

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“Evaluación del efecto de Acadian Suelo y Stimplex sobre rendimiento de maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera”**

**POR**

**BRENDA GUADALUPE PRECIADO CORTÉS**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MEXICO**

**JUNIO DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Evaluación del efecto de Acadian Suelo y Stimplex sobre rendimiento de  
maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera”

POR

BRENDA GUADALUPE PRECIADO CORTÉS

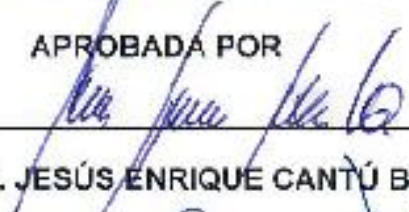
TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_

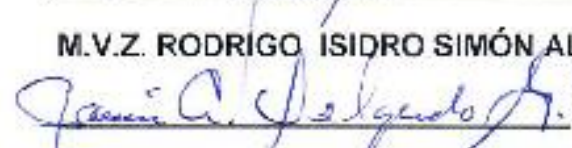
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_

DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
  
Coordinación Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Evaluación del efecto de Acadian Suelo y Stimplex sobre rendimiento de  
maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera”

POR

BRENDA GUADALUPE PRECIADO CORTÉS

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
\_\_\_\_\_

DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO



  
\_\_\_\_\_

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

Coordinación de la División  
de Ciencias de la Salud y Ciencia Animal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Guadalupe Cortez Martínez, por su apoyo incondicional en todos los aspectos y por impulsarme a seguir adelante.

A mis hermanas y hermano, Laura, Norma y Antonio, 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 mi madre, Guadalupe, por brindar todo el cariño, apoyo y confianza, por su ejemplo de fortaleza, dedicación, esfuerzo y perseverancia. Por enseñarme a seguir mis metas aun así se sea complicado el camino. Gracias por tus enseñanzas y cuidados. Te amo madre.

A mis hermanas y hermano, Laura, Antonio y Norma, 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 mi tía, Ana, por su confianza, y apoyo, que siempre me ha brindado.

A mis sobrinos y familia, por apoyarme y estar unidos, darle alegría a mi vida, y siempre creer en mí.

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

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

## RESUMEN

La utilización de fertilizantes alternativos va en auge en los sistemas intensivos de producción de forrajes y en la Comarca Lagunera algunos productores progresistas han empezado a evaluar el efecto de la fertilización orgánica líquida de origen marino a base de extracto de algas (*Ascophyllum nodosum*) en maíz forrajero. Esta investigación se realizó en un lote de terreno (20 ha) localizado en el predio del Grupo Tricio Haro (GTH), de abril a agosto de 2015, el objetivo fue evaluar la fertilización con Acadian suelo y Stimplex (As+S) en comparación de la química en maíz forrajero de primavera sobre la altura (cm) y rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS) t ha<sup>-1</sup>. Se empleó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= Acadian suelo + Stimplex y T<sub>2</sub>= Fertilización del productor) con 16 repeticiones. La siembra se realizó en seco, más riego a los a los 4 días, se aplicaron 4 riegos de auxilio en total, distribuidos cada 28-30 días para obtener una lámina total de 80 cm. La cosecha fue a los 90 días después de la siembra.

Los resultados muestran que con la aplicación de (As+S) se obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos a las variables altura de la planta y producción de forraje tanto en verde como en seco. El lote tratado obtuvo un rendimiento de T<sub>1</sub>= 59,402 ± 1936.3 t ha<sup>-1</sup> mientras que en el lote testigo fue de T<sub>2</sub>=54,466 ± 951.80, es decir, una diferencia de 4,935.91 kg de forraje verde. En MS el lote tratado obtuvo un rendimiento de T<sub>1</sub>= 20,098 ± 655.16 t ha<sup>-1</sup> mientras que en el lote testigo fue de T<sub>2</sub>=18,428.40 ± 322.05, es decir, una diferencia de 1,670.04 kg de forraje seco. El rendimiento del forraje cosechado en general fue mayor con la aplicación (As+S) ya que existió un efecto que favoreció el aumento de la producción del maíz forrajero.

**Palabras clave;** Maíz forrajero, primavera, rendimiento y altura de planta

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Importancia del maíz forrajero</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Fertilización orgánica en maíz forrajero</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 Fertilizantes orgánicos de origen marino</b> .....	<b>18</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Ubicación</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2 Materiales</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3 Duración del estudio</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4 Métodos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4.1 Croquis del terreno</b> .....	<b>25</b>
<b>3.4.2 Tratamientos</b> .....	<b>25</b>
<b>3.4.3 Variables evaluadas</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5 Diseño experimental</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6 Aplicación del producto en campo</b> .....	<b>27</b>
<b>3.7 Altura de las plantas (AP)</b> .....	<b>27</b>
<b>3.8 Rendimiento del cultivo (RC)</b> . .....	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1 Altura de la planta (AP)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2 Rendimiento del cultivo (RC)</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2.1 Rendimiento de materia verde (MV)</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2.2 Rendimiento de materia seca (MS)</b> .....	<b>36</b>

<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>41</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>42</b>
<b>A P E N D I C E.....</b>	<b>47</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Supervivencia de planta, altura y área foliar de plantas de maíz variedad San Lorenzo por efecto de aplicación de estiércol durante seis años (Salazar-Sosa et al., 2010).....	15
Cuadro 2 Altura de plantas de maíz forrajero ( <i>Zea mays</i> L.) asociada a diferentes dosis de hidrogel como retenedor de humedad del suelo, en cuatro fechas después de la siembra. Bermejillo, Dgo. 2012.....	15
Cuadro 3. Resultados de investigación durante seis años de experimento de tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de maíz forrajero ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) con un promedio de lluvia de 678 mm/año desde 1994-1999 (Basso y Ritchie, 2005). .....	17
Cuadro 4. Rendimientos de forraje verde y seco de maíz por efecto de aplicación continúa durante seis años de estiércol bovino (Salazar-Sosa et al., 2010). .....	18
Cuadro 5. Calendario de la aplicación de los tratamientos en el lote tratado en maíz de primavera en la Comarca Lagunera en el año 2015.....	25
Cuadro 6. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 10, a los 89 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. ....	32
Cuadro 7. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz no tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial de los 10, a los 89 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. ....	34
Cuadro 8. Rendimiento de forraje verde (MV) y forraje seco (MS) en kilogramos por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex a los 90 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. ....	38
Cuadro 9. Rendimiento de forraje verde (MV) y forraje seco (MS) en kilogramos por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) del cultivo de maíz no tratado y el testigo comercial a los 90 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. ....	39
Cuadro 10. Características y ficha técnica del producto Acadian Stimplex.....	48
Cuadro 11. Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efecto sobre altura de las plantas (cm) en el cultivo de maíz de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos de diferentes combinaciones de urea y estiércol (Basso y Ritchie, 2005). .....	14
Figura 2. Ubicación de los lotes en la unidad de producción del Grupo Tricio Haro utilizados para realizar el experimento del cultivo de maíz forrajero de primavera en el año 2015 en la Comarca Lagunera. ....	21
Figura 3. Etiqueta del híbrido y tipo de variedad de maíz forrajero utilizada en el experimento.....	24
Figura 4. Preparación del terreno para la realización de la siembra. ....	24
Figura 5. Aplicación del riego a través del sistema de riego de válvulas alfalferas en el maíz forrajero. ....	24
Figura 6 Mezcla del producto Acadian con la semilla antes de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.....	24
Figura 7. Dosificación del producto Acadian Suelo al momento del riego, a razón de una dosis de 1.0 lt ha <sup>-1</sup> . ....	29
Figura 8. Metodología empleada al momento de la aplicación del producto Acadian Suelo al momento del riego.....	29
Figura 9. Medición de la altura de las plantas de maíz forrajero para obtener la altura (cm), antes de la cosecha. ....	29
Figura 10. Pesado de las plantas de maíz forrajero para obtener la materia verde. ....	29
Figura 11. Corte de las planta a 5 cm del suelo del maíz forrajero para obtener la materia verde.....	30
Figura 12. Colecta del forraje picado en bolsas de papel listos para secar en laboratorio. ....	30
Figura 13. Estufa utilizada para el secado de las muestras en el laboratorio.....	30
Figura 14. Bascula digital utilizada para pesar el forraje seco y obtener el peso de la materia seca. ....	30
Figura 15. . Efecto sobre la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 22, 39, 60 y 89 días	

después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. .... 31

Figura 16. Evaluación del rendimiento de materia verde (MV) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 90 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. .... 35

Figura 17. Efecto sobre el rendimiento de materia seca (MS) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 90 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015. .... 37

## 1. INTRODUCCIÓN

Dadas las características climáticas de la Comarca Lagunera como son la baja precipitación y 305 días de sol, permite la implementación del establecimiento de un sistema intensivo de la producción de forrajes tanto de gramíneas como de leguminosas. Lo que le permite a los productores de leche disponer altos rendimientos de forraje de excelente calidad a lo largo de todo el año, con el objetivo final de alimentar la creciente demanda de forraje de las vacas lecheras altas productoras (Nuñez-Hernandez *et al.*, 2009).

Dentro de la problemática que los productores de leche enfrentan cada día, representativo por un lado, la escasez y disponibilidad de agua de riego para los cultivos durante todo el año y por otro lado, el empobrecimiento y contaminación de los suelos por el fuerte impacto que han tenido durante muchos años la aplicación de fertilizantes químicos, los cuales han demostrado por un lado, incrementar el rendimiento y calidad de los cultivos pero por otro, provoca impactos negativos al ambiente (Iqbal *et al.*, 2014; Sagardoy, 1993; Mohsin, *et al.*, 2012).

A nivel mundial existe el interés de desarrollar fuentes alternativas de fertilizantes, dentro de los cuales se encuentran los fertilizantes orgánicos, los cuales pueden ser de muy variadas fuentes y calidades, siendo uno de los más comunes el estiércol proveniente de los bovinos, pollinaza y gallinaza aplicados (Hassan Mohamend EL-Murtada, 2010; Iqbal *et al.*, 2015).

A través del tiempo, regiones como la Comarca Lagunera han sido consideradas como una de las cuencas lecheras de importancia en la producción de leche en México, dicha producción se basa principalmente por la explotación

intensiva de forrajes de alta calidad y rendimiento como la alfalfa y los maíces y sorgos forrajeros tanto de primavera como verano, y de la avena, trigo forrajero y triticales durante el invierno, a partir de los cuales los nutriólogos asesores de los productores lecheros obtienen la materia prima para la elaboración de las raciones alimenticias balanceadas (Reta-Sánchez *et al.*, 2009; Nuñez-Hernandez *et al.*, 2009).

La superficie sembrada de maíz forrajero para el estado de Durango en el 2013 fue de 25,611 ha con un rendimiento promedio de 45.77 (ton/ha) y una valor de la producción de 1,535 millones de pesos, en la Comarca Lagunera de Coahuila se establecieron 15,368 ha con un rendimiento promedio de 46.86 (Ton/ha) y un valor de la producción de 603 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2014).

El maíz forrajero como tal, debido a la altura de las matas y al alto grado de follaje, así como la producción de mazorcas, lo hace atractivo para los productores lo representa su gran potencial de rendimiento tanto en materia verde como en ensilaje y por su aporte de energía, sin embargo, su aporte en proteína y minerales son bajos (Núñez-Hernández *et al.*, 2006).

Hoy en día, muchos de los productores de leche están adoptando cada vez el uso de fertilizantes más amigables con el ambiente y por lo tanto de menor impacto negativo al ambiente, por lo que se hace necesario evaluar el efecto de (As+S) sobre la altura y rendimiento en el maíz forrajero establecidos en primavera en la Comarca Lagunera.

### **1.1 Objetivo**

Evaluar el efecto de la fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre la altura de las plantas (cm), así como el rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS) t ha<sup>-1</sup> de maíz forrajero (*Zea mays* L.) de primavera a diferencia de la fertilización comercial del productor en la Comarca Lagunera.

### **1.2 Hipótesis**

La respuesta fisiológica de la altura y rendimiento tanto en verde como en seco del maíz forrajero es afectada por el tipo de fertilización, aumentando con la fertilización Acadian suelo y Stimplex en comparación con la fertilización química.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del maíz forrajero

La Comarca Lagunera, la cual se localiza en las regiones áridas, semiáridas y templadas de México, la comarca lagunera sigue siendo una de las principales cuencas lecheras del país con una cantidad de animales en la región de 439,260 bovinos en producción de leche, teniendo una ganancia anual de 7,435,896 pesos. Teniendo que la mayoría de los hatos son sistemas especializados de producción, que aportan el 51 % de la producción nacional de leche (SIAP-SAGARPA, 2014).

Los forrajes son la fuente más palatable como fuente de alimentos y muy apreciada por los bovinos lecheros dentro de la alimentación animal. El maíz forrajero es considerado como un cultivo de altos rendimientos de forraje verde, lo que ocasiona que muchas de las veces presente problemas de desnutrición. La nutrición de las plantas es uno de los factores más importantes y vitales que determina el rendimiento de forraje y juega un papel importante para garantizar un considerablemente alto rendimiento de forraje para rumiantes (Iqbal *et al.*, 2015).

Para ellos es necesario evaluar y adoptar nuevas tecnologías, donde el principal indicador para su adopción sea la productividad del forrajes, expresas en kilogramos de materia seca por unidad de superficie (Marozzi *et al.*, 2005). Los requerimientos nutritivos del maíz forrajero, si no cubren la producción, esta disminuira en relación a la deficiencia que presente. Esta gramínea requiere para su desarrollo cantidades considerables de nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y en menores cantidades otros micronutrientes (Jurado *et al.*, 2014).

El nitrógeno y fósforo son los nutrientes más importantes de la planta que afectan el rendimiento de los forrajes, así como atributos de calidad de forraje verde. Con cada año que pasa se están incrementando los precios de fertilizantes inorgánicos, los pequeños agricultores en países en vías de desarrollo como Pakistán y la India y nuestro país, muy apenas pueden suministrar nutrientes básicos que las plantas requieren y particularmente nitrógeno y fósforo a través de fertilizantes inorgánicos lo que significa que la producción de forraje sufra un grave revés por la disminución en sus rendimientos. Una combinación óptima de fertilizantes orgánicos, como inorgánicos tienen el potencial para aumentar el rendimiento de forraje de maíz junto con los parámetros de calidad sobre todo el contenido de proteína. El manejo de la nutrición de la planta combinando estiércol de bovinos y gallinaza con fertilizantes inorgánicos no sólo asegura una mayor producción de forraje sino también se ha observado que mejora la calidad nutritiva del forraje. Sin embargo, se hace rigurosamente necesario hacer investigaciones y evaluaciones precisas y profundas para encontrar las combinaciones más adecuadas de fertilizantes inorgánicos y de fuentes orgánicas para asegurar la sostenibilidad de la producción de los forrajes y para aumentar la productividad de bovinos de leche junto con el aumento de los ingresos de los productores, al mismo tiempo de ir mejorando paulatinamente la calidad y mejoramiento de los suelos (Iqbal *et al.*, 2015).

## **2.2 Fertilización orgánica en maíz forrajero**



Los sistemas de producción de leche tienen una baja eficiencia en el uso de nitrógeno y fósforo. Debido a lo anterior, Figueroa-Viramontes *et al.* (2009b), estimaron una producción de estiércol fresco total en la Comarca Lagunera de  $7.5 \times 10^6$ , conteniendo un 12.3 % de materia seca, lo que da una producción de estiércol seco de 925,000 ton anuales. En total el N<sub>2</sub> recién excretado es de 46,200 ton/año y 7,600 ton/año de fósforo. De lo anterior, si se considera una dosis de aplicación para nitrógeno de 200 kg/ha, con una mineralización de 45 %, el N<sub>2</sub> aportado por el estiércol podría aplicarse en un 47 % de la superficie sembrada con forrajes en la región.

Sin embargo, se puede mencionar que prácticas de mal manejo como una falta de análisis del estiércol para conocer su cantidad de nutrientes disponibles, desconocimiento de los requerimientos de N y P de los cultivos forrajeros y una escasa estimación de dosis de estiércol en función del N y P disponible al cultivo hacen un uso insostenible del estiércol en la Comarca Lagunera.

Un estudio en el cual se comparan, fertilizantes químicos y orgánicos han reportado que las diferencias no son significativas; sin embargo, los costos de los fertilizantes y su aplicación pueden representar del 20 al 40% del costo de producción de cultivos forrajeros. Es importante contar con información que permita conocer con anticipación los volúmenes de estiércol que se producen, así como la aportación de N, P y K por cada ton que se incorpora al suelo, esta información permitirá realizar planes de manejo de nutrientes que consideren las aportaciones en el estiércol, con lo cual se pueden reducir compras de fertilizantes y bajar costos de producción (Figueroa-Viramontes *et al.*, 2009b; González *et al.*, 2009)

Generalmente, las unidades de producción lechera funcionan como un sistema de producción de forraje-leche, por lo que es importante planificar el manejo de la fertilidad del suelo y la nutrición vegetal, ya que el estiércol representa un fertilizante y abono orgánico (Figuroa-Viramontes *et al.*, 2009a). De acuerdo al inventario de bovino de leche en México, la producción estimada de estiércol es de 3.8 millones de ton/año, el cual contiene en promedio 162,000 ton de N, 34,000 ton de P y 104,000 ton de K, respectivamente (Cueto-Wong *et al.*, 2005).

En la región lagunera se produce anualmente  $7.5 \times 10^6$  de estiércol fresco Figuroa-Viramontes *et al.* (2009b), esto representa una oportunidad para el aprovechamiento de este recurso en la utilización eficiente en la agricultura. Además, se ha demostrado que es posible aportar todo el requerimiento de nitrógeno de cultivos con la aplicación de estiércol, obteniendo rendimientos similares o mayores que con el uso de fertilizantes.

Varios investigadores en la Región Lagunera han estudiado en diferentes cultivos forrajeros el efecto de la fertilización orgánica y en particular del estiércol de bovino, Salazar-Sosa *et al.* (2009) obtuvieron una producción de  $43 \text{ ton/ha}^{-1}$  de forraje verde de triticale variedad an150 aplicando  $40 \text{ ton/ha}^{-1}$  de estiércol, mientras tanto la variedad Eronga con la misma cantidad de estiércol aplicado obtuvo  $48 \text{ ton/ha}^{-1}$  de forraje verde. Figuroa-Viramontes *et al.* (2009a) menciona que al aplicar  $40 \text{ ton/ha}^{-1}$  de estiércol en el cultivo de maíz aporta el 50% de nitrógeno del cultivo requiere más 100-00-00 de N-P-K aplicado en los 3 primeros riegos de auxilio (50, 35 y 15% respectivamente), incrementando un 10.8 % en el rendimiento de forraje verde y un 14 % en forraje seco. Ferguson *et al.* (2005), obtuvo datos por el

rendimiento promedio de 10 años con maíz para ensilaje, obteniendo de materia seca (MS) de 17.3 ton/ha al utilizar estiércol sin fertilizante, comparado con 16 ton/ha con el uso de fertilizantes; con sorgo forrajero, por su parte Márquez *et al.* (2006), indican rendimientos de 22.1 ton/ha MS con el uso de estiércol, y de 20.2 ton/ha al utilizar fertilizante. En un cultivo de avena, Báez *et al.* (2009), aplicaron 60 ton/ha<sup>-1</sup> de estiércol teniendo una producción de 22.3 ton/ha<sup>-1</sup>, de forraje verde y 11.4 de materia seca.

De acuerdo con Achieng *et al.* (2010), uno de los parámetros que indican respuesta fisiológica a la fertilización es la altura de la planta. Generalmente la altura de las plantas es considerado un parámetro de crecimiento de la planta y el rendimiento del forraje está directamente relacionado con la altura de la planta y ha sido de primaria importancia en estudios en forraje verde, sin embargo, el rendimiento es afectado por muchos otros factores entre los que se tiene la fertilidad del suelo y el aporte de nitrógeno, entre muchos otros.

Por otra parte, se ha reportado que el comportamiento productivo del maíz forrajero depende de varios factores que incluyen las condiciones ambientales, ciclo de cultivo, variedad de la especie forrajera y tipo de fertilización, que puede ser tradicional (química) u orgánica (Müller *et al.*, 2006). Así otra ventaja adicional de la producción de FVH es el aprovechamiento de desechos orgánicos tales como estiércol producidos en gran cantidad en los sistemas ganaderos, los cuales llegan a representar un problema ambiental. Éstos pueden ser procesados para obtener composta y posteriormente el té de composta. El té de composta es un extracto líquido obtenido a partir de la fermentación aeróbica de composta en agua, y ha sido

usado en ferti-riego debido a su contenido de microorganismos, nutrientes solubles y compuestos benéficos para las especies vegetales (Ochoa-Martínez *et al.*, 2009).

En otro estudio realizado por Salazar-Sosa *et al.* (2010), concluyeron que la aplicación de estiércol afecta en forma inmediata las propiedades químicas del suelo y favorece posteriormente su fertilidad. Aunque es necesario vigilar el aumento en algunos iones que pueden resultar en algunas concentraciones tóxicas para los cultivos.

La incorporación del uso de fuentes orgánicas de nutrientes no sólo suministra nutrientes esenciales, sino que también produce algún tipo de interacción positiva con los fertilizantes químicos al aumentar su eficiencia y por lo tanto para mejorar la estructura el suelo (Elfstrand *et al.*, 2007). El uso integrado de fertilizantes químicos y fuentes de material orgánico puede ser un buen enfoque para la producción sostenible de cultivos. El uso integrado de fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos resulta beneficioso en el mejoramiento del rendimiento de los cultivos, el pH del suelo, haciendo más disponibles el carbono orgánico y N, P y K en los suelos franco arenosos (Mohsin *et al.*, 2012).

Antes de la llegada de los fertilizantes químicos, los agricultores utilizaban mayormente la materia orgánica como la única fuente para promover la salud y la productividad de la tierra. Más tarde, cuando la era de los fertilizantes químicos comenzó los agricultores abandonaron el uso de materia orgánica como fertilizantes debido a que los fertilizantes químicos eran un sustituto eficaz como una fuente de nutrientes y por ende de un incremento de los rendimientos de los cultivos. Sin

embargo, los fertilizantes inorgánicos aumentan el rendimiento del cultivo, pero por otra parte, su uso ha resultado en impactos negativos en el empobrecimiento de la estructura del suelo y causando contaminación en las aguas subterráneas (Sagardoy, 1993; Mohsin *et al.*, 2012)

Los resultados de Oad *et al.* (2004), muestran diferencias estadísticas significativas al 5%, encontrando que con la aplicación de 3000 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol la altura de las plantas fue de 150.82 cm, ancho de los tallos 4.08 cm, número de hojas por planta 6.22 y el mayor rendimiento con 41,823.03 kg ha<sup>-1</sup> seguido de la dosis con 4,500 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol.

La aplicación de estiércol de pollo (pollinaza) sola o en combinación con fertilizantes químicos pueden ser utilizados como una suplementación de nutrientes. El uso de fertilizantes orgánicos como inorgánicos juntos, tienen muchos efectos benéficos tanto para el suelo como para los cultivos. La fertilización química tiene potencial como una fuente muy alta de cantidades de nutrientes que son fácilmente disponibles para los cultivos, la mayoría de los cultivos dan una respuesta rápida a la fertilización química y resulta en una mayor producción y en maíz la respuesta es más rápida, pero sin embargo, la aplicación de fertilizantes químicos solos, también se les relaciona con un deterioro de la salud del suelo (Iqbal *et al.*, 2014).

La fertilización de los cultivos varía entre regiones y está directamente afectada por la fertilidad del suelo, variedad, fechas de siembra, densidades de población, prácticas culturales, sistema de riego y clima. Su valor debe ser mejorado considerablemente porque la competitividad en la agricultura aumenta con otros sectores (Colaizzi *et al.*, 2004).

Shah *et al.* (2013), estudiaron el efecto de varios tratamientos orgánicos vs inorgánicos sobre el rendimiento y morfología del maíz forrajero incluyendo; área foliar, índice de área foliar, peso de 1000 granos de maíz, porcentaje de proteína (%) y rendimiento del forraje, encontrando que el fertilizante orgánico tuvo el menor efecto sobre el contenido de proteína. El incremento de proteína en tratamientos con fertilización inorgánica quizá se debe a que el nitrógeno es una parte integral de los aminoácidos, los cuales se incrementan con el contenido de nitrógeno. Dentro de los resultados obtenidos por Shah *et al.* (2013), respecto a la respuesta fisiológica en lo que se refiere al área foliar ( $\text{cm}^2$ ), la mayor área foliar se obtuvo con el tratamiento NP (180:120) con  $3543 \text{ cm}^2$  y el menor dato lo obtuvo el lote testigo con  $2117 \text{ cm}^2$ , el tratamiento F2 con aplicación orgánica obtuvo un valor de  $2793 \text{ cm}^2$ , siendo estadísticamente significativo vs la fertilización inorgánica. En cuanto a los resultados obtenidos respecto al IAF (Índice de área foliar) el mayor IAF se obtuvo con el tratamiento NP (180:120) con  $2.42 \text{ cm}^2$  y el menor dato lo obtuvo el lote testigo con  $1.43 \text{ cm}^2$ , el tratamiento F2 con aplicación orgánica obtuvo un valor de  $1.81 \text{ cm}^2$ , siendo estadísticamente significativo vs la fertilización inorgánica. Los granos por mazorca también reportaron diferencias significativas, siendo el tratamiento NP (180:120) en más sobresaliente con 439, seguido del (150:100) con 418 y el más bajo con 302 encontrado en el lote testigo, el fertilizante orgánico fue el mostro 345 granos por mazorca. Por lo que en cuanto a rendimiento de grano se refiere que, encontraron que tanto las variedades como el tipo de fertilizante tuvieron influencia significativa, mientras que la interacción no fue significativa, el máximo valor obtenido fue de  $4,077 \text{ kg ha}^{-1}$  en tratamiento NP (180:120), seguido

del (150:100) con 4032 kg ha<sup>-1</sup> y el más bajo con 2270 encontrado en el lote testigo, el fertilizante orgánico mostro un rendimiento de grano de 2993 kg ha<sup>-1</sup>, siendo estadísticamente diferente. El fertilizante inorgánico ha probado ser más eficiente que el orgánico, debido a la más rápida disponibilidad, sin embargo, esto plantea la justificación de realizar estudios de fertilización orgánica a más largo plazo.

En estudios realizados en la Comarca Lagunera por Fortís-Hernández *et al.* (2009), encontraron que el análisis de varianza mostro que la variable rendimiento de forraje verde (RFV) fue significativa al 1.3% ( $Pr > F = 0.01300$ ), indicando que al menos uno de los cuatro tratamientos experimentales produjo un mayor rendimiento. El coeficiente de variación fue del 17.28% y una media de 51 Mg ha<sup>-1</sup>. Al aplicar la prueba de comparación de medias, la vermicomposta con 64 Mg ha<sup>-1</sup> fue la mejor, seguida del tratamiento de biocomposta con un rendimiento de 56 Mg ha<sup>-1</sup>, la fertilización química con 48 Mg ha<sup>-1</sup> y el testigo con 38 Mg ha<sup>-1</sup>. Los fertilizantes orgánicos superan los rendimientos medios de 50 Mg ha<sup>-1</sup> reportados para la región por el INIFAP (2006).

López-Martínez *et al.* (2010), obtuvieron rendimientos de 62.5 Mg ha<sup>-1</sup> con híbridos de maíz abonados con 3 Mg ha<sup>-1</sup> de biocomposta. Por otra parte, Castellanos-Ruíz *et al.* (1996), reportaron 55 Mg ha<sup>-1</sup> con 1.7 Mg ha<sup>-1</sup> de biocomposta. Salazar-Sosa *et al.* (2003), obtuvieron 56.7 Mg ha<sup>-1</sup> con 40 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino; los mayores rendimientos de forraje correspondieron a la vermicomposta (64 Mg ha<sup>-1</sup>) y a la biocomposta (56 Mg ha<sup>-1</sup>); los relativos a materia seca fueron de 13 Mg ha<sup>-1</sup> y 11 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El tratamiento de fertilización química produjo 48 Mg ha<sup>-1</sup> de forraje verde (Fortís-Hernández *et al.*,

2009) estos estudios, realizados en la Comarca Lagunera, encontraron que el análisis de varianza mostro una diferencia significativa para proteína cruda, la vermicomposta produjo el mayor rendimiento con  $12.87 \text{ Mg ha}^{-1}$ , biocomposta obtuvo  $11.15 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Reta-Sanchez *et al.* (2004), obtuvieron rendimientos significativamente mayores con estiércol o vermicomposta al igual que Salazar-Sosa *et al.* (2007) quien obtuvo  $19.62 \text{ Mg ha}^{-1}$  con  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol bovino. El incremento en la producción de los tratamientos orgánicos se explica porque el estiércol no sólo retiene la humedad por más tiempo, sino que además es una fuente que libera los nutrientes de manera paulatina a través de todo el ciclo fenológico. En el estiércol habría una actividad enzimática constante en todo el ciclo, biodegradándolo y liberando iones que están disponibles para plantas y microorganismos (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

Basso y Ritchie (2005), reportaron en un estudio de largo plazo en maíz el efecto de diferentes tratamientos de fertilizantes sobre la altura de la planta, encontrando que el comportamiento de crecimiento de la planta al momento de la cosecha es reflejado por la altura final de las plantas en la madurez entre los tratamientos, en los cuales el tratamiento con 100 % de fuente de N de urea produjo las plantas más altas (211.3 cm), pero era estadísticamente similares al tratamiento que utilizó una fuente de N del 50 % de la urea + la N del 50 % de estiércol y el otro tratamiento con una fuente de N del 75 % de la urea + la N del 25 % de estiércol (207.4 cm y 205.8 cm), respectivamente. La altura mínima de la planta (188.2 cm) fue registrada en el tratamiento T1, donde no existió fuente de nitrógeno (0 % N), sin embargo, fue estadísticamente similar con T2 (Figura 1). Esto argumenta que la



integración del empleo de fertilizante orgánico y químico juega un papel importante mayor en la mejora de crecimiento y desarrollo de planta.

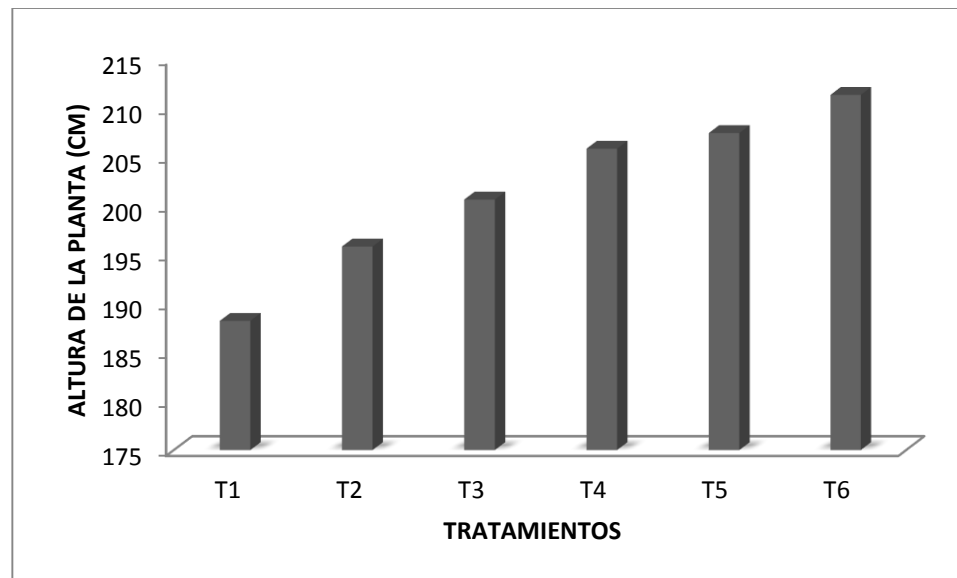


Figura 1 Efecto sobre altura de las plantas (cm) en el cultivo de maíz de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos de diferentes combinaciones de urea y estiércol (Basso y Ritchie, 2005).

Investigadores en la Comarca Lagunera evaluaron el efecto de 5 tratamientos de estiércol de bovino sobre la altura y área foliar en maíz forrajero, reportando diferencias significativas para altura y área foliar por el efecto de tratamientos. Para las variables altura y área foliar los resultados presentaron las mismas tendencias con los valores más altos en los tratamientos de estiércol de 40 y 80 Mg ha<sup>-1</sup> y el valor menor en el testigo tal y como se muestra en el cuadro 1 (Salazar-Sosa *et al.*, 2010).

En el mismo estudio, la altura y el área foliar fueron indicadores capaces de establecer diferencias entre los tratamientos de abonos orgánicos. En relación con lo anterior, se ha demostrado que el rendimiento del maíz depende en gran medida del balance nutrimental, principalmente N y P (Magallanes-Quintanar *et al.*, 2006).

Cuadro 1 Supervivencia de planta, altura y área foliar de plantas de maíz variedad San Lorenzo por efecto de aplicación de estiércol durante seis años (Salazar-Sosa et al., 2010).

Estiércol bovino	Supervivencia	Altura Final	Área foliar
Mg ha <sup>-1</sup>	Plantas ha <sup>-1</sup>	cm	cm <sup>2</sup>
0	95 003 c	251.1 c	69.11 c
40	113 000 a	262.8 a	76.38 a
80	113 333 a	262.3 a	75.66 a
120	112 221 a	258.8 ab	71.63 b
160	109 999 ab	258.3 ab	73.22 a
150-150 (kg ha <sup>-1</sup> ; N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	104 444 b	255.1 b	71.68 b
CV (%)	26.71	6.25	16.82
Promedio	108 000	258.1	71.68

CV = coeficiente de variación,  $P \leq 0.05$ , en las tres variables medidas.

Yañez (2014), evaluó algunas prácticas de retención de agua en maíz forrajero (*Zea mays* L.) La altura de planta fue significativamente mayor cuando se aplicó el hidrogel y lombricomposta, independientemente de la dosis, respecto a cuándo no se aplicó. Esta tendencia se mantuvo en todas las evaluaciones realizadas (Cuadro 2).

*Cuadro 2 Altura de plantas de maíz forrajero (Zea mays L.) asociada a diferentes dosis de hidrogel como retenedor de humedad del suelo, en cuatro fechas después de la siembra. Bermejillo, Dgo. 2012.*

Dosis de hidrogel (Kg ha <sup>-1</sup> )	ALTURA DE PLANTA (cm)			
	30 DDS	52 DDS	74 DDS	96 DDS
0	16.2 b	38.0 b	155.2 b	192.1 b
12.5	21.3 a	51.5 a	193.2 a	221.6 a
25	21.5 a	43.7 ab	175.9 ab	214.3 a

Prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales. DDS= Días después de la siembra.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Gutiérrez-del Río *et al.* (2006), en su evaluación del rendimiento en cultivos hortícolas utilizando un polímero en suelos característicos de la Comarca Lagunera; estos autores encontraron que la aplicación de 8 kg ha<sup>-1</sup> de poliacrilamida incrementó el crecimiento de plantas un 18%, respecto del testigo. También, Barón *et al.* (2007) reportaron un incremento en el crecimiento de planta para especies hortícolas sometidas a suelos acondicionados con hidrogel, lo cual es coherente con las observaciones de lenta liberación. Igualmente, Costel *et al.* (2012), observaron, en un trabajo sobre morfofisiología de plantas de maíz y soya, que la altura media de planta fue influenciada positivamente por el tratamiento con Aquasorb a dosis de 15 kg ha<sup>-1</sup>.

De acuerdo al análisis de regresión, los tres tratamientos tuvieron un comportamiento lineal. Ello confirma que hay un incremento respecto a la altura de planta en cada tratamiento. Los incrementos fueron de 3.23 y 3.37 cm por unidad de dosis de hidrogel, para las dosis de 12.5 y 25 kg ha<sup>-1</sup> en cada fecha de muestreo, respectivamente).

En un estudio realizado de más largo plazo por Basso y Ritchie (2005), en seis años de aplicación de diferentes tratamientos de composta, estiércol y control, en maíz encontraron rendimientos de entre 17,823 kg ha<sup>-1</sup> en el menor rendimiento y de 21,015 kg ha<sup>-1</sup> en el mejor rendimiento tal y como se muestra en el cuadro cuatro.

Las producciones del maíz son expresadas en el kilogramo (kg ha<sup>-1</sup>) de biomasa de materia seca para ensilaje (Cuadro 3). La producción de biomasa mostró poca respuesta a la fertilización de N. Aunque el Lys-control no recibiera

ninguna dosis de N, las producciones correspondientes en el maíz no fueron significativamente inferiores que las producciones observadas en otros tratamientos, que recibieron el nitrógeno durante la rotación de 6 años. Este comportamiento sugiere que el suelo contenía las cantidades de sustancias nutritivas de fácil mineralización de N al principio del estudio. Varios estudios han relatado la contribución de alfalfa en la fijación de N de utilización de las cosechas de maíz subsecuentes (Basso y Ritchie, 2005).

Cuadro 3. Resultados de investigación durante seis años de experimento de tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de maíz forrajero ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) con un promedio de lluvia de 678 mm/año desde 1994-1999 (Basso y Ritchie, 2005).

Tratamiento	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Rendimiento de maíz forrajero ( $\text{kg ha}^{-1}$ )					
Lys 1-control	18,315	17,881	17,823	19,866	16,942	18,668
Lys 2-inorgánico	19,891	19,631	19,866	20,893	17,936	19,264
Lys 3-composta	20,224	19,142	20,159	20,115	18,031	20,832
Lys 4-Estírcol	19,845	19,320	20,720	21,015	17,881	18,816

En un estudio realizado en la Comarca Lagunera por Salazar-Sosa *et al.* (2010), para evaluar el efecto de cinco tratamientos de estiércol de bovino los cuales fueron dosis de estiércol bovino (0, 40, 80, 120 y 160  $\text{Mg ha}^{-1}$ ), y fertilizante químico 150-150 ( $\text{N-P}_2\text{O}_5$ ;  $\text{kg ha}^{-1}$ ) y un testigo absoluto sin fertilizante ni estiércol. Los tratamientos de estiércol afectaron la producción de forraje verde la cual reflejó diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ). Al realizar el análisis de medias se encontraron que los rangos de producción de forraje verde reportados tenían un rango desde 33.3

hasta 86.28 Mg ha<sup>-1</sup>, y son los tratamientos de 40 y 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol los que producen la mayor cantidad de forraje, con rendimientos de 86.28 y 85.09 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento menor se presentó en el testigo; 33.30 Mg ha<sup>-1</sup> tal y como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimientos de forraje verde y seco de maíz por efecto de aplicación continúa durante seis años de estiércol bovino (Salazar-Sosa et al., 2010).

Estiércol bovino Mg ha <sup>-1</sup>	Forraje verde ----- Mg ha <sup>-1</sup> -----	Materia seca
0	33.30 c	6.40 c
40	86.28 a	34.83 a
80	85.09 a	34.81 a
120	75.84 b	26.40 b
160	77.11 b	30.08 b
150-150 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; kg ha <sup>-1</sup> )	77.22 b	28.96 b
CV (%)	9.31	18.23
<i>P</i> ≤ <i>F</i>	0.023	0.038

CV = coeficiente de variación.

### 2.3 Fertilizantes orgánicos de origen marino

Actualmente existen en el mercado una gran variedad de productos orgánicos de origen marino como los Sea minerals (SM), Ocean Solution (OS), Acadian Sea plants (AS), que han demostrado que su uso en el crecimiento de las plantas como fertilizante aportan una gran cantidad de beneficios, ya sea incrementando rendimientos, más nutrientes para la alimentación, mayor resistencia y tolerancia al estrés de las plantas, entre otros. Sin embargo, las utilidades y el

valor costo-beneficio en la mayoría de los casos no ha sido significativo cuando se utilizan materiales y fertilizantes orgánicos (Mucheru-Muna *et al.*, 2007).

Los productos anteriormente mencionados pueden ser aplicados al momento del riego, ya sea en forma de spray, de sistema de riego o bien con dosificadores. Los fertilizantes líquidos son una buena opción cuando se hace necesario que los nutrientes estén disponibles rápido en las plantas, sin embargo, los fertilizantes orgánicos generalmente deben ser digeridos por las bacterias antes de que las plantas las puedan aprovechar, sin embargo, hoy en día, existen fertilizantes orgánicos que aportan sus nutrientes de inmediato para las plantas y el suelo.

A través del tiempo, los productores de ganado lechero han ido mejorando sus prácticas de manejo de los cultivos con la intención principal de incrementar el rendimiento y calidad de sus forrajes, que posteriormente utilizan en la alimentación de sus animales, por lo que también tratan de implementar prácticas agrícolas que impacten lo menos negativamente al ambiente, como el caso de la aplicación de fertilizantes orgánicos (Mucheru-Muna *et al.*, 2007). De acuerdo a lo expresado en la premisas anteriores, planteó el presente proyecto de investigación en el cual se tuvo como objetivo evaluar el efecto fisiológico de los productos Stimplex® y Acadian Suelo sobre la altura y rendimiento en el maíz forrajero establecidos en primavera en la Comarca Lagunera.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. 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. La altura media sobre el nivel mar es de 1,139 metros. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La Región Lagunera está conformada por 10 municipios del Estado de Durango y 5 del Estado de Coahuila, Presenta Suelos aluviales y arcillosos, de características intermedias, es decir, que su perfil es variable, entre arcilloso y migajón arenoso; abarcan una superficie de 192,000 ha. Estos suelos ocupan la parte central del área cultivada y por sus características fisicoquímicas se localizan los cultivos más importantes. Son ricos en fósforo, potasio, magnesio, calcio, pero pobres en nitrógeno. La topografía de la Región Lagunera es en términos generales plana y de pendientes suaves, que varían de 0.20 a 1.0 metro por kilómetro, generalmente hacia el norte y noreste. La región hidrológica N°. 36 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).

#### 3.1 Ubicación

En la pequeña propiedad del establo Corona aproximadamente a 5.3 km de la carretera “Ejido La Partida-Ejido Granada” (Figura 2) se seleccionó un lote de terreno en la unidad de producción del Grupo Tricio Haro (GTH), de

aproximadamente con un lote de terreno de 20 hectáreas, que cuenta con un sistema de riego de válvulas alfalferas, el tipo de suelo que domina es el arcilloso y la prueba se realizó en el lote tratado con los tratamiento de 10 ha y el lote no tratado (testigo de productor) en otras 10 ha.

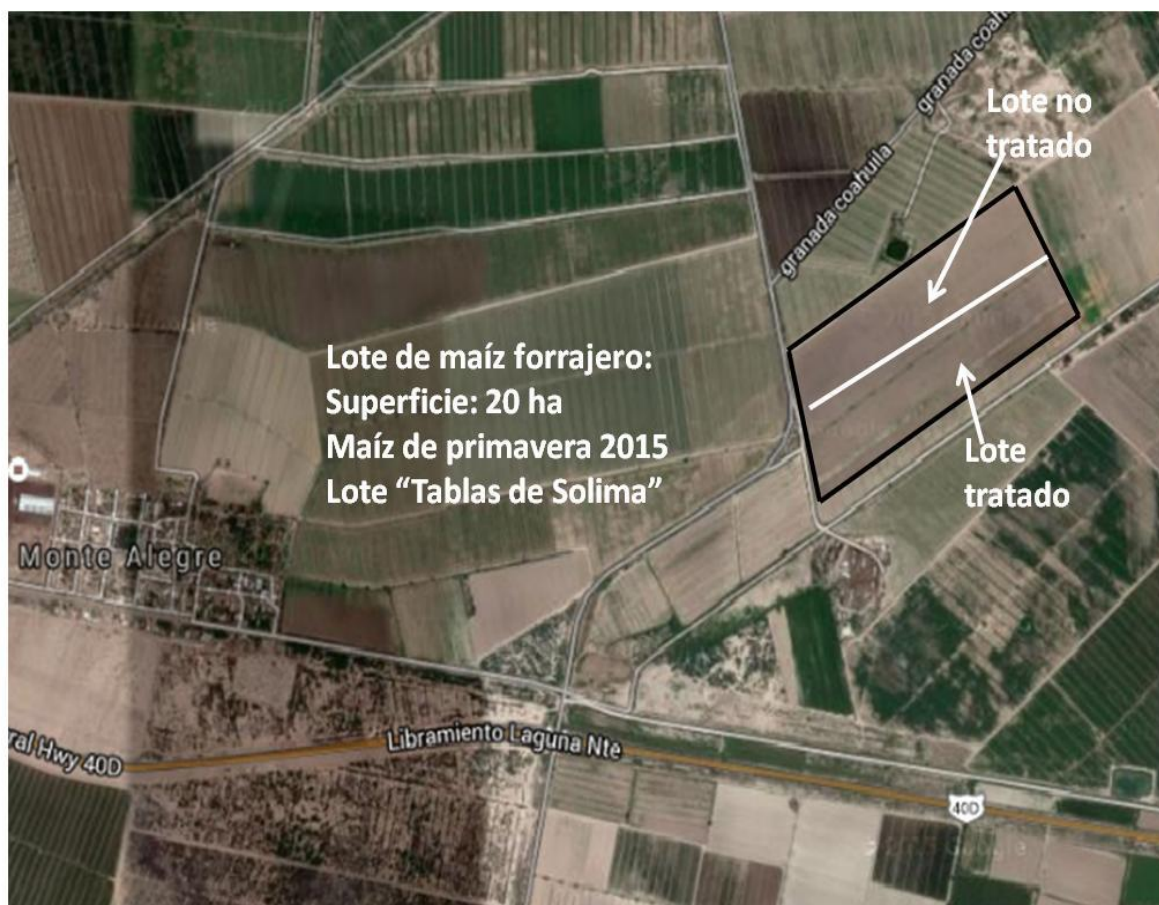


Figura 2. Ubicación de los lotes en la unidad de producción del Grupo Tricio Haro utilizados para realizar el experimento del cultivo de maíz forrajero de primavera en el año 2015 en la Comarca Lagunera.



### **3.2 Materiales**

Se utilizaron los productos Acadian Suelo y el Stimplex que es un fertilizante foliar, el cultivo establecido fue un híbrido de maíz amarillo de la comercializadora Dow Agrosiences de México, S.A de C.V (Figura 3)

Para esta investigación fueron utilizados fertilizantes que contienen complejos nutritivos para cultivos y fueron el Acadian foliar (Stimplex) que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones foliares con un pH de 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC y el Acadian Suelo que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones al suelo con un pH de 3.6-4.2 y con certificación OMRI y BSC cuyas fichas técnicas y características del producto se muestran en los cuadros 10 y 11 del apéndice.

### **3.3 Duración del estudio**

El proyecto se realizó desde el mes de abril al momento del barbecho hasta julio de 2015, hasta que se realizó la cosecha total de la planta.

### **3.4 Métodos**

Para el establecimiento del proyecto los lotes de terreno se barbecharon y se les aplicó tres pasos de rastra para dejar en condiciones de suelo bien mullido (Figura 4) con el fin de facilitar el proceso de la siembra, ya que como se mencionó anteriormente el suelo es de textura arcillosa, por lo que después del barbecho quedaron muchos terrones grandes.

La aplicación de la siembra para el establecimiento del proyecto se realizó en seco el 20 de abril, aplicando un riego a los 4 días (Figura 5) después de la siembra (DDS), la densidad utilizada fue de 60,000 plantas /ha, empleando una semilla pura viable de 99% y se establecieron de 6-7 semillas por metro lineal.



Figura 3. Etiqueta del híbrido y tipo de variedad de maíz forrajero utilizada en el experimento.



Figura 4. Preparación del terreno para la realización de la siembra.



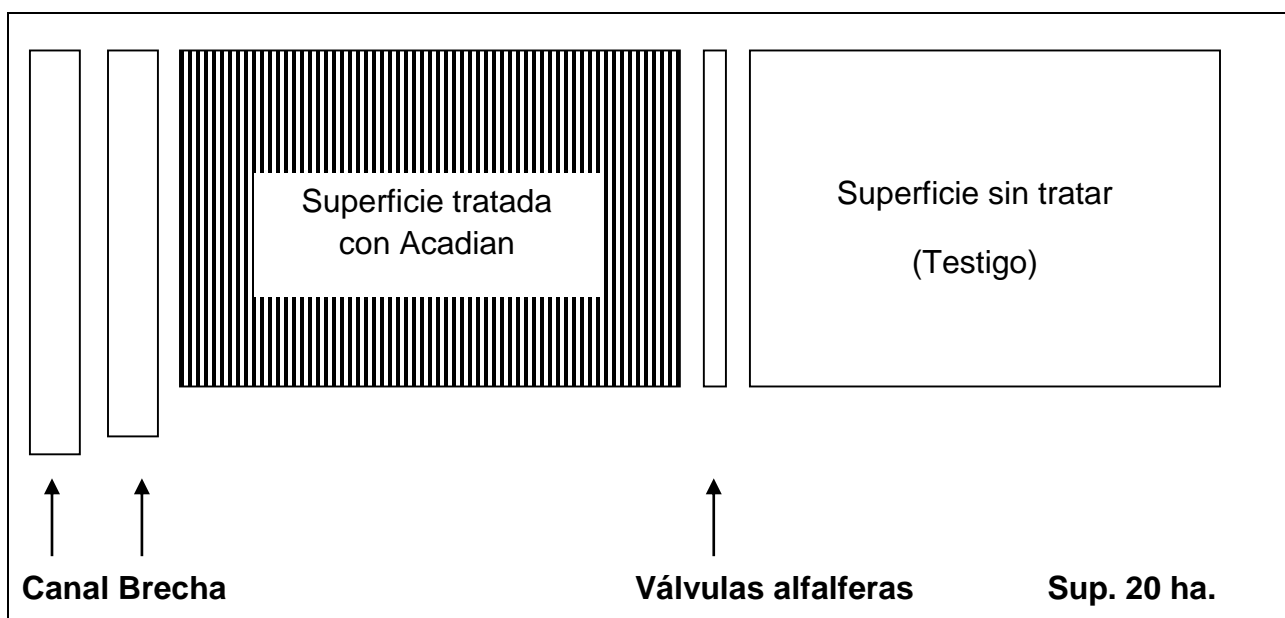
Figura 5. Aplicación del riego a través del sistema de riego de válvulas alfalferas en el maíz forrajero.



Figura 6 Mezcla del producto Acadian con la semilla antes de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.

El manejo de los riegos fue el calendario establecido por el productor, llevándose a cabo riegos cada 28-30 días, para hacer un total de la lámina empleada en el proyecto de 80 cm.

### 3.4.1 Croquis del terreno



### 3.4.2 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron dos:

T1= Lote con aplicación de los productos Acadian Suelo + Stimplex (Foliar)

T2= Testigo con la fertilización empleada por el productor que consistió en 150 kg de sulfato de amonio más 150 kg de MAP y 300 kg de urea al momento del cultivo.

La metodología empleada y el calendario de la aplicación de los tratamientos en el lote tratado en este experimento se llevaron a cabo según lo expresado en el cuadro 5.

Cuadro 5. Calendario de la aplicación de los tratamientos en el lote tratado en maíz de primavera en la Comarca Lagunera en el año 2015.

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
-------------	----------------------	--------------------------

---

1. Testigo regional del productor		
2. Acadian suelo, tratamiento a la semilla	100 cc/20 kg de semilla	Tratamiento a la semilla antes de la siembra
3. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 2° riego de auxilio
4. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 4 hojas verdaderas
5. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 3er. riego de auxilio
6. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 6 hojas verdaderas

---

### 3.4.3 Variables evaluadas

1. Altura de la planta (cm) a los 15 y 30 días después del primer riego y posteriormente a los 60 y 90 días, respectivamente
2. Evaluación del rendimiento de materia verde (MV) se realizó a los 90 días después de la siembra (kg MV ha<sup>-1</sup>). Método de plantas por metro lineal.
3. Evaluación del rendimiento de materia seca (MS) fue a los 90 días después de la siembra (kg MS ha<sup>-1</sup>).

### 3.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos y 16 repeticiones. Para evaluación de los datos obtenidos en este estudio se efectuó un análisis de varianza, utilizando el programa Diseños Estadísticos Experimentales de la UANL diseñado por Olivares (1995), además se utilizó estadística descriptiva para la obtención del error estándar y rangos de datos en resultados y la separación de medias por medio de la diferencia mínima significativa (DMS).

### **3.6 Aplicación del producto en campo**

Para la aplicación de los tratamientos en el campo, este se dividió en tres etapas: al momento de la siembra en la semilla (Figura 6), para lo anterior, se mezcló el producto muy bien con la semillas antes de ser colocadas en las tolvas de la sembradora, la segunda al momento del riego según el calendario establecido y que ya se mencionó anteriormente (Figuras 7 y 8) y la tercera al momento de la aplicación foliar para control de plagas y enfermedades en el cultivo utilizando la maquina fumigadora Hagie STS 10.

### **3.7 Altura de las plantas (AP).**

La altura de las planta fue medida a los 15 y 30 días después del primer riego y posteriormente a los 60 y 90 días (Figura 9), con una cinta métrica (de longitud máxima de 3 m), colocando la cinta métrica a ras del suelo y midiendo la altura máxima de las matas de maíz tomando como guía el desarrollo de la ultima hoja del centro.

### **3.8 Rendimiento del cultivo (RC).**

El rendimiento de materia seca (MS) por hectárea se determinó a partir de la obtención de la parcela útil cosechando el número de plantas por metro lineal, a 5 cm (Figura 10) del suelo, pesando el forraje obtenido en verde en una báscula

portátil (Figura 11), posteriormente las plantas cosechadas se picaron en partículas más pequeñas de aproximadamente 3.0 cm para posteriormente llevarlas al laboratorio para colocarlas en bolsas de papel etiquetadas (Figura 12), y colocarlas en la estufa a 72 °C por 24 horas (Figura 13) una vez secas las muestras se pesaron en una báscula digital (Figura 14) para obtener la producción de materia seca. La cosecha que fue a los 90 días después de la siembra, con un promedio de humedad del 67.5% y una materia seca del 32.5%, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición.



Figura 7. Dosificación del producto Acadian Suelo al momento del riego, a razón de una dosis de  $1.0 \text{ lt ha}^{-1}$ .



Figura 8. Metodología empleada al momento de la aplicación del producto Acadian Suelo al momento del riego.



Figura 9. Medición de la altura de las plantas de maíz forrajero para obtener la altura (cm), antes de la cosecha.



Figura 10. Pesado de las plantas de maíz forrajero para obtener la materia verde.





Figura 11. Corte de las planta a 5 cm del suelo del maíz forrajero para obtener la materia verde.



Figura 12. Colecta del forraje picado en bolsas de papel listas para secar en laboratorio.



Figura 13. Estufa utilizada para el secado de las muestras en el laboratorio.



Figura 14. Bascula digital utilizada para pesar el forraje seco y obtener el peso de la materia seca.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de la planta (AP)

Los resultados obtenidos para AP, se muestran en la figura 15 en la cual se puede observar que solo existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) en la evaluación realizada a los 39 DDS obteniendo el lote tratado una altura de  $T1 = 58.56 \pm 2.36$  cm, mientras que el lote no tratado resultó en una altura menor con  $T2 = 51.03 \pm 1.37$  cm, siendo los rangos mínimos y máximos de 40 y 76 cm respectivamente para esa fecha. En las demás fechas de evaluación a los 22, 60 y 89 DDS, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas para esta variable (AP) entre los tratamientos.

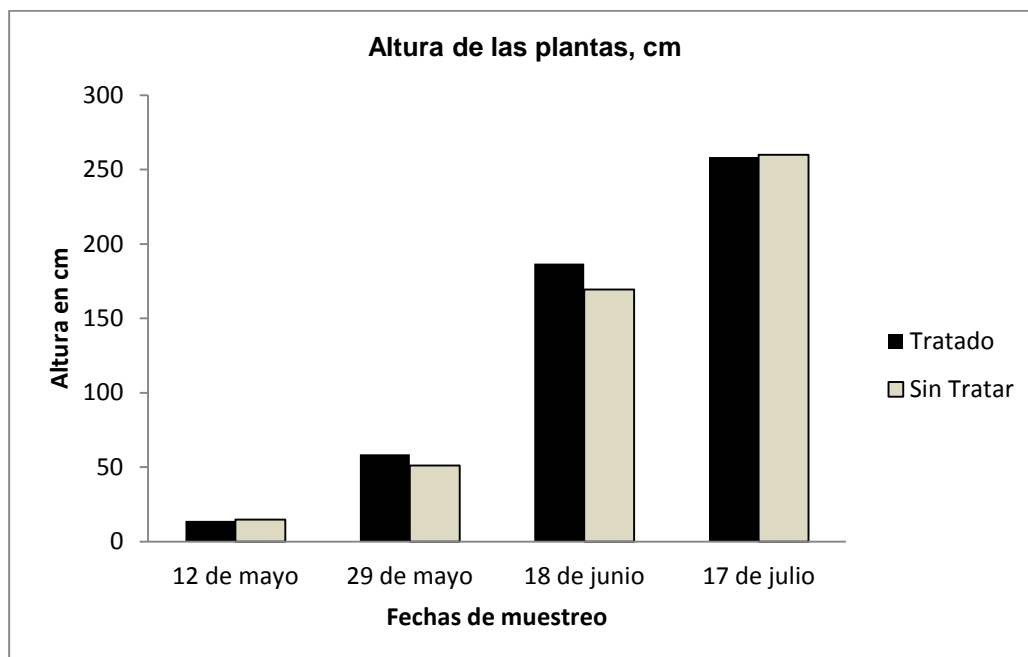


Figura 15. . Efecto sobre la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 22, 39, 60 y 89 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

En los cuadros 6 y 7, se pueden observar los resultados obtenidos para esta variable, en el cual se muestran las medias y el error estándar, así como los rangos máximos y mínimos a ( $P > 0.05$ ) para cada tratamiento.

Cabe mencionar que la primera evaluación programada fue para el 30 de abril y en la cual no se observaron plantas emergidas o algo de nacencia, lo anterior fue debido a que en el manejo del cultivo el productor realizó la siembra en seco más riego, llevando a cabo el primer riego entre los tres a cuatro días después de sembrado el maíz. En un estudio realizado en Aguascalientes sobre selección de híbridos de maíz forrajero, encontraron híbridos con alturas desde 2.68 m hasta 3.10 m con una altura promedio de 3.15 m (González-Castañeda *et al.*, 2012).

Cuadro 6. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 10, a los 89 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	Unidades	Tratamientos			
		Maíz tratado		Rangos (umbrales)	
Altura de la planta:	(Cm)	(T1)			
			Error		
Fechas	DDS	Media	estándar	Mínimo	Max
30-abr-15	10	Sin Nac.			
12-may-15	22	13.87	$\pm 0.94$ ns	10	20
29-may-15	39	58.56	$\pm 2.36^a$	43	76
18-jun-15	60	186.75	$\pm 10.16$ ns	137	260
17-jul-15	89	259.75	$\pm 2.29$ ns	242	280

Literales diferentes son estadísticamente significativas. Ns=no significativa.

Estos resultados son apoyados por los reportados por Achieng *et al.* (2010), quienes divulgaron que la altura de planta, y otras variables como, el número de granos por mazorca, el peso de 1000 granos, la producción de grano y el índice de cosecha del maíz, dieron valores más altos, cuando la fertilización química con N y fuentes orgánicas como el estiércol fueron empleados de manera integrada, comparando con el uso separado de cada una de las dos fuentes.

Resultados similares reporta Abuswar y Mohammed (1997) quienes utilizaron una combinación de urea-estiercol y encontró un efecto positivo de los tratamientos sobre que el crecimiento del cultivos atribuidos a un aumento de la altura de planta y al mayor el número de hojas y diámetro del tallo.

Hassan Mohamed EL-Murtada (2010), encontro que el efecto de fertilización orgánica y urea sobre la altura de planta de dos cultivares de maíz fue considerablemente diferente en la altura de planta durante la primera estación en todas las repeticiones de muestreo, con la altura de tallo del cultivar ( $v_1$ ) más alto que él (de  $v_2$ ). En la segunda estación, la diferencia entre los dos cultivares en la altura del tallo no fue significativa. El uso de fertilizantes causó las diferencias significativas de la altura de planta en todos los muestreos durante las dos estaciones. La combinación de fertilizantes orgánicos-urea dio la altura más alta de las plantas, seguida de los tratamientos solos con pollinaza y estiércol de ganado respectivamente. Mientras que, la urea sola causó la altura de las plantas más cortas comparadas con fertilizantes orgánicos aplicados.

Estos resultados fueron soportados por Achieng *et al.* (2010), y Hussain-Shah *et al.* (2009), quienes reportaron que la altura de la planta, granos por

mazorca, peso del grano e índice de cosecha del maíz dieron valores más altos significativamente cuando en N y estiércol fueron integrados conjuntamente comparados con aquellas con aplicaciones solas de las dos fuentes de nutrientes.

Cuadro 7. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz no tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial de los 10, a los 89 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	Unidades	Tratamientos			
Altura de la planta:	(Cm)	Maíz no tratado (T2)		Rangos (umbrales)	
Fechas	DDS	Media	Error estándar	Mínimo	Max
30-abr-15	10	Sin Nac.			
12-may-15	22	14.81	± 1.26 ns	10	28
29-may-15	39	51.06	± 1.37 <sup>b</sup>	40	64
18-jun-15	60	169.37	± 2.53 ns	142	181
17-jul-15	89	259.87	± 2.96 ns	244	285

Resultados similares fueron reportados por Salazar-Sosa *et al.* (2010) en un experimento en la Comarca Lagunera donde el efecto de tratamiento con estiércol de bovino resulto en diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) alcanzando la mayor altura los tratamientos de 40-80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol con una altura de 262.8 y 262.3 cm.

#### 4.2 Rendimiento del cultivo (RC)

Los resultados obtenidos de esta variable se evaluaron tanto en materia verde (MV) por hectárea, así como el rendimiento del cultivo en materia seca (MS) por hectárea, reportando en general que si existió un efecto respecto al rendimiento entre los dos lotes.

#### 4.2.1 Rendimiento de materia verde (MV)

Los resultados obtenidos para materia verde (MV) se puede observar en la figura 16 en la cual sí se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos encontrando que el lote tratado obtuvo un rendimiento de  $T1 = 59,402 \pm 1936.3$  mientras que en el lote testigo (Sin tratar) fue de  $T2 = 54,466 \pm 951.80$ , es decir, una diferencia de 4,935.91 kg de forraje verde mayor en el lote tratado con Acadian suelo en comparación con el lote testigo. Estos resultados concuerdan con los reportados por Núñez-Hernández *et al.*, (2011) en la Comarca Lagunera y por Santana *et al.*, (2010) en localidades en Aguascalientes, en donde reportan 57.13 ton/ha de forraje verde y de 54.48 ton/ha respectivamente.

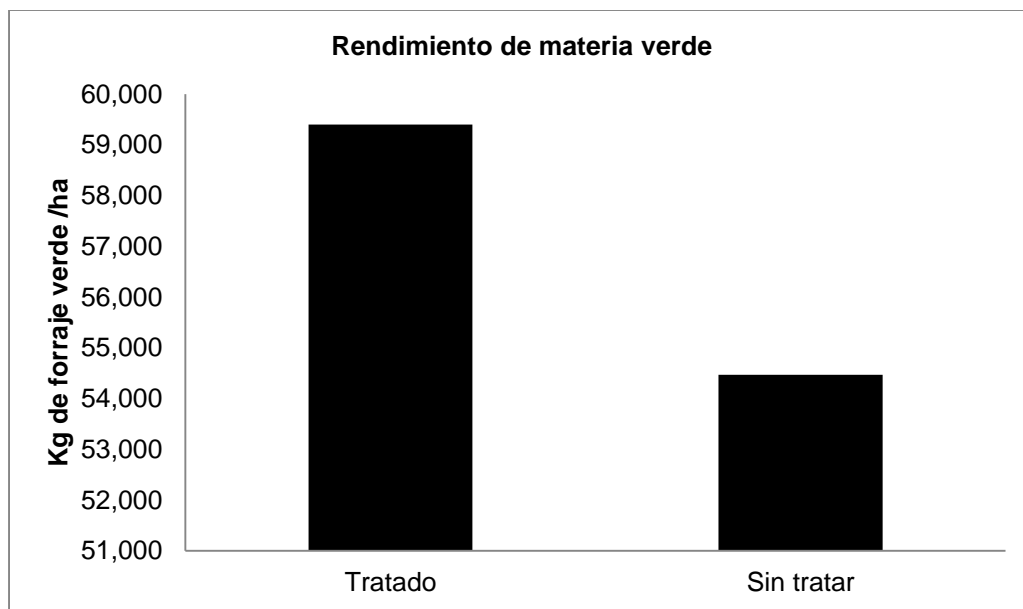


Figura 16. Evaluación del rendimiento de materia verde (MV) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 90 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Salazar-Sosa *et al.* (2010), reportaron rendimientos de MV en maíz de 86.26 y 85.09 Mg ha<sup>-1</sup> con 40 y 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino, evidenciando que el tratamiento testigo (0) aplicación solo produjo 33.3 Mg ha<sup>-1</sup>, siendo altamente significativo para rendimiento de forraje verde al ( $P \leq 0.05$ ).

#### **4.2.2 Rendimiento de materia seca (MS)**

Por otro lado, los resultados obtenidos en lo que se refiere a la materia seca (MS) obtenida se puede observar en la figura 17 en la cual al igual que el rendimiento en verde también si se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos encontrando que el lote tratado obtuvo un rendimiento de materia seca de  $T1 = 20,098 \pm 655.16$  mientras que en el lote testigo (Sin tratar) fue de  $T2 = 18,428.40 \pm 322.05$ , es decir, una diferencia de 1,670.04 kg de forraje seco mayor en el lote tratado con Acadian suelo en comparación con el lote testigo. En estudios realizados sobre maíz forrajero realizados por Núñez-Hernández *et al.* (2011), en la Comarca Lagunera y por Santana *et al.*, (2010) en localidades en Aguascalientes, reportan una producción promedio de 20.2 ton/ha de forraje seco para la Laguna y de 18.28 ton/ha de materia seca para el estado de Aguascalientes respectivamente.

Los resultados logrados por Hassan Mohamed EL-Mustada (2010), muestran que en las dos estaciones la diferencia en la producción de materia verde y seca entre los cultivares de maíz fue significativa. El cultivar Giza dio la producción de MV y MS más alta comparada con el cultivar Mugtama en ambas estaciones. El efecto de fertilización sobre la producción de MV y MS en ambas estaciones fue

significativo. La combinación de abono de pollinaza y urea dio considerablemente una mayor producción de MS y MV comparada a los demás tratamientos.

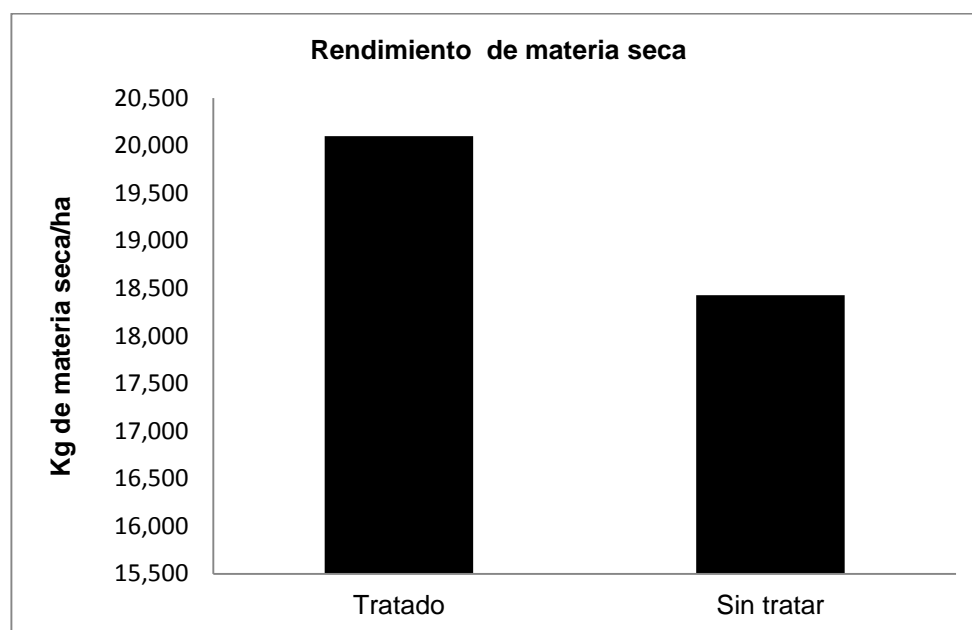


Figura 17. Efecto sobre el rendimiento de materia seca (MS) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex y el testigo comercial a los 90 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

En el cuadro 8, se puede observar el efecto de la aplicación del producto, los resultados obtenidos para tanto rendimiento de forraje verde como de forraje seco, en el cual se muestran las medias y el error estándar, así como los rangos (umbrales) máximos y mínimos a ( $P > 0.05$ ) obtenidos después del análisis estadístico para cada tratamiento para el maíz forrajero tratado.

Hassan Mohamed EL-Murtada, (2010) en un estudio en dos estaciones, reportó que todos los lotes fertilizados dieron la producción de forraje considerablemente más alta MV y MS comparada con el lote control en las dos épocas. Estos resultados eran esperados ya que todas las formas de fertilizantes



utilizados contienen el nitrógeno que positivamente aumentó el crecimiento. La respuesta más alta fue en el tratamiento de la pollinaza y estiércol de ganado en combinación con urea. Resultados similares fueron relatados por Gupta *et al.* (1988) quienes encontraron que el uso de abono de estiércol combinado con la urea dio la producción más alta.

Cuadro 8. Rendimiento de forraje verde (MV) y forraje seco (MS) en kilogramos por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y Stimplex a los 90 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	DDS	Unid.	Maíz tratado (T1)		
			Media	Error estándar	Rangos (Umbral) Mínimo      Máximo
Rendimiento en materia verde	90	Kg/ha	59,402 ± 1936.3a		50,215      76,235
Rendimiento en materia seca	90	Kg/ha	20,098 ± 655.16a		16,990      25,793

También estos resultados son apoyados por lo encontrando por Abuswar y Mohammed (1997), quienes divulgaron que el abono de estiércol en la combinación con la urea aumentó el forraje la producción de materia seca y verde. Además de lo anterior, los resultados mostraron respuesta a otras variables como la tasa de crecimiento que mostraron que los tratamientos de fertilización aumentaron el rendimiento del forraje.

Los resultados obtenidos para tanto rendimiento de forraje verde como de forraje seco, para el maíz no tratado o fertilización del productor se pueden observar

en el cuadro 9, en el cual se muestran las medias y el error estándar, así como los rangos (umbrales) máximos y mínimos a ( $P>0.05$ ) obtenidos después del análisis estadístico para cada tratamiento.

Cuadro 9. Rendimiento de forraje verde (MV) y forraje seco (MS) en kilogramos por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) del cultivo de maíz no tratado y el testigo comercial a los 90 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	DDS	Unid.	Maíz no tratado (T2)		
			Media	Error estándar	Rangos (Umbrales) Mínimo      Máximo
Rendimiento en materia verde	90	Kg/ha	54,466	$\pm 951.8b$	50,215      65,736
Rendimiento en materia seca	90	Kg/ha	18,428	$\pm 322.05b$	16,990      22,241

Literales diferentes son estadísticamente significativas. Ns=no significativa

Nazli *et al.* (2014), soportan los resultados anteriores ya que en un estudio reportaron un mayor rendimiento de materia seca con  $18.3 \text{ t ha ha}^{-1}$  cuando fertilizaron con dosis de fertilizante orgánico llamado (LEO-100) y el más bajo rendimiento con  $11.2 \text{ t ha ha}^{-1}$  en el tratamiento llamado (PL-N) que contenía pollinaza-nitrógeno.

Los resultados obtenidos por Oad *et al.* (2004), revelaron que todos los parámetros de la planta de maíz fueron afectados significativamente con la incorporación de niveles de nitrógeno y estiércol de bovino. Entre las características evaluadas de la planta, se tuvieron; altura de la plantas, diámetro máximo del tallo,

hojas más verdes y el rendimiento más alto de maíz forrajero las cuales se observó diferencias significativas con la aplicación de  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  con una combinación de estiércol 3000. Se concluyó que la aplicación de nitrógeno inorgánico es la práctica más común de los agricultores, pero si, se complementarán el estiércol puede resultar en un aumento significativo en el rendimiento de maíz forrajero.

Salazar-Sosa *et al.* (2010), en un estudio de seis años con aplicación de estiércol en la Comarca Lagunera reportaron rendimientos de MS en maíz de 34.83 y  $34.81 \text{ Mg ha}^{-1}$  con 40 y  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$  de estiércol de bovino, evidenciando que el tratamiento testigo (0) aplicación solo produjo  $6.40 \text{ Mg ha}^{-1}$ , mostrando diferencias estadísticas por tratamientos para rendimiento de forraje seco al ( $P \leq 0.05$ ).

## 5. CONCLUSION

Después de realizar 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 acepta la hipótesis de que si es factible que con la aplicación de Acadian Suelo y Stimplex obtener mayores rendimientos tanto de materia verde como en seco ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en maíz de primavera.
- b) En cuanto a la variable altura de la planta (AP) no se mostraron diferencias por el efecto de los tratamientos. Las plantas de los dos lotes se comportaron y desarrollaron de la misma manera, no existiendo diferencias a una probabilidad del ( $P>0.05$ ).
- c) Se observó que las plantas del lote tratado, requirieron de menos días para alcanzar la fecha de corte (1/3 la línea de leche), sin embargo, la cosecha se realizó a los 90 días, por lo que se hace necesario evaluar dicha variable.
- d) Se hace necesario continuar evaluando los productos Acadian Suelo y Stimplex, con otras variables y a través de más ciclos y estaciones y también realizar el análisis económico, para poder establecer un panorama concluyente sobre la aplicación de estos fertilizantes orgánicos.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abuswar A. O., and Mohammed G. G., 1997. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth and yield of some graminacea forage. *Journal of Agric. Sci.*, 5 (2) 25-33.
- Achieng J. O., Ouma G., Odhiambo G. and Muyekho F. 2010. Effect of farmyard manure and inorganic fertilizers on maize production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, western Kenya. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1(4): 430-439.
- Báez I. F., Payan G. J.A., Chávez H. N. y Amado A. J.P. 2009. Uso de composta y estiércol para la producción y calidad nutritiva de la avena forrajera. En: *Agricultura Orgánica. 2da Edición. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. COCYTED. Gómez Palacio, Durango. Pp. 83-103.*
- Barón C. A., Barrera R. I. X., Boada E. L. F. y Rodríguez N. G. 2007. Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Revista Ingeniería e Investigación. 27 (3): 35-44.*
- Basso B. and Ritchie J. T. 2005. Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6-year maize–alfalfa rotation in Michigan. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 329–341.
- Castellanos-Ruiz J. Z., Etchevers B. J., Aguilar S. A. y Salinas J. R. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades de un suelo en una región irrigada del norte de México. *Terra* 14: 151-158.
- Colaizzi, P. D., Schneider A. D., Evett S. R., and Howell T. A. 2004. Comparison of SDI, LEPA, and spray irrigation performance for grain sorghum. *Trans. ASAE* 47(5): 1477- 1492.
- Costel G. D., Răus L., Ailincă, C. and Jităreanu G. 2012. The influence of Aquasorb on morpho-physiological properties on corn and soybeans yield, in the conditions of Iasi County. *Lucrări Științifice seria Agronomie. 55 (2): 173-178.*
- Cueto-Wong. J.A., Castellanos R. J.Z., Figueroa V. U., Cortés J. J.M., Reta S. D.G. Y C. Valenzuela S. 2005. Uso sustentable de desechos orgánicos en sistemas de producción agrícola. Folleto Técnico. INIFAP-CENID-RASPA.

- Elfstrand S., Hedlund K., Mårtensson A. 2007. Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring, *Appl. Soil Ecol.* 35:610–621.
- Ferguson R. B., Nienaber J. A., Eigenberg R. A. and Woodbury B. L. 2005. Long Term Effect of Sustained feedlot manure application on soil nutrients, cord silage yield and nutrient uptake. *J. Environ Qual.* 34:1672-1681
- Figueroa-Viramontes U., Ramírez A. I., Ochoa M. E. y Núñez H. G. 2009a. Eficiencia de uso de nitrógeno del fertilizante y del estiércol en maíz forrajero. Memorias De La IV Reunión Nacional De Innovación Agrícola Y Forestal. Cueto W. J. A. Et Al. (Eds). Saltillo Coah. PP. 41.
- Figueroa-Viramontes U., Núñez-Hernández G., Delgado J. A., Cueto-Wong J. A. y Flores-Margez J. P. 2009b. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en La Comarca Lagunera. *Agricultura Orgánica*. 2ª Ed. FAZ-UJED. Smcs. Gómez Palacio, Dgo. Pp. 128-151.
- Fortís-Hernández M., Leos-Rodríguez J. A., Preciado-Rangel P., Orona-Castillo I., García-Salazar J. A., García-Hernández J. L. y Orozco-Vidal J. A. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*. 27 (4): 329-336
- González T. A., Figueroa V.U., Delgado A.J., Núñez H. G., Cueto W. J.A., Preciado R.P. y Palomo G. A. 2009. Calibración del spad-502 para evaluar requerimientos de nitrógeno en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana* 27: 303-309.
- González-Castañeda F., Robles E. F. J., Peña R. A. y Santana O. I. 2012. Evaluación de híbridos de maíz para forraje en Aguascalientes. INIFAP-CIRNC. Campo Experimental Pabellón, Ags. Pabellón de Arteaga, Ags. Enero, 2012.
- Gupta A.P., Antil R.S. and Narwal R.P. 1988. Effect of farmyard manure on organic carbon, available N and P content of soil during different periods of wheat growth. *J. Ind. Soc. Soil Sci.*, 36: 269-273.

- Gutiérrez-del Río, E., Espinoza-Banda A., Palomo-Gil A., Lozano-García J. J. y Antuna-Grijalva O. 2006. Aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz para La Comarca Lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 7-11
- Hassan Mohamed EL-Murtada A. 2010. Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 10:17-23.
- Hussain-Shah S. T., Ibni Z. M.S., Waseem M., Ali A., Tahir M. and Bin Khalid W. 2009. Growth and Yield Response of Maize ( *Zea mays* L.) to Organic and Inorganic Sources of Nitrogen. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences.* 7 (2): 108-111.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2006. Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro Técnico. Ed. INIFAP. Torreón, Coahuila, México. Pp. 254
- Iqbal M. A., Iqbal A., Ahmad Z., Raza A. and Nabeel F. 2015. Overviewing Forage Maize Yield and Quality Attributes Enhancement with Plant Nutrition Management. *World Journal of Agricultural Sciences* 11 (3): 128-134, 2015
- Iqbal M.A., Iqbal A., Raza A., Akbar N., Abbas R. N. and Zaman-Khan H. 2014. Integrated Nitrogen Management Studies in Forage Maize. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 14 (8): 744-747.
- Jurado-Guerra P., Lara-Macías C.R., Saucedo-Terán A.R. 2014. Paquete Tecnológico Para la Producción de Maíz Forrajero en Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestal. Chihuahua, Mexico.
- López-Martínez J. D., Martínez-Parada P. E., Vázquez-Vásquez C., Salazar-Sosa E. y Zúñiga-Tarango R. 2010. Producción de maíz forrajero con labranza, fertilización orgánica e inorgánica. *Revista Científica UDO Agrícola* 10(1):55-59.
- Magallanes-Quintanar R., Valdez-Cepeda R. D., Olivares E., Pérez O., García-Hernández J. L., and López-Martínez J. D. 2006. Compositional nutrient diagnosis in maize grown in calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 29: 2019-2033.
- Marozzi D.G., Debortoli D. G., Méndez. M. y Currie H. 2005. Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo dos sistemas

- de riego. In: Memoria Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. República Argentina.
- Márquez L. J. R., Figueroa-Viramontes U., Cueto-Wong J. A. y Palomo G. A. 2006. Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación de sorgo – trigo para forraje. *AgroFaz*. 6:145-151.
- Mohsin A. U., Ahmad J., Ahmad A. U. H., Ikram R. M., and Mubeen K. 2012. Effect of nitrogen application through different combinations of urea and farm yard manure on the performance of spring maize (*Zea Mays L.*) *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1):195-198. ISSN: 1018-7081
- Mucheru-Muna M., Mugendi D., Kung'u J., Mugwe J. and Bationo A. 2007. Effects of organic and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District. Kenya. *Agroforest Syst* 69:189–197.
- Müller L., Manfron P. A., Santos O. S., Petter S. L., Dourado D., Morselli T. B. G. A., Lopes da Luz G. y Bandeira A. H. 2006. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropónica de trigo (*Triticum aestivum L.*). *Zootecnia Trop*. 24: 137-152.
- Nazli, R. İ., Kuşvuran A., İnal I., Demirbaş A., Tansi V. 2014. Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea mays L.*). *Turkish Journal of Agridulture and Forestry*. 38:23-31.
- Núñez-Hernández G., Peña-Ramos A., González-Castañeda F. y Faz-Contreras R. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. In: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coahuila. México. pp. 45-97
- Núñez-Hernández G., Sánchez G.R., Figueroa-Viramontes U., Faz-Contreras R., Ochoa M.E. y Sánchez-Duarte J.I. 2009. Producción y calidad nutritiva del forraje de variedades de especies de cereales en invierno en dos fechas de siembra en la región lagunera. Memoria. XXI semana internacional de agronomía. Gomez Palacio, Durango. Pp 649-653.



- Nuñez-Hernández. G., Ochoa M.E Sánchez D.J. 2011. El uso de nuevos análisis de la calidad nutricional (almidón y digestibilidad de la fibra) permiten un mejor selección de híbridos de maíz forrajero en la Región Lagunera. INIFAP. PIAL. SAGARPA. Fundación Produce Coahuila y Durango A.C.
- Oad F.C., Buriro U.A. and Agha S.K. 2004. Effect of Organic and Inorganic Fertilizer Application on Maize Fodder Production. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 375-377
- Ochoa-Martínez E., Figueroa-Viramontes U., Cano-Rios P., Preciado-Rangel P., Moreno-Resendiz A. y Rodríguez-Dimas N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) en invernadero. *Rev. Chapingo Serie Hort.* 15: 245-250.
- Olivares, S. E. 1995. Paquete Estadístico de Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N.L. México.
- Reta-Sánchez D. G., Serrato-Corona J., Figueroa-Viramontes R., Cueto-Wong J.A., Berúmen-Padilla S. y Gaytan-Mascorro A. 2009. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la comarca lagunera. Memoria. XXI semana internacional de agronomía. Gómez Palacio, Durango. Pp 1-9
- Reta-Sanchez. D. G., Cueto-Wong J. A. y Figueroa-Viramontes U. 2004. Efecto de la aplicación de estiércol y composta en maíz forrajero en dos sistemas de siembra. Informe de Investigación. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Sagardoy, J. A. 1993. An overview of pollution of water by agriculture. In: Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities, Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 19-26.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Lerdo, Durango. Pp. 285.
- Salazar-Sosa E., Beltrán-M. A., Fortis-H. M., Leos-R. J. A., Cueto-W. J. A., Vázquez-V. C. y Peña-C. J. J. 2003. Mineralización de nitrógeno y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. *Terra* 21:569-575.

- Salazar-Sosa E., Luna-Anguiano J., Lopez-Martinez J., Maraña-Santacruz J.A. y Trejo-Escareño H.I. 2009. Biodegradación de estiércol bovino y su impacto en la producción de dos variedades de Triticale. Memorias XXI Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. 2 Edición. Gómez Palacio, Durango. Pp 137-143.
- Salazar-Sosa E., Trejo-Escareño H. I., López-Martínez J.D., Vázquez-Vázquez C., Serrato-Corona J. S., Orona-Castillo I. y Flores-Márquez J. P. 2010. Efecto Residual De Estiércol Bovino Sobre El Rendimiento De Maíz Forrajero Y Propiedades Del Suelo. *Terra Latinoamericana* 382 (4):381-390.
- Salazar-Sosa E., Trejo-Escareño H. I., Vázquez-Vázquez C. y López-Martínez J. D. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton Rev. Int. Bot. Exp.* 76: 169-185.
- Santana O. I., González-Castañeda F., Núñez-Hernández G., Peña-Ramos A., Robles-Escobedo F. J., Faz-Contreras R. 2010. Producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP-CIRNC. Campo Experimental Pabellón, Ags. Pabellón de Arteaga, Ags.
- Shah F., Muhammad S. S. N., Majid A. and Khan A. 2013. Effect of organic and inorganic fertilizers on protein, yield and related traits of maize varieties. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Available. Online: [www.ijagcs.com](http://www.ijagcs.com) IJACS/2013/6-18/1299-1303
- SIAP-SAGARPA. 2014. 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>.
- Yañez Ch. L.G. 2014. Evaluación de prácticas agrícolas en la retención de humedad del suelo y la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) Tesis M.C. UACH-URUZA. Bermejillo, Durango.

## A P E N D I C E

Cuadro 10. Características y ficha técnica del producto Acadian Stimplex

**ACADIAN™ Foliar**

(Formulación Especial para el Máximo Aprovechamiento vía Foliar)

<b>Datos Físicos</b>			
Apariencia		Líquido viscoso de color pardo	
Olor		Algas Marinas	
Materia orgánica		8.0 – 12.0%	
Minerales (Cenizas)		8.0 – 12.0%	
Densidad		1.12 g/ml	
Solubilidad		100.0%	
pH		3.6 – 4.2	
Nitrógeno Total (N)	0.5 – 1.0 %	Boro (B)	10 - 30 ppm
Fosfato Disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.5 – 3.5 %	Hierro (Fe)	20 - 50 ppm
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	3.0 – 6.0 %	Manganeso (Mn)	1 – 3 ppm
Azufre (S)	0.2 – 0.4 %	Cobre (Cu)	1 – 3 ppm
Magnesio (Mg)	0.04 – 0.1 %	Zinc (Zn)	5 – 10 ppm
Calcio (Ca)	0.08 – 0.12 %	Molibdeno (Mo)	< 2.5 ppm
Carbohidratos		(Acido Algínico, Manitol, Laminaria)	
<b>Aminoácidos (total 0.67%)</b>			
Alanina	0.05 %	Metionina	0.02 %
Acido Aspártico	0.09 %	Fenilalanina	0.05 %
Acido Glutámico	0.13 %	Prolina	0.05 %
Glicina	0.04 %	Triosina	0.04 %
Isoleucina	0.05 %	Valina	0.05 %
Lisina	0.03 %	Triptofan	0.01 %
Leucina	0.06 %		

\* Acidic dilution liquids (pH<5) should be adjusted to neutral pH (6.5 to 8.0) prior to the addition of the **ACADIAN Foliar**. Approved compatibility agents may be used to improve miscibility with other formulation components, if indicated.

Cuadro 11. Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo

**acadian**  
SUELO

FERTILIZANTE ORGÁNICO/LÍQUIDO

**COMPOSICIÓN GARANTIZADA**

Nitrógeno (N)	0.34 %	Ácido Glutámico	0.274 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	6.84 %	Glicina	0.061 %
Azufre (S)	1.38 %	Isoleucina	0.032 %
Magnesio (Mg)	0.14 %	Lisina	0.026 %
Calcio (Ca)	0.12 %	Leucina	0.061 %
Boro (B)	64.50 ppm	Metionina	0.016 %
Hierro (Fe)	40.17 ppm	Fenilalanina	0.046 %
Manganeso (Mn)	3.601 ppm	Prolina	0.056 %
Zinc (Zn)	7.48 ppm	Tirosina	0.028 %
Materia Orgánica	14.16 %	Valina	0.063 %
Ácido Aspártico	0.166 %	Triptófano	0.010 %
Alanina	0.079 %		

Hecho 100% con *Ascophyllum nodosum* fresco

REGISTRO: RSCO-023/IV/05  
 LOTE: 3045CWPR  
 FECHA DE FABRICACIÓN: 2014-08  
 FECHA DE CADUCIDAD: 2016-08

Contenido Neto: 10 LITROS

Fabricante: **Acadian Seaplants**

Acadian Seaplants Limited  
 30 Brown Avenue  
 Dartmouth, Nova Scotia  
 Canada, B3B 1X3  
 Tel: +1 902 468 2849  
 Fax: +1 902 468 3474  
 www.acadianseaplants.com

Titular del Registro:  
 ACADIAN SEAPLANTS MEXICANA, S.A. DE C.V.  
 Labrietas 14, Col. Azcapotzalco,  
 Del. Miguel Alemán, México, D.F. C.P. 06000  
 Tel: +52 5255 1111 - Fax: +52 5545 4821

Oriento S No. 202, Cal. Ciudad Industrial,  
 Celaya, Guanajuato C.P. 38010  
 Tel: +52 1 981 4741

HECHO EN CANADÁ

Este se comercializa con el producto de Acadian Seaplants Limited y se vende bajo licencia otorgada a favor de Acadian Seaplants Mexicana, S.A. de C.V.

A1006a\_0214