

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de cenizas y minerales en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera**

**POR**

**FERMÍN BUENDÍA MACIEL**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**MARZO DE 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de cenizas y minerales en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera

POR

FERMÍN BUENDÍA MACIEL

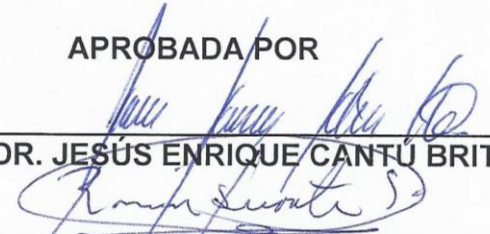
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

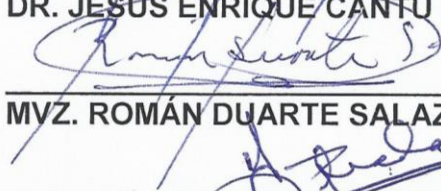
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:

  
MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR

VOCAL:

  
IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES

VOCAL SUPLENTE:

  
IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de cenizas y minerales en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera

POR

FERMÍN BUENDÍA MACIEL

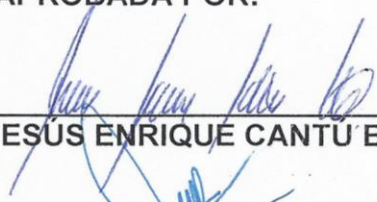
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO

ASESOR:

  
M.C. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

ASESOR:

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado vida y salud para lograr mis objetivos.

- A mis padres: Martin Buendía Hernández y Rosa María Maciel Galindo

Por ser guía y camino para poder llegar a este punto de mi carrera, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación y ejemplo que me han dado para ser una persona de bien, y más que nada por su infinito amor que me da fuerza para seguir adelante.

- A mis hermanos:

Por ser mi compañía, por su paciencia y sobre todo por estar conmigo en todo momento.

- A Vanesa Buendía Maciel:

Por ser el Ángel que guía mi camino y la motivación que me impulso a salir adelante día con día.

- A Yesenia Gutiérrez Salazar

Por ser parte importante de mi vida, por el apoyo incondicional, los consejos y la motivación que me ha dado.

- A mi Familia: Abuelitos, Tíos, Primos y Sobrinos

Por ser parte de mi vida, por su apoyo, sus consejos y la motivación que me han dado para seguir adelante y sobre todo por los que han participado directa o indirectamente en mi formación.

- A mis Maestros

Por el apoyo y motivación brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo y dedicación, por los conocimientos que me transmitieron y sobre todo por la confianza y amistad que me dieron.

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrollo en la UAAAN-UL de enero-julio de 2016 y tuvo como objetivo evaluar el impacto sobre % cenizas, P, Ca y Mg en la alfalfa de dos años en primavera de la fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) a diferencia de la comercial y se llevo a cabo en un lote de terreno (20 ha) localizado en las “Tablas de Frías” del Grupo Tricio Haro (GTH), en la Comarca Lagunera. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= Lote con aplicación ECAN y T<sub>2</sub>= Testigo productor) con 10 repeticiones y seis cortes. La alfalfa se estableció en diciembre de 2014. Las variables a evaluar fueron; % cenizas, P, Ca, y Mg en el forraje de alfalfa.

Los resultados muestran que la aplicación de ECAN no provocó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos para las variables Ce, P, Mg y Ca en el forraje. Para Ce, las medias de los tratamientos fueron estadísticamente similares, con una media del lote tratado de  $10.69 \pm 1.09$  y el lote testigo de  $9.39 \pm 1.02$  % con una desviación estándar de 2.67 y 2.50. Respecto al P las medias de los tratamientos fueron similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $0.32 \pm 0.04$  y el lote testigo de  $0.31 \pm 0.02$  % con una desviación estándar de 0.09 y 0.05 para el lote tratado y testigo respectivamente. Para Ca, % las medias de los tratamientos fueron similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $1.47 \pm 0.17$  y el lote testigo de  $1.53 \pm 0.11$  % con una desviación estándar de 0.43 y 0.29 para el lote tratado y testigo respectivamente. Para Mg se reportó una media del lote tratado de  $1.417 \pm 0.17$  y el lote testigo de  $1.53 \pm 0.11$  % con una desviación estándar de 0.09 y 0.12 para el lote tratado y testigo respectivamente. En general, la interpretación de resultados del laboratorio del análisis de forraje por el NIRS, reportan que los tratamientos son iguales en los dos lotes, lo que indica que no existió una respuesta favorable a la aplicación del ECAN en alfalfa de primavera.

**Palabras clave:** Alfalfa, primavera, cenizas y minerales *Ascophyllum nodosum*,

## ÍNDICE

	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivo	2
Hipótesis	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Importancia de alfalfa	4
2.2 Dinámica de las superficies de alfalfa e inventario ganadero lechero en la Comarca Lagunera.	8
2.3 Cenizas	15
2.4 Fósforo	18
2.5 Calcio	20
2.6 Magnesio	21
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>27</b>
3.1 Localización del experimento	27
3.2 Materiales	28
3.3 Métodos	30
3.3.1 Aplicación del producto en campo	30
3.3.2 Croquis del terreno en el campo	33
3.3.3 Tratamientos	33
3.3.4 Parámetros a evaluar	34
3.4. Diseño experimental	34
3.5 Colecta del tejido vegetal de las plantas (TVP)	35
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
4.1 Resultados del contenido de cenizas (Ce, %)	38
4.2 Resultados del contenido de fósforo (P, %)	39
4.3 Resultados del contenido de calcio (Ca, %)	41
4.4 Resultados del contenido de magnesio (Mg, %)	43
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>46</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA, 2018.	8
Cuadro 2	Número de cabezas explotadas en la Comarca Lagunera, así como la producción anual de leche y el valor de la producción del año 2012 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA, 2018.	9
Cuadro 3	Contenido de fósforo, calcio y magnesio en hojas, tallo y planta completa de alfalfa, en diferentes estados fenológicos de crecimiento y tres porciones de la planta (g kg <sup>-1</sup> MS)	11
Cuadro 4	Concentraciones de minerales en los forrajes de la región semiárida de México (Huerta, 2016).	14
Cuadro 5	Influencia del estado fenológico de crecimiento al momento de la cosecha sobre el rendimiento y contenido mineral en alfalfa (Stavarache et al., 2016).	15
Cuadro 6	Contenido de cenizas (%) en muestras de laboratorio de ensilajes y henos en el Laboratorio de Análisis de Suelos y forraje, en la Universidad de Wisconsin (Undersander, sin fecha).	16
Cuadro 7	Contenido de cenizas (Ce, %) en el forraje de tres años (2007-2009) de materiales de alfalfa predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México (Terrazas et al., 2012).	17
Cuadro 8	Nivel de fósforo y calcio en alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) según el estado fenológico (Anderson, 2016).	19
Cuadro 9	Contenido de macronutrientes (P, g. kg <sup>-1</sup> ) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).	20
Cuadro 10	Contenido de macronutrientes (Ca, g. kg <sup>-1</sup> ) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).	21
Cuadro 11	Rangos de suficiencia de nutrientes en el cultivo de la alfalfa, para minerales P, Ca y Mg	23



	al inicio de la floración entro de los primeros 15 cm desde arriba hacia debajo de la planta (Correndo y García, 2012).	
<b>Cuadro 12</b>	<b>Clasificación de los criterios del análisis de minerales (P, Ca y Mg) de follaje de las plantas de alfalfa (arriba de 6 pulgadas al momento de la floración) (Manitoba Forage Council, 2006).</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 13</b>	<b>Contenido de macronutrientes (Mg, g. kg<sup>-1</sup>) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).</b>	<b>24</b>
<b>Cuadro 14</b>	<b>Rangos de suficiencia de minerales (P, Ca y Mg) en alfalfa en diversas localidades como California, Australia y rangos de concentración en alfalfares de la Región Lagunera (Cueto y Quiroga, 2000).</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro 15</b>	<b>Promedio del aporte de minerales de fósforo, calcio y magnesio en alfalfa de excelente y buena calidad según datos de asociación de productores de noreste de Nevada E.U. (Balliete y Torell, 1998).</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro 16</b>	<b>Resultados del contenido de cenizas (Ce, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 17</b>	<b>Resultados del contenido de fósforo (P, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro 18</b>	<b>Resultados del contenido de calcio (Ca, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 19</b>	<b>Resultados del contenido de magnesio (Mg, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizado para la evaluación de ECAN en alfalfa de segundo año en la primavera del año 2016	28
Figura 2	Presentación de un litro del producto orgánico de extractos comerciales de <i>Ascophyllum nodosum</i> (ECAN), nombre comercial (Acadian Suelo).	29
Figura 3	Dilución en agua en una cubeta de 19 lt y aplicación del producto orgánico de extractos comerciales de <i>Ascophyllum nodosum</i> (ECAN), nombre comercial (Acadian Suelo) en la salida de la válvula de riego.	31
Figura 4	Metodología utilizada para la aplicación del producto previa dilución en agua en una cubeta de 19 lt y aplicación del producto orgánico de extractos comerciales de <i>Ascophyllum nodosum</i> (ECAN), nombre comercial (Acadian Suelo) en la salida de la válvula de riego.	31
Figura 5	Panorama general de las tablas de alfalfa establecidas en diciembre de 2014, utilizadas en dos lotes de terreno para el desarrollo del experimento en alfalfa de dos años durante la primavera de 2016	32
Figura 6	Colecta de las muestras de forraje de alfalfa, con tijeras de podar realizando el corte a 5 cm del suelo, para su posterior traslado al laboratorio de análisis de forrajes.	36
Figura 7	Unidad de espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS) modelo FOSS-DS2500 F utilizado en el laboratorio para el análisis preciso y de calidad del forraje de alfalfa se segundo año durante la primavera de 2016.	37

## 1. INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera se le considera una de las cuencas lecheras más importantes del país, lo anterior debido al gran volumen de producción de leche que se produce, ya que actualmente se reporta una producción cercana a los 2,371 millones de litros de leche, a través de la explotación de 230 mil vacas y la presencia de casi 468,804 cabezas de ganado lechero.

Para satisfacer la demanda de forraje requerido para alimentar a tan considerable número de cabezas de ganado, se hace necesario el establecimiento de 39,700 hectáreas de alfalfa, las cuales se producen en sistemas intensivos de producción de forrajes y que tienen una producción de 3,500 millones de toneladas al año y que alcanzan un valor de la producción en la región de \$2,047 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2018).

Sin embargo, para lograr lo anterior, los productores de ganado lechero han realizado considerables mejoras en los sistemas intensivos de producción de forrajes como lo son; introducción de nuevas variedades, mejores sistemas de riego, mejor control de plagas y maleza y la utilización de fertilizantes alternativos como los fertilizantes orgánicos de origen marino a base de algas marinas como el *Ascophyllum nodosum*, el cual, se hace necesario seguir evaluando en alfalfa con el objeto de poder investigar el impacto de dichos fertilizantes sobre los rendimientos y calidad nutritiva de la alfalfa y en especial el efecto sobre el aporte de minerales y cenizas.

La producción lechera se relaciona positivamente con el establecimiento de la alfalfa, la cual es una leguminosa de excelente producción de forrajes de muy

alta calidad y sumamente apetecible por el ganado lechero a través de las raciones balanceadas utilizadas por los nutriólogos con el fin de maximizar la producción de leche, sin embargo, dentro de los impactos negativos de este cultivo se relacionan con el elevado consumo de agua en una región desértica en donde el agua de riego de los cultivos es un factor limitante.

Dentro de algunas alternativas se tienen los extractos de algas marinas se utilizan como aditivos nutritivos, bioestimulantes, o biofertilizantes en agricultura y horticultura para aumentar el crecimiento de la planta, rendimiento y calidad nutritiva, sin embargo, se hace necesario documentar e investigar el impacto de este tipo de productos en la producción de forrajes y específicamente en alfalfa, ya que actualmente se cuenta con muy poca o muy limitada información, y no existente sobre el uso de esos fertilizantes sobre el aporte de cenizas y minerales en las diferentes estaciones del año en el cultivo de la alfalfa.

Razón por la cual, el presente proyecto de investigación, tiene como principal objetivo evaluar el impacto de los Extractos Comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN), sobre la ceniza y minerales en el forraje de alfalfa de dos años en el ciclo de primavera en la Comarca Lagunera.

### **Objetivo**

El objetivo principal de este proyecto consiste en evaluar el impacto de los Extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN), sobre el porcentaje de cenizas, fósforo, calcio y magnesio en el forraje de alfalfa de dos años durante la primavera, en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

1).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de cenizas (Ce, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.

2).- Determinar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de fósforo (P, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.

3).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de calcio (Ca, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.

4).- Estudiar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de magnesio (Mg, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.

### **Hipótesis**

Las concentraciones de minerales y cenizas tanto en el forraje de la alfalfa se incrementan con la aplicación de ECAN en comparación con la fertilización comercial del productor en alfalfa de segundo año en primavera.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia de la alfalfa

Los productores de alfalfa de todo el mundo incluyendo México, obtienen de la misma entre 10 y 12 cortes al año de un forraje de alta calidad y altos rendimientos, llegando alcanzar hasta las 24 ton/MS/año, además de poder obtener hasta 3.0 ton de materia seca por hectárea por corte, y producir henos de excelente calidad que pueden obtener en el mercado hasta 250 dólares por tonelada. Pero en adicción a lo anterior, tiene un valor de la producción de \$4,051 millones de pesos en la Comarca Lagunera en el año 2017, además de proporcionar otros beneficios ambientales como lo son;

a).- Beneficios para el suelo. Además de ser un importante cultivo comercial para los productores, la alfalfa es bueno para la tierra. La alfalfa es una planta perenne de la familia de las leguminosas que está establecido en el otoño y permanece en un campo de cuatro a seis años. El cultivo requiere pocos insumos, como las plantas fijan su propio nitrógeno de *rhizobium* colonizan las raíces, con el 90 por ciento procedente de nitrógeno atmosférico. Abono gratuito de la naturaleza. La larga vida útil que soporta alfalfa también da a la tierra una oportunidad para descansar de las rotaciones de los cultivos anuales más frecuentes, ayuda a proporcionar el nitrógeno para los cultivos siguientes y mejora la textura del suelo (Freeman y Putman, 2013).

2).- La alfalfa como insectario. La alfalfa también alberga una gran diversidad de insectos, muchos de los cuales son beneficiosos, como Lady escarabajos y avispas parasitoides. Estos, a su vez, ayudar a controlar otros tipos

de plagas de insectos y ácaros en la alfalfa y otros cultivos, los productores de alfalfa ahorran dinero en parte para el control de plagas. Una opción para un mejor manejo y control de las plagas de las cosechas es poder cortar en franjas el cultivo de la alfalfa, un proceso que deja algunas zonas sin cortar durante la cosecha, de modo que la alfalfa actúa como una trampa de cosecha, colectando las posibles poblaciones de plagas que pueden infestar a otros cultivos asociados (Freeman y Putman, 2013).

3).- La vida silvestre ama a la alfalfa. Con casi un millón de hectáreas de cultivadas de alfalfa en California, sirven también como una importante área de descanso y alimentación para numerosas especies de aves, como halcones, gavilanes, garzas, entre otras, todas las especies de interés para la conservación. Con el calentamiento global la historia de los humedales se ha reducido significativamente en nuestro ambiente, la alfalfa es el segundo solo después al arroz en términos de su valor en el suministro de hábitat para la vida silvestre, según especialistas en fauna salvaje. Los agricultores suelen confiar en el forrajeo de aves en la alfalfa para ayudar a controlar las plagas de roedores como los topos y ardillas que prosperan en los campos de alfalfa. Mientras se realiza el riego de alfalfares, muchas bandadas de pájaros se observan siguiendo el agua de riego, lo anterior provoca que muchas especies salgan hacia fuera de sus madrigueras como los roedores, insectos y lombrices de tierra que son empujados hacia fuera de la tierra cuando los campos están inundados (Freeman y Putman, 2013).

De acuerdo con Hanson et al. (2000), una de las características más importantes de la alfalfa es de alta calidad nutricional como alimento para el

animal. La alfalfa contiene entre 15 a 24% de proteína cruda, así como una excelente fuente de vitaminas y minerales. Específicamente, la alfalfa contiene vitaminas A, D, E, K, U, C, B1, B2, B6, B12, niacina, ácido pantotánico, biotina y ácido fólico. La alfalfa también contiene los siguientes minerales: fósforo, calcio, potasio, sodio, cloro, azufre, magnesio, cobre, manganeso, hierro, cobalto, boro, y molibdeno y oligoelementos tales como el níquel, el plomo, el estroncio y el paladio. La alfalfa también es consumida directamente por los seres humanos en forma de germinados de alfalfa.

Según investigadores como Misar et al., (2015), múltiples factores afectan la persistencia del cultivo de alfalfa en las regiones semiáridas. Los factores ambientales, el uso, la gestión y la población (cultivar o cepa) afectan a la persistencia. Varias poblaciones de alfalfa han sido evaluadas bajo condiciones de pastizales y la gestión (por ejemplo, el pastoreo y/o corte) en el norte de las Grandes Planicies. La supervivencia de la alfalfa es afectada por el pastoreo debido a tensiones derivadas de la defoliación, tirón o desgarro, el pisoteo y la defecación (Smith et al., 2008). Estudios previos (Berdahl et al., 1989; Hendrickson y Berdahl, 2003) demostraron que las poblaciones de tipo de heno o poblaciones adaptadas a climas más leves persisten mal bajo pastoreo en los pastizales semiáridos, por lo que su mejor utilización es a través de cortes.

Respecto a la producción de material seco en el cultivo de alfalfa, también se han desarrollado varios modelos computacionales como los de Keith (2017) y Smith et al., (2017), con el fin de predecir el volumen de producción de acuerdo a los factores ambientales y variedades a utilizar. Existen varios modelos para predecir la alfalfa (*Medicago sativa* L.), la producción de materia seca; sin



embargo, la mayoría no representan adecuadamente la ecofisiología de las especies para predecir las tasas de crecimiento diarias en toda la gama de entornos en los que se cultivan.

Los productores de la alfalfa la admiran por su alto rendimiento, amplia adaptación, resistencia a enfermedades y de excelente calidad de alimentación. La Alfalfa hace una enorme contribución a la producción mundial de alimentos, una contribución que a menudo pasa inadvertida. Los Estados Unidos establece alrededor de 23 millones de hectáreas de alfalfa cada año. La alfalfa es el tercero en valor, sólo por detrás del maíz y la soya. Vale más de \$8 mil millones anuales no incluye el valor de los productos lácteos. Los principales estados productores de alfalfa están en el Oeste y Centro Oeste: California, Dakota del Sur, Wisconsin, Minnesota, Iowa, Nebraska, Idaho, Montana, Kansas y Colorado. Alrededor del 40% del cultivo de alfalfa en la nación es distribuido en los 11 estados del oeste de Colorado hasta el oeste. La alfalfa no es sembrada normalmente tanto en el sur de los Estados Unidos, pero puede ser cultivado allí donde los suelos son bien drenados. La alfalfa esta generalmente estrechamente asociada con la producción lechera, ya que el principal uso de la alfalfa es en la alimentación de las vacas lecheras. Sin embargo, la alfalfa también se usa ampliamente en la alimentación de caballos, y para la cría de ovinos, la de bovinos de carne y otros animales. Sin alfalfa, muchas granjas y ranchos fracasarían o no existirían.

La alfalfa debe considerarse como un componente clave de los sistemas agrícolas sostenibles para el futuro debido a su alto rendimiento, calidad y resistencia a las plagas, y su valor para la conservación del suelo, la Fijación Biológica de Nitrógeno, ahorro de energía, la rotación de cultivos, la estética y el

hábitat de la vida silvestre. La alfalfa se enfrenta a enormes retos debido a la urbanización y las limitaciones de los recursos. Sin embargo, la alfalfa, la "Reina de Forrajes" es probable que ocupen un lugar destacado en el futuro en los sistemas agrícolas (Putman et al., 2001).

## **2.2. Dinámica de las superficies de alfalfa e inventario ganadero lechero en la Comarca Lagunera.**

La dinámica de las superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera según datos reportados por la SIAP-SAGARPA (2018), mencionan que la superficie se ha mantenido en los rangos entre las 38 y 39 millones de hectáreas, tal y como se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA, 2018.

---

AÑO	Superficie (Ha)	Valor de la producción (Millones de pesos)	Producción (Ton/año)
2010	38,501	1435,451	3151,470
2011	34,617	1484,083	1210,208
2012	39,225	1297,982	3244,956
2013	38,771	2042,414	3342,089
2014	39,175	1786,191	3460,107
2015	39,214	1775,835	3420,797
2016	39,291	1953,201	3397,127
2017	39,703	2047,721	3503,798

---

Por otro lado, las estadísticas de la producción de leche en la región lagunera, muestran ligeras variaciones en cuanto al número de cabezas explotadas ya que desde el año 2012 el número de cabezas se ha mantenido entre las 227 a 248 mil hasta el año 2017, existiendo una disminución en los años

2015 y 2016 con 225 y 227 mil cabezas, en lo que se refiere a la producción de leche el máximo anual se reporta en el año 2015 con 2,412 millones de litros y el más bajo el año 2012 con 2,198 millones, tal y como se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Número de cabezas explotadas en la Comarca Lagunera, así como la producción anual de leche y el valor de la producción del año 2012 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA, 2018.

AÑO	Cabezas en explotación	Producción (Millones de litros)	Valor de la producción (Millones de pesos)
2012	248,812	2,198	11,677
2013	238,572	2,222	13,028
2014	242,325	2,260	14,596
2015	225,221	2,412	15,383
2016	227,142	2,386	15,409
2017	230,804	2,371	15,045

El valor de la producción mostró una tendencia a la alza desde el año 2012 hasta el 2016, sin embargo, en el año 2017 se reportó una disminución en un 0.63%, es decir, un decremento de alrededor de los 355 millones menos.

Estudios realizado por investigadores como Stavarache et al., (2016), mencionan que la alfalfa es considerada como uno de los cultivos productores de forraje más importantes, debido al aporte de su alto potencial de producción de materia seca, alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, alto grado de digestibilidad, y debido a los impactos benéficos al suelo debido a las grandes cantidades de materia orgánica en el suelo restante con alto contenido en nitrógeno.

Independientemente de los muchos factores que tienen influencia sobre la calidad de la alfalfa, en el caso de contenido de minerales, el tiempo de la cosecha y la planta anatómica parte tiene una gran influencia (Coblentz et al., 2008; Stancheva et al., 2008).

La proporción de brotes y flores ha aumentado constantemente desde la temprana fase de brote en plena etapa de floración. Por lo tanto, si las plantas son cosechadas en la etapa temprana de floración, existirá una plena producción de tallos, hojas y flores pero, sólo en unas pocas plantas (Hosseinzadeh-Moghbeli. et al., 2013; Ghanizadeh et al., 2014; Madani et al., 2014). Con el envejecimiento de las plantas, la cantidad de nitrógeno, fósforo y magnesio en hojas, tallos y plantas de alfalfa tiende a ir disminuyendo constantemente.

Por otro lado, la cantidad del elemento calcio (Ca) está aumentando sólo en tallos y plantas enteras, hecho que ha sido demostrado por diferentes estudios de acuerdo a resultados de investigadores como Radović et al. (2009) y Katić et al. (2009). Además, en las plantas a medida que ocurre el envejecimiento, aumenta la proporción Ca/P de hojas, tallos y plantas enteras.

La FEDNA (2016), menciona que la alfalfa es una buena fuente de macrominerales, especialmente de calcio, cloro y potasio, lo que a veces puede ser un inconveniente. Sus niveles de fósforo y magnesio son aceptables. Además, el P de la alfalfa no se encuentra en forma de fitatos por lo que su disponibilidad en monogástricos es muy elevada. El contenido de microminerales (manganeso, zinc, cobre y hierro), vitaminas (especialmente la vitamina E, D, biotina, colina y provitamina A) y pigmentos es elevado. El contenido de hierro depende del grado

de contaminación con suelo o tierra, y el potasio depende mucho del aporte de este mineral vía fertilización.

Datos reportados y documentados por Markovic et al., (2009) encontraron en sus resultados que tanto los macro y micro minerales difieren en sus diferentes fracciones botánicas de alfalfa (hoja, tallo y planta completa), así como toda la planta cosechada en tres diferentes etapas de desarrollo tal y como se presentan en el cuadro 3. Los cambios relativos de composición mineral discutidos en este documento están asociadas principalmente entre planta fracción anatómica y la con la diferente etapa de desarrollo de la planta. Para el tejido de la hoja de la alfalfa, el nitrógeno contenido en todas las etapas de madurez fue superiores a 48,0 g kg<sup>-1</sup> MS (Cuadro 3). En contraste, la fracción del tallo de la alfalfa en general se presentó un menor contenido de nitrógeno, y con el crecimiento y el desarrollo disminuyó de 22,88 a 20,70 g kg<sup>-1</sup> MS. La cantidad en todo el tejido de la planta refleja las proporciones relativas de cada tejido y fueron consistentes con otras investigaciones y conclusiones para alfalfa realizadas por Frame, (2005).

Cuadro 3. Contenido de fósforo, calcio y magnesio en hojas, tallo y planta completa de alfalfa, en diferentes estados fenológicos de crecimiento y tres porciones de la planta (g kg<sup>-1</sup> MS) (Markovic et al., 2009).

Macro-minerales	Fracción anatómica de la planta	Estado 100% vegetativo	Estado 40 % de floración	Estado 100% de floración
P	Hojas	2.93	3.42	2.70
	Tallos	1.91	2.35	2.06
	Planta completa	2.54	2.96	2.39
Ca	Hojas	28.66	30.28	31.98
	Tallos	10.95	9.76	13.36
	Planta completa	21.88	21.29	22.91
Mg	Hojas	9.50	9.12	8.83
	Tallos	4.51	3.85	4.25
	Planta completa	7.59	6.81	6.59

Se sugiere la importancia de la recolección de las plantas en su fase temprana de crecimiento y cuyos resultados demuestran el gran valor nutritivo de las hojas. En la segunda etapa de desarrollo de la concentración de fósforo en las hojas, tallos y planta entera fueron significativamente mayores, pero en la tercera etapa de crecimiento contenido de fósforo disminuyó y fueron de 2.70, 2.06 y 2.39 g kg<sup>-1</sup> MS en hojas, tallos y planta entera, respectivamente. Las hojas tuvieron mayores concentraciones de minerales que los tallos, con excepción del potasio (Cuadro 3).

Esto concuerda con Halgerson et al. (2004), quien informó que las concentraciones de la mayoría de los minerales, fueron mayores en las hojas que en los tallos, pero que también encontró que la concentración de potasio es mayor en los tallos que en las hojas.

Markovic et al. (2009), concluyeron en su investigación que el tejido de la hoja contiene altas concentraciones de macroelementos, excepto el potasio. En ambas fracciones anatómicas de las plantas investigadas y en toda la planta completa, el mayor contenido de macroelementos se presentó en la primera fase de crecimiento, excepto para el fósforo y el calcio. El fósforo y el potasio se reducen considerablemente con el aumento de la madurez, mientras que el contenido del elemento calcio no está muy afectado por la etapa de madurez.

Estudios realizados por Sheaffer et al., (2000), en diferentes estados fenológicos de cosecha de alfalfa reportaron que en el régimen de cosecha de flores tempranas (menos del 14% de flor) tenían el más alto rendimiento de hoja (promedio de 5.6, 4.5 y 4.5 Mg ha<sup>-1</sup> para las primeras flores, flor tardía y regímenes de 50% de floración, respectivamente), y el régimen de cosecha para

flor tardía tuvo el mayor rendimiento del tallo (promedio de 5.8, 5.3 y 3.9 Mg ha<sup>-1</sup> para la flor tardía, principios de flor y regímenes de 50% de floración, respectivamente).

La concentración foliar disminuyó con el aumento de la madurez de la alfalfa (promedio de 540, 517, y 458 g kg<sup>-1</sup> para regímenes de 50% de floración, regímenes de principios de flor y flor tardía, respectivamente) y se asoció con total de producción de proteína cruda (PC) ( $r = 0.65$ ,  $P < 0.05$ ) y fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) ( $r = 0.76$ ,  $P < 0.05$ ) con el régimen de cosecha no afectando el rendimiento total estacional o la persistencia del stand o del sitio (Stavarache et al., 2016).

De acuerdo con Huerta (2016), los minerales son importantes porque cerca del 50% de las enzimas corporales requieren algún mineral para su funcionamiento (Waldron et al., 2009). Por esta razón, afectan el metabolismo de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y sus derivados. Esto perjudica la reproducción, producción de leche, crecimiento e inmunidad. Asimismo, los minerales afectan a los microorganismos del aparato digestivo responsables de digerir más del 90% del almidón, son los fermentadores exclusivos de celulosa, hemicelulosa y pectina, aportan entre el 50 y 90% de los requerimientos de proteína del animal, y complementan las necesidades de vitaminas del complejo B del animal. En el cuadro 4 se muestran las concentraciones de algunos minerales en los forrajes de la región semiárida de México.

Cuadro 4. Concentraciones de minerales en los forrajes de la región semiárida de México (Huerta, 2016).

Mineral	Concentración media ( $\pm$ ) Desviación estándar	Rango Adecuado
Fósforo, %	0.13 $\pm$ 0.07	0.25-0.70
Sodio, %	0.23 $\pm$ 0.37	0.10-1.20
Magnesio, %	0.38 $\pm$ 0.24	0.1-0.6
Potasio, %	1.18 $\pm$ 0.55	0.6-2.0
Calcio, %	1.27 $\pm$ 0.83	0.3-2.0
Relación Ca:P	13.41 $\pm$ 11.99	1.2-2.0

Al respecto Castro et al., (2017) en un estudio de Ryegrass o Ballico italiano (*Lolium perenne*) evaluaron la relación de la composición mineral en relación al intervalo de cortes y a la estación de crecimiento reportando promedios de P, Ca y Mg de 0.15- 0.31 de fosforo según la edad del corte; 0.10-0.30 en invierno y verano; respecto al Calcio encontraron rangos de 0.09-0.14 según la edad del corte y de 0.09-0.14 en invierno y verano y por último el magnesio reportó 0.10-0.15 según la edad del corte 0.11-0.17 en invierno y verano respectivamente.

Según Montoya (2011) el contenido mineral de la alfalfa se determina por una medida de cenizas y puede ser alta, que van desde 6 a 15% de la MS del tejido de la planta (Robinson et al., 2007). Ceniza es una medida total de minerales inorgánicos en el forraje, así como la contaminación del suelo. Las cenizas pueden contener minerales a partir de 21 compuestos orgánicos, por ejemplo fósforo (P) a partir del ácido fítico. Minerales específicos, como P, K, S, Mg, Ca, S, Se y Mn, a menudo se miden por separado, al igual que los micronutrientes Mo, Se y Mn (Robinson et al., 2007)

En un estudio realizado por Stavarache et al., (2016), sobre el contenido de minerales en hojas de alfalfa en seis diferentes estados fenológicos, encontraron



rangos de fósforo, calcio y magnesio desde el inicio de floración hasta un estado fenológico de 100% de floración, contenidos que se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Influencia del estado fenológico de crecimiento al momento de la cosecha sobre el rendimiento y contenido mineral en alfalfa (Stavarache et al., 2016).

En hojas:				
Lote experimental	Rendimiento de MS Mg ha <sup>-1</sup>	P	Ca	Mg
g kg <sup>-1</sup> MS				
V1= inicio de botón (Control)	1.21	3.82	27.23	4.77
V2=medio botón	1.42	3.01	27.27	4.34
V3=Botón tardío	1.53	2.46	27.51	4.08
V4= Inicio de flor	1.52	2.28	27.85	3.88
V5= 10% de flor	1.38	2.11	27.52	3.27
V6=100% de flor	1.31	2.02	27.49	2.85

### 2.3 Cenizas

Según Neu et al., (2015), la ceniza se define como el total del contenido mineral de los forrajes y existe en dos formas, interna (o) y endógenos o exógenos (externos). La ceniza natural interna de minerales es la que se encuentran en las plantas y forrajes, algunas de las cuales tienen valor nutritivo para el ganado (es decir, calcio, potasio, fósforo). En promedio, los forrajes de corte tienen un 6% de ceniza interno (en base materia seca (MS), mientras que las leguminosas tienen un 8% de ceniza interna. La ceniza externa está comúnmente asociada con la contaminación de los suelos y no proporciona ningún valor nutricional a los animales. Mayores niveles de contenido de cenizas en forrajes ( $\geq 8\%$  DM) son un problema ya que la ceniza externa no proporciona ningún valor nutritivo para el ganado y puede llevar a una reducción de la eficacia económica al comprar el heno.

Neu et al., (2015) reportan que el contenido de cenizas en alfalfa es del 8%, sin embargo, en un estudio en Minnesota, Pennsylvania y Wisconsin, reportaron valores de 11.2, 9.8 y 9.4 % respectivamente en el primer corte y 9.6, 10.5, 10.4% en los cortes subsecuentes.

Según Undersander (Sin fecha), las cenizas en el forraje provienen de dos fuentes: la interna, como, por ejemplo, minerales como calcio, magnesio, potasio y fósforo, y externos, por ejemplo, de la suciedad, arena, etc. El promedio interno de contenido de cenizas de la alfalfa es aproximadamente del 8% y de pastos es de alrededor de 6%. Los contenidos de ceniza adicionales en un ensilaje o heno muestra que es la contaminación con suciedad, arena, etc. como se indica en el cuadro 6, en el cual, un resumen del contenido de cenizas de forraje las muestras enviadas a la Universidad de Wisconsin, en el Laboratorio de Análisis de Suelos y forraje, donde se obtuvo el promedio de contenido de ceniza de ensilaje de 12.3% y de heno es del 10,3% (Cuadro 6). Suponiendo que el forraje de gramíneas es principalmente el ensilaje y el heno de la alfalfa el cual tiene un mayor porcentaje, lo anterior muestra que de alrededor del 4% de ceniza proveniente de la contaminación de fuentes externas.

Cuadro 6. Contenido de cenizas (%) en muestras de laboratorio de ensilajes y henos en el Laboratorio de Análisis de Suelos y forraje, en la Universidad de Wisconsin (Undersander, sin fecha).

Tipo de forraje	Estadística	Porcentaje de cenizas (Ce, %)
Ensilaje	Promedio	12.3
	Máximo	18.0
	Mínimo	5.7
Heno	Promedio	10.3
	Máximo	17.6
	Mínimo	8.8

El contenido de cenizas promedio para los once materiales de alfalfa fue mayor en un 24.2% al 9.2% que presenta el NRC (2001), y están dentro de los valores de 10.7 más menos 1.2% que se informó para 210 muestras de heno de alfalfa de la cuenca lechera de Delicias, Chihuahua (Echávez *et al.* 2010). La concentración de cenizas es importante ya que no aportan energía para el ganado lechero. Investigadores como Clemente *et al.*, (2003) reportaron en alfalfa 7.95 % de cenizas.

En un estudio realizado por Terrazas *et al.*, (2012) en Delicias Chihuahua con 11 variedades de alfalfa durante tres años en diferentes estaciones del año de 2007 al 2009, reportaron promedios de porcentajes de ceniza de 10.7%. Otros investigadores como Quintana *et al.*, (2013) reportaron valores de cenizas de 8.72% en alfalfa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido de cenizas (Ce, %) en el forraje de tres años (2007-2009) de materiales de alfalfa predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México (Terrazas *et al.*, 2012).

Material	2007 Primavera	2008 Primavera	2009 Primavera
Excelente Plus	11.3	11.7	10.6
P59N49	10.9	12.2	10.8
Ojo Caliente	10.1	11.2	9.84
P58N57	11.0	11.2	10.6
El Camino 999ML	10.3	11.4	9.98
El Camino 1010	10.6	11.1	10.4
El Camino 888	11.3	11.2	10.6
Río Conchos	11.2	11.5	10.8
RG57901	11.3	11.7	10.0
Belleza Verde	11.0	11.8	10.5
Excelente 9HQML	11.0	10.9	11.1

De acuerdo con investigadores como Neu *et al.*, (2015), el impacto de la alimentación del ganado con heno con mayor contenido de cenizas no se entiende

bien, pero se cree que el exceso de contenido de cenizas podría ser un obstáculo para maximizar la producción de leche y carne, y puede causar cólicos de arena y disminución en la absorción de nutrientes en los caballos. Por ejemplo, en Minnesota, el primer corte de heno, el rastrillo de ruedas se tradujo en un 14,6%, mientras que la fusión de ceniza de heno resultó en 11,4% cenizas en post-empacado. Si un productor de ganado alimentado a 12.5 kilogramos de heno de alfalfa que contiene 14,6% o un 6,6% de cenizas (cenizas) externo, sería alimentar a 800 gr de contaminación del suelo para su ganado, en comparación con 200 gr de contaminación del suelo si el heno contiene 11,4% de cenizas (o 3,4% de ceniza externo) sobre una base diaria de materia seca. El contenido de ceniza excesiva también puede ser problemático cuando se compra de heno. Utilizando los mismos valores como superiores, 1 tonelada de heno que contiene 14,6% de ceniza contendría 132 libras de contaminación del suelo, comparado con 68 libras de contaminación del suelo cuando el contenido de cenizas se redujo a 11,4%. A un costo medio de 150 dólares por tonelada, para un comprador de heno sería un gasto de \$9.90 por tonelada sobre contaminación del suelo de heno.

## **2.4 Fósforo**

El fósforo en forrajes se procesa durante la fotosíntesis para convertir la energía lumínica en energía química. Esta energía es absorbida por la planta durante su crecimiento y desarrollo. El fósforo es especialmente crítico durante la fase de establecimiento de las plantas debido a su impacto en el crecimiento de la raíz. Los niveles de fósforo afectan la digestibilidad de la materia seca, como un cierto nivel mínimo y es esencial para la transferencia de los carbohidratos.

De acuerdo con Anderson (2016), el fósforo es también un factor clave en el establecimiento de leguminosas forrajeras, como la Alfalfa, lo que repercute en el rendimiento en materia seca de los forrajes. El nivel de fósforo en diferentes forrajes es importante en lo que se refiere a la proporción de calcio, junto a la presencia de vitamina D. La vitamina D3 es esencial para la utilización del calcio, como deficiencias en la vitamina cambiará la cantidad de calcio disponible, contrarrestando así la proporción de fósforo. Las proporciones recomendadas de calcio a fósforo son como sigue (Cuadro 8):

Cuadro 8. Nivel de fósforo y calcio en alfalfa (*Medicago sativa* L.) según el estado fenológico (Anderson, 2016).

Tipo de forraje	Estado fenológico	Ca:P
Alfalfa	Pre-botón	4.5:1
	Inicio de la floración	-----
	Media floración	5.8:1
	Floración tardía	5.6:1

De acuerdo con Sawle (Sin fecha), el contenido de fósforo en alfalfa es de alrededor de 0.35 %. Juknevicius y Sabiene (2007), reportaron valores de fósforo en alfalfa de entre 0.25-0.30 %.

Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el fósforo, (Cuadro 9) pero disminuyó Ca y K. Los micronutrientes en alfalfa también se vieron afectados por la salinidad, pero en menor medida. Na y el Cl aumentó significativamente con el incremento de la salinidad.

Cuadro 9. Contenido de macronutrientes (P, g kg<sup>-1</sup>) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).

Nivel de salinidad (dS·m <sup>-1</sup> ).	Fósforo(P, g. kg <sup>-1</sup> )	
	(84 DDS)	(299 DDS)
3.1	2.6±0.09	3.4±0.17
7.2	2.7±0.09	3.1±0.06
12.7	2.9±0.08	2.8±0.14
18.4	3.8±0.13	4.1±0.12

## 2.5 Calcio

La mayoría de los forrajes son bajos en calcio y con alto contenido de potasio debido a desequilibrios comunes en los programas de fertilización típica. Recomendamos la fertilización para forraje los niveles de calcio de 1.5% o más, y el mantenimiento de los niveles de potasio por debajo del 3 por ciento. El Fósforo y el magnesio deberían estar en el 0.35 por ciento o superior. Cuando los minerales alcanzar estos niveles objetivo, vacas funcionan excepcionalmente bien (Sawle, Sin fecha),

De acuerdo con Sawle (Sin fecha), el contenido de calcio en alfalfa es de alrededor de mayor de 1.5%. Investigadores como Clemente et al., (2003) reportaron en alfalfa 0.32% de fósforo y de 0.02 % de calcio.

Juknevičius y Sabiene (2007), reportaron valores de calcio en alfalfa de entre 0.30 %.

Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el N, P, Mg y S, pero disminuyó Ca y K. Los micronutrientes en alfalfa también se vieron afectados por la salinidad, pero en menor medida. Na y el Cl aumentó significativamente con el incremento de la salinidad. Parámetros obtenidos en el

de forraje mejorado ligeramente la salinidad aumentaron significativamente la proteína cruda, la energía neta de lactancia, y el valor relativo del forraje. Todos los cultivares mantienen su capacidad antioxidante independientemente del nivel de salinidad. Los resultados indican que la alfalfa puede tolerar la salinidad moderada a alta, manteniendo la composición de nutrientes, la capacidad antioxidante, y mejorado ligeramente los parámetros del forraje, cumpliendo así con los estándares necesarios para la alimentación del ganado lechero (Cuadro 10)

Cuadro 10. Contenido de macronutrientes (Ca, g. kg<sup>-1</sup>) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).

Nivel de salinidad (dS·m <sup>-1</sup> ).	Calcio (Ca, g. kg <sup>-1</sup> )	
	(84 DDS)	(299 DDS)
3.1	14.1±0.4	18.0±0.51
7.2	13.5±0.5	18.3±0.61
12.7	13.0±0.69	16.7±0.51
18.4	12.1±0.24	12.1±0.45

## 2.6 Magnesio

Hoffman y Peters (2011), se refieren a cuando se altera la utilización de magnesio en animales en pastoreo se conoce como tetania de la hierba. El Uso de vocabulario histórico directamente asociando el término tetania de la hierba con forrajes frondosos de primavera ha resultado en muchos conceptos erróneos acerca de la relación entre la producción y la alimentación con gramíneas forrajeras y el potencial para producir una hipomagnesemia (bajo nivel de magnesio en la sangre) en ganado lechero. La hipomagnesemia es posible en vacas lecheras cuando se alimentan de cantidades significativas de ensilado de

hierba, heno o forraje recién cortado. El estado de magnesio dietético juega un también un papel clave con la fiebre de leche en vacas lecheras en el momento del parto. En la mayoría de los casos, la hipomagnesemia no es un gran problema en el ganado lechero, pero ciertas prácticas agronómicas de producción de forraje de alfalfas pueden crear una "tormenta perfecta", aumentando el riesgo de graves problemas de salud en las vacas lecheras asociados con el estado de magnesio dietético. El enfoque en el forraje se pondrá de relieve el papel potencial del forraje en el riesgo entre la producción forrajera, la alimentación y la hipomagnesemia en bovinos lecheros. De acuerdo con Correndo y García, (2012), la concentración de nutrientes en la planta como herramienta de diagnóstico del nivel de elementos minerales es muy importante. El análisis vegetal es una herramienta sumamente eficiente para evaluar la nutrición del cultivo ya que el contenido de nutrientes en planta es un valor que resulta de la interacción entre el cultivo, el ambiente y el manejo (Correndo y García, 2012). Una alternativa al nivel crítico es el criterio de "suficiencia o rangos de suficiencia", que es el más popular y se pretende que los valores foliares no sean inferiores a un nivel considerado como crítico o se sitúen dentro de un rango de suficiencia (Cuadro 11).

De acuerdo con Sawle (Sin fecha), el contenido de magnesio en alfalfa es de alrededor mayor al 0.35.



Cuadro 11. Rangos de suficiencia de nutrientes en el cultivo de la alfalfa, para minerales P, Ca y Mg al inicio de la floración entro de los primeros 15 cm desde arriba hacia debajo de la planta (Correndo y García, 2012).

Cultivo Momento del muestreo Mineral, %	Alfalfa Inicio de la floración
P	0.25-0.70
Ca	1.8-3.0
Mg	0.25-1.0

Antes del muestreo de tejidos puede ayudar a identificar cualquier deficiencia de nutrientes en un cultivo, pero es especialmente útil en el caso de los micronutrientes. Pruebas del suelo para micronutrientes generalmente no son tan confiables como para otros nutrientes, por lo que se recomienda la toma de muestras de tejidos o foliares de la parte aérea de la planta. El cuadro 12 contiene las guías utilizadas para determinar las deficiencias de nutrientes (Manitoba Forage Council, 2006).

Cuadro 12. Clasificación de los criterios del análisis de minerales (P, Ca y Mg) de follaje de las plantas de alfalfa (arriba de 6 pulgadas al momento de la floración) (Manitoba Forage Council, 2006).

Nutriente	Contenido en porciento Clasificación				
	Baja	Marginal	Suficiente	Alta	Exceso
Fósforo, %	0.19	0.20-0.24	0.25-0.69	0.7-0.99	1.0
Calcio, %	0.24	0.25-0.49	0.5-2.9	3.0-3.9	4.0
Magnesio, %	0.19	0.2-0.29	0.3-0.99	1.0-1.9	2.0

Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el calcio, (Cuadro 13). Estos mismos investigadores mencionan que los micronutrientes en alfalfa también se vieron afectados por la salinidad, pero en menor medida. Na y el

Cl aumentó significativamente con el incremento de la salinidad. Cuando se irriego con agua no salina, los macronutrientes que predominan en la alfalfa son de N, K, Ca, Mg, P y S (Meyer et al., 2008). En las plantas de alfalfa, que fueron fertilizados para conseguir el efecto deseado, las concentraciones de macro y micronutrientes ideal para el crecimiento de los cultivos, y regada con agua salina, las tres principales macronutrientes se dispararon y fueron también de N, K y Ca, seguido por Cl y Na (datos presentados en (Cornacchione et al., 2015) y S, ya que estos fueron agregados al agua de riego para lograr un alto nivel de salinidad, seguido por Mg y P en concentraciones similares. Lo anterior sugiere, que las plantas de alfalfa tuvieron siempre los nutrientes adecuados para el crecimiento, y los resultados expresados principalmente por los efectos de la salinidad en cultivos fertilizados adecuadamente. El debate sobre los macro y micronutrientes se basa en las especificaciones de vacas a pastoreo proporcionada por los requerimientos nutricionales del ganado lechero (NRC, 2001) El nivel de exigencia de la NRC para animales productores de leche de 35 kg·Día<sup>-1</sup> (Holstein o Jersey) fue utilizado, basado en el promedio de producción de leche para 2012 en California (te Velde et al., 2013). Juknevicius y Sabiene (2007), reportaron valores de magnesio en alfalfa de entre 0.20 %

Cuadro 13. Contenido de macronutrientes (Mg, g. kg<sup>-1</sup>) en plantas de alfalfa en materia seca dependiendo de los niveles de salinidad en el suelo a los 84 y 299 días después de la siembra (DDS) (Ferreira et al., 2015).

Nivel de salinidad (dS·m <sup>-1</sup> ).	Magnesio (Mg, g. kg <sup>-1</sup> )	
	(84 DDS)	(299 DDS)
3.1	2.6±0.314	2.5±0.08
7.2	2.7±0.16	2.8±0.12
12.7	3.4±0.22	3.2±0.12
18.4	4.8±0.07	3.0±0.10

Ensayos e investigaciones realizados por Cueto y Quiroga (2000) en alfalfares de la Comarca Lagunera, mencionan que una herramienta muy adecuada para el asesoramiento de especialistas en suelo y nutrición vegetal, se debe recurrir al análisis foliar o de tejidos y la región cuenta con una serie de laboratorios públicos y privados para el análisis de dichos elementos. En el cuadro 14, se presentan los rangos de suficiencia nutrimental para alfalfa utilizados en California en Estados Unidos, en Australia y en la Comarca Lagunera.

Cuadro 14. Rangos de suficiencia de minerales (P, Ca y Mg) en alfalfa en diversas localidades como California, Australia y rangos de concentración en alfalfares de la Región Lagunera (Cueto y Quiroga, 2000).

Lugar de muestreo	15 cm superiores	Toda la parte aérea	Parte aérea
Localidad	California	Australia	Región Lagunera
Elementos:			
N,%	3.0-5.0	3.5-5.0	30.6-4.83
K,%	2.41-3.80	2.0-3.5	2.87-6.91
P,%	0.26-0.70	0.25-0.40	0.17-0.44
Ca,%	0.50-3.0	1.0-2.0	1.32-3.54
Mg,%	0.31-1.0	0.25-0.50	0.16-0.71

Balliette y Torell (1998), relacionan la cantidad del aporte de minerales de P, Ca y Mg en por ciento de alfalfa en alfalfas de excelente calidad (Lechera) y de calidad para ganado de carne tal y como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Promedio del aporte de minerales de fósforo, calcio y magnesio en alfalfa de excelente y buena calidad según datos de asociación de productores de noreste de Nevada E.U. (Balliette y Torell, 1998).

Calidad de alfalfa	Fósforo, %	Calcio, %	Magnesio, %
Excelente (Lechera)	0.22	1.41	0.33
Buena (Ganado de carne)	0.25	1.40	0.14

Dentro de las alternativas para mejorar la producción, se considera que un paso positivo hacia la inclusión y adopción de los recursos de algas marinas nativas en México es la utilización de biofertilizantes derivados de las algas como una entrada alternativa para mejorar las condiciones de impacto negativo como la progresiva degradación de los ecosistemas y la contaminación de las tierras agrícolas causados por los fertilizantes sintéticos y químicos (Hernández-Herrera et al., 2013).

Algunos de estos fertilizantes ya están disponibles para el uso en la agricultura y la horticultura, sin embargo, su empleo en cultivos forrajeros es nulo o muy limitados, razón por la cual, que el presente proyecto de investigación tiende a investigar el efecto de dichos extractos sobre el impacto y efecto sobre los minerales (P, Ca y Mg) y cenizas en el tejido vegetal (forraje) de la alfalfa de segundo año de primavera, en la Comarca Lagunera.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera se encuentra ubicada entre los meridianos 102°22' y 104°47' W de G longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte y cuenta con una extensión total de 4,788.750 es decir, casi 5 millones de hectáreas, la altura media sobre el nivel mar es de 1,139 metros y es parte de la región hidrológica N°. 36 y se localiza en la mesa del norte de la república mexicana, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, corresponde a las cuencas cerradas de los Ríos Nazas y Aguanaval (CONAGUA, 2010), en las que se encuentran comprendidas las áreas montañosas, las agrícolas y pecuarias, así como las áreas urbanas y se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos.

Cabe señalar que en la modalidad de riego se incluye tanto el riego por bombeo así como el de gravedad esto de acuerdo a CONAGUA (2010). La superficie agrícola bajo la modalidad de riego representa el 3.62 por ciento de la extensión total, mientras que la superficie bajo la modalidad de temporal solo alcanza el 1.10 por ciento de dicha extensión, por lo que para producción de forrajes es muy limitada.

#### 3.1 Localización del experimento

El lote de terreno localizado para el presente proyecto fue en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro, en la pequeña propiedad conocida como las “Tablas de Frías”, aproximadamente a 2.5 km de la carretera entre el Ejido Granada hacia el Ejido Solís, contándose con un lote total de terreno de 52 hectáreas, con un sistema de riego conocido como válvulas alfalferas, lo cual

permite la irrigación en cuatro tablas en la misma salida, partiendo de la válvula de salida del agua de 12 pulgadas de diámetro, asegurando el riego en una superficie aproximada de una hectárea, la superficie del experimento fue de total 20 ha, distribuidas en 10 ha tratadas con EAN y 10 ha utilizadas como testigo con la fertilización del productor (Figura 1).

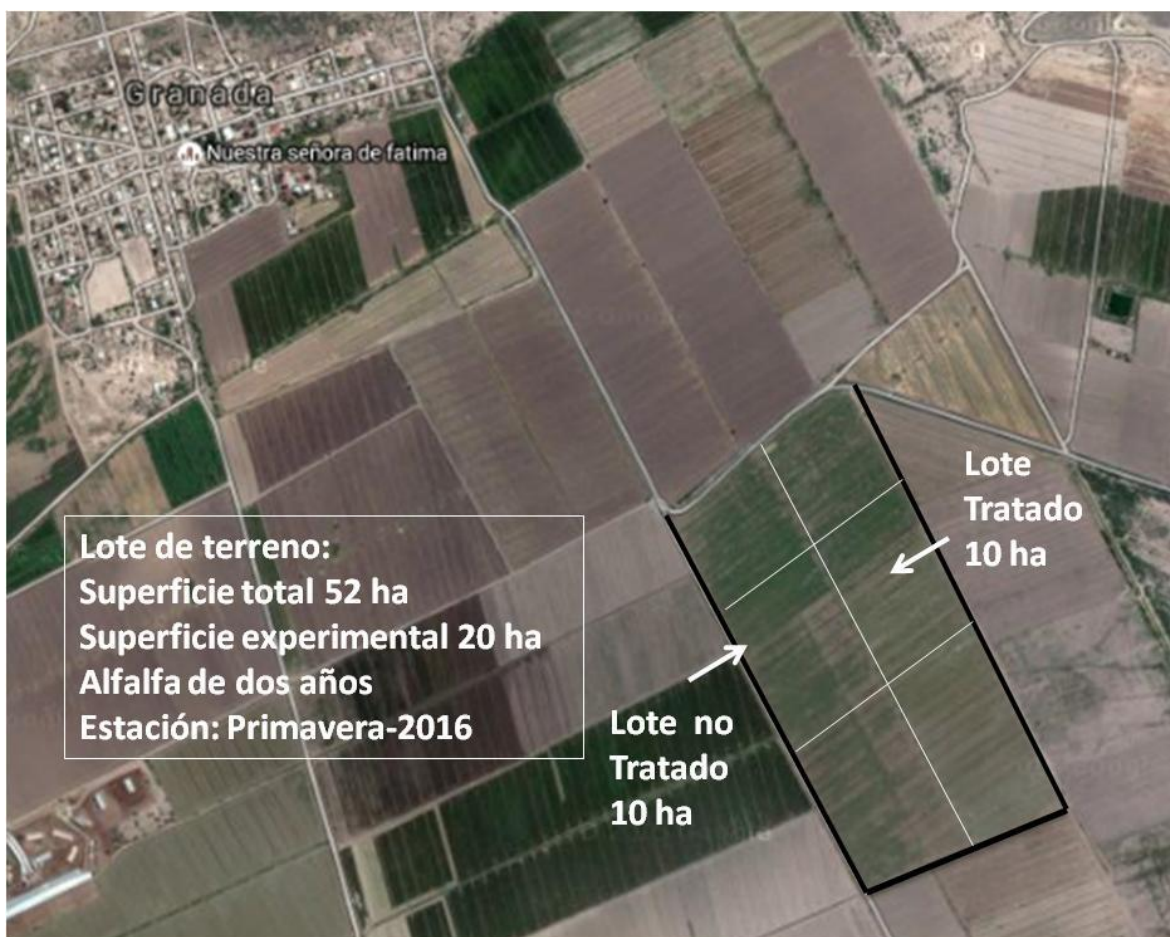


Figura 1. Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizado para la evaluación de ECAN en alfalfa de segundo año en la primavera del año 2016.

### 3.2 Materiales

El producto utilizado en esta investigación fue un compuesto a base de algas marinas como fertilizante, un complejo nutritivo para cultivos forrajeros



### **3.3 Métodos**

Se realizó un muestreo en el lote experimental en un lote de terreno de aproximadamente 20 ha, 10 establecidas con el producto y 10 ha como testigo, se obtuvieron muestras representativas de suelo ( $n=6$ ) tres en cada lote y se levantaron además las muestras de tejido foliar (forraje) de la alfalfa en la primavera, la siembra del alfalfar se efectuó en diciembre del año 2014.

#### **3.3.1 Aplicación del producto en campo**

La aplicación del producto ECAN se dosificó a razón de 1.0 Lt/ha. Para la aplicación del producto en el campo, este se dividió en tablas o melgas de las mismas dimensiones en cuanto largo y ancho (30 m x 300 m) haciendo un total de 9000 m<sup>2</sup> el área de la tabla.

Al momento de cada riego se realizó la preparación en campo al diluir 900 ml del producto ECAN en un recipiente de 20 lt (Figura 3) para aplicar en cada tabla, distribuyendo el producto de manera uniforme cada 15 minutos en la salida del agua de la válvula del sistema de riego, en algunos riegos se tuvo el apoyo de un dosificador, tal y como se muestra en la figura 4.





Figura 3. Dilución en agua en una cubeta de 19 lt y aplicación del producto orgánico de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN), nombre comercial (Acadian Suelo) en la salida de la válvula de riego.



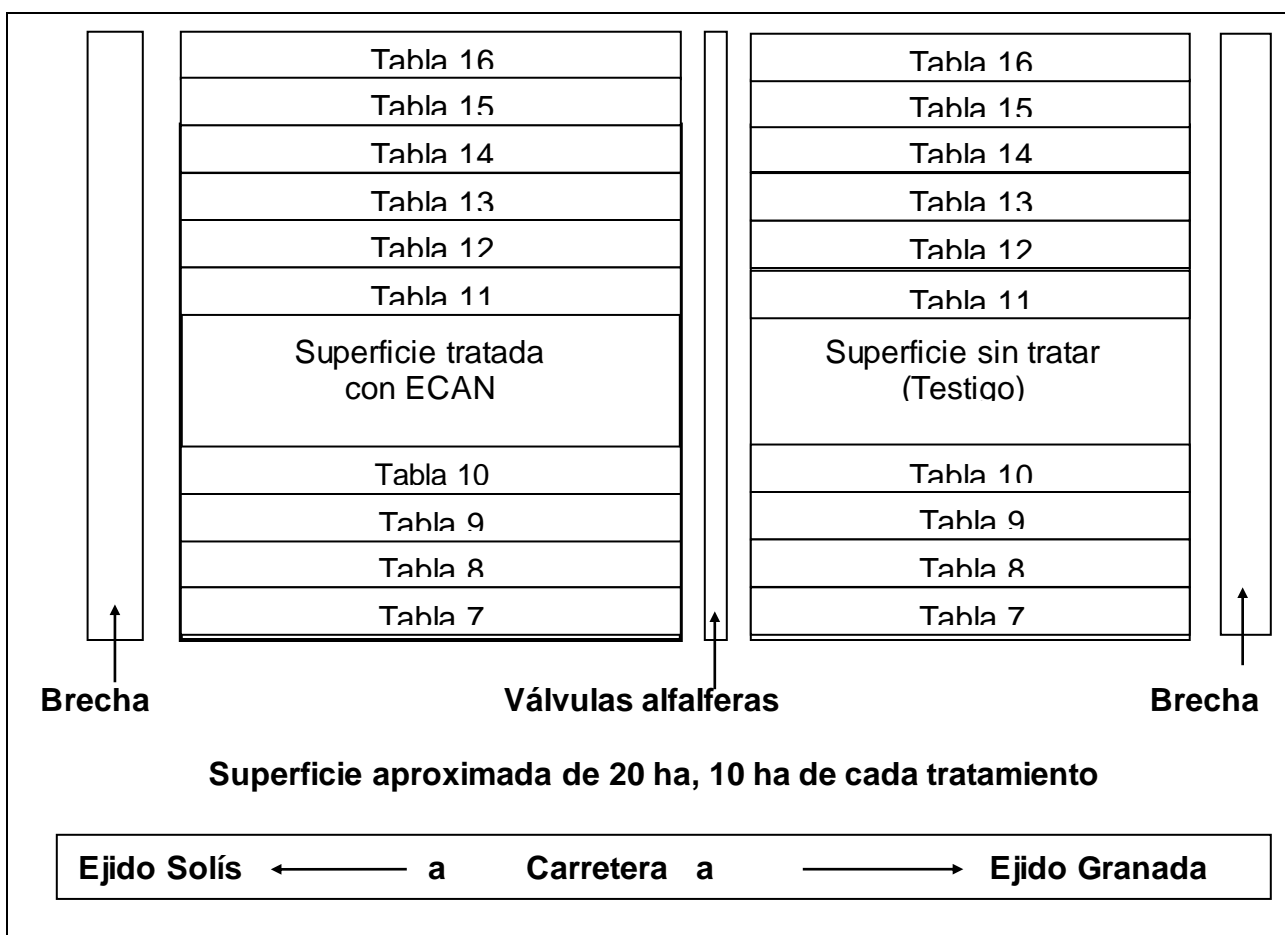
Figura 4. Metodología utilizada para la aplicación del producto previa dilución en agua en una cubeta de 19 lt y aplicación del producto orgánico de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN), nombre comercial (Acadian Suelo) en la salida de la válvula de riego.

El producto se aplicó al centro del lote en 20 hectáreas desde la tabla 7 a la 16 teniendo 10 hectáreas el (T<sub>1</sub>) y 10 ha como lote testigo (T<sub>2</sub>), con el objetivo de evitar los efectos de orilla (Figura 5), tanto en el lote tratado como en el lote testigo, se realizaron las mismas prácticas de manejo por parte del productor, en lo que se refiere a riegos, calendario de cortes, control de maleza, plagas y enfermedades.



Figura 5. Panorama general de las tablas de alfalfa establecidas en diciembre de 2014, utilizadas en dos lotes de terreno para el desarrollo del experimento en alfalfa de dos años durante la primavera de 2016.

### 3.3.2 Croquis del terreno en el campo



### 3.3.3 Tratamientos

En el experimento se realizaron dos tratamientos: (T<sub>1</sub>= Lote con aplicación del producto ECAN y T<sub>2</sub>= Testigo con fertilización comercial regional) con 6 repeticiones (10 tablas de cada lote) y 6 evaluaciones. Para la distribución y aplicación del producto se realizó de la siguiente manera:

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
1. Testigo regional productor	del 0.0	
2. Acadian suelo aplicado al	1.0 l/ha	Disolución del producto (1.0 lt) en una

momento del riego después de cada corte (etapa enero y julio) Número de riegos estimado 6 y 6 aplicaciones y seis evaluaciones.

cubeta de 20 lts, para dosificarlo a la superficie de cada tabla de alfalfa, para posteriormente colocarlo al momento del riego en la válvula de la salida del agua.

---

### **3.3.4 Parámetros a evaluar**

1. Toma de fotografías al lote de terreno antes de cada aplicación de producto y posteriormente durante la estación de crecimiento del cultivo al corte.
2. En caso de detectar alguna enfermedad o plaga en el lote, se obtendrá la tasa y severidad muestreando cada planta (10 muestras por repetición y tratamiento).
2. Evaluar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de cenizas (Ce, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.
3. Determinar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de fósforo (P, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.
4. Evaluar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de calcio (Ca, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.
5. Estudiar el efecto de la ECAN sobre el porcentaje de magnesio (Mg, %) en el forraje de alfalfa de segundo año durante la primavera.

### **3.4 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= Lote con aplicación del producto EAN y T<sub>2</sub>= Testigo regional) con 6 repeticiones y seis cortes (n=12).



El modelo a utilizar fue el siguiente:

$$T_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

$T_{ijk}$ : Variables aleatorias a evaluar (Ce, P, Ca, Mg., etc)

$\mu$ : Promedio poblacional

$T_i$ : Efecto de los tratamientos (ECAN vs testigo)

$B_j$ : Efecto de los bloques

$E_{ijk}$ : Error experimental aleatorio.

### 3.5 Colecta del tejido vegetal de las plantas (TVP)

Las muestras de los diferentes cortes de plantas de alfalfa fueron tomadas por separado en distintos porcentajes de floración al momento del corte del productor (Figura 6).



Figura 6. Colecta de las muestras de forraje de alfalfa, con tijeras de podar realizando el corte a 5 cm del suelo, para su posterior traslado al laboratorio de análisis de forrajes.

Las muestras fueron colectadas en bolsas de plástico para llevarse al laboratorio en un tiempo no mayor a las dos horas (Para evitar su deshidratación) para ser secadas en una estufa a 72°C por 24 horas y pasadas por aire por ventilación activa y luego molidas finamente para introducirlas en el aparato NIRS y obtener las cantidades de Ca, P, Mg, y contenido de Cenizas por el estándar métodos espectrométricos. Cabe mencionar que el NIRS en los resultados de sus salidas proporciona en su composición los valores de materia seca, proteína cruda con sus variantes, la fibra detergente neutra y ácida y sus variantes los carbohidratos no fibrosos, TND, energías netas de lactación, ganancia de peso, mantenimiento y metabolizable así como el valor relativo del forraje y calidad relativa del forraje y dentro del los minerales; las cenizas, fósforo, calcio, magnesio, potasio, cloruros y azufre. La mineralización de cada muestra y la medición de cantidades de elementos se realizo en seis repeticiones. Los resultados fueron analizados a través del ANOVA y la separación de medias por medio de diferencia mínima significativa ( $DMS_{0.05}$ ).

Para la obtención de los minerales el forraje se sometió al análisis de forraje conocido como NIRS FOSS-DS2500 F (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) por sus siglas en Ingles, (Figura 7) y en español conocido como el análisis el método de espectroscopia en el infrarrojo cercano en el laboratorio certificado de Agrolab de México, en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

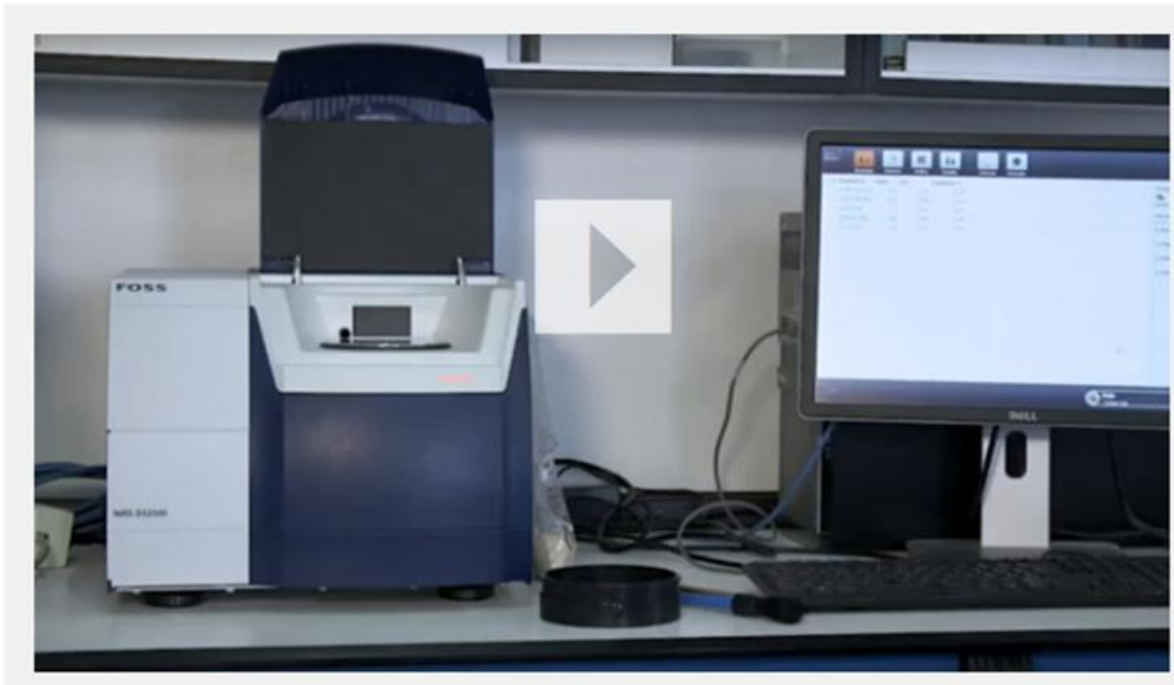


Figura 7. Unidad de espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS) modelo FOSS-DS2500 F utilizado en el laboratorio para el análisis preciso y de calidad del forraje de alfalfa se segundo año durante la primavera de 2016.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados del contenido de cenizas (Ce, %)

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que al contenido de cenizas se refiere, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación de los ECAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $10.69 \pm 1.09$  y el lote testigo de  $9.39 \pm 1.02$  % con una desviación estándar de 2.67 y 2.50 para el lote tratado y testigo respectivamente, y los rangos máximos y mínimos, fueron 7.33-14.33 y 6.83-13.78 tal y como se pueden observar en el cuadro 16.

Cuadro 16. Resultados del contenido de cenizas (Ce, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.

Variable, Cenizas,% No. de muestra	Fecha de muestreo	T <sub>1</sub> %	T <sub>2</sub> %
1	18-feb-16	12.65	13.78
2	22-mar-16	14.33	9.93
3	29-abr-16	10.54	6.83
4	23-may-16	8.03	8.53
5	21-jun-16	7.33	7.33
6	08-ago-16	11.23	9.95
$\bar{X}$		10.69	9.39
EE		1.09	1.02
Rangos (Min y Max)		7.33-14.33	6.83-13.78
DMS (0.05)		ns	ns

(X)= Media de los tratamientos, (EE)= Error estándar, (Desv St) Desviación estándar, (Min)= Mínimo, (Max)= Máximo. Medias con diferente letra dentro de las columnas son diferentes estadísticamente (DMS<sub>0.05</sub>). ns =no significativa.



Neu et al., (2015) reportan que el contenido de cenizas en alfalfa es del 8%, sin embargo, en un estudio en Minnesota, Pennsylvania y Wisconsin, reportaron valores de 11.2, 9.8 y 9.4 % respectivamente en el primer corte y 9.6, 10.5, 10.4% en los cortes subsecuentes. Terrazas et al., (2012), en un estudio de variedades en Delicias, Chihuahua, reportaron en tres años de investigación durante la primavera del 2007, 2008 y 2009 valores de cenizas de 11.3, 11.7 y 10.6% de Ce, valores coincidentes a los encontrados en este estudio. Investigadores como Clemente et al., (2003) reportaron en alfalfa 7.95 % de cenizas, valores inferiores a los reportados en este estudio. Otros investigadores como Quintana et al., (2013) reportaron valores de cenizas de 8.72% en alfalfa.

#### **4.2 Resultados del contenido de fósforo (P, %)**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el forraje de alfalfa por el análisis de varianza en lo que al contenido de fósforo se refiere, no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación de los ECAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $0.32\pm 0.04$  y el lote testigo de  $0.31\pm 0.02$  % con una desviación estándar de 0.09 y 0.05 para el lote tratado y testigo respectivamente, y los rangos máximos y mínimos, fueron 0.18-0.44 y 0.24-0.41 tal y como se pueden observar en el cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados del contenido de fósforo (P, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.

Variable, P, % No. de muestra	Fecha de muestreo	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1	18-feb-16	0.41	0.31
2	22-mar-16	0.18	0.29
3	29-abr-16	0.27	0.29
4	23-may-16	0.44	0.41
5	21-jun-16	0.27	0.24
6	08-ago-16	0.37	0.31
$\bar{X}$		0.32	0.31
EE		0.04	0.02
Rangos (Min y Max)		0.18-0.44	0.24-0.41
DMS (0.05)		ns	ns

Al analizar los resultados del contenido de fósforo por corte, el corte 2 del mes de febrero fue el que reporto el valor más bajo y el mes de mayo el que mostro el valor más alto a lo largo de todo el estudio en el lote tratado con un valor de 0.44. En el lote testigo, el más bajo se obtuvo en el corte 5 del mes de junio con solo 0.24, seguido de los meses marzo y abril con 0.29 de (P, %). En el lote testigo el mayor valor de obtuvo en el corte 4 del mes de mayo con 0.41 % de fósforo.

Markovic et al., (2009), en un estudio donde relacionaron diferentes estados fenológicos y la fracción anatómica de la planta (hojas, tallo y planta completa) el aporte de fósforo en un 40% de floración documentaron entre 0.29 a 0.34 % en tallos y planta completa respectivamente, valores muy similares a los encontrados en este proyecto. Balliete y Torell (1998), reportaron 0.22 % en alfalfas de calidad Premium para la alimentación de vacas altas productoras, valores inferiores a los

encontrados en el presente estudio y de 0.25 % para alfalfa de menor calidad para ganado de carne.

Resultados obtenidos por Stavarache et al., (2016), sobre el contenido de minerales en hojas de alfalfa en 10% y 100% de floración y diferentes estados fenológicos, encontraron rangos de fósforo de 0.20-0.21%, valores inferiores en comparación con los de este estudio, sin embargo, al inicio de botón reportaron 0.38 % muy similar a los encontrados en este estudio.

Investigadores como Correndo y García, (2012), documentaron rangos de este mineral entre 0.25 y 0.70 % al inicio de la floración, por otro lado, Manitoba Forage Council (2006), reporta valores suficientes de entre 0.25-0.69 %. Cueto y Quiroga, (2000), reportaron rangos de P entre los 0.17 a 0.44 en alfalfares de la Comarca Lagunera. La FEDNA (2016), reporta valores de fósforo de 0.26% valores ligeramente inferiores a los documentados en esta investigación. Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el contenido de P, % documentando valores desde 0.26, 0.27, 0.29 y 0.38 % con 3.1, 7.2, 12.7, y 18.4 niveles de salinidad ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

### **4.3 Resultados del contenido de calcio (Ca, %)**

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que al contenido de calcio se refiere, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación de los ECAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $1.47 \pm 0.17$  y el lote testigo de  $1.53 \pm 0.11$  % con una desviación estándar

de 0.43 y 0.29 para el lote tratado y testigo respectivamente, y los rangos máximos y mínimos, fueron 1.05-2.17 y 1.01-1.8 tal y como se pueden observar en el cuadro 18.

Cuadro 18. Resultados del contenido de calcio (Ca, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.

Variable, Ca, % No. de muestra	Fecha de muestreo	T <sub>1</sub> Ca, %	T <sub>2</sub> Ca, %
1	18-feb-16	2.17	1.80
2	22-mar-16	1.12	1.01
3	29-abr-16	1.22	1.74
4	23-may-16	1.49	1.40
5	21-jun-16	1.05	1.51
6	08-ago-16	1.75	1.69
$\bar{X}$		1.47	1.53
EE		0.17	0.11
Rangos (Min y Max)		1.05-2.17	1.01-1.8
DMS (0.05)		ns	ns

Al analizar los resultados para el calcio por corte, el corte 1 del mes de febrero fue el que mostro el valor más alto a lo largo de todo el estudio en el lote tratado con un valor de 2.17% de calcio y el más bajo se obtuvo en el corte 5 del mes de junio con solo 1.05 de Ca. En el lote testigo el mayor valor de obtuvo en el corte 1 del mes de febrero con 1.80% y el valor más bajo de 1.01 que correspondió al corte 2 del mes de marzo.

Resultados obtenidos por Stavarache et al., (2016), sobre el contenido de minerales en hojas de alfalfa en 10% y 100% de floración y diferentes estados fenológicos, encontraron rangos de calcio de 2.74-2.75 %, valores superiores en comparación con los de este estudio, sin embargo, al inicio de botón reportaron

2.73 % muy similar a los valores reportados para todos los estados fenológicos y muy superiores a los encontrados en este estudio. La FEDNA (2016), reporta valores de calcio de 1.70 % valores ligeramente superiores a los documentados en esta investigación. Balliete y Torell (1998), reportaron 1.41% en alfalfas de calidad Premium para la alimentación de vacas altas productoras, valores similares a los encontrados en el presente estudio y de 1.40 % para alfalfa de menor calidad para ganado de carne.

Investigadores como Correndo y García, (2012), documentaron rangos de este mineral entre 1.8 y 3.0 % al inicio de la floración, por otro lado, Manitoba Forage Council (2006), reporta valores suficientes de entre 0.5-2.9 %. Cueto y Quiroga, (2000), reportaron rangos de Ca entre los 1.0 a 2.0 en alfalfares de la Comarca Lagunera.

Markovic et al., (2009), en un estudio donde relacionaron diferentes estados fenológicos y la fracción anatómica de la planta (hojas, tallo y planta completa) el aporte de calcio en un 40% de floración documentaron entre 2.12-3.02 % en tallos y planta completa respectivamente, valores muy superiores a los encontrados en este proyecto. Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el contenido de Ca, % documentando valores desde 1.41, .135, 1.30 y 1.21 % con 3.1, 7.2, 12.7, y 18.4 niveles de salinidad ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

#### **4.4 Resultados del contenido de magnesio (Mg, %)**

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que al contenido de magnesio se refiere, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no

existió efecto de la aplicación de los ECAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, con una media del lote tratado de  $1.417 \pm 0.17$  y el lote testigo de  $1.53 \pm 0.11$  % con una desviación estándar de 0.09 y 0.12 para el lote tratado y testigo respectivamente, y los rangos máximos y mínimos, fueron 0.22-0.45 y 0.19-0.48 tal y como se pueden observar en el cuadro 19.

Cuadro 19. Resultados del contenido de magnesio (Mg, %) del forraje de alfalfa de segundo año tratado con ECAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en la primavera el año 2016.

Variable, Mg, % No. de muestra	Fecha de muestreo	T <sub>1</sub> Mg, %	T <sub>2</sub> Mg, %
1	18-feb-16	0.28	0.19
2	22-mar-16	0.29	0.34
3	29-abr-16	0.36	0.48
4	23-may-16	0.44	0.41
5	21-jun-16	0.45	0.47
6	08-ago-16	0.22	0.22
$\bar{X}$		0.34	0.35
EE		0.03	0.05
Rangos (Min y Max)		0.22-0.45	0.19-0.48
DMS (0.05)		ns	ns

Al analizar los resultados por corte, el corte 6 y 1 de los meses de agosto y febrero fueron los que mostraron el valor más bajo a lo largo de todo el estudio en el lote tratado con un valor de 0.22 y 0.28% y el más alto se obtuvo en el corte 5 del mes de junio con 0.45% de magnesio. En el lote testigo el mayor valor de obtuvo en el corte 3 del mes de abril con 0.48 y el valor más bajo de 0.19 que correspondió al corte 1 del mes de febrero, seguido del corte 6 de agosto.

La FEDNA (2016), reporta valores de magnesio de 0.21% valores ligeramente inferiores a los documentados en esta investigación. Markovic et al., (2009), en un estudio donde relacionaron diferentes estados fenológicos y la fracción anatómica de la planta (hojas, tallo y planta completa) el aporte de magnesio en un 40% de floración documentaron entre 0.38-0.68 % en tallos y planta completa respectivamente, valor inferior similar al encontrado en este proyecto. Balliete y Torell (1998), reportaron 0.33% en alfalfas de calidad Premium para la alimentación de vacas altas productoras, valores similares a los encontrados en el presente estudio y de 0.14% para alfalfa de menor calidad para ganado de carne.

Resultados obtenidos por Stavarache et al., (2016), sobre el contenido de minerales en hojas de alfalfa en 10% y 100% de floración y diferentes estados fenológicos, encontraron rangos de aporte de magnesio de 0.28-0.32 %, valores muy similares a los encontrados en este estudio, sin embargo, al inicio de botón reportaron 0.47 % valor superior a los valores reportados para todos los estados fenológicos y superiores a los documentados en este estudio.

Investigadores como Correndo y García, (2012), documentaron rangos de este mineral entre 0.25 y 1.0 % al inicio de la floración, por otro lado, Manitoba Forage Council (2006), reporta valores suficientes de entre 0.3-0.99 %. Cueto y Quiroga, (2000), reportaron rangos de Mg entre los 0.25 a 0.50 en alfalfares de la Comarca Lagunera. Investigadores como Ferreira et al., (2015) documentan el efecto de la salinidad sobre minerales en alfalfa la cual aumentó significativamente el contenido de Mg documentando valores desde 0.26, 0.27, 0.34 y 0.48 % con 3.1, 7.2, 12.7, y 18.4 niveles de salinidad ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

## 5. CONCLUSIÓN

Después de llevar a cabo el análisis de la información obtenida de los resultados de este proyecto de investigación y una vez llevados a cabo los análisis estadísticos correspondientes se puede concluir lo siguiente:

Se rechaza la hipótesis de que es factible que con la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) aumentar los niveles de cenizas y P, Ca y Mg en el forraje de alfalfa de segundo año en el ciclo de primavera, ya que no existieron diferencias significativas por el efecto de la aplicación del producto.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson. 2016. Forage nutrition 101. Phosphorus. En línea: <https://www.anderson-hay.com/blog/forage-nutrition-101-phosphorus>
- Balliete John and Ron Torell. 1998. Alfalfa for beef cows. University of Nevada. Cooperative Extension. University of Nevada, Reno. NV. USA. Fact Sheet 93-23. En línea: <https://www.unce.unr.edu/publications/files/ag/other/fs9323.pdf>
- Berdahl, J. D., Wilton, A. C., Frank, A. B. 1989. Survival and agronomic performance of 25 alfalfa cultivars and strains interseeded into rangeland. *Journal of Range Management* 42, 312–316.
- Castro-Hernández Horacio, Ignacio Arturo Domínguez-Vara, Ernesto Morales-Almaráz, Maximino Huerta-Bravo. 2017. Composición química, contenido mineral y digestibilidad *in vitro* de raigrás (*Lolium perenne*) según intervalo de corte y época de crecimiento. *Rev Mex Cienc Pecu* 2017;8(2):201-210. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4445>
- Clemente J, Ever, Arbaiza F, Teresa, Carcelén C, Fernando, Lucas A, Orlando, & Bazán R, Víctor. 2003. Evaluación del valor nutricional de la *Puya llatensis* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(1), 01-06. Recuperado en 02 de febrero de 2018, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000100001&lng=es&tlng=es).
- Coblentz W. K., Brink G. E., Martin N. P., Undersander D. J. 2008 - Harvest Timing Effects on Estimates of Rumen Degradable Protein from Alfalfa Forages. *Crop Science*, 48:778-788.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ed). México, D. F. 323 p.
- Cornacchione, M. V. and Suarez, D. L. 2015. Emergence, forage production, and ion relations of alfalfa in response to saline waters. *Crop Sci.* 2015, 55, 444–457.

- Correndo Adrián A. y Fernando O. García. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. Archivo Agronómico # 14. IPNI. (International Plant Nutrition Institute). p 1-8.
- Cueto W. J. A. y H. M. Quiroga G. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Fertilización en la Alfalfa. INIFAP-SAGAR. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. CAELALA. Libro Técnico No. 2, Octubre p 17-19.
- Echávez V E, Durón T A, O Acosta y J G Terrazas P. 2010. Valor alimenticio de la alfalfa y ensilado de maíz en la región de Delicias, Chihuahua. Aplicación práctica en la alimentación de vacas lecheras. Escrito sin publicar proyecto para el DIGAL del 2010. p18.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2016. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y suplementos fibrosos húmedos. (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España p 80-93. En línea: <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/> introducción-forrajes
- Ferreira F. S. Jorge, Monica V. Cornacchione, Xuan Liu and Donald L. Suarez. 2015. Nutrient Composition, Forage parameters, and antioxidant capacity of alfalfa (*Medicago sativa*, L.) in response to saline irrigation water. Agriculture 2015, 5, 577-597; doi:10.3390/agriculture5030577. ISSN 2077-0472 [www.mdpi.com/journal/agriculture](http://www.mdpi.com/journal/agriculture)
- Freeman Long Rachael and Daniel H Putnam. 2013. Alfalfa benefits wildlife and the environment, in addition to its economic value. Green news from the UC Division of Agriculture and Natural Resources. En línea: [Ghttp://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=10489](http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=10489)
- Frame J. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2005.
- Ghanizadeh N., Moghaddam A., Khodabandeh N., 2014 - Comparing the yield of alfalfa cultivars in different harvests under limited irrigation condition. International Journal of Biosciences, 4(1):131-138.

- Halgerson J. L., Sheaffer, C. C., Martin, N. P., Peterson, P. R., Weston S.J. 2004. Near-infrared reflectance spectroscopy prediction of leaf and mineral concentrations in alfalfa. *Agronom. J.*, 96, 344-351.
- Hanson A. A., D. K. Barnes and R. R. Hill, Jr. 2000. Importance of alfalfa. Published by The American Society of Agronomy, Monograph number 29, published in 1988. ISBN 0-89118-094-X
- Hendrickson, J. R., Berdahl, J. D. 2003. Survival of 16 alfalfa populations space planted into a grassland. *Journal of Range Management* 56, 260–265.
- Hernández-Herrera Rosalba Mireya, Fernando Santacruz-Ruvalcaba, Mario Alberto Ruiz-López, Jeffrey Norrie y Gustavo Hernández-Carmona. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) *J. Appl Phycol.* DOI 10.1007/s10811-013-0078-4. Springer  
Published online: 17 July.
- Hoffman P. and John Peters. 2011. Grass Forages and Magnesium Status of Dairy Cattle. Focus on Forage. Wisconsin Team Forage. Vol. 13 No. 3. p 1-2. En línea: <https://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/GrassMg-FOF.pdf>
- Hosseinzadeh-Moghbeli A. H., Khosrowchahli M., Monirifar H., Noormohammadi G. 2013. Evaluation of ten alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes for salinity stress tolerance. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(17):2131-2133.
- Huerta Bravo Maximino. 2016. Alimentación y suplementación mineral. Lechería. Ergormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/alimentacion-suplementacion-mineral-t33002.htm>
- Juknevicius Stasys and y Nomedas Sabiene. 2007. The content of mineral elements in some grasses and legumes. *EKologua*. Vol. 53 No. 1. P. 44-52.
- Katić S., Milić D., Karagić Đ., Vasiljević S., Glamočić D. și Jajić I., 2009 - Variation of protein, cellulose and mineral contents of lucerne as influenced by cultivar and cut. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6): 1189-1195.
- Keith G. Pembleton. 2017. Modelling of lucerne (*Medicago sativa* L.) for livestock production in diverse environments. *Crop and Pasture Science* 68(1):74-91. 2017 <https://doi.org/10.1071/CP16176>

- Madani H., Stoklosa Agnieszka, Zarei J., Usefi Z., 2014 - Alfalfa (*Medicago sativa* L.) forage yield responses to triple super phosphate, phosphate solubilizing bacteria and gibberlic acid foliar application. Scientific Papers. Series A. Agronomy, 57:246-249.
- Manitoba Forage Council. 2006. Fertilizing Alfalfa Forage. manitoba.ca/agriculture. En Línea: [https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/production/forages/pubs/forage\\_crops\\_fertilizer.pdf](https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/production/forages/pubs/forage_crops_fertilizer.pdf)
- Marković J., R. Štrbanović, M. Cvetković, B. Anđelković, B. Živković. 2009. Effects of growth stage on the mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf, stem and the whole plant. Biotechnology in Animal Husbandry 25 (5-6), p 1225-1231, 2009. Available from: <https://www.researchgate.net>
- Meyer, R. D., Marcum, D. B., Orloff, S. B., Schmierer, J. L. 2008. Alfalfa fertilization strategies. In Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones, Publication 3512; Summers, C.G., Putnam, D.H., Eds.; University of California/Agricultural and Natural Resources: Davis, CA, USA, 2008; pp. 73–87
- Misar Christopher G., Lan Xub., Roger N. Gates., Arvid Boe, and Patricia S. Johnson. 2015. Stand Persistence and Forage Yield of 11 Alfalfa (*Medicago sativa*) Populations in Semiarid Rangeland Rangeland Ecology & Management 68 (2015) 79–85. Journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/rama>
- Montoya Buenrostro Estela. 2011. Variación en el contenido de nutrientes de Alfalfa (*Medicago sativa*) cosechada a diferente edad de rebrote u época del año. Tesis MC. Univ. Aut. De baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas
- Neu, Abby., Craig Sheaffer, Scotty Wells, Krishona Martinson, Marvin Hall, Dan Kniffen, and Dan Undersander, 2015. Hay rake impacts ash content in alfalfa hay. University of Minnesota Extension. En línea:

<https://www.extension.umn.edu/agriculture/horse/care/hay-rake-ash/hay-rake-impacts-ash-content-in-hay.pdf>

- NRC. (National Research Council). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed.; National Academy Press: Washington, DC, USA, 2001
- Putnam Dan, Michael Russelle, Steve Orloff, Jim Kuhn, Lee Fitzhugh, Larry Godfrey, Aaron Kiess and Rachael Long. 2001. Alfalfa, wildlife and the environment. The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century. California Alfalfa and Forage Association 36 Grande Vista, Novato, CA 94947
- Quintana M, Erika, Jiménez A, Ronald, Carcelén C, Fernando, San Martín H, Felipe, y Ara G, Miguel. 2013. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(4), 425-432. Recuperado en 02 de febrero de 2018, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172013000400003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000400003&lng=es&tlng=es).
- Radović J., Sokolović D., Marković J., 2009 – Alfalfa most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6):465-475.
- Robinson, Richard C. Hayes, Richard C. Hayes, Putnam and DePeters. 2007. Fundamentals of alfalfa quality. 37th California Alfalfa & Forage Symposium
- Sawle Megan. Sin fecha. Measuring forage quality. Midwestern BIOAG. En línea: <http://www.midwesternbioag.com/measuring-forage-quality/>
- Sheaffer, C. C., N. P. Martin, J. F.S. Lamb, G. R. Cuomo, J. G. Jewett, and S. R. Quering. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa. Entries Joint contribution of the Minnesota Agric. Exp. Stn. and USDA-ARS. Minnesota Agric. Exp. Stn. Journal Series Paper 99-1-13-0127. *Agron. J.* 92:733-739. doi:10.2134/agronj2000. 924733x
- SIAP-SAGARPA. 2017. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por->

cultivo.

SIAP-SAGARPA. 2018. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango.

En línea: [http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo.](http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo)

Smith A., Andrew P., Andrew D. Moore, Suzanne P. Boschma, Richard C. Hayes, Zhongnan Nie and Keith G. Pembleton. 2017. Modelling of lucerne (*Medicago sativa* L.) for livestock production in diverse environments. *Crop and Pasture Science* 68(1):74-91. 2017 <https://doi.org/10.1071/CP16176>

Smith A., Smith A., Stancheva I., Geneva M., Djonova E., Kaloyanova N., Sichanova M., Boychinova M., Georgiev G., 2008 - Response of alfalfa (*Medicago sativa* L.) growth at low accessible phosphorus source to the dual inoculation with mycorrhizal fungi and nitrogen fixing bacteria. *General and Applied Plant Physiology*, 34 (3-4):319-326.

Stancheva I., Geneva M., Djonova E., Kaloyanova N., Sichanova M., Boychinova M., Georgiev G., 2008 - *Response of alfalfa (Medicago sativa L.) growth at low accessible phosphorus source to the dual inoculation with mycorrhizal fungi and nitrogen fixing bacteria.* *General and Applied Plant Physiology*, 34(3-4):319-326.

Stavarache Mihai, Costel Samuil, Doina Tarcău, Vasile Vîntu. 2016. Evolution and relationship of some macro minerals in *Medicago sativa* L. plants. *Lucrări Științifice*. 59(1)/2016, seria Agronomie. 183-188 p.

te Velde, G Suzanne P. Boschma, Suzanne P. Boschma. 2013. Milking Jersey's vs. Holstein's on a Commercial Dairy in California: Milk Production, Feed Efficiency, Intake, Costs, and Advantages; BS, California Politechnic State University: San Luis Obispo, CA, USA,

Terrazas P. J. G., R. Mendoza S., A. Durón T., y E. Echávez Valverde. 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca de delicias, Chihuahua. Publicación especial No. 19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Agrícola

- Experimental Delicias. Cd. Delicias, Chihuahua, México. Julio, 2012 p 13-17.
- Undersander Dan. Sin fecha. Ash in forage. University of Wisconsin Extension. University of Wisconsin–Madison. P 1-2. En línea: [https://fyi.uwex.edu/forage/files/2016/04/ash\\_in\\_forage.pdf](https://fyi.uwex.edu/forage/files/2016/04/ash_in_forage.pdf)
- Vasileva V. and O. Kostov. 2015. Effect of mineral and organic fertilization on alfalfa forage and soil fertility. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015. 27(9): 678-686. doi: 10.9755/ejfa.2015.05.288. <http://www.ejfa.me>
- Vázquez, Mabel, Terminiello, Antonino, Casciani, Andrés, Millán, Guillermo, Gelati, Pablo, Guilino, Facundo, García Díaz, Julio, Kostiria, Javier, y García, Mirta. 2010. Influencia del agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. *Ciencia del suelo*, 28(2), 141-154. Recuperado en 20 de abril de 2017, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672010000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672010000200003&lng=es&tlng=es)
- Waldron, K. J., J. C. Rutherford, D. Ford, and N. J. Robinson. 2009. Metalloproteins and metal sensing. *Nature* 460: 823-830.