

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



**Efecto de la emergencia, peso de la raíz y altura en maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera de los productos Acadian Suelo y Stimplex**

**POR**

**JUAN DIEGO MENDIVIL HEREDIA**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**DICIEMBRE DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la emergencia, peso de la raíz y altura en maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera de los productos Acadian Suelo y Simplex

POR

JUAN DIEGO MENDIVIL HEREDIA

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:

  
\_\_\_\_\_

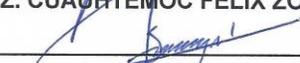
DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_

MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA

VOCAL:

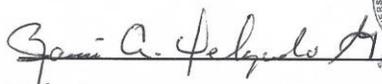
  
\_\_\_\_\_

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_

MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR

  
\_\_\_\_\_

DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Coordinación de la División  
de Ciencia Animal



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la emergencia, peso de la raíz y altura en maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera de los productos Acadian Suelo y Simplex

POR

JUAN DIEGO MENDIVIL HEREDIA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
Subdirector de la División Regional de Ciencia Animal  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Magdalena, por su apoyo incondicional en todos los aspectos y por impulsarme día a día a seguir adelante.

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 mi madre, Magdalena, por brindar todo el cariño, apoyo y confianza en todo momento. Por sus consejos, valores y motivación constante lo cual me mantiene hasta el día de hoy. Pero más que nada por su amor y gran ejemplo a seguir. Gracias por sus enseñanzas y cuidados. Te amo madre.

A mi hermana, Dalia, seguro estoy que no todos tienen el privilegio de gozar de la compañía y cariño de una persona tan linda como tú, hermana mía, sin ti mi camino a recorrer no tendría el mismo sentido, gracias por tu confianza infinita.

A mi prometida, Adriana, comienzo agradeciendo por el gran regalo que me has hecho a consecuencia de nuestra unión y amor, NUESTRO HIJO dieguito, y continuo haciéndolo ya que a pesar de la distancia recibí todo tu apoyo, confianza y amor. Gracias por ser parte de mi vida y de mis grandes motivos para esforzarme cada vez. Te amo.

A mi hijo, diego adrián, a tu corta edad con tus besos, abrazos, cariños y esa tierna voz me has modificado totalmente mi vida, es muy importante que sepas has sido el motivo de esta lucha constante por ser mejor cada día, simplemente para ser un gran ejemplo y orgullo para ti. Eres lo mejor de mi vida dieguito.

Y por último, a mis familiares y amigos, todos y cada uno de ustedes son pieza clave en mi formación, por su confianza, apoyo y por ser parte de mi vida les agradezco, (nanita Lupe, Jaime Mendivil, nina prieta, tío chanchi, compadre Alfonso, Reyvi, Hodelisia, Paulina, Paquito, Javier, tía viki, Cesar, David, Marco, Lalito, Elizabeth suegros Santa y Adrián, cuñados, tía Brenda, tío Juan, tío Julio, tía Zayda, tía Tere, tío Pablo, tío Lalo, koko, Nacho, Raúl, Cristi, pulga, Guardiola, koke, Julio, Aguirre, solo por mencionar algunos.)

## RESUMEN

El impacto adverso de los agroquímicos sobre el ambiente ha promovido la reducción de su empleo. En el caso de los fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos han surgido como alternativa viable para cubrir la demanda nutritiva de las especies vegetales. El estudio se realizó en la unidad de producción del Grupo Tricio Haro, dentro la Comarca Lagunera, para determinar el efecto de fertilizantes de origen marino sobre el rendimiento y calidad de maíz forrajero. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con dos tratamientos con dieciséis repeticiones. La siembra se realizó en seco y cuatro días después se aplicó el primer riego: en total fueron cuatro riegos, distribuidos cada 28-30 días, acumulando una lámina de 80 cm. Las variables evaluadas fueron: emergencia, desarrollo radicular, vigor y altura de planta. Los abonos orgánicos líquidos de origen marino provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos respecto a la altura de la planta, al menos para una fecha de muestreo, así como para emergencia y peso radicular. En términos porcentuales la altura de planta reportó un 8.30% más, el vigor de las plantas que recibieron los abonos orgánicos, registraron valores de 6.28 y de 4.81 las plantas del tratamiento testigo. La emergencia el lote tratado mostró 35.25 vs el testigo con 32.93. El peso radicular también fue más favorable en el tratado con 27.4 vs el testigo con 15.80. Por lo anterior, la aplicación de los abonos orgánicos de origen marino favoreció el incremento en las variables estudiadas del maíz forrajero de primavera.

**Palabras clave:** Fertilización, abonos orgánicos, primavera, *Zea mays*

## ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Fertilización orgánica en maíz forrajero	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Localización del área de estudio	16
3.2 Materiales	17
3.3 Duración del estudio	18
3.4 Metodología	18
3.4.1 Croquis del terreno	19
3.4.2 Tratamientos	19
3.4.3 Variables evaluadas	20
3.5 Diseño experimental	20
3.6 Aplicación del producto en campo.	20
3.7 Evaluación de la nacencia	22
3.8. Desarrollo radicular	22
3.9 Vigor de las plantas	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Análisis de la emergencia (AE)	25
4.2 Desarrollo radicular (DR)	26
4.3 Vigor de la planta (VP)	29
4.4 Altura de la planta (AP)	31
5. CONCLUSIÓN	35
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en México de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).	6
Cuadro 2	Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Coahuila de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).	8
Cuadro 3	Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Durango de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).	9
Cuadro 4	Resultados de la evaluación de la emergencia del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 19 y 24 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	26
Cuadro 5	Resultados de la evaluación del vigor del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 24 y 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	30
Cuadro 6	Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 24 y 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Presentación del producto Acadian suelo en garrafa de diez litros, utilizado para el desarrollo del experimento.	17
Figura 2	Presentación del producto Acadian suelo en envase de un litro, utilizado para el desarrollo del experimento.	17
Figura 3	Aplicación del producto Acadian suelo para su posterior mezcla con la semilla de maíz forrajero, antes de la siembra.	18
Figura 4	Presentación de la semilla antes de la aplicación del producto Acadian suelo al momento de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.	21
Figura 5	Coloración oscura de la mezcla del producto Acadian suelo con la semilla antes de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.	21
Figura 6	Colocación de la semilla de maíz forrajero ya mezclada con Acadian suelo en las tolvas de la sembradora para realizar la siembra del experimento..	21
Figura 7	Aplicación del producto Acadian suelo al momento del riego a través del sistema de riego de válvulas alfalferas en el maíz forrajero.	21
Figura 8	Evaluación de la emergencia de las plántulas de maíz forrajero en una de las primeras fechas para obtener el porcentaje de la emergencia.	22
Figura 9	Cinta métrica utilizada en la evaluación de la emergencia de las plántulas de maíz forrajero.	22
Figura 10	Medición del desarrollo de la raíz de las plantas de maíz forrajero para el lote tratado con Acadian suelo.	23
Figura 11	Medición del largo de la raíz de las plantas de maíz forrajero en el lote testigo, para obtener el desarrollo y crecimiento de las mismas.	23
Figura 12	Evaluación del vigor de las plantas de maíz forrajero en una de las fecha de muestreo.	24
Figura 13	Medición de la altura de las plantas de maíz forrajero para obtener la altura (cm), antes de la cosecha	24
Figura 14	Evaluación de la emergencia del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 19 y 24 días de sembrado	25

	<b>en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.</b>	
<b>Figura 15</b>	<b>Evaluación del peso de la raíz del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.</b>	<b>27</b>
<b>Figura 16</b>	<b>Evaluación del peso de la raíz para cada una de las repeticiones del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.</b>	<b>28</b>
<b>Figura 17</b>	<b>Evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo 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.</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente la Comarca Lagunera se considera la segunda región de importancia en la producción de leche en México, esta producción es basada principalmente por la explotación intensiva de forrajes entre ellos la alfalfa y los maíces y sorgos forrajeros de primavera y verano, de los cuales los productores lecheros obtienen la materia prima para la elaboración de las raciones alimenticias.

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes a nivel nacional, donde se siembran aproximadamente, 50,998 ha de maíz forrajero, 12,923 ha de maíz forrajero en la Laguna de Coahuila y 14,563 ha en la Laguna de Durango (SIAP-SAGARPA, 2016) teniendo una cosecha de 50, 828 ha, alcanzando una producción de 2,235,621 toneladas, con un valor de la producción de 1,337 millones, 219 mil pesos, lo que reporta una participación del 34.37 % en el sector.

Uno de los principales problemas en esta región es la baja fertilidad de los suelos provocada por una sobre explotación de los mismos (Salazar *et al.*, 2007). Del Pino *et al.* (2008) reportan que la aplicación de fuentes alternativas de fertilizantes como el estiércol incrementa la actividad y cantidad de biomasa microbiana del suelo y, son una alternativa para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes. Por lo cual se propone el uso de abonos orgánicos como complemento a los requerimientos nutrimentales del cultivo con fertilizantes de origen marino con el fin de incrementar el rendimiento y la calidad de los productos.

El uso excesivo de fertilizantes químicos ha incrementado la disponibilidad de nutrientes, tanto para la planta como para los microorganismos presentes, acelerando la actividad enzimática y como consecuencia la descomposición de materiales orgánicos, lo que favorece la continuidad de ciclos biológicos como el del nitrógeno (N). Actualmente, hay interés por el uso de otras alternativas como los productos Acadian Suelo y Stimplex que estimulan una fase de desarrollo de la planta, esto produce beneficios exclusivos relacionados a cada cultivo en particular y su estado de madurez, sin embargo, en las últimas décadas poca tecnología se ha generado para la utilización de este desecho de la ganadería y la avicultura (Del Pino *et al.*, 2008).

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, por otro lado 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).

Uno de los principales problemas en esta región es la baja fertilidad de los suelos provocada por una sobre explotación de los mismos (Salazar *et al.*, 2007). Del Pino *et al.* (2008) reportan que la aplicación de fuentes alternativas de fertilizantes como el estiércol incrementa la actividad y cantidad de biomasa microbiana del suelo y, son una alternativa para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes. Por lo cual se propone el uso de abonos orgánicos como complemento a los requerimientos nutrimentales del cultivo con fertilizantes

de origen marino con el fin de incrementar el rendimiento y la calidad de los productos.

El uso excesivo de fertilizantes químicos ha incrementado la disponibilidad de nutrientes, tanto para la planta como para los microorganismos presentes, acelerando la actividad enzimática y como consecuencia la descomposición de materiales orgánicos, lo que favorece la continuidad de ciclos biológicos como el del nitrógeno (N). Actualmente, hay interés por el uso de otras alternativas como los productos Acadian Suelo y Stimplex que estimulan una fase de desarrollo de la planta, esto produce beneficios exclusivos relacionados a cada cultivo en particular y su estado de madurez, sin embargo, en las últimas décadas poca tecnología se ha generado para la utilización de este desecho de la ganadería y la avicultura (Del Pino *et al.*, 2008).

### **Objetivo**

Determinar el efecto fisiológico de maíz forrajero de fertilización Acadian Suelo y Stimplex a diferencia de la química (comercial) en maíz de primavera, en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

a).- Evaluar el efecto de fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre la emergencia de la semilla.

b).- Evaluar el efecto de fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre el peso de la raíz (gr).

c).- Evaluar el efecto de fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre el vigor de las plantas.

d).- Evaluar de fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre la altura de las plantas de maíz forrajero.

### **Hipótesis**

La respuesta fisiológica del desarrollo general del maíz forrajero varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la fertilización Acadian suelo y Stimplex en comparación con el testigo comercial.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

La agricultura moderna es una de las más eficientes debido a la implementación de las más modernas técnicas de cultivo, sin embargo, ante la creciente necesidad de elevar la producción de los cultivos por unidad de superficie y en el afán de incrementar la calidad nutritiva de los mismos, se han adoptado tecnologías que si bien por un lado han aumentado los rendimientos, por otro, han tenido impactos negativos al ambiente, que difícilmente podrán en un futuro cercano mantener la fertilidad de los suelos por largos periodos de tiempo.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos y otros insumos contaminantes, no permitirán en el futuro mantener la productividad de los suelos, por lo que se hace necesario adoptar alternativas de fertilizantes que por un lado incrementen los rendimientos y por otro, no tengan impactos negativos sobre el ambiente, como es el caso de los fertilizantes orgánicos, que en algunas regiones se han utilizado con resultados muy favorables en la producción de maíces y sorgos forrajeros, así como en las leguminosas como la alfalfa (Simion et al., 2010).

El maíz para forraje presenta características consideradas como forrajeras debido a la altura de las matas y al alto grado de follaje, así como la producción de mazorcas, sin embargo, lo 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 et al., 2006; Núñez et al., 2011).

En la producción de leche, los forrajes representan entre el 40 al 60 % de la alimentación del ganado, aportando nutrientes como carbohidratos, proteínas,

vitaminas y minerales, además de un componente esencial para los rumiantes "La Fibra" cuyos valores dan una mayor información acerca de la calidad de los forrajes debido a la digestibilidad y el efecto que provocan en el animal que lo consume, el cual es medido por medio de la producción de leche (Herrera, 1999).

A nivel nacional las superficies establecidas con maíz forrajero varían entre las 480 mil a las 655 mil hectáreas de este cultivo en los años de 2010 al 2015, esto de acuerdo a las estadísticas del SIAP-SAGARPA (2016), tal y como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en México de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción
			(Millones de pesos)
2010	535,620	11,788,483	4,872
2011	489,152	9,605,147	4,402
2012	655,511	12,062,988	7,100
2013	566,304	12,614,755	7,066
2014	577,815	13,777,231	6,768
2015	561,878	13,605,996	7,009

El maíz forrajero es altamente preferible por el ganado debido a su alta gustosidad y a lo succulento de sus constituyentes, y en estado verde contiene alrededor de 7.2-8.5% de proteína, de 32.52-33.49% de fibra y de 1-2.5 % de

grasa, además de contener altas cantidades de carbohidratos y tienen el potencial de proporcionar un forraje rico en energía para la alimentación del ganado y puede ser utilizado con seguridad en todos los niveles de producción sin causar daños por el ácido oxálico, y al ácido prúsico como el caso del sorgo (Dahmardeh, 2011).

La Comarca Lagunera es considerada actualmente una de las cuencas lecheras más importantes del país ya que se producen casi 9 millones de litros de leche/día, basado en gran parte en la alimentación de forrajes como el maíz y la alfalfa, producción de forrajes que se ve afectada grandemente por el creciente aumento de los precios de los fertilizantes (SIAP-SAGARPA, 2016), lo anterior afecta de manera significativa el costo del forraje de maíz cosechado, incrementando con ello el costo de la ración, razón por la cual, se hace necesario evaluar alternativas de aplicaciones de fertilizantes diferentes a las que tradicional y comercialmente se utilizan en la región.

Las estadísticas sobre la superficies establecidas con este cultivo, rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Coahuila de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016), se muestran en el cuadro 2, observando que la superficie se ha mantenido alrededor de las 14,000 a las 15,000 ha, sin embargo, en lo que a la producción se refiere, esta se ha incrementado ligeramente ya que las tendencias indican un incremento de aproximadamente entre las 3 y 4 toneladas más en verde, en comparación con el año 2010.

Cuadro 2. Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Coahuila de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Millones de pesos)
	14,829	662,293	298.03
2011	13,298	662,082	335.37
2012	12,763	569,781	370.35
2013	12,923	582,092	349.80
2014	14,440	684,714	374.86
2015	12,702	567,889	312.01

Por otro lado, en lo que respecta al valor de la producción, aquí si se observan incrementos considerables, llegando a obtener un valor de la producción en la Comarca Lagunera de Coahuila 312.01 millones de pesos.

Las estadísticas sobre la superficies establecidas con este cultivo, rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Durango de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2015), se muestran en el cuadro 3, observando que la superficie se ha mantenido mayor que en la región de Coahuila ya que se establecieron alrededor de las 14,600 hasta las 20,400 ha, sin embargo, en lo que a la producción se refiere, esta se ha incrementado grandemente en la parte de Durango ya que las tendencias indican un incremento de aproximadamente entre las 16 toneladas más en verde, en comparación con el año 2010.

Cuadro 3. Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Millones de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera de Durango de 2010-2015 (SIAP-SAGARPA, 2016).

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Millones de pesos)
10	16,335	1,459,707	558.52
2011	16,950	1,260,335	643.85
2012	20,450	2339,554	1,274.62
2013	14,631	1,635,328	764.82
2014	17,008	1,786,377	803.34
2015	22,576	1,360,599	533.127

Lo anterior, manifiesta que en la región de la Comarca Lagunera de Durango se tienen producciones mayores de maíz forrajero que en la región de Coahuila, y en lo que respecta el valor de producción también es mucho más sobresaliente, obteniendo un valor de la producción de casi el doble de lo que representa la región de Coahuila.

Por otro lado, en lo que respecta al valor de la producción, aquí si se observan incrementos considerables, llegando a obtener un valor de la producción en la Comarca Lagunera como tal 1,337 millones de pesos, para el año 2015, con un valor de la producción de 2,235,621 (Ton/año) y con una superficie de maíz forrajero de 50,998 ha. (SIAP-SAGARPA, 2016).

Lo anterior, es de suma importancia porque es parte de la base y soporte de la alimentación de la creciente población de ganado lechero en la Comarca Lagunera que según estadísticas de la SAGARPA se reportan en el año 2016 un

inventario ganadero de 493,144 vacas y que reportaron una producción de 2,386,962 de miles de litros de leche con un valor de la producción de 15,409 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2016).

### **2.1 Fertilización orgánica en maíz forrajero**

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.

En un estudio realizado por Iqbal et al., (2014) en Pakistan, con fertilización orgánica vs inorgánica en maíz forrajero, encontraron que la aplicación de fertilizante inorgánico solo y en combinación con orgánico (75% de urea + 25% de nitrógeno de estiércol), tiene una gran influencia significativa en comparación con otros tratamientos.

El uso integral de productos químicos, fertilizantes orgánicos y el mejoramiento de las practicas de manejo han revelado mejores resultados que no solo mejoran la producción del cultivo, sino que también mejoran la salud del suelo al disminuir la utilización de fertilizantes químicos (Lampe, 2000).

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).

En otro estudio realizado en Chile con cama de pollo (Pollinaza) como fuente de fertilizantes orgánicos sobre la producción y absorción de nutrientes en maíz para ensilaje encontraron que el rendimiento mostró una respuesta positiva a la fertilización, fluctuando entre 26,30 y 37,13 Mg ha<sup>-1</sup>; en tanto que en el control fluctuó entre 17,12 y 23,80 Mg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento medio obtenido con la Pollinaza fue 13,85 y 9,05 Mg ha<sup>-1</sup> mayor que el control sin fertilización para el primer y segundo año, respectivamente. La absorción de nutrientes fue similar entre los tratamientos con Pollinaza o fertilizantes convencionales (Hirzel et al., 2007).

La eficiencia de recuperación aparente de N (AENR) media para los tratamientos con pollinaza fue mayor que la obtenida con fertilización convencional, lo cual sugiere un suministro adecuado y bajo riesgo de pérdidas de N desde la Pollinaza. La mayor AENR se obtuvo con el uso de Pollinaza en baja dosis, resultando la más adecuada para este experimento (Hirzel et al., 2007). En

conclusión, el uso de Pollinaza es una alternativa eficiente al uso de fertilizantes convencionales en el cultivo de maíz para ensilaje.

La utilización de fertilizantes orgánicos, en primer lugar, permiten que el cultivo de plantas crezcan y se desarrollen mejor y alcancen una más alta productividad. Los fertilizantes influyen en diferentes maneras, algunas de ellas consisten en aumentar la altura de la planta, la cantidad y longitud de los tallos, la producción de hojas laterales, el área foliar y la clorofila (SPAD), y el sistema de la raíz de los cultivos, etc. en muchos tipos de cultivos y plantas forrajeras (Aminifard et al., 2012; Wang y Yang, 2012).

Los productos Acadian como el Stimplex contienen reguladores de crecimiento-kinetina citoquinina (Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*) y pueden ser utilizados como reguladores del crecimiento de las plantas y Acadian suelo que contiene una amplia gama de nutrientes naturales de plantas y minerales traza que son esenciales para el crecimiento de la planta, su salud y productividad; Enfatiza los minerales traza que se generan de manera natural y así mismo, quelados; Se dispone más fácilmente para la absorción de la planta que aquellos minerales suministrados en forma inorgánica (ASL, 2015a).

En un estudio realizado en maíz de verano en la Comarca Lagunera por Arano (2017), evaluando los productos Acadian suelo, encontró en sus resultados para el largo de la raíz (LR), a los 21 días después de la siembra, diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.02$ ) por efecto de los tratamientos, el mayor largo de raíz se registró en el tratamiento Acadian suelo, con  $16.33 \pm 1.20$  cm, superando al desarrollo del largo de la raíz del testigo comercial que reportó  $12.33 \pm 0.88$  cm,

con una diferencia mínima significativa ( $DMS_{0.05}$ ) de 2.486, lo que representa un 15.19% mayor de crecimiento de la raíz para el lote tratado con Acadian.

Investigadores como Battacharyya et al. (2015), documentaron que en general, los extractos de algas marinas, incluso en bajas concentraciones, son capaces de inducir una respuesta fisiológica de las plantas, tales como la promoción del crecimiento de la raíz, así como su peso y tamaño, lo anterior, permite mejorar el proceso de la floración y el rendimiento, y también mejorar la calidad de los productos, y mejorar el contenido nutricional del producto comestible.

Investigaciones realizadas por Kidinda et al., (2015) en su estudio integraron un mineral con fertilizante orgánico documentando que mejora la disponibilidad de nitrógeno y fósforo para lograr un crecimiento y desarrollo saludable de la cosecha. Aumenta los rendimientos de grano de maíz, porque mejora la disponibilidad de nutrientes. Los resultados de este ensayo mostraron que el estiércol del pollo aumentaron significativamente los rendimientos de maíz respecto a las parcelas fertilizadas con abonos minerales y el control pero las dosis aplicadas de gallinaza no mejoran el equilibrio suelo. La aplicación de 7 t ha G1 de gallinaza combinada con NPK 150 kg y 100 kg urea habían creado las mejores condiciones para el crecimiento del maíz y nutrición, aumentando así el rendimiento del cultivo de maíz forrajero.

En la actualidad existen diversos productos Acadian disponibles en el mercado que abarcan diversas fases del crecimiento de las plantas como; resistencia al estrés, crecimiento de la raíz y desarrollo de la planta, absorción de nutrientes, rendimiento y calidad y producción natural de hormonas. En la

resistencia al estrés los productos de Acadian han demostrado que producen una planta más sana, más productiva, inclusive en momentos de estrés como la sequía, la salinidad y la temperatura. Los productos de Acadian mejoran la capacidad de sus plantas, para resistir y recuperarse mejor de las condiciones de estrés. Esta mayor resistencia al estrés y recuperación se ha demostrado en una amplia gama de cultivos y plantas (ASL, 2015a).

Cuando una planta es tratada con productos de Acadian antes de que el estrés se produzca, la planta tiene una mayor capacidad de tolerar el desafío fisiológico o ambiental. Las plantas tratadas con productos de Acadian están en mejores condiciones para hacer un uso más eficiente del agua y los nutrientes, dándole una producción agrícola extraordinaria (ASL, 2015b).

Para el éxito de un cultivo, es vital mejorar el crecimiento de la raíz y el desarrollo de la planta. Crecimiento, calidad y rendimiento, todos dependen de una planta fuerte con un sistema de raíz, sano y largo. Los Productos de Acadian se han probado en una variedad de cultivos tanto en invernaderos como en el campo, demostrándose que incrementan el crecimiento de la raíz y el desarrollo de la planta respectivamente. Sin embargo, estos fertilizantes no se han estudiado en cultivos forrajeros y en especial en maíz forrajero, ya que actualmente la disponibilidad de la información en estos cultivos es nula o escasa. Los Productos de Acadian le ayudan a obtener el máximo provecho de su programa de fertilización. Ellos ayudan a los nutrientes incrementando el crecimiento de la raíz, fomentando las poblaciones de microbios saludables y contienen azúcares naturales que sirven como quelantes naturales (ASL, 2015b).

Entre otros beneficios estimulan una fase de desarrollo de la planta - esto produce beneficios exclusivos relacionados a cada cultivo en particular y su estado de madurez, maximizan la capacidad de los cultivos durante períodos de estrés, aumentan su porción comestible del fruto; mejoran el rendimiento (en peso y número); mejoran el desarrollo de la planta, mejoran la salud nutricional de la planta; aplicaciones post-cosecha ayudan en la recuperación de la plantas perennes después del estrés y reserva nutrientes para la próxima temporada de crecimiento (ASL, 2015b).

Actualmente el desarrollo de una agricultura sustentable va en aumento. Millones de personas en el mundo exigen cada día más al productor, productos de calidad y sin residuos contaminantes que afectan al organismo y al medio ambiente, de acuerdo a lo expresado en las premisas anteriores, es que se plantea el presente proyecto de investigación en el cual se tiene como objetivo evaluar el efecto fisiológico en particular sobre la emergencia, peso de la raíz y altura de la planta de los productos Stimplex® y Acadian Suelo en el maíz forrajero establecidos en primavera en la Comarca Lagunera.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

La Comarca Lagunera está entre 101° 41' y 104° 61' O, y 24° 59' y 26° 53' N; tiene una superficie de 47 887 km<sup>2</sup> con una altitud media de 1100 m, con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localiza el área agrícola. Su clima es seco desértico, con lluvias en verano e invierno fresco, la precipitación pluvial media anual es 258 mm y la evaporación media anual es 2000 mm, por lo cual la relación precipitación- evaporación es 1:10; la temperatura media anual es 21 °C con máxima de 33.7 °C y mínima 7.5 °C. El periodo de temperaturas bajas o heladas se presentan de noviembre a marzo, aunque en algunas ocasiones se presentan tempranamente en octubre y tardíamente en abril (García, 1973). El Distrito de riego tiene un volumen de agua disponible promedio de 2530 Mm<sup>3</sup>, de los cuales 1278 Mm<sup>3</sup> son fuentes de agua superficiales y 1252 Mm<sup>3</sup> fuentes subterráneas. Los volúmenes de agua superficial son aprovechados en la agricultura mediante reservorios entre los que destacan las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, con una capacidad total de almacenamiento de 3343 y 438 Mm<sup>3</sup>; ambas almacenan agua del río Nazas (SAGARPA, 2006). La distribución aproximada es 86.48 % para la agricultura, 2.81 % para la ganadería y el resto para otras actividades.

**3.1 Localización.** El lote de terreno utilizado se localiza en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro (GTH), en la pequeña propiedad del establo Corona aproximadamente a 5 km de la carretera “La Partida-Granada” contándose con un lote de terreno de 20 hectáreas, que cuenta con un sistema de riego de válvulas alfalferas, que permite regar en una toma hasta cuatro melgas o tendidas, las cuales tienen una superficie aproximada de un cuarto de hectárea.



**3.3 Duración del estudio.** El estudio tuvo una duración de cinco meses de abril a agosto de 2015, desde el momento del barbecho hasta la cosecha total de la planta.

**3.4 Metodología:** Se barbechó un lote de terreno de aproximadamente 20 ha, en cuyo suelo estaba previamente establecida una alfalfa de dos años, para preparar el terreno se realizaron tres pasos de rastra.

Antes de la siembra en la preparación del terreno, se tomaron muestras de suelo ( $n=8$ ) a una profundidad de 0.30 m. La siembra fue el 20 de abril, con una densidad de 60,000 plantas /ha, de semilla certificada de un híbrido de maíz amarillo de (Dow Semillas) 2A120, con una semilla pura de 99% y se establecieron de 6-7 semillas por metro lineal.

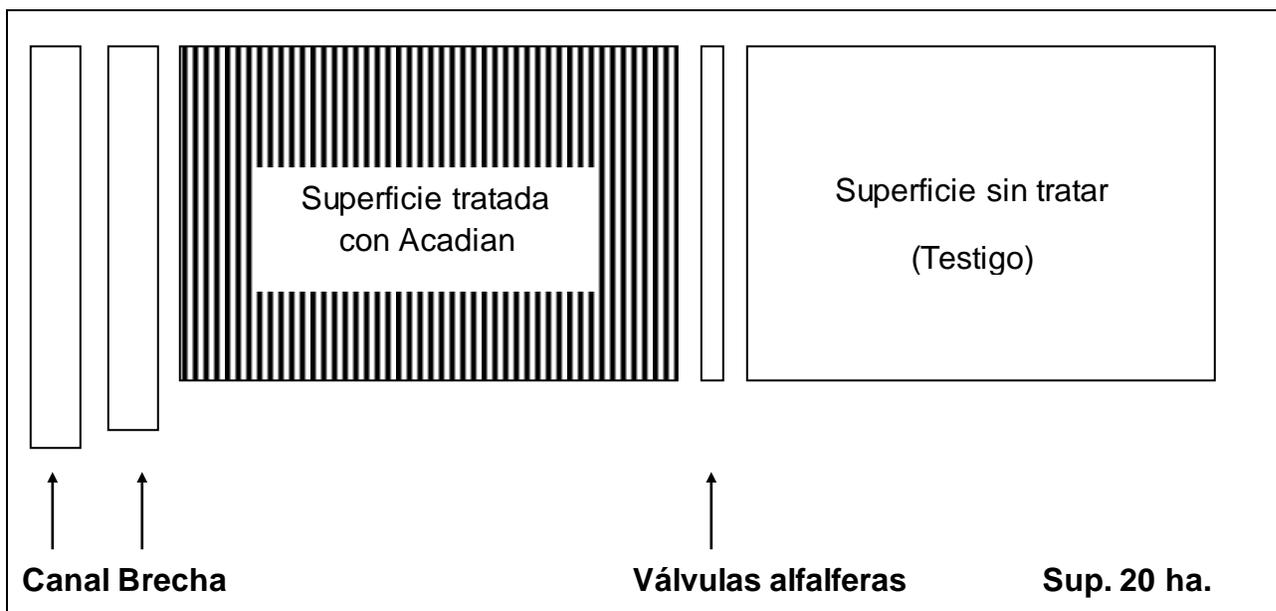
La aplicación del producto se dosificó a razón de 200 cc/60,000 semillas (por bulto), (figura 3), llevando a cabo una mezcla de lo más uniforme para posteriormente ya con el producto adherido a la semilla se colocó en las tolvas de la sembradora.



Figura 3. Aplicación del producto Acadian suelo para su posterior mezcla con la semilla de maíz forrajero, antes de la siembra.

La siembra se realizó en seco, para aplicar el primer riego a los 4 días después de la siembra (23 de abril, 2015), se aplicaron en total 3 riegos de auxilio, distribuidos cada 28-30 días para disponer de una lámina total de 80 cm.

### 3.4.1 Croquis del terreno:



### 3.4.2 Tratamientos:

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. Porcentaje (%) de emergencia de las plantas. Diez días después de la siembra se cuantificará el número de plantas por cada 6 metros
2. Toma de fotografías al lote de terreno antes de cada aplicación de producto y posteriormente durante la estación de crecimiento del cultivo.
3. Vigor de la planta a los 7, 14, 21 y 28 días
4. Desarrollo radicular y peso fresco de la raíz a los 39 días después del primer riego

**3.5 Diseño experimental:** Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= Lote con aplicación del producto Acadian y T<sub>2</sub>= Testigo regional) con 8 repeticiones por tratamiento (n=16). Los análisis estadísticos para las variables del estudio se efectuaron siguiendo los procedimientos de análisis de varianza y separación de medias por medio de la diferencia mínima significativa (DMS), complementada con la estadística descriptiva para la obtención del error estándar y rangos de datos en resultados.

**3.6 Aplicación del producto en campo.** Para la aplicación del producto, este se dividió en tres fases: en la semilla al momento de la siembra (Figuras 4 y 5), la segunda al momento del riego (Figura 7) 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, cabe mencionar que los productos nutritivos acadian suelo y foliar son compatibles con la mayoría de los insecticidas, fungicidas y fertilizantes, son especialmente recomendados para su uso con bioprotectores y/o entomopatógenos.



Figura 4. Presentación de la semilla antes de la aplicación del producto Acadian suelo al momento de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.



Figura 5. Coloración oscura de la mezcla del producto Acadian suelo con la semilla antes de la siembra del maíz forrajero utilizado en el experimento.



Figura 6. Colocación de la semilla de maíz forrajero ya mezclada con Acadian suelo en las tolvas de la sembradora para realizar la siembra del experimento.



Figura 7. Aplicación del producto Acadian suelo al momento del riego a través del sistema de riego de válvulas alfalferas en el maíz forrajero.

**3.7 Evaluación de la nacencia.** (EN) Para la evaluación de la nacencia se utilizó el conteo de plantas nacidas por surco de 6 m de largo, a los diez días después de la siembra y se cuantificó el número de plantas nacidas por cada 6 metros (Figuras 8 y 9).



Figura 8. Evaluación de la emergencia de las plántulas de maíz forrajero en una de las primeras fechas para obtener el porcentaje de la emergencia.

Figura 9. Cinta métrica utilizada en la evaluación de la emergencia de las plántulas de maíz forrajero.

**3.8 Desarrollo radicular.** (DR) Para el desarrollo radicular se extrajeron las plantas a los 39 días después del primer riego, esto ocurrió el 29 de mayo de 2015, extrayendo la totalidad de la planta con una pala lagunera, se limpió completamente de toda la tierra y se llevo a laboratorio para su posterior pesado de las raíces debajo de la corona (Figuras 10 y 11).



Figura 10. Medición del desarrollo de la raíz de las plantas de maíz forrajero para el lote tratado con Acadian suelo.



Figura 11. Medición del largo de la raíz de las plantas de maíz forrajero en el lote testigo, para obtener el desarrollo y crecimiento de las mismas.

**3.9 Vigor de las plantas.** (VP) La evaluación del vigor fue utilizando la escala de vigor de Meirelles et al. (2007), que sugiere evaluaciones a los 7, 14, 21 días después de la nacencias, (Figura 12) utilizando una escala de (Vigor rating 1 a 9). Para complementar el estudio al momento de la cosecha se evaluó la altura de las plantas, midiendo desde la corona hasta la punta más alta de la espiga (Figura 13).



Figura 12. Evaluación del vigor de las plantas de maíz forrajero en una de las fechas de muestreo.

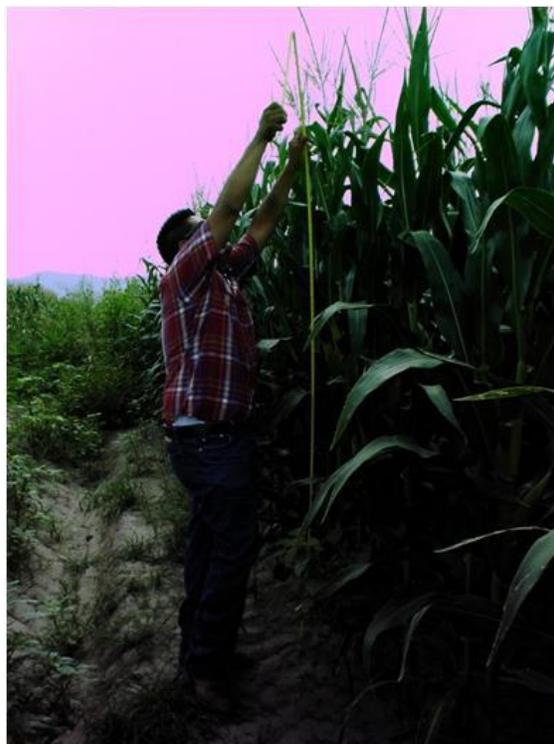


Figura 13. Medición de la altura de las plantas de maíz forrajero para obtener la altura (cm), antes de la cosecha.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de la emergencia (AE)

En la figura 14, se muestran los resultados obtenidos sobre el análisis de la emergencia (Nacencia), a los 15, 19 y 24 días después de la siembra (DDS), los cuales no mostraron diferencias significativas (ns) para esta variable en el análisis de varianza  $T_1 = 30.80\%$  vs  $T_2 = 30.60\%$  lo que representa 12.93 y 12.87 plantas por cada 6 metros lineales, a los 15 días después de la siembra, sin embargo, se observó una tendencia ligeramente favorable el grupo tratado ( $T_1 = 0.0625$ ).

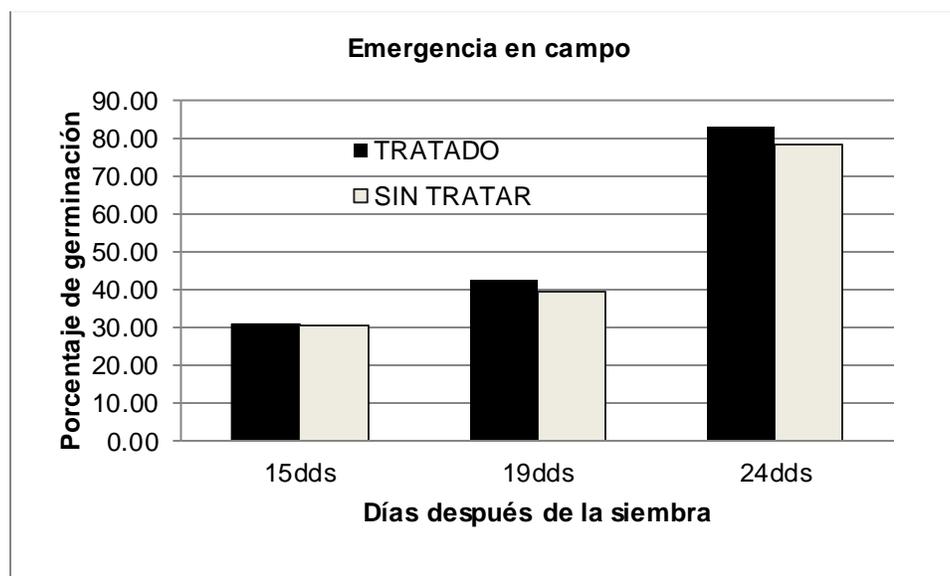


Figura 14. Evaluación de la emergencia del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 19 y 24 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Sin embargo, en las evaluaciones posteriores a los 19 y 24 DDS, los resultados muestran que si se observaron diferencias significativas en la emergencia para el lote tratado obteniendo el 42.41% y 39.43% en el no tratado, y

a los 24 DDS se obtuvo una emergencia en el T<sub>1</sub>= de 83.03%, mientras que en el T<sub>2</sub>= 78.42% a (P>0.05).

Complementando los resultados anteriores, en el cuadro 4 se puede 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), obtenidos después del análisis de varianza.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación de la emergencia del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 19 y 24 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	Unidades		Tratamientos		Rango	
	No.	de plantas/6m	Maíz tratado	Sin tratar	Mínimo	Máximo
15 dds			12.92± 0.48 ns	12.87 ±0.74 ns	9-17	9-18
19 dds			17.81± 0.57a	16.56±0.55b	15-23	13-20
24 dds			35.25±0.87a	32.93 ±0.84b	30-40	26-38

Literales diferentes tienen diferencias significativas; ns= no significativa

Estudios realizados por Kitchen y Westfall (1990) observaron en ensayos de emergencia con plántulas de maíz, 21 días después de la siembra, se observó la disminución en el número de plántulas emergentes a medida que se incrementó la cantidad de nitrógeno.

#### **4.2 Desarrollo radicular (DR)**

Los resultados obtenidos a los 39 días DDS para DR, se muestran en la figura 15 en donde se puede observar que después del análisis de varianza (ANOVA) realizado si existieron diferencias significativas (P>0.05), siendo el lote

tratado el que experimentó un mayor peso de la raíz con  $27.40 \pm 2.77$  gramos, mientras que el peso en el lote testigo fue de  $15.80 \pm 1.17$  gr.

Estudios documentados sobre el efecto del abono orgánico (estiércol de vaca) y fertilizantes inorgánicos (N.P.K) llevados a cabo por Wisdom et al., (2012), sobre el peso de las raíces del maíz (*Zea mays* L.), reportaron que los valores medios de los tratamientos que recibieron la fertilización NPK fueron más pesadas que los del tratamiento control y estiércol, reportando 23.96 cm de largo en comparación con el orgánico que reporto una media de 21.24 cm, resultados similares a los obtenidos en este estudio.

Soro et al., (2015) en un estudio sobre fertilización orgánica en maíz, reportaron que varios rasgos de crecimiento variables tales como; la tasa de germinación, altura, diámetro, número de hojas, nivel de inserción de la hoja, número de mazorcas por planta y el rendimiento fueron sido evaluadas. Los resultados del estudio revelaron efectos positivos del estiércol en el crecimiento y desarrollo de los cultivos de maíz y destacó la posibilidad de mejorar la productividad de maíz utilizando el estiércol de la pollinaza. Asimismo, el mayor crecimiento de las plantas fue reportado bajo la influencia de fertilizante, en comparación con los controles. El rendimiento final fue significativamente mejor por el aporte de estiércol y mayor rendimiento fue documentado aplicando estiércol de pollo (Pollinaza) aplicado a la tasa de  $7 \text{ t ha}^{-1}$ .

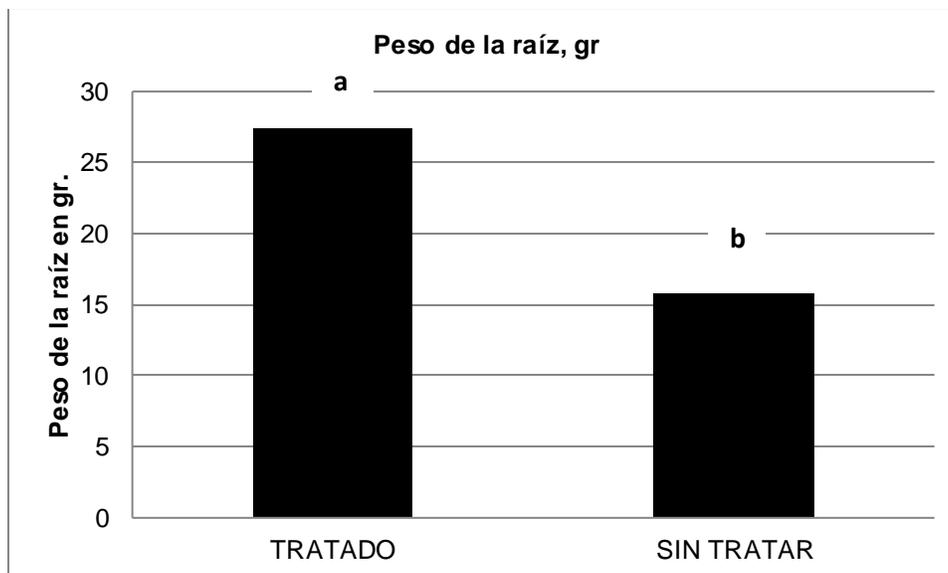


Figura 15. Evaluación del peso de la raíz del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Para complementar los datos anteriores para esta variable se obtuvieron los rangos mínimos y máximos que se observaron y fueron de 13-48.3 y 10.8-28.7 respectivamente para el lote tratado como para él no tratado.

En la figura 16 se muestra con mayor detalle los resultados y tendencias obtenidos de los dos tratamientos para peso de la raíz a través de las 16 repeticiones que incluyó el experimento, encontrando en el análisis de varianza que si existieron diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), tal y como se puede observar, en las primeras repeticiones se obtuvieron valores similares, pero en las repeticiones finales se puede observar ya diferencias entre el peso de la raíz entre los tratamientos evaluados y el testigo.

Estudios realizados por Ayeni et al., (2012), aplicando tipos de fertilizantes como el fertilizante orgánico (OM), fertilizante organomineral (OMF) y NPK

15:15:15 como fuentes de fertilizantes, reportaron que en todas las variables aumentaron significativamente ( $P < 0,05$ ) la maíz altura de planta, número de hojas, área foliar, peso de la raíz y rendimiento de materia seca y rendimiento de grano.

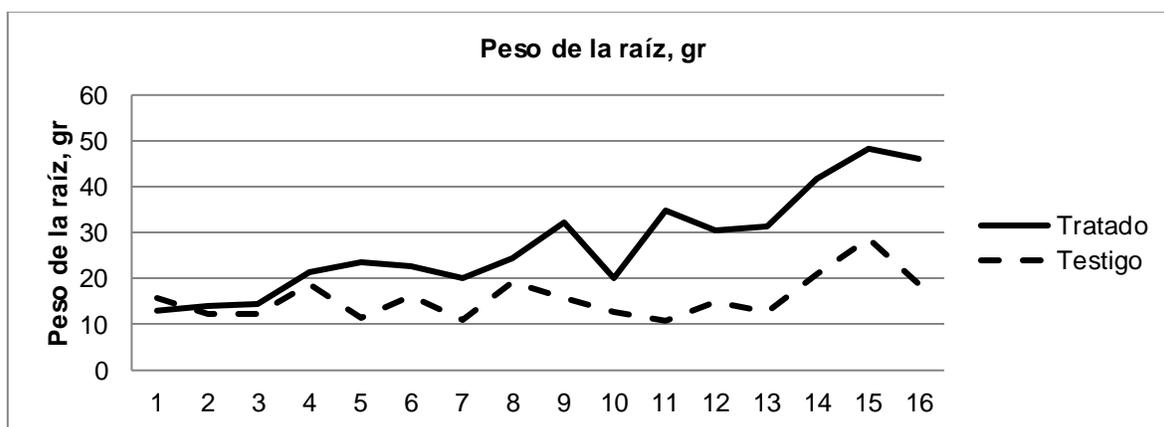


Figura 16. Evaluación del peso de la raíz para cada una de las repeticiones del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Quansah (2010), reportó en los resultados de su investigación que la biomasa de raíces por planta varió de 2,56 g para el control a 8,93 g para (Desperdicios y pollinaza+ fertilizante mineral 30-20-20 NPK kg ha<sup>-1</sup>) Hw:PM+N.P.K. (Low). Todos los componentes del suelo fueron significativamente ( $P < 0,05$ ) mayores e incrementaron la biomasa de raíz más que el del control.

#### 4.3 Vigor de la planta (VP)

Los resultados obtenidos para el vigor de la planta (VP), a los 15, 24 y 39 días después de la siembra, en la escala de evaluación de 0-9 se muestran en el cuadro 5 encontrando que a los 24 DDS después del análisis de varianza no existieron diferencias significativas entre tratamiento, sin embargo, a través del crecimiento a los 15 y 39 DDS si existieron diferencias significativas entre

tratamientos, presentando un mayor vigor de las plantas las del lote no tratado con Acadian Suelo de acuerdo a los 15 DDS, mientras que a los 39 días también existieron diferencias significativas entre tratamientos, presentando un mayor vigor de la planta las del lote tratado con Acadian Suelo, es decir, que las plantas del lote testigo fueron más vigorosas al inicio del establecimiento (15 DDS), mientras que las del lote tratado con Acadian suelo, fueron más vigorosas a medida que fueron desarrollándose y obteniendo mayor vigor que el lote no tratado hasta los 39 (DDS) días en que se llevo la última evaluación.

Cuadro 5. Resultados de la evaluación del vigor del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 15, 24 y 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	Unidades	Tratamientos		Rangos	
		Maíz tratado	Testigo	Mínimo	Máximo
Emergencia	Escala de 0-9				
15 dds		3.75± 0.17 b	4.92 ±0.18 a	3-5	4-6
24 dds		4.56± 0.15 ns	4.46 ±0.20 ns	3.8-6	3-6
39 dds		6.28±0.17a	4.81 ±0.26 b	5-7	4-7

Literales diferentes son estadísticamente significativas. Ns=no significativa

Resultados obtenidos por Solomon et al., (2012) en estudios comparativos del efecto de aplicación de estiércol y fertilizantes inorgánicos, mostraron que las plantas de maíz tratadas con fertilizante N P K fueron significativamente más altas que aquellos tratados con estiércol de vaca y los de control. El número promedio de hojas, el diámetro del tallo, y peso seco de la raíz fueron superiores con fertilizante N P K pero no mostraron diferencia significativa ( $P>0,05$ ) de aquellos cultivados y fertilizados con estiércol de vaca. Los índices de crecimiento de

plantas de maíz para el lote aplicado con fertilizante N P K, no mostraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ), en comparación con aumento que el estiércol de vaca. Se recomienda que el estiércol de vaca pueda utilizarse en ausencia de N P K considerando el costo de fertilizante y efecto ambiental asociado de la tarde.

#### **4.4 Altura de la planta (AP)**

Los resultados obtenidos para AP, ya fueron presentados por Preciado, (2016) y con el objetivo de mostrar todo el panorama del desarrollo del cultivo de maíz de primavera, se incluyó esta variable, dichos resultados se muestran en la figura 17 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  $T_1=58.56 \pm 2.36$  cm, mientras que el lote no tratado resultó en una altura menor con  $T_2= 51.03 \pm 1.37$  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.

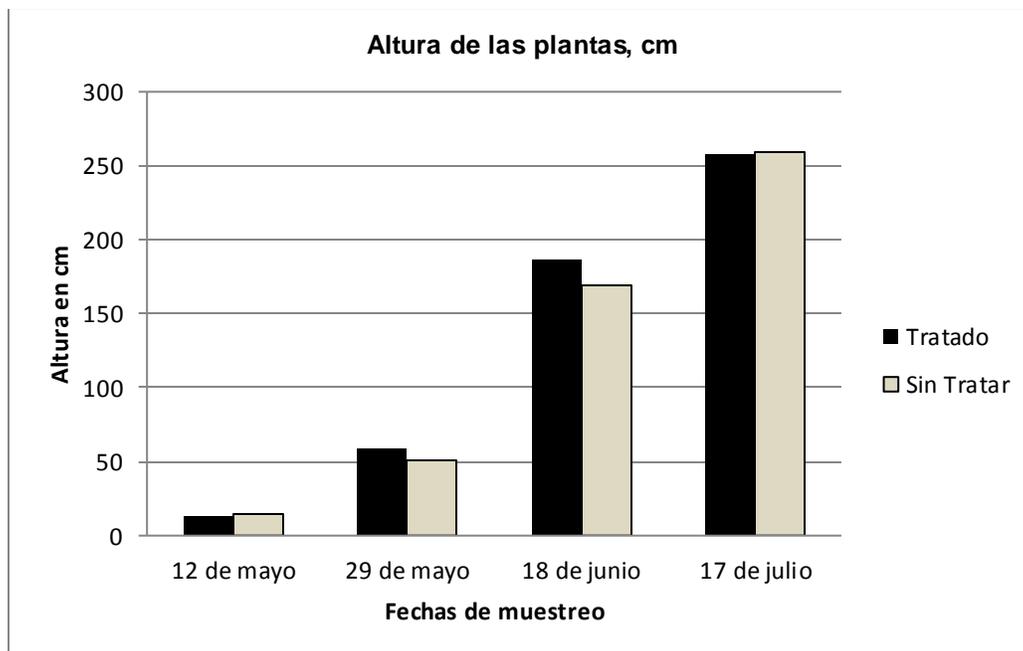


Figura 17. Evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo y el testigo comercial a los 22, 39, 60 y 89 días después de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

En el cuadro 6, se pueden observar un concentrado de los valores de 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 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 el testigo comercial a los 15, 24 y 39 días de sembrado en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Variable	Unidades	Tratamientos							
		Maíz tratado (T <sub>1</sub> )				Testigo (T <sub>2</sub> )			
Altura de la planta:	(Cm)	Error		Rangos (umbrales)		Error		Rangos (umbrales)	
Fechas	DDS	Media	estándar	Mínimo	Max	Media	estándar	Mínimo	Max
30-abr-15	10	Sin Nac.				Sin Nac.			
12-may-15	22	13.87 ± 0.94 ns		10	20	14.81 ± 1.26 ns		10	28
29-may-15	39	58.56 ± 2.36 <sup>a</sup>		43	76	51.06 ± 1.37 <sup>b</sup>		40	64
18-jun-15	60	186.75 ± 10.16ns		137	260	169.37 ± 2.53 ns		142	181
17-jul-15	89	259.75 ± 2.29 ns		242	280	259.87 ± 2.96 ns		244	285

Literales diferentes son estadísticamente significativas. Ns=no significativa

Estudios e investigaciones llevados a cabo en la Comarca Lagunera por Salazar-Sosa et al., (2010) obtuvieron en sus resultados valores similares a los obtenidos en la madurez de este cultivo documentando que el efecto del 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

Otros estudios como los reportados por Achieng et al., (2010), quienes documentaron 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, obtuvieron valores más altos, cuando la fertilización química con N comercial y fuentes orgánicas como el estiércol fueron empleados de

manera integrada, en comparación con el uso por separado de cada una de las fuentes de fertilizantes tanto químicas como orgánicas.

Yolcu et al., (2011), estudios realizados con la aplicación de estiércol, zeolita y leonardita sobre el rendimiento de heno en una gramínea (*Lolium multiflorum* Lam.) documentaron que la aplicación de esos fertilizantes incrementaron las variables productivas en Ballico desde la altura hasta la calidad del heno obtenido.

## 5 CONCLUSIÓN

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 mayor desarrollo vegetal en maíz de primavera.
- b) En cuanto a la variable altura de la planta (AP) no se mostraron diferencias entre 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) En lo que al vigor de la planta se refiere, en estado de plántula, las plantas del lote no tratado se observaron más vigorosas, sin embargo, al llegar a una etapa de mayor crecimiento, se observó que las plantas tratadas con Acadian fueron más vigorosas a una probabilidad de ( $P>0.05$ ).
- d) En el peso de la raíz, si se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el testigo del productor, teniendo un mayor desarrollo las plantas del lote tratado con el fertilizante orgánico.
- e) 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 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M. and Khayyat, M. 2012. Effect of nitrogen Fertilizers on Vegetative and Reproductive Growth of Pepper Plants under Field Conditions. *J. Plant Nutr.*, 35: 235– 242.
- Arano Aguilar Erwin. 2017. Efecto de la fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) a diferencia de la química sobre peso de la raíz y de las plántulas de maíz forrajero de verano en condiciones de excesiva humedad en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional MVZ. Septiembre de 2017. UAAAN UL. Torreón, Coahuila.
- ASL (Acadian Seaplants Limited). 2015a. Productos para plantas de origen de algas marinas. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants>.
- ASL (Acadian Seaplants Limited). 2015b. Productos para plantas de origen de algas marinas. Absorción de nutrientes y rendimiento y calidad. En línea. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants/direct-plant-applications>
- Ayeni, L. S. E. O. Adeleye and J. O. Adejumo. 2012. Comparative effect of organic, organomineral and mineral fertilizers on soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize (*Zea Mays*). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* (ISSN: 2251-0044) Vol. 2(11) pp. 493-497, November, 2012
- Battacharyya Dhriti, Mahbobeh Zamani Babgohari, Pramod Rathor, Balakrishnan Prithiviraj. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 39–48.
- Colaizzi, P. D., A. D. Schneider, S. R. Evett, and T. A. Howell. 2004. Comparison of SDI, LEPA, and spray irrigation performance for grain sorghum. *Trans. ASAE* 47(5): 1477- 1492.
- Dahmardeh, M., 2011. Effect of plant density and nitrogen rates on PAR absorption and maize yield. *Amer. J. Plant Phyto.*, 6: 44-49.

- Del Pino, A., C. Repetto, C. Mori y C. Perdomo. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra Latinoamericana* 26: 43-52.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 217 p.
- González Castañeda F., Fco. J. Robles E., Alfonso Peña R. y Omar I. Santana. 2012. Evaluación de híbridos de maíz para forraje en Aguascalientes, 2011. INIFAP-CIRNC. Campo Experimental Pabellón, Ags. Pabellón de Arteaga, Ags. Enero, 2012.
- Herrera S. R. 1999. La importancia de la calidad en los maíces y sorgos seleccionados para forraje y su efecto en la producción y costos de los alimentos. 5° ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. Gómez Palacio, Dgo. México.
- Hirzel, J. I. Matus, F. Novoa<sup>2</sup> and I. Walter. 2007. Effect of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) production and nutrient uptake. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2007 5(1), 102-109
- Iqbal, Asif Muhammad Aamir Iqbal, Ali Raza, Nadeem Akbar, Rana Nadeem Abbas and Haroon Zaman Khan. 2014 Integrated Nitrogen Management Studies in Forage Maize. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 14 (8): 744-747, 2014.
- Kidinda Kidinda Laurent, Ben Tshibuyi Kasu-Bandi, John Banza Mukalay, Maurice Kilumba Kabemba, Cedric Ntemunyi Ntata, Trésor Muganguzi Ntale, Dominique Tshipama Tamina and Luciens Nyembo Kimuni. 2015. Impact of Chicken Manure Integration with Mineral Fertilizer on Soil Nutrients Balance and Maize (*Zea mays*) Yield: A Case Study on Degraded Soil of Lubumbashi (DR Congo). *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology* 5 (3): 71-78, 2015. ISSN 1793-9445 / DOI: 10.3923/ajpnft.2015.71.78 © 2015 Academic Journals Inc
- Kitchen N. R. y Westfall D.G. 1990. Wheat and corn emergence inhibition from surface-banded solution nitrogen fertilizer. *J. Prod. Agric.* 3, 328-332.

- Lampe, S. 2000. Principle of integrated plant nutrition management system. In: Proc. Of symp. Integrated plant nutrition management (Nov. 18-10, 1999) NFDC, P and D Division; Govt. of Pak. Islamabad, pp: 3-17.
- Meirelles, A. J. A., Paiva, P. D. O., Oliveira, M. I., Tavares , T. S. 2007. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira-ráfia (*Rhapis excelsa*) (Thunberg) Henr
- Núñez H. 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.
- Núñez-Hernández, G., A. Peña-Ramos, F. González-Castañeda y R. Faz-Contreras. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. pp. 45-97. In: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.
- Preciado Cortés Brenda Guadalupe. 2016. Evaluación del efecto de Acadian Suelo y Stimplex sobre rendimiento de maíz forrajero de primavera en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional MVZ. Junio de 2016. UAAAN UL. Torreón, Coahuila.
- Quansah. Gabriel Willie. 2010. Effect Of Organic And Inorganic Fertilizers And Their Combinations On The Growth And Yield Of Maize In The Semi-Deciduous Forest Zone Of Ghana. Thesis B. Sc. University Of Science and Technology, Kumasi, Ghana. February. P 67-70
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Lerdo, Durango. 285 p.
- Salazar-Sosa Enrique, Héctor Idilio Trejo-Escareño, José Dimas López-Martínez, Cirilo Vázquez-Vázquez, J. Santos Serrato-Corona, Ignacio Orona-Castillo y Juan Pedro Flores-Márgez. 2010. Efecto Residual De Estiércol Bovino Sobre El Rendimiento De Maíz Forrajero Y Propiedades Del Suelo. TERRA LATINOAMERICANA Volumen 382 28 Número 4, p 381-390

- Salazar-Sosa, E., H. I. Trejo-Escareño, C. Vázquez-Vázquez y J. D. López-Martínez. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton Rev. Int. Bot. Exp.* 76: 169-185.
- 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>.
- SIAP-SAGARPA. 2016. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.
- Simion E., D. Simion, L. Miron and G. Enache. 2010. The influence of organic fertilizar son the quality of the main harvest concerning the ecologically cropped corn. *Lucrani Stiintifice* Vol. 53, Nr. 2. Seria Agronomie. P412-414.
- Solomon Wisdom G. O., Ndana R. W., and Abdulrahim Y. 2012. The Comparative study of the effect of organic manure cow dung and inorganic fertilizer N.P.K on the growth rate of maize (*Zea Mays* L). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* (ISSN: 2251-0044) Vol. 2(12) pp. 516-519, December, 2012
- 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 ferralitic soil of centre – West Côte D'ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, December - 2015; Volume – 3(6)
- Wang, L. R. and Yang, C. P. 2012. The New Type of Fertilizer Is Going to Have a Prosperous Development. *Market Modern.*, 694: 163.
- Wisdom Solomon G. O., Ndana R. W and Abdulrahim Y. 2012. The Comparative study of the effect of organic manure cow dung and inorganic fertilizer N.P.K on the growth rate of maize (*Zea Mays* L). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* (ISSN: 2251-0044) Vol. 2(12) pp. 516- 519, December, 2012.

Available on line <http://www.interestjournals.org/IRJAS>. Copyright ©2012 International Research Journals.

Yolcu H, Şeker H, Gullap MK, Lithourgidis A, Güneş A. 2011. Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. AJCS 5: 926–931.