

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Inferencia de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre N, P, K y Ca en tejido foliar de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Por:

ARNALDO DOMÍNGUEZ GÓMEZ

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Inferencia de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre N, P, K y Ca en tejido foliar de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Por:

ARNALDO DOMÍNGUEZ GÓMEZ

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

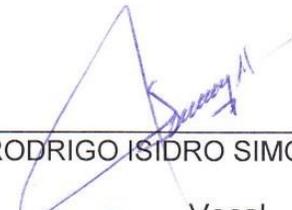
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

Presidente


MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

Vocal


MVZ. HILDA RUTH SAGREDO ULLOA

Vocal


MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

Vocal


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Inferencia de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre N, P, K y Ca en tejido foliar de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Por:

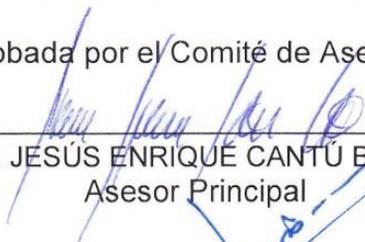
ARNALDO DOMÍNGUEZ GÓMEZ

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO
Asesor Principal


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis papas, Socorro Gómez Delgado y Víctor Manuel Domínguez Ruiz, por su apoyo incondicional en todos los aspectos y por impulsarme a seguir adelante.

A mi hermana y hermano, Irasendy y Víctor, por sus buenos consejos y apoyo para seguir con mis metas.

Al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito, por su apoyo, consejos y facilitación para la realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la oportunidad brindada para mi formación profesional

A mis catedráticos, por facilitarme los conocimientos necesarios para mi futura vida laboral.

A Acadian Seaplants y al Dr. Pedro A. Cerda García, *Market Development Scientist Latin America*, por facilitar los productos utilizados en esta investigación y por los apoyos recibidos durante la realización del trabajo.

DEDICATORIAS

A dios, por haberme dado sabiduría y fortaleza, por haberme mantenido firme en mis decisiones.

A mis padres por brindar todo el cariño, apoyo y confianza, por sus ejemplo de fortaleza, dedicación, esfuerzo y perseverancia. Por enseñarme a seguir mis metas aun así se sea complicado el camino. Gracias por sus enseñanzas y cuidados.

A mis hermanos, que por sus buenos ejemplos y apoyo me alentaron a seguir adelante, por la confianza, que me han brindado y siempre han creído en mí. Por estar siempre a mi lado. Gracias, los amo.

A mis tios, por su confianza, y apoyo, que siempre me ha brindado.

A mis sobrinos Danielito y Victorita, por darle alegría a mi vida, y siempre creer en mí.

A Joanna Badillo, por apoyarme incondicionalmente y estar a mi lado todo este tiempo.

A mis amigos, por la sincera amistad que me han ofrecido.

RESUMEN

El presente trabajo de observación se llevó a cabo en un ensayo de maíz forrajero y se realizó de agosto a diciembre de 2016 contando con una superficie de 18.18 ha, la cual fue establecida para estudiar la respuesta de FOAN (Fertilización Orgánica de *Ascomyces nodosum*) sobre el peso de las raíces, temperatura de las hojas, altura y densidad de las plántulas de maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano en la unidad de producción “El Perú” del Grupo Tricio Haro, en la Comarca Lagunera, en agosto-noviembre de 2016. Se realizaron observaciones con los dos tratamientos y con las cinco repeticiones. La siembra se realizó en seco más riego, las variables observadas fueron: peso de la raíz y peso de las plántulas, longitud de la raíz, densidad de plantas y T°C de las hojas.

Los resultados de la investigación descriptiva mostraron que los resultados obtenidos por el análisis foliar se refiere, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para los principales elementos como el N, P, K, y Ca, observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del FOAN, para el nutriente (N₂) no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 3.38 ± 0.07 por ciento de N, mientras que en el lote testigo obtuvo el $3.31 \pm 0.08\%$ de N es decir, se considera de una calidad ligeramente menor en 0.07, teniendo una desvest de 0.13 y 0.14; para el P el lote tratado fue de $0.39 \pm 0.006\%$ de P, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el $0.41 \pm 0.008\%$ de P, la desviación estándar reportada fue de 0.011 y 0.015; la cantidad promedio obtenida para el lote tratado fue de $2.81 \pm 0.09\%$ de K, mientras que en el lote testigo obtuvo el 2.58 ± 0.17 por ciento de K, ligeramente menor en 0.32, la desviación estándar reportada fue de 0.16 y 0.29 por último para Ca no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) para el lote tratado fue de 0.67 ± 0.03 por ciento de Ca, mientras que en el lote testigo obtuvo el 0.69 ± 0.02 por ciento de Ca, ligeramente mayor en 0.02, la desvest reportada fue de 0.05 y 0.04. Por lo tanto se concluye, que la aplicación de FOAN no provoco incrementos en el contenido de N, P, K y Ca en las hojas de maíz forrajero de verano-otoño.

Palabras clave: Análisis foliar, potasio, nitrógeno, fósforo y calcio

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del cultivo del Maíz forrajero	3
2.2 Aplicación de nutrientes en el maíz forrajero	8
2.3 Usos y aplicaciones de las algas marinas a base de <i>Ascophyllum nodosum</i>	13
2.4 Metodología del análisis foliar	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación de la Comarca Lagunera	21
3.2 Localización del ensayo	22
3.3 Tratamientos	23
3.3.1 Variables a observar	24
3.4 Obtención de las muestras en el ensayo	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Resultados del ensayo de análisis foliar	28
4.1.1 Porcentaje de nitrógeno (N ₂) en el ensayo	29
4.1.2 Porcentaje de fósforo (P) en el ensayo	30
4.1.3 Porcentaje de potasio (K) en el ensayo	33
4.1.4 Porcentaje de calcio (Ca) en el ensayo	35
5. CONCLUSIÓN	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Productos comerciales de algas marinas utilizadas en la agricultura e industria hortícola (Khan et al., 2009).	14
Cuadro 2	Esquema de aplicación de dosis y aplicación del fertilizante orgánico líquido en el cultivo de maíz forrajero en el ciclo verano-otoño de 2016 en la Comarca Lagunera.	23
Cuadro 3	Resultados del ensayo del análisis foliar del forraje de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	28
Cuadro 4	Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento nitrógeno en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	29
Cuadro 5	Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento fósforo en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	31
Cuadro 6	Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento potasio en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	34
Cuadro 7	Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento calcio en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Producción anual de litros de leche en la Comarca Lagunera del año 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.	4
Figura 2	Inventario ganadero de ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.	5
Figura 3	Valor de la producción (Miles de \$) del ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.	6
Figura 4	Localización del área del ensayo del trabajo de observación del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	23
Figura 5	Localización adecuada de la toma de muestras foliares en maíz forrajero (Cooperativa Agropecuaria, 2016).	25
Figura 6	Localización adecuada de la toma de las muestras de hojas para análisis foliares en diversos cultivos de acuerdo al Laboratorio de la Cooperativa Agropecuaria en Gómez Palacio, Durango.	27
Figura 7	Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (N, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.	30
Figura 8	Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (P, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.	34
Figura 9	Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (K, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.	35
Figura 10	Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (Ca, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.	37

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, la Comarca Lagunera se le ha considerado como una de las cuencas lecheras más importantes del país, debido a la gran producción de leche que obtiene cada año. Parte muy importante del soporte de esa producción se debe a la gran superficie de forrajes que se establecen cada año, especialmente el cultivo de la alfalfa, seguido de los maíces y sorgos forrajeros tanto de primavera-verano y posteriormente los cultivos forrajeros de invierno como la avena, el trigo y triticales forrajeros.

El cultivo del maíz forrajero como proveedor de forraje es muy importante ya que es un cultivo que produce grandes cantidades de materia seca por hectárea, además de aportar en las raciones de las vacas lecheras altas productoras, los nutrientes necesarios como los carbohidratos, energía, y la calidad de la fibra entre otros. Para lograr lo anterior, es de suma importancia efficientizar el uso de los recursos utilizados en su proceso de producción, como lo son; la lámina de riego, la preparación del terreno, la selección de la variedad, el control de maleza, plagas y enfermedades, así como el aporte de nutrientes de buena calidad a través de la fertilización.

Respecto a esta última práctica, los productores con el objetivo de incrementar los rendimientos y calidad del forraje producido han aplicado por décadas estos nutrientes a través de la fertilización química, lo que ha ocasionado que se tengan impactos negativos hacia el ambiente a través de la contaminación de los suelos y los mantos freáticos.

Por lo anterior, se busca una alternativa de fertilización que permita por un lado aplicar los nutrientes necesarios para el buen desarrollo, rendimiento del cultivo y calidad nutritiva del mismo y por otro, disminuir los impactos negativos sobre todo en lo que a la contaminación del entorno se refiere. Una opción es la utilización de fertilizantes orgánicos líquidos de origen marino a base de *Ascophyllum nodosum*, el cual ha sido estudiado fuertemente en cultivos hortícolas y frutales, pero en cultivos forrajeros como el maíz, su estudio y observación a penas es incipiente, lo anterior, reportado por investigadores como Cantú y Moreno (2017), quienes evaluaron por primera vez en maíz forrajero de primavera ese producto en la Comarca Lagunera.

Objetivo

En ésta investigación descriptiva se tuvo como objetivo la obtención de información sobre el contenido o porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en las hojas de maíz forrajero de verano de fertilización Acadian Suelo más Stimplex (AS+S) a diferencia de la química (comercial) en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

1. Obtener la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de N₂, % en las hojas.
2. Obtenerla respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de P, % en las hojas.
3. Estudiar la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de K, % en las hojas.
4. Estudiar la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de Ca, % en las hojas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo del maíz forrajero

La importancia del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) se justifica por su contenido nutricional debido principalmente a la presencia del aporte de proteínas, minerales, vitaminas, carbohidratos y otros nutrientes energéticos además de su alto rendimiento tanto en verde como en seco (Soro et al., 2015).

El maíz forrajero (*Zea mays* L.) es consumido como un importante cereal a través de todo el mundo y es utilizado como alimento a través del grano para los humanos, pero también contribuye grandemente a la alimentación animal y en especial los bovinos productores de leche (Soro et al., 2015). Además, se consume como granos enteros, fécula de la harina de maíz. La fermentación de los granos de maíz se lleva a cabo también para la producción de alcohol y sirve, entre otras cosas, para la preparación de bebidas (cerveza, whisky, etc.).

Algunas empresas de alimentos producen la dieta del bebé a partir de maíz y trigo. En la alimentación animal, el maíz es un cultivo que permite la cría de bovinos de engorda más rápidamente y, por tanto, aumenta la producción de leche de las vacas (Yeo, 2011). Una parte importante de la producción de maíz se destina a la alimentación de las aves de engorda y producción de huevo y aves de corral.

De acuerdo con (FIRA, 2017), la Comarca Lagunera, está integrada por 10 municipios de Durango y 5 de Coahuila, es la cuenca lechera más importante del país. Según datos de SIAP-SAGARPA (2017), contribuyó con más de 2,117 en el año 2009 y hasta 2,400 millones de litros anualmente en el 2015, mostrando un

decremento en el año 2016 con 2,386 millones de litros,(Figura 1) que significan \$11,100 millones de pesos y 21% del volumen nacional.

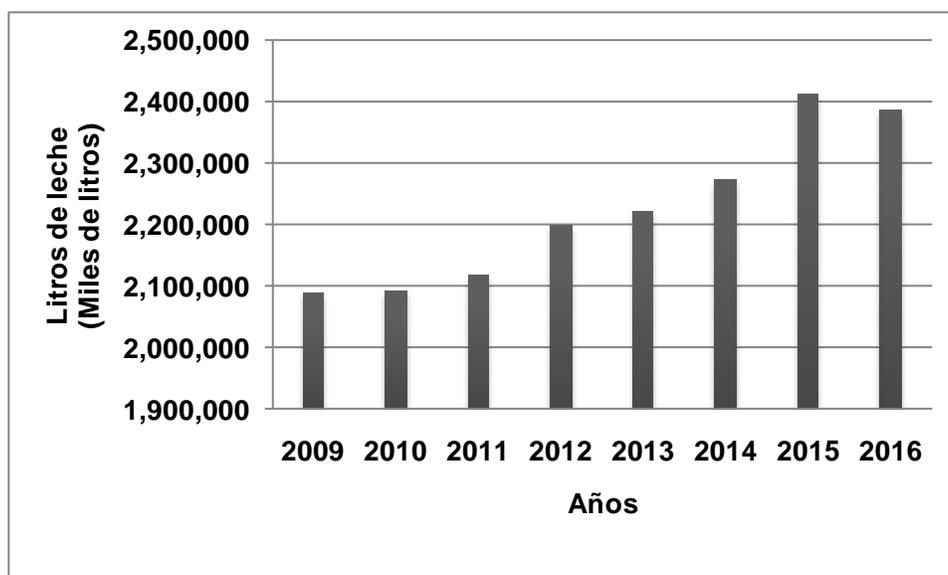


Figura 1. Producción anual de litros de leche en la Comarca Lagunera del año 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

La Laguna, que contribuye con el 95% del volumen estatal, produce con el Modelo Norteamericano, que utiliza insumos en grandes cantidades, tiene altos costos unitarios, requiere alta productividad por vaca y precios altos para tener utilidades; emplean ganado de raza Holstein especializado, instalaciones funcionales y sofisticadas, con procesos productivos mecanizados(FIRA, 2017).

La industria de leche fluida es el mercado principal de estos sistemas de producción, con estándares de calidad muy estrictos. Parte de los productores son accionistas de estas empresas y participan del valor agregado en toda la red. Existen 2,132 productores con más de 241 mil vientres en producción (FIRA, 2017). De acuerdo con datos y estadísticas de SIAP-SAGARPA (2017), reportan una breve variación respecto al número de cabezas de ganado lechero, ya que en

el año 2009 se reportaron 400 mil vacas, mientras que en los años 2015 y 2016 se reportaron el mayor número de vacas en la región con 490 y 493 mil cabezas de ganado de leche, tal y como se observa en la grafica 2.

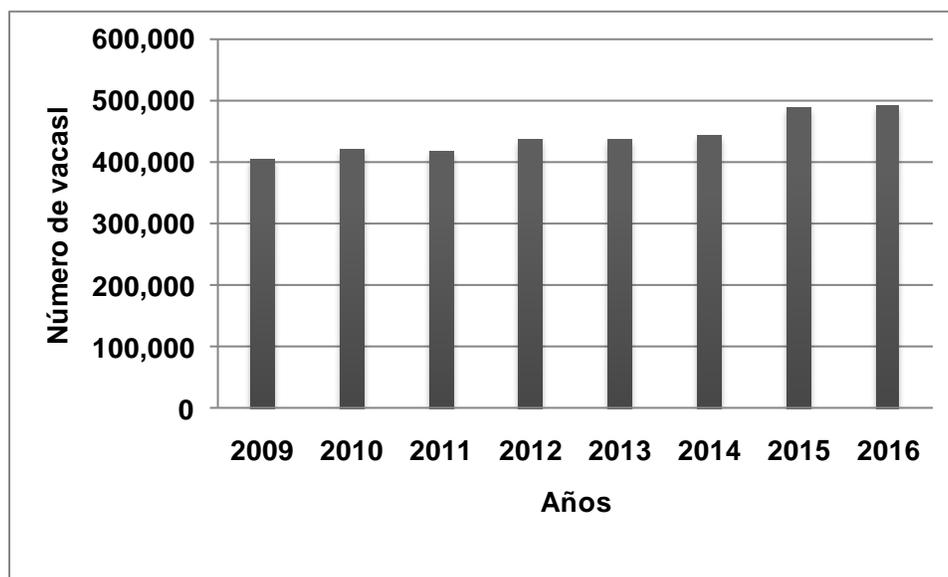


Figura 2. Inventario ganadero de ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

El balance del sector pecuario en la Comarca Lagunera en el valor de la producción arrojó un crecimiento de 2.09 por ciento, con un monto total de 32 mil 751 millones 519 mil pesos. Sin embargo, en lo que a la producción de leche se refiere, mostró una breve disminución en la producción de leche del orden del 1.05 por ciento, (Figura 3) pero el valor de la misma se situó en los 15 mil 409 millones 089 mil pesos, ligeramente menor que lo reflejado en el año 2015 con 15 mil 683 millones 331 mil pesos (SIAP-SAGARPA, 2017).

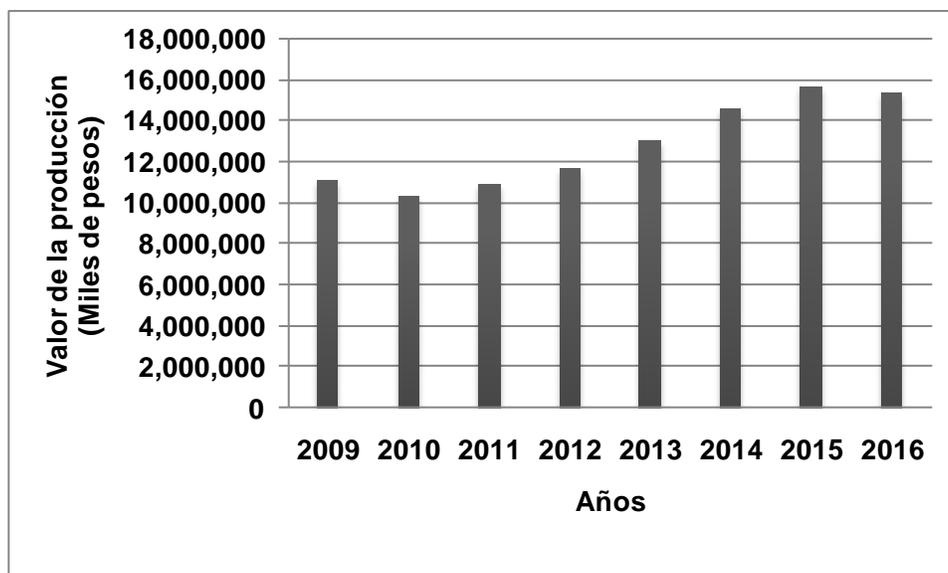


Figura 3. Valor de la producción (Miles de \$) del ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

Figuroa et al., (2016), mencionan que la región de la Comarca Lagunera está localizada entre dos estados Durango y Coahuila, y tiene la mayor concentración de vacas lecheras en México con 493,000 cabezas de ganado bovino de leche que corresponden casi al 22 por ciento del total de cabezas de vacas lecheras en México. Debido a lo anterior, se presenta una alta demanda de forraje en esta región para poder alimentar el creciente número de vacas, reportándose que un 69% de la superficie disponible con riego es establecida con forrajes como la alfalfa, los maíces y sorgos forrajeros en los ciclos primavera-verano y los forrajes de invierno la avena, ballico y trigos forrajeros.

Los sistemas de producción lechera son manejados con sistemas agrícolas muy intensivos, que incluyen aportes y aplicaciones de estiércol de bovinos que exceden los 80 t ha⁻¹, 4 a 6 veces el promedio de aplicación de estiércol

comúnmente utilizado en los Estados Unidos (Fortis et al., 2009), lo que trae como resultado que dichas prácticas propician la contaminación de mantos freáticos y del suelo.

De acuerdo con Caldera y Muñoz (2016) actualmente, la cuenca más importante en la actividad de producción de leche está ubicada en la Región Lagunera (Coahuila y Durango) la cual durante el 2016 aportó un volumen de 2,433 millones de litros a la producción nacional, equivalente a 21% del total.

En esta región existen cerca de 800 explotaciones de tipo empresarial y familiar o de traspatio, con hatos ganaderos de diversos tamaños y grado tecnológico, destacando el hecho de que la lechería empresarial contribuye con 95% de la producción regional, misma que se caracteriza por su alto grado de especialización en sus diversos procesos de producción y nivel tecnológico, que permite lactancias que van desde los 8,500 litros hasta los 12,200 litros por vaca por año (28 a 40 litros/día/vaca) con estándares internacionales de calidad (Caldera y Muñoz, 2016).

Sin embargo, los productores están conscientes de la necesidad de permanentemente mejorar en las áreas técnicas y administrativas como punto de partida para elevar la rentabilidad de esta importante actividad en la región, tanto en el ganado como en la producción de forrajes.

Para lograr esos estándares de calidad y eficiencia en la producción, el grado tecnológico que se utiliza es, sin duda, de lo más moderno que existe en el mundo, muchas de las tecnologías son provenientes de Estados Unidos, Israel, Nueva Zelanda y Canadá, con especial énfasis en el ganado Holstein de alta calidad genética ligado a la generación de sus propios remplazos que minimiza la

introducción de problemas zoonosarios al país y a la región (Caldera y Muñoz, 2016).

2.2 Aplicación de nutrientes en el maíz forrajero

La producción del cultivo del maíz, está asociado con varios factores agroclimáticos como la humedad, la temperatura, la textura del suelo, la fertilidad del suelo y la erosión de los suelos. De hecho, la disminución de la fertilidad del suelo y la erosión del suelo reforzar la teoría de la presión sobre la tierra y justificar los bajos rendimientos en el contexto del crecimiento demográfico y la rápida urbanización (Agridea, 2007). Todos los micro y macro nutrientes que se requieren en mayor cantidad para el aumento de la producción de este cultivo y las deficiencias de estos elementos conducen a reducciones en el crecimiento y por ende, de los rendimientos. Aplicación de fertilizantes químicos ayudan a superar las deficiencias de nutrientes, pero el exceso de uso de estos fertilizantes químicos redujo la fertilidad del suelo cambiando el pH del suelo. El maíz es particularmente tolerante con respecto al pH del suelo y puede sobrevivir en una amplia gama de pH 5,2 y 7,6, el nivel óptimo de producción de maíz fue reportado entre pH 6,5 y 7.

Las necesidades de la aplicación de fertilizantes químicos podrían ser substituidos por la introducción de fertilizantes orgánicos, estos abonos orgánicos contribuyen a aumentarla productividad de los cultivos sin afectar la fertilidad del suelo y pH. El estiércol del pollo (Pollinaza) contiene una gran masa de materia orgánica fermentable fácilmente. Es una excelente fuente de importantes nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio. Entre los diversos nutrientes, se muestran el contenido de nitrógeno que está disponible del orden del 20%en

promedio (Itavi, 1997). Este nitrógeno está disponible principalmente en forma de ácido úrico (61%), nitrógeno orgánico (31%) y Amoníaco (8%) (Rodhe y Karlsson, 2002).

La pollinaza, también juega un papel importante en el mantenimiento de la salud del suelo mejorando la estructura del suelo, movimiento de raíz y retención de agua que facilita el crecimiento de la planta (Namazi et al., 2013). El estiércol tiene más efecto sobre el terreno en la alcalinización; su uso reducirá el uso de fertilizantes minerales básicos. El valor agrícola de estos fertilizantes orgánicos varía con el tiempo y el tiempo de almacenamiento lo que ocasiona cambios en la concentración de elementos minerales. Además, este cambio en los valores nutritivos de estos abonos se produjo debido a los fenómenos de la volatilización, lixiviación o reorganización (Namazi et al., 2013).

El fósforo es muy estable, mientras que el potasio y el nitrógeno son muy sensibles a las condiciones ambientales cambiantes. Además, el nitrógeno y potasio son lavables (se lexivian), por lo tanto, el escurrimiento de agua de lluvia genera una reducción en el valor nutritivo de esta forma.

Según Kolawole (2014; Namazi et al., 2015), el período de aplicación del fertilizante también afectan la producción de cultivos y el período más crítico para la aplicación del fertilizante es en el estado fenológico antes de la aproximación de la floración (15-20 días antes y después).

Por otro lado, Usman et al., (2015) en estudios de búsqueda de alternativas de fertilización en maíz, mencionan que con la aplicación de fertilizantes inorgánicos, por ejemplo, se ha realizado para aumentar el rendimiento de maíz y las propiedades químicas del suelo, tales como pH,

contenido total de nutrientes y la disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, su uso continuo puede causar un desequilibrio de nutrientes, aumentar la acidez del suelo, más aún, la fertilización muy elevada en sistemas de producción de cultivos podría exceder los patrones que en maíz son capaces de utilizar y puede ser una fuente importante de exceso produciendo la lixiviación de los nitratos.

Análogamente, por otro lado, los fertilizantes orgánicos se enfrentan con los problemas de la escasez, de lenta liberación de nutrientes y la dificultad en el transporte. En vista de estas limitaciones, el uso combinado de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la mejora de la productividad de los cultivos de maíz se revisó y se comprobó que la total dependencia de los fertilizantes orgánicos o inorgánicos no proporciona la panacea para mejorar la producción de cultivos de maíz y sostenible en Nigeria y muchas partes del mundo incluyendo nuestro país México.

Por lo tanto, el uso combinado de abonos orgánicos e inorgánicos, parece ser la última opción y recomendación para mantener la productividad, así como mejorar el nivel de los agricultores de la producción de maíz forrajero y de grano. De acuerdo con investigadores como (Mahmood et al., (2017), en estudios sobre los efectos de fertilizantes orgánicos a base de estiércol e inorgánicos en maíz, indudablemente, las prácticas de la cultivación intensiva con uso extremo de fertilizantes químicos aumentó la productividad de los cultivos, pero por otro lado, también perturbó los agroecosistemas y contaminó la calidad del suelo y el agua en gran medida.

Entonces, mejores prácticas de manejo en las que el uso de fertilizantes con algunos abonos orgánicos puede ser adoptado para mejorar la productividad

de los cultivos sin algún daño mínimo a la naturaleza. Aquí, se han estudiado los efectos individuales e integradores de los abonos orgánicos e inorgánicos en la productividad del maíz y las propiedades del suelo y se encontró que la aplicación combinada de nutrientes de ambas fuentes orgánicas e inorgánicas, mejora el crecimiento y del rendimiento y los atributos relacionados de maíz (Mahmood et al., (2017).

Investigaciones realizadas por Mahmood et al., (2017) mostraron en sus resultados que el crecimiento y el rendimiento del maíz mejoraron sustancialmente mediante la aplicación de fertilizantes junto con los abonos orgánicos, mientras que el C orgánico total del suelo y el contenido total de N, P, K aumentó cuando los fertilizantes inorgánicos se aplicaron solos o en combinación con abonos orgánicos. Sin embargo, el pH del suelo y la densidad aparente del suelo disminuyeron debido a la aplicación de fertilizante orgánico y mostraron una correlación negativa con el rendimiento de grano. Además, una correlación significativa y positiva ($R_2 = 0.52, 0.91$ y 0.55) entre el rendimiento de grano de maíz y los contenidos disponibles de N, P y K, respectivamente, en el suelo.

En conclusión, la integración de fertilizantes inorgánicos con abonos orgánicos se puede utilizar con tasas óptimas para mejorar la productividad de los cultivos sobre una base sostenible. Este estudio será útil en la elaboración de programas sostenibles de gestión de nutrientes en el futuro para mejorar la productividad de los cultivos con una alta eficiencia y una pérdida mínima de nutrientes

Dichos investigadores en su estudio concluyen que la aplicación de los abonos orgánicos tiene una influencia significativa en la productividad del maíz y

las propiedades físico-químicas del suelo. La eficacia del estiércol sobre índices morfológicos del maíz fueron; encontrar como PM (Poultry manure) > SM (Sheep manure > MJF (Farmyard manure) cuando se aplicaron con fertilizantes químicos. Además, la relación C: N, con el carbono orgánico del suelo y el total de N-P-K aumentaron, mientras que el pH del suelo y la densidad aparente del suelo disminuyeron con la aplicación integradora de los fertilizantes orgánicos y fertilizantes químicos.

Por lo tanto, los abonos orgánicos pueden ser aplicados con los fertilizantes químicos en carbono orgánico de los suelos cultivables empobrecidos para mejorar las propiedades de los suelos y la productividad de los cultivos.

De acuerdo con Elamin y Elagib (2001), los resultados de los dos experimentos mostraron que las plantas tratadas fueron significativamente diferentes de las plantas no tratadas en ambos suelos. El peso fresco fue significativamente mayor debido a la aplicación de fertilizantes orgánicos especialmente de gallinaza en comparación con los fertilizantes inorgánicos en los suelos examinados. El contenido de nitrógeno y de fósforo foliar aumentaron considerablemente por el estiércol del pollo el fertilizante en comparación con otros tratamientos de fertilizante en ambos suelos. La hoja potasio contenido de gallinaza tratamiento fue mayor en comparación con los otros tratamientos en ambos suelos. El crecimiento de las plantas en Vertisoles generalmente fue superior que en los Aridisoles debido a la aplicación de fertilizantes orgánicos. La confirmación de estos resultados bajo condiciones presentadas puede sugerir el uso de diferentes proporciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos para los dos mencionados tipos de suelo.

2.3 Usos y aplicaciones de las algas marinas a base de *Ascophyllum nodosum*

Las algas forman una parte integral de los ecosistemas costeros marinos. Éstas incluyen las algas marinas multicelulares macroscópicas, que comúnmente habitan las regiones costeras de los océanos del mundo donde existen sustratos adecuados (Khan et al., 2009). Las algas marinas marrones son el segundo grupo más abundante que comprende alrededor de 2,000 especies que alcanzan sus niveles máximos de biomasa en las costas rocosas de las zonas templadas. Son el tipo más comúnmente utilizados en la agricultura (Blunden y Gordon, 1986) y, entre ellos, *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis es el más investigado (Ugarte et al., 2006). Además de *A. nodosum*, otras algas como *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp.

Los beneficios de las algas como fuente de materia orgánica y nutrientes de fertilizante han llevado a su uso como acondicionadores del suelo durante siglos (Blunden y Gordon 1986; 1988; Templo y Bomke 1988). Unos 15 millones de toneladas métricas de productos de algas son producidas anualmente (FAO 2006), una parte importante de las cuales es utilizado para suplementos nutritivos y como bioestimulantes o biofertilizantes para aumentar el crecimiento de la planta y rendimiento. Un número de extracto de algas marinas productos comerciales están disponibles para el uso en la agricultura y la horticultura (Cuadro1).

Cuadro 1. Productos comerciales de algas marinas utilizadas en la agricultura e industria hortícola (Khan et al., 2009).

Nombre del producto	Nombre científico	Compañía	Aplicación
Acadian	Ascophyllum nodosum	Acadian Agritech	Plant growth stimulant
Agri-Gro Ultra	Ascophyllum nodosum	Agri Gro Marketing Inc.	Plant growth stimulant
Alg-A-Mic	Ascophyllum nodosum	BioBizz Worldwide N.V	Plant growth stimulant
Bio-Genesis High Tide	Ascophyllum nodosum	Green Air Products, Inc.	Plant growth stimulant
Biovita	Ascophyllum nodosum	PI Industries Ltd	Plant growth stimulant
Espoma	Ascophyllum nodosum	The Espoma Company	Plant growth stimulant
Guarantee	Ascophyllum nodosum	MaineStream Organics	Plant growth stimulant
Kelp Meal	Ascophyllum nodosum	Acadian Seaplants Ltd	Plant growth stimulant

De acuerdo con Khan et al., (2009), los productos de algas y algas marinas son cada vez más utilizados en la producción de cultivos. Sin embargo, el mecanismo(s) de acciones de extracto de algas marinas-suscitó respuestas fisiológicas que son en gran parte desconocidos. Como los genomas de un número de plantas están ahora completamente secuenciado o están a punto de concluir, es posible observar los efectos de los extractos de algas marinas y los componentes de las algas marinas en todo el genoma y/o la transcriptoma de las plantas para comprender mejor los mecanismos de acción de las algas de crecimiento inducido en parte por la respuesta y alivio del estrés.

Por ejemplo, la utilización de modelos de plantas *Arabidopsis thaliana* y *Medicago truncatula* podría desentrañar el mecanismo molecular(s) de acción de extractos de algas marinas (Rayorath et al., 2008). Los nuevos desafíos a la producción de alimentos debido a la creciente aparición de estrés biótico y abiótico es probablemente debido al cambio climático y reducir aún más el impacto sobre los rendimientos y/o tendrá un efecto sobre los cultivos en el siglo XXI (IPCC 2007). Por lo tanto, la investigación en el desarrollo de métodos sostenibles para aliviar estas tensiones y/o estrés deben de constituir una prioridad. Estudios recientes han demostrado que los extractos de algas marinas protegen las plantas contra una serie de tensiones y estrés biótico y abiótico y ofrece grandes posibilidades potenciales de aplicación en el terreno.

Además, extractos de algas marinas son consideradas una granja orgánica que de entrada como son benéficas y seguras para la salud de los animales y los seres humanos (Khan et al., 2009).

Según investigadores como Khan et al., (2009), las especies de algas marinas son consideradas a menudo como un bio-recursos, muchos se han utilizado como fuente de alimentos, materias primas industriales, y en aplicaciones terapéuticas y botánicas durante siglos. Además, las algas y productos derivados de algas marinas se han usado ampliamente como fertilizantes en los sistemas de producción agrícola debido a la presencia de un gran número de compuestos estimulantes de crecimiento vegetal.

Sin embargo, el potencial bio-estimulador de muchos de estos productos no han sido plenamente explotados debido a la falta de datos científicos sobre factores de crecimiento presentes en algas y su modo de acción en que afectan al

crecimiento de las plantas. Khan et al., (2009) en su artículo proporciona una revisión exhaustiva de los efectos de diversas especies de algas y algas marinas productos sobre crecimiento y desarrollo vegetal con énfasis en el uso de este bio-recurso renovable en sistemas agrícolas sustentables (Khan et al., 2009).

Estudios realizados por Fortis et al., (2009), en la Comarca Lagunera con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos (biocompost y vermicompost) en la producción de forraje de un híbrido de maíz amarillo bajo riego por goteo, utilizando tres tratamientos más el testigo, que consistieron en la aplicación de biocompost (30 Mg ha^{-1}), vermicompost (10 Mg ha^{-1}), fertilización química de $200-100-100 \text{ kg ha}^{-1}$ (N-P-K) y un tratamiento sin fertilizar. Los mayores rendimientos de forraje correspondieron a la vermicompost (64 Mg ha^{-1}) y a la biocompost (56 Mg ha^{-1}); los relativos a materia seca fueron de 13 Mg ha^{-1} y 11 Mg ha^{-1} , respectivamente. El tratamiento de fertilización química produjo 48 Mg ha^{-1} de forraje verde y obtuvo el valor más elevado de proteína cruda con un 12.68% , seguido del testigo con 11.22% . Sin embargo, los valores en los tratamientos de biocompost (10.41%) y vermicompost (10.23%), se encuentran dentro del valor óptimo (10.33%) de proteína cruda para este cultivo. La biocompost produjo el mayor valor de fibra ácido detergente (28.68%) así como las mayores cantidades de nitratos, 49.44 mg kg^{-1} , un valor de porcentaje de sodio intercambiable de 4.19 y una conductividad eléctrica de 2.85 mS cm^{-1} . Con relación a la fibra neutro detergente los valores más altos correspondieron a la fertilización química (Fortis et al., 2009).

2.4 Metodología del análisis foliar

De acuerdo para Fertilab de Celaya Gto (2015), el análisis de plantas se define como la técnica que permite determinar el contenido de nutrientes en tejidos vegetales de diferentes cultivos muestreado en una etapa de desarrollo determinada. Tiene principios similares al análisis del suelo, en el supuesto de que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para suministrar dichos nutrientes, y por lo tanto con la productividad de las especies cultivadas. Esta herramienta es altamente eficiente para evaluar la nutrición de los cultivos, ya que las concentraciones encontradas en los tejidos vegetales son el resultado de interacciones genotipo-ambiente-manejo.

De acuerdo con Martínez y Soriano (2014), el análisis foliar o de tejidos vegetales es una herramienta esencial para el diagnóstico nutricional de cultivos. Consiste en medir el contenido total de los nutrientes presentes en las hojas u otra parte de la planta, a través de procedimientos químicos específicos. La concentración de nutrientes en la hoja integra el conjunto de factores que influyen en la absorción, disponibilidad, características del suelo, clima, edad, tipo de cultivo y manejo. Por este motivo el análisis foliar es un método de diagnóstico utilizado para determinar el estado nutricional del cultivo, e indirectamente evaluar la fertilidad del suelo.

Dado que la hoja es el órgano donde se está llevando a cabo la mayor actividad de la planta, pues allí se elaboran los azúcares que van a servir para el crecimiento de la planta, los frutos y las semillas, generalmente constituye un buen tejido para reflejar el estado nutricional de la planta. No obstante existen cultivos

en los que se ha identificado que otro tejido es más representativo, como es el caso de la papaya en la que se muestrean los pecíolos.

Para que el análisis foliar constituya una herramienta útil en el diagnóstico nutricional de los cultivos, es fundamental efectuar

1. Muestreo

Se deberá procurar no tomar muestras sobre plantas situadas cerca de caminos, edificios, etc., ni en aquellas que tengan acumulación de residuos por algún tipo de tratamiento por aspersión, ya que los análisis no serán representativos.

Si se ha dado un tratamiento fitosanitario, dejar pasar, al menos 8 días antes de tomar las muestras para analizar.

Antes de tomar la muestra, recorra detenidamente la parcela y observe si existen zonas de menor crecimiento, menor producción, quemaduras o coloraciones anormales en las hojas, etc.

En este caso delimite la zona en que aparecen estas anomalías y tome por separado muestras de la zona buena de la parcela y de la zona con problemas identificándolas convenientemente.

Es importante aclarar que los criterios de muestreo son los mismos que los indicados para la toma de muestras de suelo.

Las muestras deben ser enviadas en recipientes de papel (bolsas, sobres), si en ese momento no es posible llevarlas al laboratorio, hay que colocarlas en el refrigerador.

2. Toma de muestra. Se describen algunos ejemplos, dentro del terreno que usted puede seguir para la toma de sus muestras. Tomar mínimo 8 sub

muestras/ha en la cantidad propuesta por el investigador, luego mezclar, empacar y rotular. Un buen muestreo. El laboratorio puede entregar unos resultados de una calidad química excelente, pero la validez agronómica del análisis depende fundamentalmente del muestreo que se efectuó.

Las plantas, para su crecimiento, desarrollo y producción, requieren de un suministro continuo, bien ajustado, de nutrientes minerales esenciales. Si cualquiera de estos nutrientes se encuentra en cantidades limitadas, el comportamiento del cultivo disminuye y, finalmente, resulta en desórdenes de nutrición. Las carencias de nutrientes minerales se manifiestan en términos de reducción del rendimiento o de mala calidad del cultivo (Laboratorios AL, 2011).

En el análisis de suelo, por lo general, precede al análisis de planta con el fin de lograr una asesoría rutinaria de fertilización; sin embargo, el análisis de la planta, en combinación con el análisis del suelo, constituye una forma excelente de desarrollar un buen programa de fertilidad para la producción. Así, mientras el análisis de suelo indica la disponibilidad relativa de sus nutrientes para el uso en los cultivos, el análisis de la planta proporciona una indicación de cuáles son los nutrientes que han sido absorbidos por las plantas (Laboratorios AL, 2011).

Las hojas son consideradas como el foco de actividades fisiológicas y los cambios en la nutrición mineral se reflejan en la concentración de los nutrientes foliares.

Para los laboratorios AL (2011), la motivación para la determinación de la concentración de nutrientes en las hojas, con propósitos de diagnóstico, se deriva de la premisa de que existe una relación estrecha y significativa entre el suministro de nutrientes y los niveles de los elementos, y que los aumentos y disminuciones

en las concentraciones se relacionan con los rendimientos altos y bajos, respectivamente

Razón por la cual el presente trabajo de observación, ante la falta de datos se hace necesario estudiar y obtener información sobre factores de crecimiento presentes en algas y su modo de acción en que afectan al crecimiento de las plantas de maíz forrajero de verano, se pretende observar la respuesta del efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos de origen marino como el *Ascophyllum nodosum* sobre el aporte de minerales (N-P-K y Ca) en las hojas (Análisis foliar) en maíz forrajero de verano, y poder documentar el impacto de dichos fertilizantes sobre los porcentaje de minerales en la Comarca Lagunera, región por demás agrícola que se ha caracterizado por presentar sistemas muy intensivos de producción de forrajes para poder satisfacer la creciente demanda de forraje para las raciones del ganado lechero de alta producción.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera está localizada al norte-centro de México, entre el suroeste de Coahuila y el noreste de Durango. El origen de su nombre se debe a que el río Nazas, -pilar del desarrollo de la zona- desembocaba en una laguna ubicada en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, llamada "Laguna de Mayrán". De ahí el nombre de la Comarca Lagunera, ya que todos los pueblos circunvecinos vivían a las riveras cercanas del lago o dependían de las avenidas bondadosas del río Nazas (El Siglo de Torreón, 2018).

La Laguna está conformada por diez municipios, cinco por cada Estado, encabezando por su importancia el de Torreón, secundado por Gómez Palacio y ciudad Lerdo, destacando además San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero. (El Siglo de Torreón, 2018).

El clima de esta región se caracteriza por ser de clima árido, con una vegetación semi-desértica en la cual el Padre Nazas juega el importante papel de abastecer de agua para el riego de las tierras y al no tener lluvias de temporal, por las características de la región, el afluente lagunero se vuelve clave para sus habitantes (El Siglo de Torreón, 2018).

En el tema de la hidrografía, La Laguna es provista de agua por el multicitado Río Nazas, que es almacenado en dos presas de la localidad, que son la Lázaro Cárdenas y la reguladora Francisco Zarco. Las cuales constituyen una plaza excelente para practicar los deportes acuáticos. Es por eso que esta emprendedora región resulta interesante para todo el público que se interese por conocer regiones en donde las condiciones naturales no sean las más aptas para

el desarrollo y que sin embargo éste se ha llevado a cabo (El Siglo de Torreón, 2018).

El acuerdo con datos de la SAGARPA (2016), en la Región Lagunera de Coahuila y Durango, se ha resaltado la tenacidad y el trabajo de los agricultores y ganaderos de La Laguna, que en conjunto, son los primeros productores de leche de país, con más de 2 mil 330 millones de litros anuales, de los cuales el 42 por ciento corresponden a La Laguna de Durango; ocupan también el primer lugar en producción de carne de ave con más de 196 millones de pollos sacrificados cada año, el 75 por ciento se ubican en Durango.

Agregó que al año se cultivan en promedio 110 mil hectáreas de forrajes y se producen poco más de 6 millones de toneladas de la más alta calidad y excelentes rendimientos, por lo que ocupa la Laguna el primer lugar nacional en producción de forrajes en superficies irrigadas (SAGARPA, 2016).

3.2 Localización del ensayo

El ensayo de terreno utilizado para el presente trabajo de observación se localiza en el predio de la pequeña propiedad “El Perú”, aproximadamente a 5.5 km de la carretera “Ejido Ana-La Partida” contándose con un lote de terreno de 18.18 hectáreas, utilizando las tablas (T1 y T1a) con 6.89 ha y la tabla 2 con 11.29 ha, con 17 divisiones o tendidas cada una (Figura 4), que cuenta con un sistema de riego con acequia revestida de concreto, que permite regar con sifones de 3 y 4 pulgadas hasta dos melgas o tendidas, las cuales tienen una superficie aproximada de un 1/4 de hectárea, tal y como se puede observar en la figura 3.

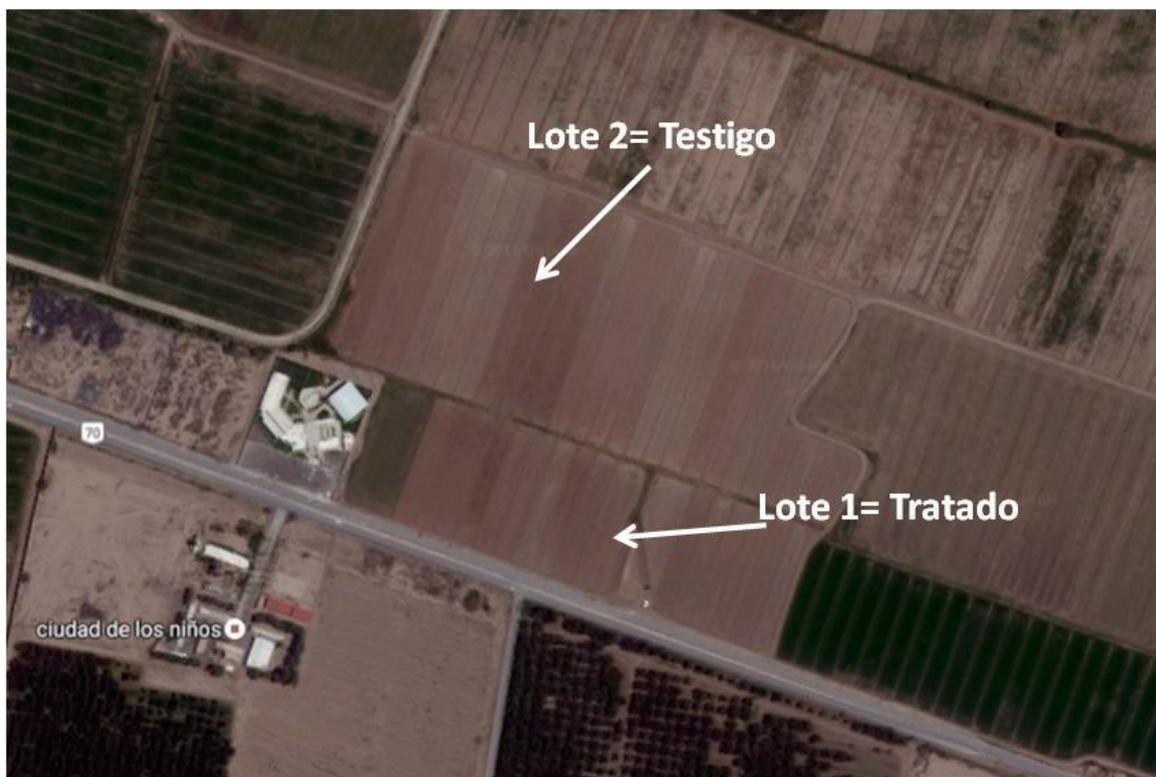


Figura 4. Localización del área del ensayo del trabajo de observación del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.

3.3 Tratamientos

Para esta investigación descriptiva se utilizaron dos tratamientos que fueron el T₁= Aplicación de Acadian suelo y Stimplex, fertilizantes orgánicos líquidos y el T₂= Lote Testigo (Aplicación del productor) El protocolo de aplicación del producto se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Esquema de aplicación de dosis y aplicación del fertilizante orgánico líquido en el cultivo de maíz forrajero en el ciclo verano-otoño de 2016 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
1. Testigo regional del productor		

2. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 2° riego de auxilio
3. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 6 hojas verdaderas
4. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 3er. riego de auxilio
5. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 12 hojas verdaderas

3.3.1 Variables a observar

1. Documentarla respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de N₂, % en las hojas.

2. Observar la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de P, % en las hojas.

3. Observarla respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de K, % en las hojas.

4. Observarla respuesta de la fertilización (AS+S), sobre el contenido de Ca, % en las hojas.

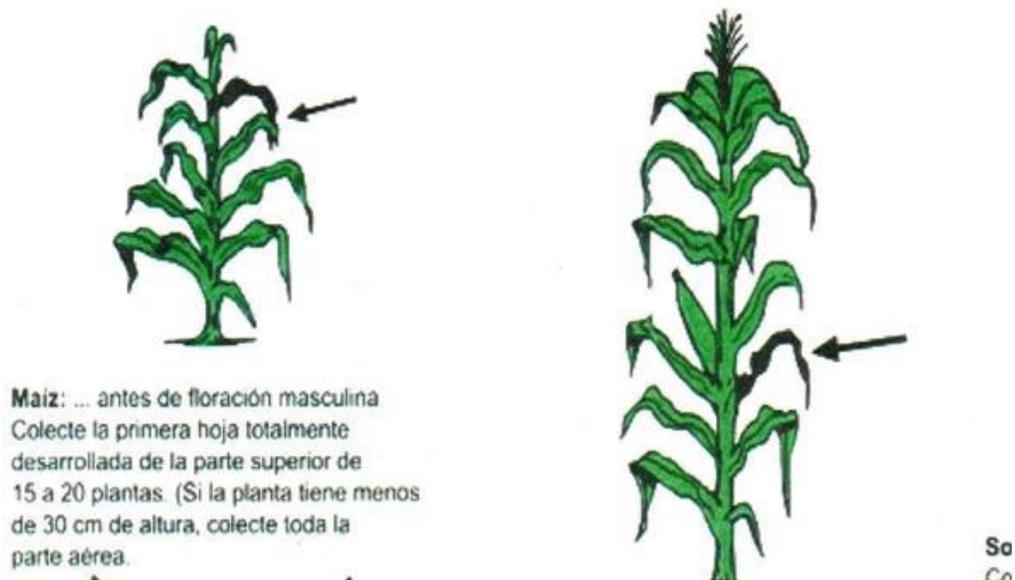
3.4 Obtención de las muestras en el ensayo

Para la obtención de las muestras se siguió la metodología propuesta por la Cooperativa Agropecuaria de la ciudad de Gómez Palacio, Durango la cual consiste en obtener las muestras foliares (hojas de maíz) antes de la floración masculina, colectando la primera hoja totalmente desarrollada de la parte superior de 15 a 20 plantas y en el caso de que las plantas tengan una altura menor a los 30 cm, se colecta toda la parte aérea de la planta (Figura 5).

En el caso del maíz de polinización a floración femenina, se colecta la hoja debajo y opuesta al jilote o mazorca en 15 a 20 plantas (Figura 6). Para el laboratorio de la Cooperativa Agropecuaria la localización adecuada de la toma de

las muestras de hojas para análisis foliares en diversos cultivos como son el maíz, la alfalfa, el sorgo, vid, manzano, soya, algodón entre otros se muestra en la figura 6 como se mencionó lo anterior, de acuerdo al Laboratorios de la Cooperativa Agropecuaria.

Localización adecuada de muestras foliares



Figuras 5. Localización adecuada de la toma de muestras foliares en maíz forrajero (Cooperativa Agropecuaria, 2016).

De acuerdo con laboratorios AL (2011) las instrucciones de muestreo son muy específicas en cuanto a la parte de la planta y la etapa de crecimiento ya que, para poder interpretar correctamente el resultado de una prueba, es necesario compararla contra rangos de valores normales o "estándar". Estos rangos críticos los establece el Laboratorio A -L en base a investigaciones y estudios por cultivo que, desde su fundación, ha venido realizando en varios países. Cuando no

existen o no se tienen instrucciones precisas de muestreo, la regla general es la de seleccionar hojas recientemente maduras fisiológicamente

Para este trabajo de observación se utilizó el paquete A-L de Análisis Foliar: PT2.

El paquete "estándar" de análisis foliares que ofrece A-L está conformado por las siguientes trece determinaciones analíticas: Macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre. Micronutrientes: Hierro, Manganeso, Boro, Cobre, Zinc. Elementos no esenciales: Sodio y Aluminio (Laboratorios AL, 2011).

El reporte incluye la evaluación e interpretación del contenido de los 13 elementos, utilizando gráficas que muestran los rangos adecuados de valor para cada cultivo, así como la relación actual y la relación esperada de los mismos. Otros análisis individuales que se pueden agregar, a solicitud expresa, son: Arsénico, Cadmio, Cloro, Molibdeno y Plomo (Laboratorios AL, 2011).

Localización adecuada de muestras foliares

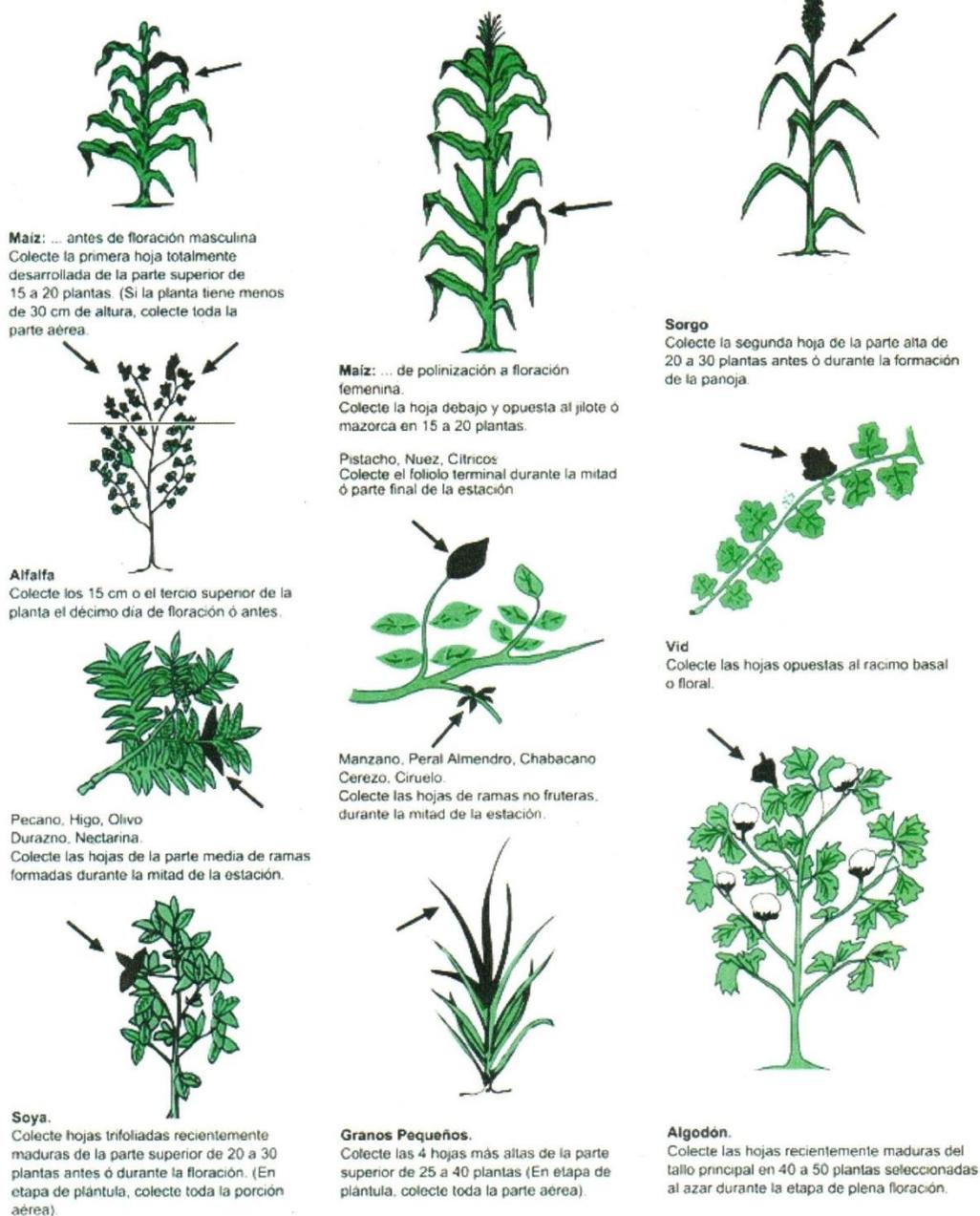


Figura 6. Localización adecuada de la toma de las muestras de hojas para análisis foliares en diversos cultivos de acuerdo al Laboratorio de la Cooperativa Agropecuaria en Gómez Palacio, Durango.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del ensayo de análisis foliar

En el cuadro 3 se muestra el concentrado de los resultados obtenidos para los cuatro minerales en el ensayo en el análisis foliar de maíz forrajero de verano. 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, K, y Ca, observando valores muy similares entre los tratamientos por lo que no existió efecto de la aplicación del Acadian Suelo+Stimplex, sobre la cantidad de nutrientes minerales en las hojas del maíz forrajero, siendo las medias de los tratamientos iguales, tal y como se puede observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del ensayo del análisis foliar del forraje de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Elemento	Lote	Media (\bar{x})	EE	Sig.	Desv. st	Rangos		Rango óptimo
						Min	Max	
N, %	Tratado	3.38 \pm 0.87		ns	0.13	3.24	3.5	2.7-4.0
	Testigo	3.31 \pm 0.08				0.14	3.19	
P, %	Tratado	0.387 \pm 0.006		ns	0.011	0.38	0.4	0.25-0.50
	Testigo	0.406 \pm 0.008				0.015	0.39	
K, %	Tratado	2.80 \pm 0.09		ns	0.16	0.32	2.65	1.70-3.0
	Testigo	2.57 \pm 0.17				0.297	0.57	
Ca, %	Tratado	0.67 \pm 0.030		ns	0.05	0.63	0.64	0.30-0.70
	Testigo	0.69 \pm 0.027				0.04	0.73	

(\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 en este trabajo de observación, los valores de referencia muestran que los cuatro elementos anteriores, se reportaron

dentro de los rangos óptimos, es decir dentro de los parámetros considerados como normales.

4.1.1 Porcentaje de nitrógeno (N₂) en el ensayo

Los resultados obtenidos en el ensayo para este mineral se muestran en el cuadro 4, en el cual se puede observar que no existieron diferencias significativas de acuerdo al ANOVA a una probabilidad ($P > 0.05$). Al analizar los datos por repetición, respecto a nitrógeno (N₂) se puede mencionar que en dos de las repeticiones del T₁ mostró valores normales con 3.24 y 3.41%, sin embargo en la repetición tres reportó 3.50% situándose en el límite inferior de la categoría normal alto. Por otro lado, en las repeticiones del T₂ (Lote testigo) se observaron valores normales entre 3.27, 3.19 y 3.49% situados en el rango de la categoría normal.

Cuadro 4. Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento nitrógeno en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Variable, N, % MS No. de muestra	Fecha de muestreo	T ₁ %	T ₂ %
1	09-sep-16	3.24	3.27
2	09-sep-16	3.41	3.47
3	09-sep-16	3.5	3.19
\bar{X}		3.38	3.31
EE		0.07	0.08
Desvest		0.13	0.14
Rangos (Min y Max)		3.24-3.5	3.19-3.47
DMS (0.05)		ns	ns

(X)= Media de los tratamientos, (EE)= Error estándar, (DesvSt) Desviación estándar, (Min)= Mínimo, (Max)= Máximo. Medias con diferente letra dentro de las columnas son diferentes estadísticamente (DMS_{0.05}). ns =no significativa.

Los resultados obtenidos para este nutriente (N₂) para las tres repeticiones, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias

significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 3.38 ± 0.07 por ciento de N, es decir, de muy ligeramente calidad mayor, mientras que en el lote testigo obtuvo el $3.31 \pm 0.08\%$ de N es decir, se considera de una calidad ligeramente menor en 0.07, teniendo una desvest de 0.13 y 0.14 tal y como se muestra en el cuadro 4.

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.

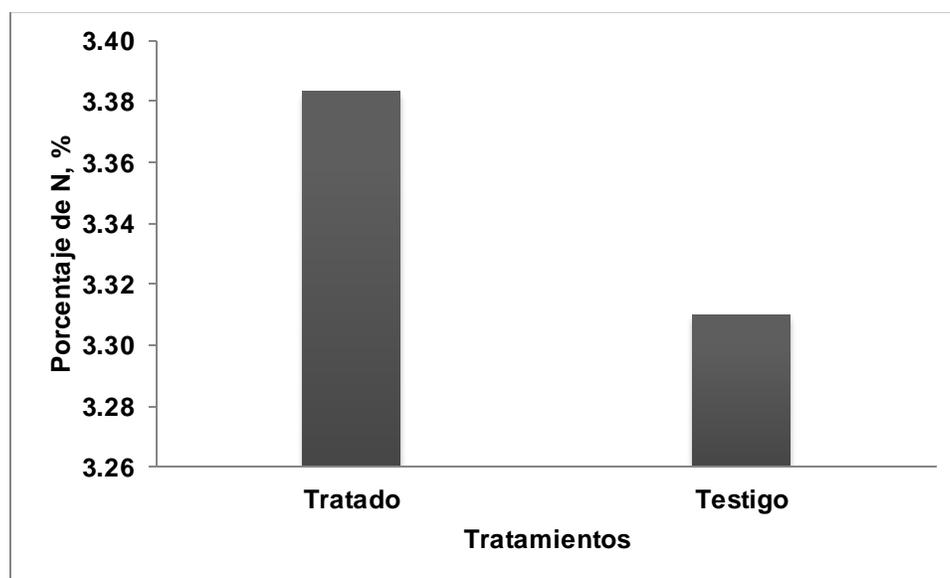


Figura 7. Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (N,%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

4.1.2 Porcentaje de fósforo (P) en el ensayo

Los resultados obtenidos en el ensayo para este nutriente (P) para las tres repeticiones, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad promedio obtenida para el

lote tratado fue de 0.39 ± 0.006 por ciento de P, es decir, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 0.41 ± 0.008 por ciento de P, es decir, se considera de una calidad ligeramente mayor en 0.02, la desviación estándar reportada fue de 0.011 y 0.015 para el lote tratado y testigo respectivamente, tal y como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento fósforo en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Variable, P, % No. de muestra	Fecha de muestreo	T ₁ %	T ₂ %
1	09-sep-16	0.38	0.42
2	09-sep-16	0.38	0.41
3	09-sep-16	0.40	0.39
\bar{X}		0.39	0.41
EE		0.006	0.008
Desvest		0.011	0.015
Rangos (Min y Max)		0.38-0.4	0.39-0.42
DMS (0.05)		ns	Ns

(X)= Media de los tratamientos, (EE)= Error estándar, (DesvSt) Desviación estándar, (Min)= Mínimo, (Max)= Máximo. Medias con diferente letra dentro de las columnas son diferentes estadísticamente (DMS_{0.05}). ns =no significativa.

El elemento fósforo (P), se comportó de manera muy similar que el N₂, en el lote tratado, ya que en dos de las repeticiones reportaron valores de 0.38, 0.38 de categoría buena y la tercera de 0.40%, situada en la categoría de normal alto. En el lote testigo se reportó valores ligeramente superiores con 0.42, 0.41 y 0.30% todos dentro de la categoría de normal. Lo anterior indica, que en el lote tratado con fertilizante orgánico existió una mayor utilización del P, por parte del maíz, es decir, que el fertilizante orgánico favorece la condiciones para que la planta de maíz utilice y aproveche en mayor medida la disponibilidad de P, en comparación con el lote tratado, por lo que en campo se observó un mayor desarrollo,

consistente con los reportado por Kahn et al., (2009), en donde demostraron que la aplicación de *Ascophyllum nodosum* contienen bioestimulantes y compuestos que favorecen y estimulan el crecimiento de las plantas.

Lo anterior, es documentado y confirmado por Metting et la., (1990) y Jeannin et al., (1991) que el *Ascophyllum nodosum* promueve el desarrollo y crecimiento cuando son aplicados en estados iniciales de desarrollo en maíz y produjo hojas con un contenido más alto de clorofila, lo que resulta en un reducción de la degradación de la clorofila (Rayorath et al., 2008). Aunque pueden contener diferentes niveles de minerales, bioestimulantes son incapaces de proporcionar todos los nutrientes necesarios para la planta en cantidades requeridas (Schmidt et al, 2003); sin embargo, su principal beneficio es mejorar la absorción de minerales de las plantas por las raíces (Vernieri et al., 2005) y en las hojas (Mancuso at al., 2006).

En la figura 8, se muestran las medias de los tratamientos del ensayo para el elemento fósforo, donde se puede observar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que no existió respuesta de este mineral (P) en las hojas de maíz forrajero a la aplicación del fertilizante orgánico líquido.

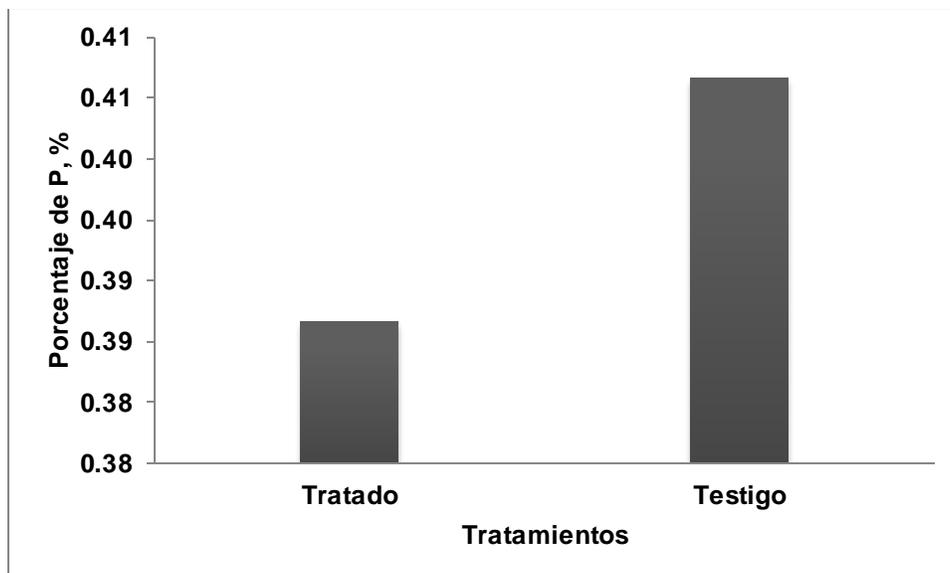


Figura 8. Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (P,%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

4.1.3 Porcentaje de potasio (K) en el ensayo

Los resultados obtenidos en el ensayo para este nutriente (K) para las tres repeticiones, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad promedio obtenida para el lote tratado fue de 2.81 ± 0.09 por ciento de K, es decir, de muy ligeramente calidad mayor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 2.58 ± 0.17 por ciento de K, es decir, se considera de una calidad ligeramente menor en 0.32, la desviación estándar reportada fue de 0.16 y 0.29 para el lote tratado y testigo respectivamente, tal y como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento potasio en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Variable, K, % No. de muestra	Fecha de muestreo	T ₁ %	T ₂ %
1	09-sep-16	2.97	2.34
2	09-sep-16	2.8	2.91
3	09-sep-16	2.65	2.48
\bar{X}		2.81	2.58
EE		0.09	0.17
Desvest		0.16	0.29
Rangos (Min y Max)		2.65-2.67	2.34-2.91
DMS (0.05)		ns	ns

En el potasio, fue el elemento donde se mostraron las mayores tendencias y diferencias numéricas en el ensayo, ya que en el lote tratado se observó que dos de las repeticiones reportaron valores de categoría de normal alto con 2.97 y 2.80% y la tercera 2.65% en el límite de las categorías antes mencionadas. Sin embargo, en el lote testigo, dos de las repeticiones mostraron valores de 2.34 y 2.48 % dentro de la categoría normal y la otra de 2.91% en la categoría de normal alto.

En la figura 9, se muestran las medias de los tratamientos del ensayo para el elemento potasio, donde se puede observar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que no existió respuesta de este mineral (K) en las hojas de maíz forrajero a la aplicación del fertilizante orgánico líquido.

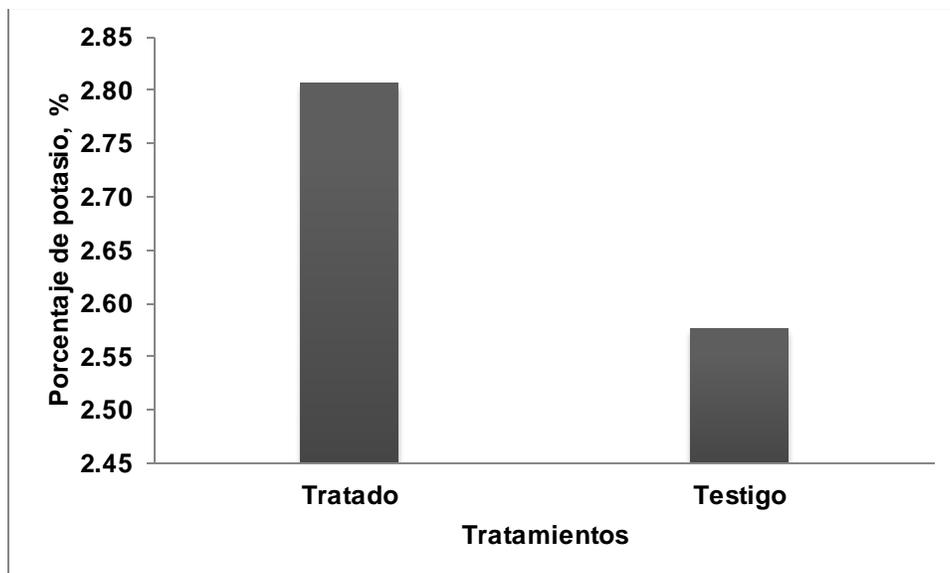


Figura 9. Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (K,%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

4.1.4 Porcentaje de calcio (Ca) en el ensayo

Los resultados obtenidos en el ensayo para este nutriente (Ca) para las tres repeticiones, se muestran en el cuadro 7, de lo anterior, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad promedio obtenida para el lote tratado fue de 0.67 ± 0.03 por ciento de Ca, es decir, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 0.69 ± 0.02 por ciento de Ca, es decir, se considera de una calidad ligeramente mayor en 2.32, la desviación estándar reportada fue de 0.05 y 0.04 para el lote tratado y testigo respectivamente, tal y como se muestra en el cuadro 7.

El cuarto elemento el Calcio, mostró valores en el lote tratado de entre 0.63, 0.65 y 0.73% en sus tres repeticiones y lo coloca en el rango de normal a alto en las categorías. Sin embargo, en el lote testigo se observó que dos de las

repeticiones se localizaron en el rango de categoría de exceso con 0.71, 0.73 %, mientras que en la otra repetición se reportó 0.64% dentro del rango normal alto.

Cuadro 7. Resultados del ensayo del análisis foliar para el elemento calcio en el maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

Variable, Ca., % No. de muestra	Fecha de muestreo	T ₁ %	T ₂ %
1	09-sep-16	0.63	0.71
2	09-sep-16	0.65	0.73
3	09-sep-16	0.73	0.64
\bar{X}		0.67	0.69
EE		0.03	0.02
Desvest		0.05	0.04
Rangos (Min y Max)		0.63-0.73	0.64-0.73
DMS _(0.05)		ns	ns

En la figura 10, se muestran las medias de los tratamientos del ensayo para el elemento calcio, donde se puede observar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que no existió respuesta de este mineral (Ca) en las hojas de maíz forrajero a la aplicación del fertilizante orgánico líquido.

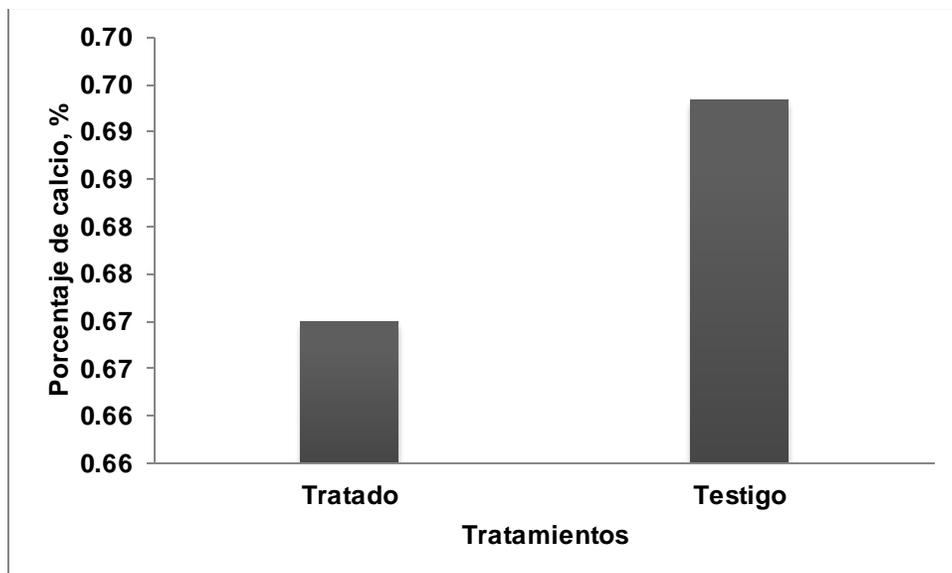


Figura 10. Resultados del ensayo del análisis foliar del elemento (Ca,%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

5 CONCLUSIÓN

Después de llevar a cabo el análisis de la información obtenida de los resultados del ensayo de este trabajo de observación y una vez comparado los análisis estadísticos correspondientes se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a las condiciones en que se desarrollo el ensayo se puede concluir que no fue factible el incremento del porcentaje de los cuatro minerales en los ensayos del análisis foliar que con la aplicación de Acadian Suelo y Stimplex para obtener mayor contenido en las hojas en maíz forrajero de verano-otoño.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agridea. 2007. Maïsculture 4.5.72.bio. Fiche technique. Pp 7 available on http://www.bioactualites.ch/fileadmin/documents/bafr/production-vegetale/grandes-cultures/4.5.11-73_Mais.pdf access on 15th August, 2015.
- Blunden G, Gordon S.M. 1986. Betaines and their sulphono analogues in marine algae. In: Round FE, Chapman DJ (eds) Progress in phycological research, vol 4. Biopress Ltd, Bristol, pp 39–80
- Caldera Orozco A y Joel Muñoz Herrera. 2016. La producción de leche en la Comarca Lagunera. Agronegocios. Redacción del Economista. 11 de octubre de 2017. En línea: <https://www.economista.com.mx/opinion/La-produccion-de-leche-en-la-Comarca-Lagunera-l-20171011-0106.html>
- Cantú-Brito Jesús Enrique y Alejandro Moreno-Reséndez. 2017. Comportamiento de maíz forrajero aplicando abonos de origen marino como alternativa a la fertilización sintética. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.8 Núm. 7 27 de septiembre - 11 de noviembre, 2017 p. 1633-1639
- Cooperativa Agropecuaria, 2016. Laboratorio de análisis físico, químico y microbiológico de suelos, agua y plantas. Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera. S .C. L. Gómez Palacio, Durango. CP 35070.
- El Siglo de Torreón. 2018. Historia de la Comarca lagunera. Cia. Editora de la Laguna. Av. Matamoros 1056 Pte. Col. Centro, Torreón Coah. México, C.P. 27000. En línea: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/lacomarca/p70>
- Elamin A. E. and M. A. Elagib. 2001. Comparative study of organic and inorganic fertilizers on forage corn (*Zea Mays L.*) grown on two soil types. Qatar Univ. Sci. J. (2001), 21: 47-51
- Fertilab. 2015. Laboratorio de análisis agrícolas de suelo y planta. Cd. Industrial, Celaya Guanajuato, CP 38010
- Figueroa-Viramontes Uriel, Jorge A. Delgado, Juan I. Sánchez-Duarte, Esmeralda Ochoa-Martínez, Gregorio Núñez-Hernández. 2016. A nitrogen index for improving nutrient management within commercial Mexican dairy

- operations. *International Soil and Water Conservation Research* 4 (2016) 1–5.
- FIRA (FIDEIDOMISOS INSTITUCIONALES EN RELACIÓN CON LA AGRICULTURA). 2017. Red de valor: Leche de bovino en Coahuila. FIRA Residencia Coahuila. En línea: <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=23>
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodriguez, J. A., Orona-Castillo, I., García-Hernandez, J. L., Salazar-Sosa, E., Preciado-Rangel, P., Orozco-Vidal, J.A., y Segura-Castruita, M. A. 2009. Uso de estiércol bovino en la Comarca Lagunera In: Ignacio Orona Castillo (Ed.), *Agricultura Orgánica* (2nd ed.). México: Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo and COCyTED.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for policymakers. In: Parry M.L, Canziani OF, Palutikot J.P, van der Linden P.J, Hanson C.E (eds) *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Jeannin I, Lescure J.C, Morot-Gaudry J.F 1991. The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot Mar* 34:469–473
- Khan Wajahatullah., Usha P. Rayirath., Sowmyalakshmi Subramanian., Mundaya N. Jithesh., Prasanth Rayorath., D. Mark Hodges., Alan T. Critchley., James S. Craigie., Jeff Norrie., and Balakrishan Prithiviraj. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development *J Plant Growth Regul* (2009) 28:386–399
- Kolawole G. O. 2014. Effect of time of Poultry manure application on the performance of Maize in Ogbomoso, Oyo State, Nigeria. *Journal of Applied Agricultural Research* 6: 253-258.
- Laboratorios A L. 2011. Análisis Foliare, Laboratorios A-L de México, S.A de C.V.
- Mahmood Faisal, Imran Khan, Umair Ashraf, Tanvir Shahzad, Sabir Hussain, Muhammad Shahid6, Muhammad Abid, Sami Ullah. 2017. Effects of

- organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2017, 17 (1), 22-32
- Maman N, and Mason S. 2013. Poultry manure and inorganic fertilizer to improve pearl millet yield in Niger. *African Journal of Plant Science* 7: 162-169. DOI: 10.5897/AJPS12.010.
- Mancuso S, Azzarello E, Mugnai S, and Briand X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve ion fluxes and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Horti Sci* 20:156–161
- Martínez Pamatz R., y Ana R. Soriano F. 2014. Muestreo para el análisis foliar. INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacifico Centro. Campo Experimental Tecomán. Desplegable No. 10. Nov.
- Metting B, Zimmerman W.J, Crouch I. J, van Staden J. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. In: Akatsuka I (ed) *Introduction to applied phycology*. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands, pp 269–627
- Namazi E, Lack S, Nejad E.F 2015. Effect of vermicompost and chemical nitrogen fertilizer application on the various functioning of maize seeds. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3: 261-268. doi: [http://dx.doi.org/10.18006/2015.3\(3\).261.268](http://dx.doi.org/10.18006/2015.3(3).261.268).
- Rayorath P, Narayanan J. M, Farid A, Khan W, Palanisamy R, Hankins S, Critchley A.T, and Prithiviraj B. 2008. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *J Appl Phycol* 20:423–429
- Rodhe L, and Karlsson S. 2002. Ammonia Emissions from broiler Manure- influence of storage and spreading Method. *Biosystems Engineering* 82:445-462.
- SAGARPA. 2016. La Comarca Lagunera, primer lugar en producción de leche, carne de ave y forrajes: SAGARPA. Boletín de la Delegación de la Región Lagunera (Coahuila y Durango). En línea:

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/regionlagunera/boletines/Paginas/2016B071.aspx>

- Schmidt R. E, Ervin E. and H, Zhang X. 2003. Questions and answers about biostimulants. *Golf Course Manage* 71:91–94
- 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>.
- Soro Dogniméton, Koutoua Ayolié, Ferdinand Gohi Bi Zro, Ferdinand Yao Yéboua, Hippolitte Konan-Kan Kouadio, Sidiky Bakayoko, Pascal Téhua Angui and Justin Yatty Kouadio. 2015. Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays* L.) production in a ferrallitic soil of centre – Eest Côte D'ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, December - 2015; Volume – 3(6)
- Ugarte RA, Sharp G, Moore B. 2006. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. *J Appl Phycol* 18:351–359
- Usman M., V.U. Madu, and G. Alkali. 2015. The Combined Use of Organic and Inorganic Fertilizers for Improving Maize Crop Productivity in Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 5, Issue 10, October 2015 1 ISSN 2250-3153
- Vernieri P, Borghesi E, Ferrante A, Magnani G. 2005. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *J Food Agric Environ* 3:86–88
- Yéo Y.A . 2011. Analyse de la compétitivité du maïs locale en Cote d'Ivoire, Elève ingénieur Agroéconomiste de la 41e promotion ENSA Boubacar Diallo, MSU. Pp.10.