

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllun nodosum* (EAN), sobre los macronutrientes en el tejido foliar y en el suelo en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el verano de la Comarca Lagunera

POR

MARÍA JOSÉ ALEJANDRA MARTÍNEZ PALACIOS

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllun nodosum* (EAN), sobre los macronutrientes en el tejido foliar y en el suelo en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el verano de la Comarca Lagunera

POR

MARÍA JOSÉ ALEJANDRA MARTÍNEZ PALACIOS

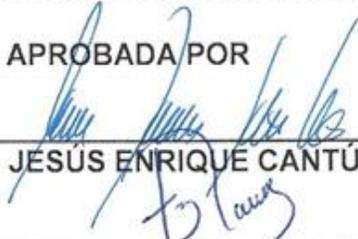
TESIS

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

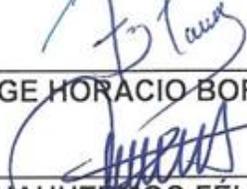
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

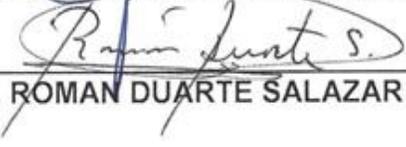
VOCAL:


I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

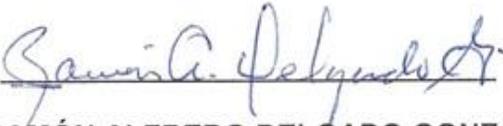
VOCAL:


MVZ. CUAUHEMOG FÉLIX ZORRILLA

VOCAL SUPLENTE:


MVZ. ROMAN DUARTE SALAZAR




MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllun nodosum* (EAN), sobre los macronutrientes en el tejido foliar y en el suelo en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el verano de la Comarca Lagunera

POR

MARÍA JOSÉ ALEJANDRA MARTÍNEZ PALACIOS

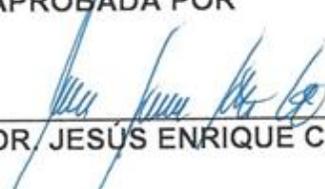
TESIS

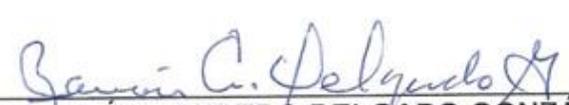
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO


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



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Ramón Mtz. Sandoval y María del Carmen Palacios García, **mi hermano**, Ramón J. Mtz. Palacios, por apoyarme durante toda mi carrera y hacer que lograra este éxito de ser profesionista.

A mi Alma Mater, por los conocimientos adquiridos y por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionista.

Al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito, por brindarme su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto de investigación para realizar mi tesis.

A todos los maestros del departamento de Ciencias Médico Veterinarias, por sus sabios consejos y conocimientos.

A mis familiares, amigos y compañeros.

DEDICATORIAS

Dedico la presente tesis a las personas que siempre estuvieron conmigo a lo largo de estos 5 años y que más amo: **mi hermano** Ramón J. Mtz. Palacios, **mis segundos padres** José Palacios Solís (QEPD) y Elia García Mosqueda, **mis padres** María del Carmen Palacios García y Ramón Mtz. Sandoval, que han estado incondicionalmente conmigo en todo momento y situación a lo largo de mi vida y que sin ellos no sería la persona que soy hoy en día, infinitas gracias.

A todos los miembros de mi familia **Mtz. Sandoval** y **Palacios García**, con su apoyo, porras, buenas vibras y cariño siempre me hicieron seguir adelante con la cabeza en alto siempre.

A mis amigos que siempre me dieron consejos y regaños para salir adelante en todo, gracias por aguantarme.

A Dios y a la Virgencita que me han cuidado, bendecido y acompañado desde siempre.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto sobre los macronutrientes del tejido foliar y del suelo en el cultivo de la alfalfa de segundo año en verano de la fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN) 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 de Junio y Julio de 2016. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= Lote con aplicación EAN y T₂= Testigo productor) con 6 repeticiones y dos cortes. La alfalfa se estableció en diciembre de 2014. Las variables a evaluar fueron; N, P, K y Ca en el tejido foliar y macronutrientes (MO, N, P, K, pH, CIC, CE y PSI), en el suelo de alfalfa.

Los resultados muestran que la aplicación de EAN no provocó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para las variables N, P, y Ca en el tejido foliar, solo el K mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), con 3.10 ± 0.03 y 2.83 ± 0.04 % en el lote tratado y testigo respectivamente. Respecto a los macronutrientes (MO, N, P, K, pH, CIC, CE y PSI), en el suelo no existieron diferencias significativas ($P < 0.05$), por lo que no existió efecto de la aplicación de la EAN sobre las cantidades de dichos elementos. La MO mostró un valor de 2.15 ± 0.82 en el lote tratado, mientras que el lote testigo reportó 0.85 ± 0.20 , con valores máximos y mínimos de 0.93 y 4.49 en el primero y de 0.49 y 1.42 en el lote testigo respectivamente, aunque el nivel de materia orgánica es pobre. Otro elemento que mostró tendencias fue el CIC encontrando el lote tratado 25.96 ± 0.74 y el testigo 27.83 ± 0.38 . En general, la interpretación de resultados del laboratorio del análisis de suelo, reportan que los suelos son medianamente alcalinos, no salinos, no sódicos. Su nivel de nitratos de nitrógeno y fósforo es bajo en los dos lotes, lo que indica una respuesta favorable a la fertilización nitrogenada y fosforada.

Palabras clave: Alfalfa, verano, *Ascophyllum nodosum* y macronutrientes.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia de alfalfa	4
2.2 Uso Eficiente de los Nutrientes (UEN)	10
2.3 El análisis vegetal como herramienta de diagnóstico	11
2.4 Macroalgas marinas como fertilizantes	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Ubicación del experimento	19
3.2 Materiales	20
3.3 Métodos	21
3.3.1 Aplicación del producto en campo	21
3.3.2 Croquis del terreno en el campo	23
3.3.3 Tratamientos	23
3.3.4 Parámetros a evaluar	24
3.4. Diseño experimental	25
3.5 Variables a evaluar	25
3.5.1 Tejido foliar de las plantas (TFP)	25
3.5.2 Muestreo de suelos (MS)	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Resultados del análisis foliar	28
4.2 Resultados del análisis del suelo	33
5. CONCLUSIÓN	42
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Contenido de macro-minerales en hojas, tallo y planta completa de alfalfa, en diferentes estados fenológicos de crecimiento y tres porciones de la planta (g kg^{-1} MS) (Markovic et al., 2009).	7
Cuadro 2	Influencia del estado fenológico de crecimiento al momento de la cosecha sobre el rendimiento y contenido mineral en alfalfa (Stavarache et al., (2016).	9
Cuadro 3	Rangos de suficiencia de nutrientes en el cultivo de la alfalfa, para macro y micronutrientes al inicio de la floración entro de los primeros 15 cm desde arriba hacia debajo de la planta (Correndo y García, 2012).	13
Cuadro 4	Criterios del análisis de tejidos de las plantas de alfalfa (arriba de 6 pulgadas al momento de la floración) (Manitoba Forage Council, 2006).	14
Cuadro 5	Rangos de suficiencia de nutrimentos en alfalfa en California, Australia y rangos de concentración en alfalfares de la Región Lagunera (Cueto y Quiroga, 2000).	15
Cuadro 6	Resultados del análisis foliar del forraje de alfalfa de segundo año tratado con EAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	28
Cuadro 7	Resultados del muestreo del análisis de suelos del cultivo de alfalfa de verano de segundo año tratado con EAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	34

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 EAN en alfalfa de segundo año en el verano del año 2016.	20
Figura 2	Dilución del producto Acadian suelo antes de la aplicación al momento del riego	22
Figura 3	Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para aplicación en cada tabla.	22
Figura 4	Aplicación del producto en la salida de la válvula de agua para mejor distribución del producto.	22
Figura 5	Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto	22
Figura 6	Obtención de las muestras de suelo en cada uno de los lotes del experimento, a través de una barrena para pozos, para el análisis de suelo, en alfalfa de segundo año en verano de 2016.	26
Figura 7	Resultados del análisis foliar de cuatro elementos (N, P, K y Ca, %) del cultivo de alfalfa de segundo año tratado con EAN y el testigo comercial en el ciclo primavera-verano de 2016 en la Comarca Lagunera.	30
Figura 8	Resultados del análisis de suelo de tres elementos (N, P, y Fe, en ppm) del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.	35
Figura 9	Resultados del análisis de suelo de tres elementos (PSI, pH, MO, %) del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.	37
Figura 10	Resultados del análisis de suelo del K, en ppm, del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.	38
Figura 11	Resultados del análisis de suelo de la conductividad eléctrica, del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.	39
Figura 12	Resultados del análisis de suelo de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), del cultivo de la alfalfa de verano tratado con EAN	40

**y el testigo comercial en el verano de 2016 en
la Comarca Lagunera.**

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, los sistemas intensivos de producción de leche han basado dicho sistema en la alimentación de las vacas lecheras con forrajes de muy alta calidad como lo representa la alfalfa, maíces y sorgo forrajeros, lo que a traído como consecuencia un incremento considerable de la superficie de alfalfa en la Comarca Lagunera.

De acuerdo con SIAP-SAGARPA (2016), en el año 2015 la superficie sembrada a nivel nacional del cultivo de la alfalfa fue de 386,703 hectáreas, con una producción de 32,575,005 ton/año y un valor de la producción de \$15,057 millones de pesos, lo que hace de este cultivo un producto que impacta grandemente la economía del sector agropecuario en México.

Por otro lado, en la Comarca Lagunera según cifras de la SIAP-SAGARPA (2017), se establecieron en el año 2016, 39,628 hectáreas, con una producción de 3,397,125 ton/año y un valor de la producción de \$ 1,953 millones de pesos, por lo que el impacto en la economía regional es de suma importancia.

Los productores de leche para incrementar el rendimiento y calidad nutritiva de la alfalfa, hacen esfuerzos considerables en la adopción de nuevas tecnologías tanto de sistemas de riego como de la implementación de fertilizantes alternativos no químicos, que afecten en menor medida el impacto negativo de los fertilizantes químicos hacia al ambiente sobre todo la contaminación de suelo y agua.

Dentro de las alternativas de fertilización, se tienen los fertilizantes orgánicos líquidos, extractos de macroalgas marinas, bioestimulantes, etc. que han sido probados en países Europeos, Estados Unidos y Canadá, pero en

nuestro país, su utilización a penas es muy limitada y se encuentra muy localizada a regiones con alta capacidad tecnológica.

Los extractos de algas marinas se utilizan como suplementos nutritivos, bioestimulantes, o biofertilizantes en agricultura y horticultura para aumentar el crecimiento de la planta y rendimiento, sin embargo, se hace necesario documentar e investigar este tipo de productos en la producción de forrajes, ya que actualmente se cuenta con muy poca o nula información, respecto al impacto y aplicación de dichos productos sobre el rendimiento y calidad del forraje producido, además de estudiar el impacto sobre los macronutrientes en el suelo y en los tejidos foliares.

Razón por la cual, el presente proyecto de investigación, tiene como principal objetivo evaluar el impacto de los Extractos Comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN), sobre los macronutrientes en el suelo en alfalfa de dos años y el efecto sobre N-P-K y Ca en el tejido foliar de la alfalfa.

Objetivo

El objetivo principal de este proyecto consiste en evaluar el impacto de los Extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN), sobre los macronutrientes en el suelo en alfalfa de dos años durante el verano y el efecto sobre N-P-K y Ca en el tejido foliar de la alfalfa, en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

1).- Evaluar el efecto de la EAN sobre los macronutrientes (N, P, K y Ca) en el tejido foliar de alfalfa de segundo año durante el verano.

2).- Evaluar el efecto de la EAN sobre los macronutrientes (MO, N, P, K, pH, CIC, CE y PSI), en el suelo de alfalfa de segundo año durante el verano.

Hipótesis

Las concentraciones de nutrientes tanto en el tejido foliar como en el suelo se incrementan con la aplicación de EAN en comparación con la fertilización comercial del productor en alfalfa de segundo año en verano.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia de la alfalfa

De acuerdo con Stavarache *et al.*, (2016), la alfalfa es considerada como uno de los más valiosos cultivos productores de forraje, debido a su alto potencial de producción, alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, alto grado de digestibilidad, y debido a los efectos beneficiosos en el suelo debido a las grandes cantidades de materia orgánica en el suelo restante con alto contenido en nitrógeno.

Para el ganado, la alfalfa es una rica fuente de minerales, asegurando sus necesidades a este respecto. Sin embargo, el contenido de Ca es excesivo, ya que la relación Ca:P en la alfalfa es de 5:1 o superior, en comparación con la proporción óptima de 2:1 (Katić *et al.*, 2009; Ghanizadeh *et al.*, 2014).

La alfalfa es un gran consumidor de nutrientes vegetales, y un buen suministro de minerales al suelo (P, K, Ca, Mg, S, B, Co Mo). Se contribuye a una nutrición normal de las plantas de alfalfa, sino también en la formación en el arreglo del número de nódulos nitrógeno.

De acuerdo a la proporción de nutrientes en la parte aérea de la planta de alfalfa, se destaca y resalta su estado de alimentación. El contenido de minerales de las plantas de alfalfa varía en función de la etapa de crecimiento de la cosecha. Esto pone de relieve la necesidad del aporte de nutrientes en alfalfa de manera diferente en cada una de las etapas fenológicas (Stavarache *et al.*, (2016).

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 parte anatómica de la planta tienen 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.

Markovic *et al.*, (2009) mencionan que el equilibrio nutricional adecuado de proteínas, energía, vitaminas y minerales importantes (N, P, K y Ca) es necesario para realizar un programa de nutrición satisfactoria. El balance de nutrientes es la clave para cualquier programa de nutrición efectiva en la producción de leche. Las concentraciones de minerales en forrajes varían mucho más que la concentración de energía y proteínas. En general, las hojas de alfalfa contienen cantidades superiores de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro y manganeso en comparación con el tallo y la planta completa. En contraste, en el tallo de la alfalfa el potasio presentó mayor contenido que en las hojas de alfalfa. La concentración mineral es afectada fuertemente por la madurez de la planta. En

general, hubo una rápida absorción de mineral durante el crecimiento temprano y dilución gradual a medida que la planta maduró. El nitrógeno, potasio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso son los minerales que más comúnmente son afectados por la madurez de la planta. Las concentraciones de fósforo y calcio aumentaron con el crecimiento y el desarrollo en ambas fracciones anatómica (tallos y hojas) así como en la planta completa.

En un estudio realizado 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 1. 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⁻¹ MS (Cuadro 1). 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⁻¹ 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). 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 disminuyo y fueron de 2.70, 2.06 y 2.39 g kg⁻¹ MS

en hojas, tallos y planta entera, respectivamente. Las hojas tuvieron mayores concentraciones de minerales que los tallos, con excepción del potasio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de macro-minerales en hojas, tallo y planta completa de alfalfa, en diferentes estados fenológicos de crecimiento y tres porciones de la planta (g kg^{-1} MS) (Markovic *et al.*, 2009).

Macro-minerales	Fracción anatómica de la planta	Estado 100% vegetativo	Estado 40 % de floración	Estado 100% de floración
N	Hojas	54.76	51.93	48.96
	Tallos	22.88	21.96	20.70
	Planta completa	42.55	38.81	35.17
P	Hojas	2.93	3.42	2.70
	Tallos	1.91	2.35	2.06
	Planta completa	2.54	2.96	2.39
K	Hojas	21.42	19.38	18.26
	Tallos	27.61	22.88	22.30
	Planta completa	23.79	20.91	20.22
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

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⁻¹ 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⁻¹ 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⁻¹ 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).

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 nitrógeno, fosforo, calcio y magnesio desde el inicio de floración hasta un estado fenológico de 100% de floración, contenidos que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. 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 ⁻¹	N	P	Ca	Mg
		g kg ⁻¹ MS			
V1= inicio de botón (Control)	1.21	50.22	3.82	27.23	4.77
V2=medio botón	1.42	20.07	3.01	27.27	4.34
V3=Botón tardío	1.53	49.24	2.46	27.51	4.08
V4= Inicio de flor	1.52	46.35	2.28	27.85	3.88
V5= 10% de flor	1.38	44.53	2.11	27.52	3.27
V6=100% de flor	1.31	43.04	2.02	27.49	2.85

Los estímulos o aplicación de nutrientes de alfalfa difieren en calidad, concentración de hojas de hierba, hojas y el rendimiento, pero no

consistentemente difieren en total de producción de tallos o del rendimiento. Por otro lado, el rendimiento de materia seca y las diferencias de calidad entre las aplicaciones fueron similares para todos los regímenes de fenología de cosecha. Los productores pueden influir en los rendimientos del tallo y hoja por la selección de los días entre corte o de cosecha (Stavarache *et al.*, 2016).

2.2 Uso Eficiente de los Nutrientes (UEN)

Investigadores como Dibb (2000) mencionan que el Uso Eficiente de los Nutrientes (UEN) es con frecuencia mal entendido o mal interpretado si se discute como un hecho aislado y no en el contexto de la eficiencia en la producción total del sistema. Es importante recordar que eficiencia y viabilidad económica de todo el sistema de producción de alimentos son los objetivos entre los que los varios componentes necesitan ser optimizados para alcanzar las metas en su totalidad.

En donde los nutrientes son insumos adquiridos, la tierra es en términos de disponibilidad, frecuentemente el recurso limitante primario, ya sea para un agricultor individual, un país o el mundo. Existen lugares en donde mayor cantidad de tierras pueden introducirse a la producción, pero comúnmente estas son áreas marginales en términos del potencial productivo (Dibb, 2000). Su explotación muy probablemente resultaría en incremento significativo de los costos en términos de contaminación, pérdida de hábitat de vida silvestre, reducción de áreas recreativas o eliminación de alguna otra cosa que se perciba valiosa por el público. En otras palabras, la tierra más productiva ya está siendo utilizada.

Por lo tanto, la forma más efectiva de mejorar la eficiencia del sistema es a través del incremento continuo de los rendimientos en las tierras que ya están siendo cultivadas. Esto mejorará la eficiencia del sistema como un todo, porque el

factor limitante primario (la tierra) es más productivo en términos de rendimiento por unidad de área cultivada (Dibb, 2000).

2.3 El análisis vegetal como herramienta de diagnóstico

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 de plantas, a veces erróneamente referido como análisis foliar, es una técnica que determina el contenido de los nutrientes en tejidos vegetales de plantas de un cultivo muestreado en un momento o etapa de desarrollo determinados (Campbell, 2000). Esta herramienta se basa en los mismos principios que el análisis del suelo, asumiendo que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para proporcionarlos y a su vez, con la productividad de las plantas.

Normalmente, el término análisis de planta se refiere al análisis cuantitativo de laboratorio de los tejidos vegetales recolectados. Sin embargo, también existen metodologías denominadas semi-cuantitativas, para llevar a cabo a campo, que mediante diferentes pruebas determinan el contenido de nutrientes solubles en savia, como el test de nitratos en jugo de base del tallo en maíz (Blackmer y Mallarino, 1996), u otros métodos indirectos como los que determinan el índice de verdor, un estimador de la clorofila y el estatus nitrogenado (Ferrari *et al.*, 2010). Estos análisis pueden dar una idea del contenido de nutrientes pero no poseen la precisión característica de un análisis de planta. 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).

El análisis vegetal provee información útil, pero no ilimitada. En un contexto de herramientas tecnológicas de precisión para la agricultura, la práctica del análisis de planta puede ser de mucha utilidad a la hora de diagnosticar a nuestros cultivos y sus necesidades, pero es importante tener en cuenta que no reemplaza al análisis de suelo y a otras herramientas, sino que funcionan de manera complementaria (Correndo y García, 2012).

De la misma manera, debe considerarse la necesidad de realizar un muestreo correcto y representativo, tanto de suelo como de planta. Así, el éxito de esta herramienta en nuestros diagnósticos se verá reforzado en la medida que tengamos caracterizadas las propiedades físico-químicas del suelo y diferenciados los ambientes en que producimos, así como también, en la medida que conozcamos y aprovechemos las MPMs de fertilización para corregir deficiencias nutricionales (Correndo y García, 2012).

Las calibraciones de niveles críticos consideran como tal a la concentración mínima del nutriente con la que se logra 90-95% del rendimiento máximo. Una de las desventajas del criterio de niveles críticos radica en que estos valores pueden variar entre un 25% o más en función de diferentes condiciones.

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 3).

La alternativa de utilizar “rangos” en lugar de niveles críticos se basa en que estos últimos no son valores estrictos de inflexión, y los rangos otorgan ventajas

sobre todo en la identificación de deficiencias asintomáticas, que muchas veces pueden encontrarse por encima del nivel crítico (Campbell, 2000).

Cuadro 3. Rangos de suficiencia de nutrientes en el cultivo de la alfalfa, para macro y micronutrientes al inicio de la floración entro de los primeros 15 cm desde arriba hacia debajo de la planta (Correndo y García, 2012).

Cultivo		Alfalfa				
Momento del muestreo		Inicio de la floración				
Macronutrientes,	N	P	K	S	Ca	Mg
%	3.0-5.0	0.25-0.70	2.0-3.5	0.25-0.50	1.8-3.0	0.25-1.0
Micronutrientes,	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
mg kg ⁻¹	20-80	4-30	30-250	25-100	0.35-1.5	20-70

De acuerdo con Manitoba Forage Council (2006), antes de aplicar un fertilizante de micronutrientes, es conveniente establecer que existe una deficiencia, ya sea a través de un análisis del tejido de la planta de alfalfa creciente y/o la observación de síntomas de deficiencia visual.

De acuerdo a lo anterior, dentro de la mayoría de los micronutrientes es probable que el elemento faltante sea el boro. Las deficiencias pueden ocurrir en suelos arenosos, baja materia orgánica, suelos de pH alto, o bien bajo condiciones secas. Suficientes niveles de boro son mineralizados generalmente a partir de la materia orgánica del suelo, pero esta mineralización es reducida bajo condiciones de suelo seco. Los síntomas visuales se observa más comúnmente en el rebrote después del primer corte. Las plantas pueden ser efectuadas con menor

crecimiento atrofiado del entrenudo y púrpura con hojas amarillas (Manitoba Forage Council, 2006).

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 4 contiene las guías utilizadas para determinar las deficiencias de nutrientes (Manitoba Forage Council, 2006).

Cuadro 4. Criterios del análisis de tejidos 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
Nitrógeno, %	1.9	2.0-2.4	2.5-4.9	5.0-6.9	7.0
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
Potasio, %	1.74	1.75-1.9	2.0-3.4	3.5-4.9	5.0
Magnesio, %	0.19	0.2-0.29	0.3-0.99	1.0-1.9	2.0

Estudios realizados por Cueto y Quiroga (2000) en alfalfares de la Comarca Lagunera, mencionan que con el análisis de suelo se puede conocer la condición del suelo de un predio y es una herramienta muy adecuada para el asesoramiento de especialistas en suelo y nutrición vegetal. Sin embargo, para conocer el estado

nutrimental de un alfalfar en particular, 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 5, se presentan los rangos de suficiencia nutrimental para alfalfa utilizados en California en Estados Unidos, en Australia y en la Comarca Lagunera.

Cuadro 5. Rangos de suficiencia de nutrimentos en alfalfa en 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
S,%	0.26-0.50	0.12-0.15	0.10-0.47
Fe (mg/kg)	30-250	45-60	112-627
Mn (mg/kg)	25-200	25-30	38-123
Zn (mg/kg)	20-70	15-40	15-60
Cu (mg/kg)	5-30	5-15	4-18
B (mg/kg)	30-80	25-60	22-104

En la región son comunes rendimientos anuales de forraje seco superiores a las 20 ton/ha, y los valores encontrados en los alfalfares Laguneros son particularmente superiores sobre todo en nitrógeno, potasio y calcio, en comparación con los niveles reportados en otras dos regiones alfalferas

Estudios realizados por Vasileva *et al.*, (2015) sobre el efecto de bajas y altas dosis de fertilización orgánica y mineral en la calidad nutritiva, rendimiento de biomasa y la raíz de la alfalfa así como también el efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre la formación de la calidad de la materia orgánica del suelo en estado seco. Sus resultados mostraron que el rendimiento materia seca de alfalfa fertilizada con estiércol fue un 15,9% mayor en comparación con el rendimiento de materia seca obtenidos a partir de la alfalfa fertilizada con fertilizante mineral. La producción de rendimientos sostenibles mostró el índice del cultivo de alfalfa fue más estable bajo la fertilización orgánica.

En sus resultados esos mismos investigadores Vasileva *et al.*, (2015) encontraron que la alfalfa acumuló hasta 6,027 kg/ha masa de raíz seca por un período de 4 años de crecimiento. Hubo desde 614 a 1,371 kg/ha de masa de raíz adicional con la aplicación de estiércol. Las plantas tratadas con abono mostraron los valores más altos de nitrógeno en la masa seca de raíz /nitrógeno en relación a la masa de la planta del nitrógeno disponible. Además del nitrógeno añadido a la alfalfa, una considerable cantidad de materia orgánica fue incorporada al suelo. El contenido de los ácidos húmicos después de la fertilización mineral aumentó a 50,0% en comparación con el control no fertilizado y triple después de la aplicación del estiércol. El contenido de humus en el suelo después de la

fertilización de estiércol fue del 10,9 al 41,9% superior en comparación con el contenido de humus después de la aplicación de fertilizante mineral.

2.4 Macroalgas marinas como fertilizantes

De acuerdo con investigadores como Hernández-Herrera *et al.*, (2013), las macroalgas y algas son productos que han sido utilizados en todo el mundo para aumentar el crecimiento de la planta y rendimiento. La agricultura moderna en la búsqueda de nuevas biotecnologías que permitirían una reducción en el uso de insumos químicos sin afectar negativamente el rendimiento de las cosechas o los ingresos de los agricultores. En los últimos años, la utilización de las algas marinas como fertilizante natural ha permitido en parte la sustitución parcial de los fertilizantes sintéticos convencionales (Khan *et al.* 2009; Zodape *et al.*, 2011).

Además, un número de productos comerciales de extracto de algas marinas están disponibles para su uso en agricultura y horticultura, y puede ser utilizado como extractos líquidos aplicados como aspersiones foliares, líquidos en el suelo, o en forma de polvo o granulado como acondicionadores del suelo y el estiércol (Thirumaran *et al.*, 2009). Estos extractos son comercializados como bioestimulantes líquidos porque un análisis químico de las algas y sus extractos ha revelado la presencia de una amplia variedad de sustancias para promover el crecimiento de plantas como las auxinas, citocininas y betaines (Khan *et al.*, 2009). Estas sustancias pueden influir en el desarrollo del sistema raíz y estimular el crecimiento (Durand *et al.*, 2003; Stirk *et al.*, 2004). Además, los macronutrientes y micronutrientes pueden ayudar a promover el crecimiento de diversas hortalizas, frutas y otros cultivos (Moller y Smith, 1998). Muchos efectos beneficiosos han sido informados sobre el uso de extractos de algas marinas.

Respuestas positivas incluyen la mejora de la germinación, desarrollo radicular, la calidad de las hojas, el vigor de la planta en general, y de la resistencia a las enfermedades y a los patógenos (Khan *et al.*, 2009).

Las algas son un recurso local barato a lo largo de la costa de las zonas agrícolas. En México, las algas son muy abundantes y representan un gran potencial para una eventual explotación comercial (Gojón-Báez *et al.*, 1998). Sin embargo, los únicos extractos comerciales actualmente producidos en México a partir de algas de *Macrocystis pyrifera* (SAGARPA 2012) y alga-enzimas de *Sargassum spp.* abundante en las costas de la península de Yucatán (Sunarpi *et al.*, 2010).

Un paso positivo hacia la inclusión y adopción de los recursos de algas nativas en México es utilizar 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). Estos productos 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 sobre los macro-nutrientes en el tejido foliar de la alfalfa de segundo año de verano y sobre el impacto de macro-nutrientes en el suelo, 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 (SAGARPA, 2009), 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 Ubicación 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 EAN en alfalfa de segundo año en el verano 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

conocido como Extractos Comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN) que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones líquidas al suelo, con un pH de 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC.

Para la realización del presente proyecto se requirió de un lote de un cultivo de alfalfa establecida de segundo año, sembrada en el mes de Diciembre de 2014, con una densidad de siembra de 30-35 kg/ha, de semilla peletizada para las condiciones comerciales de la Comarca Lagunera de aproximadamente 52 ha.

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 de la alfalfa en el verano, la cual se efectuó en diciembre del año 2014.

3.3.1 Aplicación del producto en campo

La aplicación del producto EAN 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 m² el área de la tabla. Al momento de cada riego se realizó la preparación en campo al diluir 900 ml del producto EAN en un recipiente de 20 lts (figuras 2 y 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 de tuvo el apoyo de un dosificador, tal y como se muestra en las figuras 4 y 5.



Figura 2. Dilución del producto Acadian en suelo antes de la aplicación al momento del riego.



Figura 3. Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para aplicación en cada tabla.



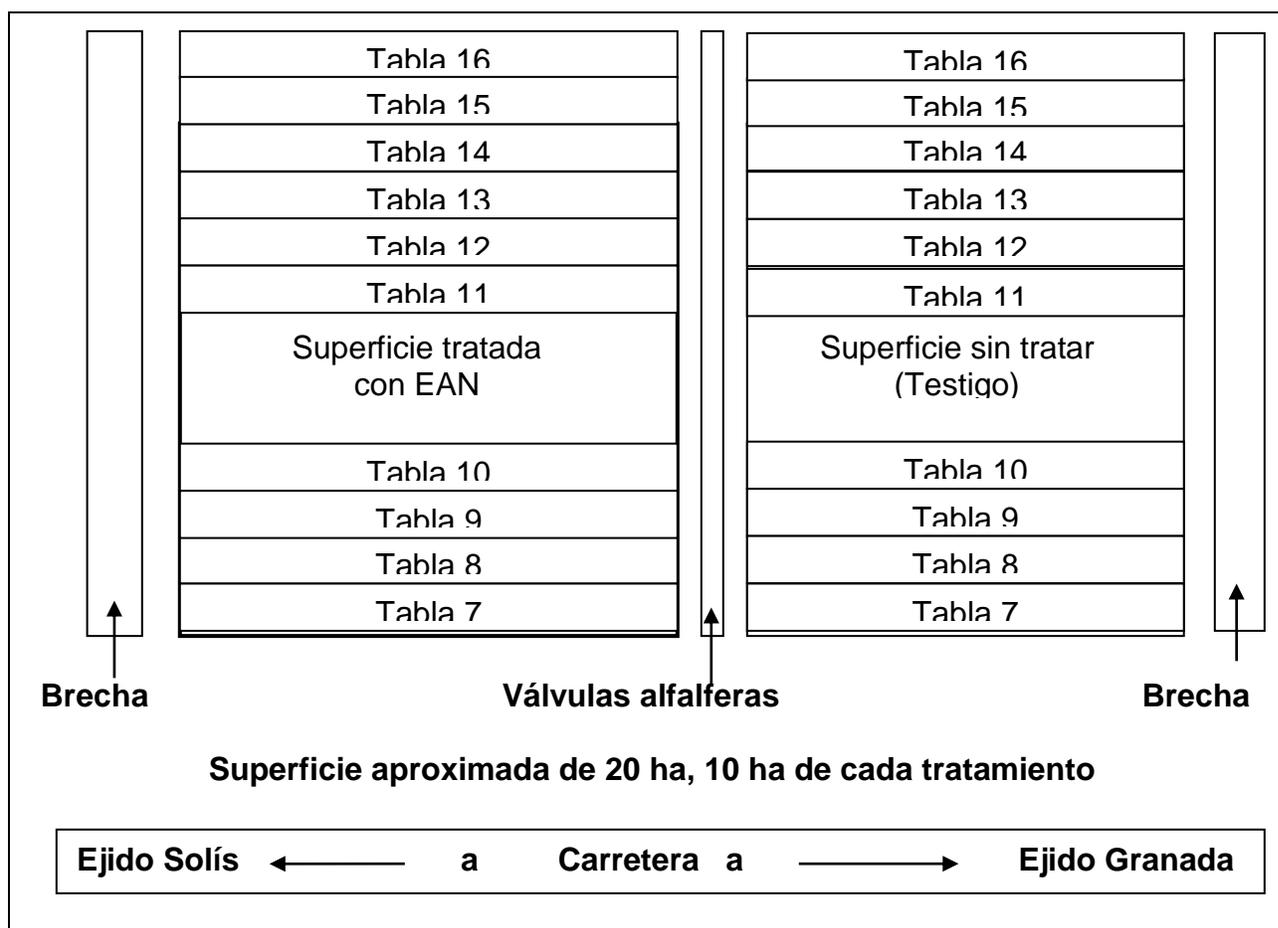
Figura 4. Aplicación del producto en la salida de la válvula de agua para mejor distribución del producto.



Figura 5. Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto.

El producto se aplicó al centro del lote desde la tabla 7 a la 16 en el centro de las 10 hectáreas (T_1) y 10 ha como lote testigo, con el objetivo de evitar los efectos de orilla, tanto en el lote tratado como en el lote testigo, recibieron las mismas prácticas de manejo por parte del productor, en lo que se refiere a control de maleza, plagas y enfermedades.

3.3.2 Croquis del terreno en el campo



3.3.3 Tratamientos

En el experimento se realizaron dos tratamientos: (T_1 = Lote con aplicación del producto EAN y T_2 = Testigo con fertilización comercial regional) con 10 repeticiones (10 tablas de cada lote). 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 del productor	0.0	
2. Acadian suelo aplicado al momento del riego después de cada corte (etapa junio y julio) Número de riegos estimado 2 y 2 aplicaciones.	1.0 l/ha	Disolución del producto (1.0 lt) en una 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)
3. Evaluar el efecto de la EAN sobre los macronutrientes (N, P, K y Ca) en el tejido foliar de alfalfa de segundo año durante el verano.
4. Evaluar el efecto de la EAN sobre los macronutrientes (MO, N, P, K, pH, CIC, CE y PSI), en el suelo de alfalfa de segundo año durante el verano.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T_1 = Lote con aplicación del producto EAN y T_2 = Testigo regional) con 6 repeticiones (tres de cada lote).

El modelo a utilizar fue el siguiente:

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

Donde:

T_{ijk} : Variables aleatorias a evaluar (Proteína cruda, FDA, FDN, ENL, CHOs no fibrosos, MO, N, K, P, Ca, pH, CE, CIC, etc)

μ : Promedio poblacional

T_i : Efecto de los tratamientos (EAN vs testigo)

B_j : Efecto de los bloques

E_{ijk} : Error experimental aleatorio.

3.5 Variables a evaluar

3.5.1 Tejido Foliar de las Plantas (TFP)

Para la evaluación y colecta del tejido foliar de la planta se tomaron muestras representativas de cada lote, seleccionando las plantas al azar y cortando la parte aérea de la planta de una distancia de 15 centímetros de la última flor apical hacia abajo, para posteriormente colocarlo en una bolsa de papel previamente etiquetada, para su traslado al laboratorio.

3.5.2 Muestreo de Suelos (MS)

Para la evaluación y colecta del muestreo de suelo, se tomaron muestras representativas de cada lote, seleccionando en el centro de los lotes al azar y extrayendo la parte del suelo de 10-40 cm de profundidad, con una barrena para pozos, (Figura 6) para posteriormente colocarlo en una bolsa de plástico de 5 kg previamente etiquetada, para su traslado al laboratorio de suelos. Los análisis de suelo se llevaron a cabo en el laboratorio certificado de la Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera S.C.L., en el laboratorio de análisis físico-químico y microbiológico de suelos, agua y plantas, por el método de análisis de acuerdo a la norma: NOM - 021 – RECNAT – 2000.



Figura 6. Obtención de las muestras de suelo en cada uno de los lotes del experimento, a través de una barrena para pozos, para el análisis de suelo, en alfalfa de segundo año en verano de 2016.

Los métodos de análisis de suelos para cada determinación fueron los siguientes:

La textura del suelo se realizó siguiendo la metodología de Bouyoucos. La materia orgánica por el método de Walkley y Black. El pH del suelo y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron utilizando 1:2.5 suelo/H₂O. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se determinó mediante el método de la saturación de amonio y destilación. El nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl. Los fosfatos y potasio fueron determinados por el método colorimétrico y el FAA espectrofotómetro, respectivamente. El contenido de materia orgánica se determinó por combustión húmeda con dicromato de sodio y ácido sulfúrico sin aplicación de calor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del análisis foliar

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que el análisis foliar se refiere, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para los principales elementos como el N, P, y Ca, observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del EAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, el único elemento que presentó diferencias significativas fue el potasio (K) con una media del lote tratado de 3.10 ± 0.03 y el lote testigo de 2.83 ± 0.04 % con una diferencia mínima significativa de 0.172, tanto el error estándar, como la desviación estándar y los rangos máximos y mínimos, así como el rango óptimo se pueden observar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados del análisis foliar del forraje de alfalfa de segundo año tratado con EAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Elemento	Lote	Media (\bar{x})	EE	Desv. st	Rangos		Rango óptimo
					Min	Max	
N, %	Tratado	4.11	± 0.19ns	0.38	3.59	4.52	2.7-4.0
	Testigo	4.12	± 0.015ns	0.03	4.08	4.15	
K, %	Tratado	3.10	± 0.03a	0.06	3.02	3.17	0.30-0.70
	Testigo	2.83	± 0.04b	0.08	2.75	2.96	
		Dms= 0.172					
P, %	Tratado	0.27	± 0.02ns	0.04	0.23	0.34	1.70-3.0
	Testigo	0.29	± 0.007ns	0.01	0.27	0.30	
Ca, %	Tratado	2.15	± 0.06ns	0.131	2.02	2.33	0.25-0.50
	Testigo	2.13	± 0.08ns	0.171	1.92	2.34	

(\bar{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 ($DMS_{0.05}$). ns =no significativa.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los valores de referencia muestran que tres elementos anteriores (N, K, y Ca) se reportaron porcentajes mayores de los rangos óptimos, mientras que el único elemento que mostró deficiencia fue el P con 0.27 ± 0.02 y 0.29 ± 0.007 para el lote tratado y testigo respectivamente, es decir, reportó serias deficiencias de este elemento.

Respecto a nitrógeno (N_2) se puede mencionar que en dos de las repeticiones del T_1 mostró valores ligeramente arriba de los normales con 4.11 y 4.12%, sin embargo en la repetición tres reportó 4.52% situándose en el límite superior de la categoría normal alto. Por otro lado, en las repeticiones del T_2 (Lote testigo) se observaron valores normales entre 4.14, 4.08 y 5.15% situados en el rango de la categoría ligeramente arriba de lo normal, que es de 4.0%.

De acuerdo con Malavolta *et al.*, (1997) existe una “Zona de suficiencia”, que es generalmente es una banda estrecha debajo de la cual la producción decrece fuertemente debido a la falta de un nutriente. Aquí se encuentra el llamado “nivel crítico inferior” o simplemente nivel crítico, que corresponde generalmente a tenores de nutrientes asociados con una intensidad máxima de procesos fisiológicos definidos, tales como la actividad fotosintética (Malavolta *et al.*, 1997).

De acuerdo a los resultados obtenidos para N_2 , en los dos lotes el nivel de N_2 en las hojas de alfalfa se localizan en la zona de suficiencia ya que los análisis foliares detectaron valores dentro del rango de óptimo. Por el contrario, análisis foliares en los rangos altos o de exceso, se asocian a consumos de lujo o a situaciones de toxicidad que conducen potencialmente a bajos rendimientos o

mala calidad de los productos cosechados (Melgar *et al.*, 2011), como lo es en el caso de potasio y calcio que reportaron valores muy por arriba del rango óptimo.

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 nitrógeno desde 5.22% en inicio de floración hasta 4.304% en un estado fenológico de 100% de floración, contenidos muy similares a los obtenidos en esta investigación, ya que se muestreó cuando las plantas de alfalfa tenían un 100% de floración.

En la figura 7, se muestran las medias de los tratamientos de los elementos analizados, donde se puede observar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que no existió respuesta a la aplicación del fertilizante orgánico líquido.

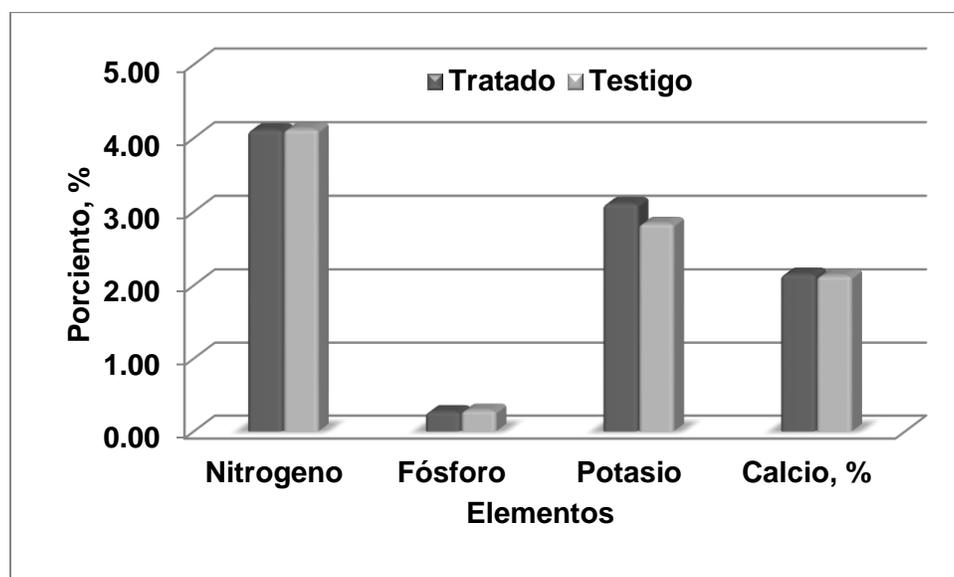


Figura 7. Resultados del análisis foliar de cuatro elementos (N, P, K y Ca, %) del cultivo de alfalfa de segundo año tratado con EAN y el testigo comercial en el ciclo primavera-verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

El elemento fósforo (P), no se comportó de manera muy similar que el N₂, en el lote tratado, ya que las tres repeticiones reportaron valores muy inferiores a los requeridos de 0.23, 0.25 y 0.34%, con una media de 0.27 ± 0.02 y los del lote testigo también fueron muy bajos con 0.3, 0.27 y 0.3 % de P, con una media de los tratamientos de $0.29 \pm 0.007\%$, situada en la categoría de muy por debajo de lo normal. En los promedios de los tratamientos para este elemento (P) se reportó valores muy inferiores con 0.27, 0.29% todos dentro de la categoría muy por debajo de lo normal, que es de 4.0%.

En el potasio, fue el elemento donde se mostraron las mayores tendencias y diferencias numéricas, con respecto a las medias de los tratamientos ya que en el lote tratado se observó que las tres repeticiones reportaron valores superiores a los del rango óptimo (0.30-0.70) siendo estos valores de categoría de más alto que lo normal con 3.17 y 3.02% y la tercera 3.13%. Sin embargo, en el lote testigo, también las repeticiones mostraron valores de 2.75 y 2.80% valores muy por arriba de la categoría normal y la otra de 2.96%. Markovic *et al.*, (2009), en su estudio, reportaron contenidos de potasio (K) en hojas de 2.14, 1.938 y 1.826%, datos no consistentes a los obtenidos en este estudio, ya que aquí se obtuvo 3.10 y 2.83% al 100% de floración, siendo cantidades superiores a las reportadas por Markovic *et al.*, (2009).

El cuarto elemento el Calcio, mostró valores en el lote tratado de entre 2.1, 2.02 y 2.33% en sus tres repeticiones y una media de los tratamientos de 2.15 lo coloca en el rango de más alto de lo normal en las categorías. Sin embargo, en el lote testigo se observó que las tres repeticiones se localizaron fuera del rango de

categoría con excesos de Ca con 1.92, 2.13 y 2.34%, siendo el promedio de los tratamientos de 2.13% valor muy por arriba de los rangos óptimos.

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 (P) desde 0.382% en inicio de floración hasta 0.202% en un estado fenológico de 100% de floración, contenidos muy similares a los obtenidos en esta investigación, ya que se muestreó cuando las plantas de alfalfa tenían un 100% de floración. Markovic *et al.*, (2009), en su estudio, reportaron contenidos de fósforo (P) en hojas de 0.29, 0.34 y 0.27%, datos que concuerdan a los resultados obtenidos en este estudio.

Y en lo que el elemento calcio (Ca) se refiere, en un estudio realizado por Stavarache *et al.*, (2016), sobre el contenido de este mineral (Ca) en hojas de alfalfa en seis diferentes estados fenológicos, encontraron rangos de calcio desde 2.723% en inicio de floración hasta 2.749% en un estado fenológico de 100% de floración, contenidos muy similares a los obtenidos en esta investigación, ya que se muestreó cuando las plantas de alfalfa tenían un 100% de floración. Markovic *et al.*, (2009), en su estudio, reportó contenidos de Ca en hojas de 2.86, 3.02 y 3.19%, datos muy similares a los obtenidos en este estudio.

Markovic *et al.*, (2009), en su estudio de tres fracciones anatómicas de la planta de alfalfa, relacionado con tres etapas de madurez, encontraron que los rangos de nitrógeno en hojas fue de 5.476, 5.193 y 4.896 con estado vegetativo avanzado, 40% de flor y 100% de flor respectivamente, este último muy similar al encontrado en el presente trabajo ya que se reportó 4.11 y 4.12% en el lote tratado y testigo respectivamente.

4.2 Resultados del análisis del suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que el análisis de suelo se refiere en el muestreo, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los principales elementos como la materia orgánica (MO %), el nitrógeno (N %), el potasio (K %), el pH, la conductividad eléctrica (C.E meq/100g) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI meq/lt), observando valores muy similares entre las medias de los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del EAN en alfalfas de segundo año, siendo las medias de los tratamientos iguales (Cuadro 7), sin embargo, los resultados muestran que existieron tendencias marcadas solamente entre dos de los elementos evaluados la materia orgánica (MO %), y el elemento potasio (K) tal y como se puede observar en el cuadro 7, ya que la MO en el lote tratado de alfalfa mostró un valor de 2.15%, mientras que en el lote testigo solo reportó 0.85%.

El otro elemento que mostro fuertes tendencias y diferencias numéricas fue el potasio (K) donde el lote tratado reportó 116.7 ppm, mientras que el lote testigo 96.13 ppm. El elemento fósforo mostró un valor de 2.49 ± 0.93 en el lote testigo, mientras que el lote tratado reportó 1.03 ± 0.30 , con valores máximos y mínimos de 0.40 y 4.94 en el primero y de 0.57 y 2.03 en el lote tratado respectivamente. El otro elemento que mostró tendencias fue el CIC encontrando el lote tratado 25.96 ± 0.74 y el testigo 27.83 ± 0.38 , con valores máximos y mínimos de 23.9 y 27.3, y 26.9 y 28.8 respectivamente.

Cuadro 7. Resultados del muestreo del análisis de suelos del cultivo de alfalfa de verano de segundo año tratado con EAN vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Elemento	Lote	Media (x)	EE	Desv. st	Rangos		Rango óptimo
					Min	Max	
MO, %	Tratado	2.15	± 0.82ns	1.65	0.93	4.49	>3.0
	Testigo	0.85	± 0.20 ns	0.40	0.49	1.42	
N, ppm	Tratado	3.0	± 0.12 ns	0.24	2.7	3.3	>30.0
	Testigo	4.03	± 1.12 ns	2.24	2.21	7.2	
P, ppm	Tratado	1.03	± 0.30 ns	0.60	0.57	2.03	>30.0
	Testigo	2.49	± 0.93 ns	1.87	0.40	4.94	
K, ppm	Tratado	116.7	± 2.80 ns	5.60	109.6	123.3	>170
	Testigo	96.13	± 6.05 ns	12.10	81.8	111.4	
pH	Tratado	7.13	± 0.11 ns	0.23	6.8	7.3	6.5-7.5
	Testigo	7.36	± 0.02 ns	0.04	7.3	7.4	
C.I.C Meq/100g	Tratado	25.96	± 0.74 ns	1.48	23.9	27.3	25.0-50.0
	Testigo	27.83	± 0.38 ns	0.77	26.9	28.8	
C.E. (mScm-1)	Tratado	5.63	± 0.17 ns	0.35	5.35	6.13	5.2.0-8.0
	Testigo	5.23	± 0.02 ns	0.04	5.18	5.30	
P.S.I. Meq/lt	Tratado	5.64	± 0.05 ns	0.10	5.51	5.75	<10.0
	Testigo	5.66	± 0.06 ns	0.12	5.49	5.77	

(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_{0.05}). ns =no significativa.

De acuerdo con la interpretación de resultados del laboratorio del análisis de suelo, reportan que los suelos son medianamente alcalinos, no salinos, no sódicos. Su nivel de nitratos de nitrógeno y fósforo es bajo en los dos lotes, lo que indica una respuesta favorable a la fertilización nitrogenada y fosforada. El nivel de potasio es medio, con carbonatos totales altos característico de suelos calcáreos.

El nivel de materia orgánica es pobre, mientras que en general presenta niveles altos de manganeso, medio de cobre y zinc y bajo en el elemento hierro.

La MO mostró un valor de 2.15 ± 0.82 en el lote tratado, mientras que el lote testigo reportó 0.85 ± 0.20 , con valores máximos y mínimos de 0.93 y 4.49 en el primero y de 0.49 y 1.42 en el lote testigo respectivamente. El otro elemento que tampoco mostró diferencia significativa fue el CIC encontrando el lote tratado 25.96 ± 0.274 y el testigo 27.83 ± 0.38 , con valores máximos y mínimos de 23.9 y 27.3, y 26.9 y 28.8 respectivamente.

Al comparar los elementos del N y P entre las aplicaciones del fertilizante Acadian suelo, en la figura 8, se puede observar que con la aplicación existió un incremento del fósforo y de N en el suelo en el lote testigo y una disminución del N y P con la aplicación en el suelo del lote tratado.

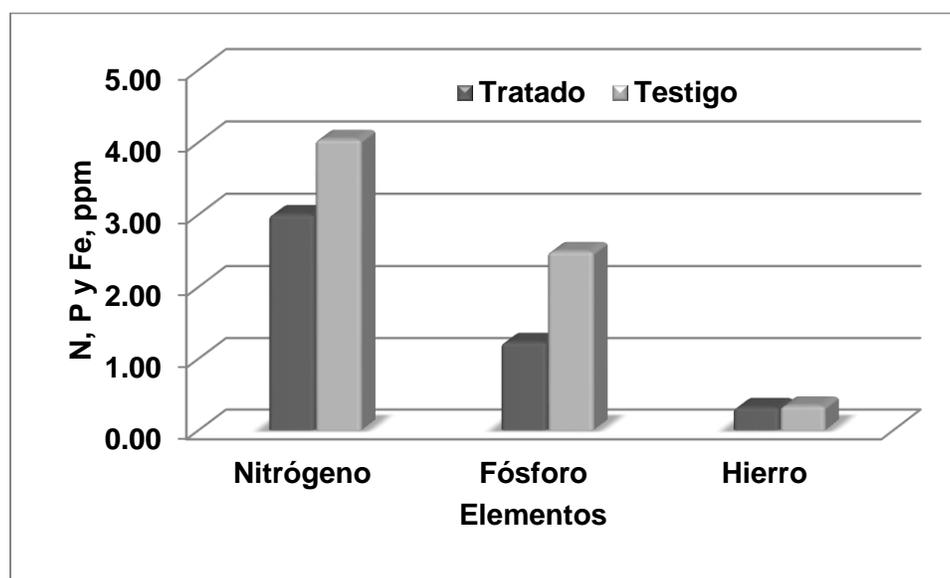


Figura 8. Resultados del análisis de suelo de tres elementos (N, P, y Fe, en ppm) del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

Por otro lado, el elemento fierro o hierro (Fe) se mantuvo constante con la aplicación de EAN en el lote testigo reporto 0.34 y mientras que en el lote tratado experimentó un valor de 0.32 ppm, y el elemento nitrógeno reportó en el lote tratado 3.0 ppm y un incremento en el lote testigo de 4.03 ppm.

En la figura 9 se puede observar el comparativo del lote tratado y testigo de la aplicación del Acadian suelo, para el PSI, pH y MO, encontrando que respecto al PSI mostró valores constantes en los dos lotes, siendo de 5.64 y 5.66 Meq/lit en el lote tratado y testigo respectivamente.

El pH reportó en los dos lotes valores muy similares con ligeramente variaciones de entre 7.13 y 7.36 entre el lote tratado y el testigo, después de la aplicación del producto. De acuerdo a los valores óptimos se consideran suelos medianamente salinos (MS), ya que el rango óptimo es entre 6.5-7.5.

Elouear *et al.*, (2016), encontraron en sus resultados de aplicación de estiércol de borrega sobre el pH en los tres tratamientos de 7.6, 7.7 y 7.8, concluyendo que el fertilizante orgánico incrementó el pH del suelo, resultados consistentes a los reportados en este estudio.

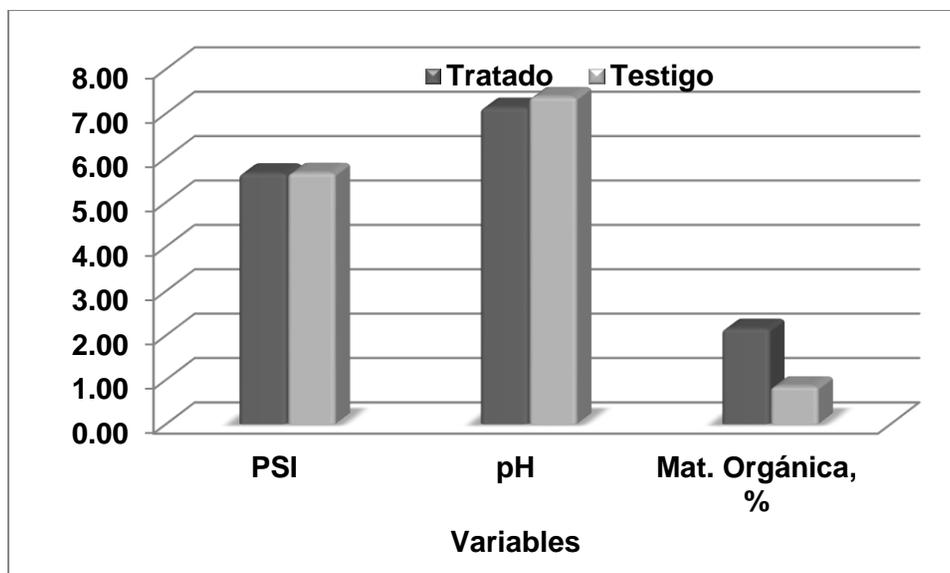


Figura 9. Resultados del análisis de suelo de tres elementos (PSI, pH, MO, %) del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

De acuerdo con Kelling (2000), menciona que los análisis económicos indican que los suelos más adecuados son alfalfas establecidas en suelos limosos con un pH que varían entre 6.8-7.0.

Respecto a la MO, en el lote tratado se mantuvo constante, sin embargo en el lote testigo se registro un decremento reportando un valor de 0.85%, mientras que en el lote tratado se reportó un valor de 2.15 ± 0.82 en el suelo después de la aplicación del fertilizante, como se mencionó en ANOVA no reportó diferencias significativas. En el lote tratado se considera una categoría regular (1.81-2.9) y en el lote testigo se considera de categoría baja, esto de acuerdo al rango óptimo (0.6-1.8), que debe ser mayor a 3.0% de MO en el suelo.

Los resultados obtenidos para el elemento potasio (K), se muestran en la figura 10, encontrando que no fue estadísticamente significativo y no fue afectado

por el efecto de los tratamientos, aunque existió un incremento en el lote tratado con un valor de 116.7 ± 2.80 ppm, sin embargo, resultados completamente opuestos se observaron en el lote testigo, ya que el análisis del laboratorio de suelos reportó un valor de 96.12 ± 6.05 ppm lo que representa una disminución del 17.64% por efecto de la aplicación del fertilizante. Khan *et al.*, (2015), en su estudio en Pakistán, obtuvieron concentraciones de entre 67.79 y 85.56 ppm, valores ligeramente menores a los obtenidos en la presente investigación.

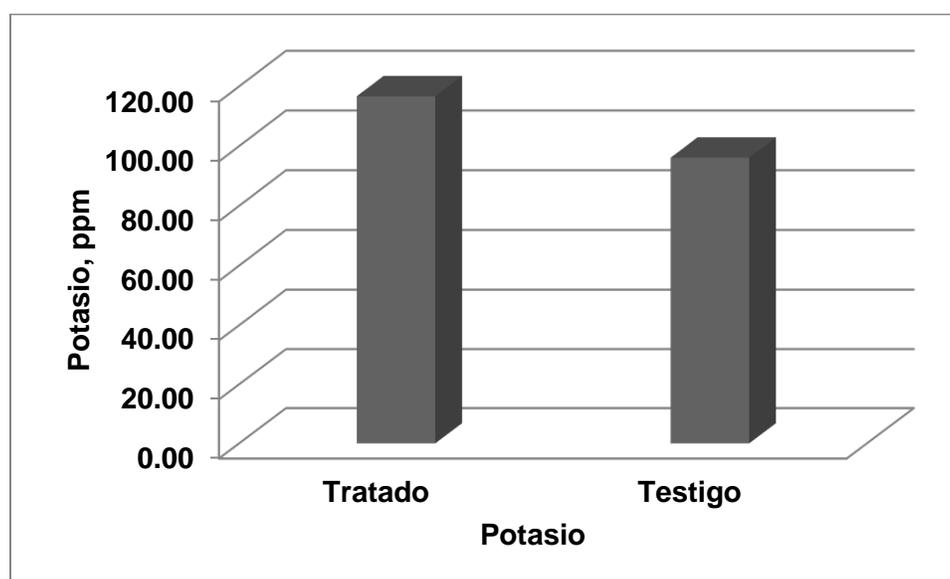


Figura 10. Resultados del análisis de suelo del K, en ppm, del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

Respecto a la conductividad eléctrica, los resultados se muestran en la figura 11, en la cual se puede observar que en los dos lotes existió una mínima diferencia con la aplicación del fertilizante orgánico líquido, ya que el lote tratado reportó un valor de 5.63 ± 0.17 , con valores de rangos mínimos de 5.35 y máximos de 6.13, mientras que el lote testigo experimentó un valor ligeramente menor de

5.23± 0.02, con valores de rangos mínimos de 5.18 y máximos de 5.30, aunque de acuerdo al rango óptimo para esta variable (CE) se sitúa entre los 2.0-8.0, por lo que se puede concluir que los suelos se caracterizan por ser medianamente salinos (MS). Elouear *et al.*, (2016), encontraron en sus resultados de aplicación de estiércol de borrega sobre la CE en los tres tratamientos de 0.19±0.01, 0.27± 0.02 y 0.46±0.03 dS m⁻¹, concluyendo que el fertilizante orgánico incrementó la CE del suelo, resultados no consistentes a los reportados en este estudio.

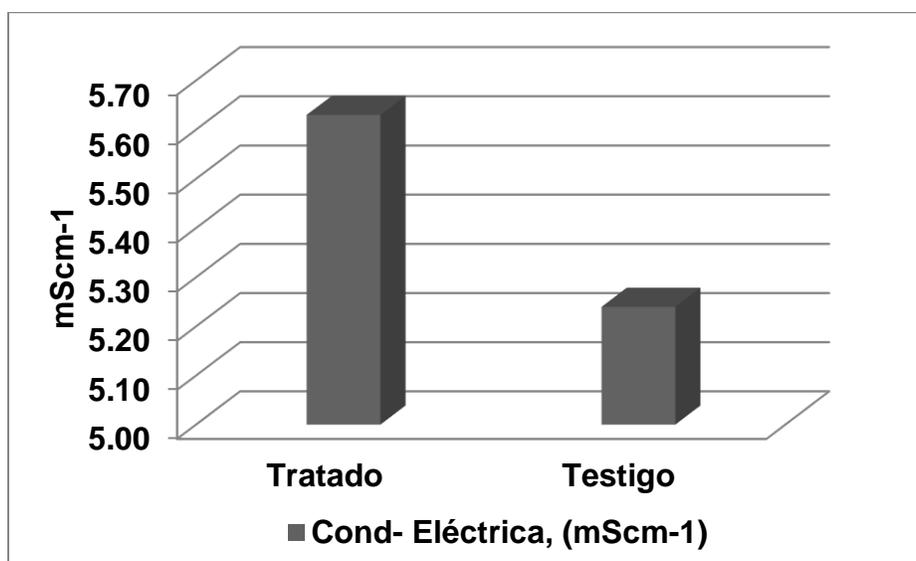


Figura 11. Resultados del análisis de suelo de la conductividad eléctrica, del cultivo de alfalfa tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

Investigadores como Flores *et al.*, (2012) utilizando como fertilizante orgánico la vinaza (fermentación de la melaza), para mejorar suelos en alfalfa reportaron un incremento de la CE y mencionas que la CE aumentó significativamente comparado con el control, atribuyendo el aumento en gran medida a la saturación de potasio provocado por la aplicación de vinaza

En lo que a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se refiere, los resultados del análisis de suelo del laboratorio reportaron que no existió diferencias entre los tratamientos en el ANOVA ya que en el lote tratado reportó un valor de 25.96 ± 0.74 después de la aplicación del producto, presentando rangos de valores mínimos y máximos de 23.9 y 27.3, sin embargo, en el lote testigo se observó un ligero incremento reportando un valor de 27.83 ± 0.38 , presentando rangos de valores mínimos y máximos de 26.9 y 28.8 tal y como se puede observar en la figura 12.

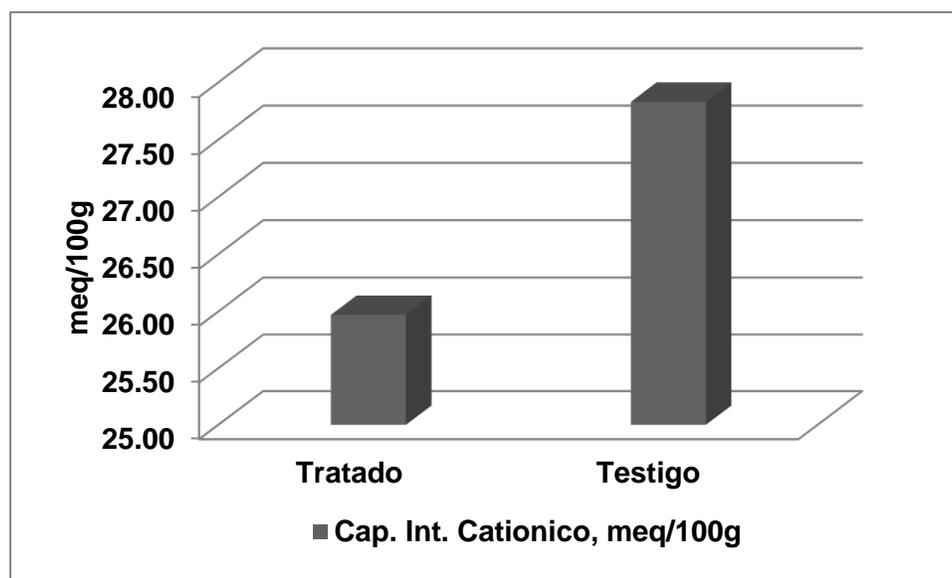


Figura 12. Resultados del análisis de suelo de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), del cultivo de la alfalfa de verano tratado con EAN y el testigo comercial en el verano de 2016 en la Comarca Lagunera.

Sin embargo, los suelos de los dos lotes evaluados se encuentran entre los rangos óptimos, siendo solamente bajo en el lote tratado en la primera repetición reportando un valor de 23.90, siendo el valor de la repetición tres el más alto con 27.30. Los rangos óptimos para esta variable varían entre 25-50. En el

lote testigo el valor más bajo fue en la repetición tres con 26.90, y el valor más alto se encontró en la repetición dos con 28.80, en general, lo anterior se relaciona, en que a medida que la CIC es más elevada, la fertilidad del suelo aumenta.

Vázquez *et al.*, (2010), en un estudio sobre correctores de suelo en cultivos de alfalfa encontraron que la CIC paso de un valor de 17.3 a 19.6, considerando que el aumento de la CIC, en un marco de aporte de elementos básicos, derivó en un incremento en el contenido de la fracción intercambiable de Ca, particularmente en las capas de 0-40 cm, valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo.

6. 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:

- a) Se rechaza la hipótesis de que es factible que con la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* aumentar los niveles de macronutrientes en el suelo de alfalfa de segundo año de verano, ya que no existieron diferencias significativas por el efecto de la aplicación del producto.
- b) De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza en lo que el análisis foliar se refiere, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para los principales elementos como el N, P, y Ca, observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del EAN, en alfalfa de segundo año, siendo las medias de los tratamientos similares estadísticamente, el único elemento que presentó diferencias significativas fue el Potasio (K).
- c) Respecto al muestreo de suelos, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los principales elementos como la materia orgánica (M.O %), el nitrógeno (N %), el potasio (K %), el pH, la conductividad eléctrica (C.E meq/100g) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI meq/lt), observando valores muy similares entre las medias de los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del EAN en alfalfas de segundo año, siendo las medias de los tratamientos

iguales, sin embargo, los resultados muestran que existieron tendencias marcadas solamente entre dos de los elementos evaluados la materia orgánica (MO %), y el elemento potasio (K).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blackmer**, A.M., y A.P. Mallarino. 1996. Cornstalk testing to evaluate nitrogen management. Publ. PM-1584. Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, Iowa, USA. Disponible en: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1584> Pdf.
- Campbell**, C. R. 2000. Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States. N.C. Department of Agriculture and Consumer Services. Disponible en: <http://www.ncagr.gov/agronomi>
- 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.
- 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.
- Dibb** David W. 2000. Los mitos del uso eficiente de los nutrientes. Informaciones Agronómicas. INPOFOS. Instituto de la Potasa y el Fosforo. 4(3), Agosto de 2000. p 1-16.

- Durand N, Briand X, Meyer C.** 2003. The effect of marine bioactive substances (NPRO) and exogenous cytokinins on nitrate reductase activity in *Arabidopsis thaliana*. *Physiol Plant* 119:489–493.
- Elouear Zouheir, Farah Bouhamed, Nesrine Boujelben, Jalel Bouzid.** 2016. Application of sheep manure and potassium fertilizer to contaminated soil and its effect on zinc, cadmium and lead accumulation by alfalfa plants. *Sustainable Environment Research*, 26:131-135.
- Ferrari, M., H. Castellarín, H.R. Saiz Rozas, H.S. Vivas, R.J.M. Melchiori, y V. Gudelj.** 2010. Evaluación de métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada para el cultivo de trigo en la región pampeana. Actas CD-rom. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. El Suelo: Pilar de la agroindustria en la Pampa Argentina, Rosario, Santa Fe, AACCS.
- Flores Rodríguez, Patricia, Gavi Reyes, Francisco, Torres Benites, Elibeth, y Hernández Acosta, Elizabeth.** (2012). Lixiviación de potasio y contenidos nutrimentales en suelo y alfalfa en respuesta a dosis de vinaza. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(5), 833-846. Recuperado en 20 de abril de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000500001&lng=es&tlng=es
- Frame J.** 2005. Forage legumes for temperate grasslands. 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.

- Gojón-Báez** H.H, Siqueiros-Beltrones D.A, Hernández-Contreras H. 1998. In situ ruminal digestibility and degradability of *Macrocystis pyrifera* and *Sargassum* spp. in bovine livestock. *Cienc Mar* 24:463–481.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kelling**, K. A. 2000. Alfalfa fertilization. Cooperative Extension of the University of Wisconsin - Extension. A2449. Cooperative Extension Publishing. 201 Hiram Hall, 1545. Madison, WI p 1-8.
- Khan** W, Rayirath U. P, Subramanian S, Jithesh M. N, Rayorath P, Hodges D. M, Critchley A. T, Craigie J. S, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul* 28:386–399.

- Khan**, Z. I., Ahmad, K., Ashraf, I., Gondal, S., Sher, M., Hayat, Z., Tufarelli, V. 2015. Bioconcentration of some macrominerals in soil, forage and buffalo hair continuum: A case study on pasture irrigated with sewage water. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(3), 249–255. <http://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.11.016>
- 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.
- Malavolta**, E., G.C. Vitti, y S.A. de Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: principios e aplicações. 2da Ed.. rev e atual. POTAFOS. Piracicaba-SP. 319 p.
- 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.
- 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), 1225-1231 p. 2009. Available from: <https://www.researchgate.net>
- Melgar**, R., G. Vitti, y V. de Melo Benites. 2011. Fertilizando para altos rendimientos. Soja en Latinoamérica. IIP Boletín No. 20. 179 p.

Moller M, Smith M. L. 1998. The applicability of seaweed suspensions as priming treatments of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds. *Seed Sci Technol* 26:425–438.

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.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Estadísticas de la producción agropecuaria. Delegación Comarca Lagunera.

SAGARPA. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Macroalgas en Baja California, México. DOF. 30 de Noviembre 2012.

Sheaffer, C. C., N. P. Martin, J. F.S. Lamb, G. R. Cuomo, J. G. Jewett, and S. R. Quring. 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. 2016. 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. 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>

- 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.
- Stirk W. A**, Arthur G. D, Lourens A.F, Novák O, Strnad M, van Staden J. 2004. Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. *J Appl Phycol* 16:31–39.
- Sunarpi JA**, Kurnianingsih R, Julisaniah NI, Nikmatullah A. 2010. Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Bioscience* 2:73–77.
- Thirumaran G**, Arumugam M, Arumugam R, Anantharaman P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L) Medikus. *Am Euras J Agron* 2:57–66.
- 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, & 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

Zodape S.T, Gupta A, Bhandari S. C. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J Sci Ind Res 70:215–219.