron una altura promedio de 66 cm.

Carpio, (2011), al evaluar la eficacia de cinco fertilizantes foliarse con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera. Los tratamientos bajo estudio fueron T1= ankor flex; T2= bio plus; T3= biorregin R-8; T4= cistefol y T5= tecno verde radicular. Obteniendo una altura de planta a los 30 días de 38,96; 38,56; 38,83; 39,62 y 35,77 respectivamente.

Tenorio, (2011), al evaluar diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en la producción de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= 2 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹; T3= 3 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹ y T4= 4 kg ha⁻¹ *Rhizobium meliloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹, obteniendo una altura de planta a los 30 días de 65,74; 65,96; 67,63 y 67,00 respectivamente.

De igual manera Aragadvay, (2010), al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= *Rhizobium meliloti* 250 g ha⁻¹; T3=

Rhizobium meliloti 500 g ha⁻¹ y T4= *Rhizobium meliloti* 750 g ha⁻¹, obteniendo altura de planta a los 30 días de 54,13; 57,58; 65,29 y 69,50 respectivamente.

Cuadro 6. Altura de planta a los 7, 22, 35 días (cm), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (*Medicago sativa* L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Fertilizantes	Períodos (d)		
	7	22	35
T1 (Testigo)	10,00 a ¹⁻²	52,00 a	65,00 b
T2 (Evergreen)	10,00 a	57,60 a	71,80 ab
T3 (Saeta – Ca)	10,00 a	55,20 a	70,40 ab
T4 (Best – K)	10,00 a	57,20 a	70,80 ab
T5 (Bacter plus)	10,00 a	57,00 a	74,40 a
Sig. Est.	Ns	Ns	*
Prom.	10,00	55,80	70,48
CV (%)	0	9,62	5,82

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.2. Relación hoja/tallo

La Relación hoja-tallo no registró diferencias significativa entre las medias de los tratamientos ($P \leq 0,05$). **(Cuadro 7 y Anexo B).**

Resultados que se aproximan a los reportados por: Urbano y Dávila (2003), al evaluar el rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte a los 45 días en la zona alta del estado Mérida, Venezuela, obtuvieron una relación hoja/tallo todos los tratamientos, con un promedio de 1,33.

Los resultados de los tallos son inferiores a lo reportado por: Carpio (2011), al evaluar la eficacia de cinco fertilizantes foliarse con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera. Los tratamientos bajo estudio fueron T1= ankor flex; T2= bio plus; T3= biorregin R-

8; T4= cistefol y T5= tecno verde radicular. Obteniendo números de tallos a los 30 días de 54,57; 60,24; 59,18; 59,61 y 58,90 respectivamente.

Cuadro 7. Relación hoja/tallo, en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (*Medicago sativa* L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Fertilizantes	Relación		
	Hoja	Tallo	Hoja/Tallo
T1 (Testigo)	18,00 b ¹⁻²	20,40 a	0,88 a
T2 (Evergreen)	28,60 a	23,60 a	1,24 a
T3 (Saeta – Ca)	22,60 ab	22,40 a	1,03 a
T4 (Best – K)	23,20 ab	24,20 a	0,97 a
T5 (Bacter plus)	24,60 a	25,20 a	0,97 a
Sig. Est.	**	Ns	Ns
Prom.	23,40	23,16	1,02
CV (%)	14,31	11,79	19,51

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.3. Tiempo a la prefloración (días)

Los días a la floración hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P \leq 0,05$). (Cuadro 8 y Anexo C).

Resultados que son inferiores a lo reportado por: Aragadvay (2010), quien al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= *Rhizobium meliloti* 250 g ha⁻¹; T3= *Rhizobium meliloti* 500 g ha⁻¹ y T4= *Rhizobium meliloti* 750 g ha⁻¹, obteniendo días a la prefloración de 45,67; 43,33; 47,00 y 75,00 respectivamente.

Cuadro 8. Tiempo a la prefloración (días), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (*Medicago sativa* L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Fertilizantes	Períodos (d) Floración
T1 (Testigo)	32,20 a ¹⁻²
T2 (Evergreen)	28,80 ab
T3 (Saeta – Ca)	27,80 b
T4 (Best – K)	30,60 ab
T5 (Bacter plus)	31,40 ab
Sig. Est.	*
Prom.	30,16
CV (%)	7,44

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.4. Producción de biomasa (kg ha⁻¹)

La producción de biomasa a los 35 días registró diferencias altamente significativa entre las medias de los tratamientos ($P \leq 0,01$), siendo los tratamientos de mejores resultados el T2, T5 y T4, respectivamente. **(Cuadro 9 y Anexo D).**

Resultados que son inferiores a los reportados por: Plevich *et al.*, (2012), al estudiar el cultivo de alfalfa utilizando agua de perforación, agua residual urbana y precipitaciones obtuvieron una producción de biomasa al primer corte de (3082,37; 3303,65 y 2899,56 kg MS ha⁻¹, respectivamente).

Tenorio (2011), al evaluar diferentes niveles de *Rhizobium melloti* más la adición de vermicompost en la producción de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= 2 kg ha⁻¹ *Rhizobium melloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹; T3= 3 kg ha⁻¹ *Rhizobium melloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹ y T4= 4 kg ha⁻¹ *Rhizobium melloti* + vermicompost 6 tn ha⁻¹, obteniendo una producción de forraje verde tn ha⁻¹ de 18,41; 20,15; 24,42 y 23,19, respectivamente.

Aragadvay (2010), al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= control; T2= *Rhizobium meliloti* 250 g ha⁻¹; T3= *Rhizobium meliloti* 500 g ha⁻¹ y T4= *Rhizobium meliloti* 750 g ha⁻¹, obteniendo una producción de forraje tn ha⁻¹ año⁻¹ de 8,41; 9,39; 11,95 y 11,14, respectivamente.

Urbano y Dávila (2003), al evaluar el rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela., con el objetivo de evaluar once variedades de Alfalfa: Alfa-50, Alfa-100, AS-13, Euver, Lanfagene, Peluda Peruana, WL-514, WL-515, WL-516, WL-605 y WL-7 Special). Los cortes se realizaron en promedio cada 45 días. Los resultados indicaron que bajo las condiciones de estudio los once cultivares presentaron un comportamiento productivo similar, siendo las variedades WL-516 y Lanfagene las que respondieron con rendimiento cercano a 20 t MS ha⁻¹, para el primer año.

Sin embargo estos resultados son superiores a los reportados por: Vázquez *et al.*, (2010), al estudiar la influencia del agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 0; 1.000; 1.500 y 2.000 kg ha⁻¹ de conchilla/caliza (C) y dolomita (D). Se determinó rendimiento al primer corte de 1.641; 1.605; 1.693; 1.418; 1.462; 1.716 y 1.814 kg MS ha⁻¹, respectivamente.

Carpio (2011), al evaluar la eficacia de cinco fertilizantes foliarse con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera. Los tratamientos bajo estudio fueron T1= ankor flex; T2= bio plus; T3= biorregin R-8; T4= cistefol y T5= tecno verde radicular. Obteniendo una producción de forraje en materia verde a los 60 días 17,96; 19,87; 17,63; 18,61 y 17,11 kg FV ha⁻¹ respectivamente

Por lo tanto se acepta la hipótesis “La aplicación de evergreen, permitirá incrementar la producción de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa L.*), en la zona de la Granja La Colina C.A. del Cantón Arenillas”.

Cuadro 9. Producción de biomasa (kg), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (*Medicago sativa L.*) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Fertilizantes	(kg ha ⁻¹)
	Producción de biomasa
T1 (Testigo)	13,10 c ¹⁻²
T2 (Evergreen)	16,99 a
T3 (Saeta – Ca)	14,82 bc
T4 (Best – K)	15,04 abc
T5 (Bacter plus)	15,34 ab
Sig. Est.	**
Prom.	15,06
CV (%)	7,04

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.5. Composición bromatológica de la alfalfa

La composición química varía en función de la variedad cultivada, edad de corte, así como también de las condiciones climáticas y de los métodos de cultivo.

4.1.5.1. Materia orgánica y ceniza (MO)

En el Cuadro 10, se puede apreciar que el mejor contenido de MO y Cenizas la obtuvieron los tratamientos a base de fertilizantes foliares.

4.1.5.2. Proteína cruda (PC)

Los mejores resultados para la PC lo obtuvieron los tratamientos a base de fertilizantes foliares. Ver cuadro 10.

4.1.5.3. Fibra cruda (FC)

En el **Cuadro 10**, se puede apreciar que los mayores contenidos de FC en fertilizantes foliares lo obtuvieron los tratamientos T4 y T5 respectivamente

4.1.5.4. Extracto etéreo (EE)

El mayor contenido de EE en fertilizantes foliares lo obtuvieron los tratamientos T4 y T5 respectivamente. Ver cuadro 10.

4.1.5.5. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

El mayor contenido del ELN en fertilizantes foliares lo obtuvo el tratamiento T1. Ver cuadro 10.

Cuadro 10. Composición bromatológica por cada 100 g en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (*Medicago sativa* L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Nutrientes	T1	T2	T3	T4	T5
	Testigo	Evergreen	Saeta – Ca	Best – K	Bacter plus
Materia Seca	19,69	20,55	19,24	23,11	23,34
Proteína (%)	16,28	20,00	23,36	18,10	18,10
Fibra Cruda (%)	27,10	26,10	24,20	29,20	28,90
Cenizas (%)	10,64	11,11	10,57	8,53	9,07
M. Orgánica (%)	89,36	88,89	89,43	91,47	90,93
E.E (%)	2,71	2,59	2,36	2,82	2,91
E.L.N.N. (%)	43,27	40,20	39,51	41,35	41,02

Fuente: Laboratorio AGROLAB (2013).

4.2. Análisis económico

En el análisis económico (**Cuadro 11**), se puede observar que los tratamientos T1 y T3 registraron las mayores rentabilidades 87,14 y 80,73%, respectivamente. Por lo tanto se rechaza la hipótesis: “**La rentabilidad se incrementará con el uso de fertilizantes foliares en el cultivo de alfalfa**”.

Cuadro 11. Análisis económico (USD) de fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

Concepto	Testigo	Evergreen	Saeta – Ca	Best – K	Bacter plus
	T1	T2	T3	T4	T5
INGRESOS					
Costo (kg) alfalfa (\$)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Alfalfa producida (kg)	13,10	16,99	14,82	15,04	15,34
Ingreso venta (\$)	6,55	8,49	7,41	7,52	7,67
Total ingresos	6,55	8,49	7,41	7,52	7,67
EGRESOS					
Costos fijos.					
Alfalfa establecida	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Control de plagas y enfermedades	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total costos fijos	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Costos variables					
Precio (kg) fertilizantes	0,00	2,20	0,90	3,25	1,20
Total egresos	3,50	5,70	4,10	6,75	4,75
Beneficio neto	3,05	2,79	3,31	0,77	2,92
Relación B/C	0,87	0,48	0,80	0,11	0,61
Rentabilidad (%)	87,14	48,94	80,73	11,40	61,47

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La mayor altura de planta y el número de hojas, lo obtuvieron los tratamientos T5 y T2 (Bacter plus y Evergreen), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101.
- El mejor tiempo a la floración y producción de biomasa lo registró el tratamiento T2 (Evergreen), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101.
- El número de tallos y la relación hoja/tallo no se ven influenciados por el uso de los fertilizantes foliares.
- La mejor rentabilidad la registraron los tratamientos T1 y T3, respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar los fertilizante foliares, (Evergreen y Saeta Ca.) en el cultivo de la alfalfa, porque permiten obtener una mayor altura de planta, mayor números de hojas, mejor tiempo a la floración, mayor producción de biomasa y la rentabilidad.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Aragadvay, R. 2010. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias *Rhizobium meliloti* con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa). Tesis de Pre-gado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp. 1-111.
- Barone, D. 2010. Ing. Agrónomo del grupo Campo Beltramino (Los Fertilizantes Foliares). Disponible en <http://www.barone.com>. Consultado el 20-12-2013.
- Bouton, J. 2001. Alfalfa. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. pp: 545-547.
- Carpio, J. 2011. Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliarse con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. Tesis de Pre-Grado. pp. 1-78.
- Del Pozo, M. 1983. La Alfalfa. Su Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 380 p.
- Delgado, I. 1998. La alfalfa Estudio comparativo de variedades comercializadas en España Semillas y Cultivos. pp 34.
- 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
- Gallarino, E. 2008. Heno de alfalfa conceptos generales. Revista Agro mercado N° 143 pag. 10-13.

- Hernández, A. y Martínez, H. 1997. Utilización de pasturas tropicales. En: Torres H. G. y Díaz, R. P (Eds.) Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap pp 8-24.
- Horrocks, R. and Vallentine, J. 1999. Harvested Forages. Academic Press. Oval Road, London. United Status of America. 426 p.
- Juncafresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2da edición. Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p.
- López, M., Gutierrez, P. y Berúmen, P. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. Revista TERRA. Vol. 18. No. 2. Pp.161-171
- Melgar, R. 2005. Aplicación foliar de micronutrientes. Consultado el 1-12-13. Disponible en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Aplicación-Foliar-de-Micronutrientes-Artículos.pdf>
- Morales, A., Jiménez, V., Velasco, V., Villegas, A., Enríquez, V. y Hernández, A. 2006a. Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la mixteca de Oaxaca. Técnica Pecuaria en México. 44(3):277-288.
- Muslera, P. y Ratera, C. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2a Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- 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. Chapter 3: 115-154.
- Plevich, J., Delgado, A., Saroff, C., Tarico, J., Crespi, R., Barotto, O. 2012. El cultivo de alfalfa utilizando agua de perforación, agua residual urbana y precipitaciones. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.16, n.12, p.1353-1358.

- Rebuffo, M. 2005., Programa Nacional de Plantas Forrajeras., Revista INIA - No 5., ALFALFA: Principios de manejo del pastoreo.
- Rivas, M., López, C., Castañeda, H., Garay, A., Pérez, J. Effect of three harvest systems on the productive performance of five commercial alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties. *TEécCHPeAcu Méx* 2005; 43 (1):79-92.
- Rodríguez, S. 1989. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 157 p.
- Rojas, G. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. 4a Edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México. 275 p.
- Romero, N., Comerón, E. y Ustarroz, E. 1995. La Alfalfa en la Argentina, INTA Cuyo, 150-170. Manejo y Utilización De La Alfalfa.
- Romero, O, y Levio, C. Instituto De Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillana, Casilla 58-D Temuco. Dry Matter Yiel And Quality In Five Lucerne Cultivars (*Medicago Sativa*) In The Araucania Region. 2008.
- Sagarpa, C. 2008. Producción Agrícola en México. Centro de Estadística Agropecuaria. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Consultada el 15-12-2013.
- Soto, O., Jahn, B., 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.
- 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. 76 p.
- Tenorio, C. 2011. Evaluación de diferentes niveles de *Rhizobium melloti* mas la adición de vermicompost en la producción de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa). Tesis de Pre-gado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Facultad

de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
Riobamba-Ecuador. pp. 1-103

Urbano, D. y Dávila, C. Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía. ISSN/EISSN 03787818/16909763. V.20, n.1, p. 97-107, 2003

Vance, C., Heichel, G., Phillips, D. Nodulation and symbiotic dinitrogen fixation. En: Alfalfa and alfalfa improvement, 229-257. Hanson, A.A. (ed.). Agronomy n.º 29, Matdison, Wisconsin (F.'1',. UU.). 198R.

Vázquez, M., Terminiello, A., Casciani, A., Millán, G., Gelati, P., Guilino, F., García, J., Kostiria, J., García, M. Influencia del agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. Cl. Suelo (ARGENTINA) 28(2): 141-154, 2010

ANEXOS

Anexo A. Cuadrados medios y significación estadística para la altura de planta a los 7, 22 y 35 días (cm), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

FV	GL	Períodos (d)		
		7	22	35
Tratamientos	4	0,0 ns	26,80 ns	59,06 *
Error. Exp	20	0,00	28,84	16,80
Total	24			
CV (%)		0	9,62	5,82

**Significativo, ** Altamente significativo, ns: No significativo*

Anexo B. Cuadrados medios y significación estadística para la relación hoja/tallo, en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

FV	GL	Relación		
		Hoja	Tallo	Hoja/Tallo
Tratamientos	4	72,90 **	17,04 ns	0,089 ns
Error. Exp	20	11,22	7,46	0,39
Total	24			
CV (%)		14,31	11,79	19,51

**Significativo, ** Altamente significativo, ns: No significativo*

Anexo C. Cuadrados medios y significación estadística para el tiempo a la floración (días), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

FV	GL	Períodos (d)
		Floración
Tratamientos	4	16,64 *
Error. Exp	20	5,04
Total	24	
CV (%)		7,44

**Significativo, ** Altamente significativo, ns: No significativo*

Anexo D. Cuadrados medios y significación estadística para la producción de biomasa (kg), en fertilizantes foliares en el cultivo de Alfalfa Cuf 101 (Medicago sativa L.) en la Granja “La COLINA C.A.” del Cantón Arenillas, El Oro-Machala. 2013.

FV	GL	(kg) Producción de biomasa
Tratamientos	4	9,64 **
Error. Exp	20	1,24
Total	24	
CV (%)		7,04

***Significativo**

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente			Referencia	
Cliente :	Sr. Darwin Bustamante		Número de Muestra:	3561-3562
Tipo muestra:	Alfalfa		Fecha de Ingreso:	14/11/2013
Identificación:			Impreso:	28/11/2013
No. Laboratorio:	Desde:	Hasta:	Fecha de Entrega:	29/10/2013

# Muest	Tratamiento		COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS		
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA			
3561	TESTIGO	TO	BASE	%	%	% Grasa	%	%	%	
				Húmeda	80.31	3.21	0.53	2.10	5.34	8.52
				Seca	0.00	16.28	2.71	10.64	27.10	43.27

# Muest	Tratamiento		COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					E.L.N.N OTROS		
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA			
3562	EVERGREEN	T1	BASE	%	%	% Grasa	%	%	%	
				Húmeda	79.45	4.11	0.53	2.28	5.36	8.26
				Seca	0.00	20.00	2.59	11.11	26.10	40.20



Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente			Referencia	
Cliente : Sr. Darwin Bustamante			Número de Muestra:	3563-3565
Tipo muestra:	Alfalfa		Fecha de Ingreso:	14/11/2013
Identificación:			Impreso:	28/11/2013
No. Laboratorio:	Desde:	Hasta:	Fecha de Entrega:	29/10/2013

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
3563	Saeta - Ca T3		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	80.76	4.49	0.45	2.03	4.66	7.60
		Seca	0.00	23.36	2.36	10.57	24.20	39.51

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
3564	Best - k T4		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	76.89	4.18	0.65	1.97	6.75	9.56
		Seca	0.00	18.10	2.82	8.53	29.20	41.35

# Muest	Tratamiento	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
			HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
3565	Bacter Plus T5		%	%	% Grasa	%	%	%
		Húmeda	76.66	4.22	0.68	2.12	6.75	9.57
		Seca	0.00	18.10	2.91	9.07	28.90	41.02


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com