

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de la fertilización orgánica líquida sobre la energía neta, digestibilidad  
y litros de leche por hectárea en maíz (*Zea mays*L.) de primavera**

**POR**

**JOSÉ ALFREDO ÁLVAREZ ESTRADA**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

"Efecto de la fertilización orgánica líquida sobre la energía neta, digestibilidad y litros de leche por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) de primavera"

POR

JOSÉ ALFREDO ÁLVAREZ ESTRADA

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:

  
M.C GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL:

  
IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

VOCAL SUPLENTE:

  
M.V. Z CUAUHTEMOC FÉLIX ZORRILLA

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

"Efecto de la fertilización orgánica líquida sobre la energía neta,  
digestibilidad y litros de leche por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) de  
primavera"

POR

JOSÉ ALFREDO ÁLVAREZ ESTRADA

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

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

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

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

## AGRADECIMIENTOS

**A mis padres**, Luis Álvarez Reyes (†), Bertha Estrada Olalde por haberme dado la oportunidad de vivir, educarme e inculcarme valores para caminar por la senda correcta en este difícil camino llamado vida.

**A mis hermanos**, Virginia, J. Jesús (†) y Moisés (†) Álvarez Mirafuentes; María Judith Álvarez Rivas, Javier Reyes Estrada, María Elisa Álvarez Estrada, por formar parte de esta gran familia a la cual pertenezco y de la que estoy orgulloso.

**A mis hijos**, Yadira Coral, Alfredo Emmanuel y Alan David Álvarez Arzate; Luis Alfredo Álvarez Mendiola y José Alfredo Álvarez García quienes han sido parte fundamental para lograr cumplir esta meta.

**A mi Hermana** María Elisa Álvarez Estrada, por haberme tendido la mano, cuando pasaba por un momento muy difícil e impulsarme a conquistar esta meta.

**A mi Alma Mater**, por haberme abierto sus puertas y haberme formado como profesionalista.

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

**A mis profesores**, Silvestre Moreno Avalos, Sergio Orlando Yong Wong, Carlos Raúl Rascón Díaz, y a todos quienes me impartieron las materias que forman parte del Programa Docente de Médico Veterinario Zootecnista.

**A Acadian Seaplantsy 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 mis padres,** Bertha Estrada Olalde por sus oraciones y bendiciones para alcanzar mis objetivos así como brindarme su apoyo moral económica y afectivamente; Luis Álvarez Reyes que en paz descansa y el señor lo tenga en su santa gloria por haberme legado su tenacidad, honestidad, fortaleza y carácter Dios te bendiga padre donde quiera que estés me enorgullece ser tu hijo.

**A mis hermanos,** Virginia, J. Jesús (†) y Moisés (†) Álvarez Mirafuentes; María Judith Álvarez Rivas, Javier Reyes Estrada, María Elisa Álvarez Estrada, y a sus respectivas familias.

**A mis hijos,** Yadira Coral, Alfredo Emmanuel y Alan David Álvarez Arzate; Luis Alfredo Álvarez Mendiola y José Alfredo Álvarez García quienes fueron el eje motor para concluir satisfactoriamente esta meta.

**A mis sobrinos,** que siempre estuvieron al tanto de mí y en todo momento me demostraron su cariño y apoyo.

**A toda mi familia,** gracias a todos por sus palabras de aliento para no rendirme, su ayuda y su apoyo, gracias a todos quienes creyeron en mí.

**Muy especialmente,** Brenda Isela Ojeda Juárez y a su hija Brenda del Rosario Ojeda Juárez por haberme tendido la mano en una etapa muy difícil de mi carrera de la misma forma a Lorena Ríos Castañeda y a su hijo Daniel Moreno Ríos quienes me abrieron las puertas de su hogar haciéndome parte de su hermosa familia que forman con el MC Silvestre Moreno Avalos.

**A mis amigos,** que en todo momento se mantuvieron al pie del cañón durante esta etapa brindándome su apoyo en especial a Alejandro Sandoval Angulo y a Aldo Cruz Hernández

**A mis amigos cabalgantes,** que paso a paso fueron dándome palabras alentadoras para esforzarme día a día al Sr. José Luis Morales a los hermanos Casas (Chikis, Lupe y Marcelo) del ejido La Paz a los amigos de a caballo de Progreso Industrial del Estado de México.

**A mis compañeros de Generación:** Gracias por ser parte de esta importante etapa de mi vida y a quien les deseo el mejor de los éxitos en su vida personal

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en un lote de terreno (20 ha) localizado en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro (GTH), en la Comarca Lagunera de abril a agosto de 2015, el objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica líquida (FOL) a diferencia de la química (comercial) en maíz forrajero de primavera sobre las energías netas, digestibilidad y litros de leche por hectárea de forraje. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con dos tratamientos (T1= Lote con aplicación del producto Acadian y T2= Testigo regional) con 8 repeticiones. 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 4 riegos de auxilio, distribuidos cada 28-30 días para disponer de una lámina total de 80 cm. Se evaluó la calidad del forraje cosechado a través del análisis NIRs.

Los resultados muestran que con la aplicación de FOL se obtiene mayor digestibilidad ya que la FDN reportó valores (42-43%), siendo de calidad regular. Para la digestibilidad *in vitro* a las 30 horas existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) ya que el lote tratado (LT) reportó un 75%, mientras que el lote no tratado (LNT) el 70%. Los litros de leche/kg/ton MS mostraron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que para el (LT) se obtuvo 764 kg/leche/ton MS, mientras que en el (LNT) fue de 745 kg/leche/ton MS, ( $P > 0.05$ ). Los resultados obtenidos para lts/leche por hectárea se muestran diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que el (LT) reportó 15,355 kg/leche/ha, mientras que en el (LNT) fue de 13,729 kg/leche/ha, de menor cantidad. La calidad del forraje cosechado en general se considera de regular ya que los valores obtenidos no cumplen con los niveles considerados para materiales forrajeros de alta calidad.

**Palabras clave;** Fertilización orgánica, maíz, digestibilidad y energía neta

# ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia y superficies del maíz forrajero	4
2.2 Fertilización orgánica en maíz forrajero	8
2.3 Fertilizantes orgánicos de origen marino	13
2.4 Valor nutricional de los alimentos	15
2.4.1 Energía neta de lactación (ENI)	16
2.4.2 Energía neta para mantenimiento (NE <sub>m</sub> ) y energía neta para ganancia (NE <sub>g</sub> )	16
2.4.3 Digestibilidad <i>in vitro</i>	17
2.5 Análisis de alimentos NIRS	18
2.6 El modelo MILK 2006	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Ubicación del área de estudio	22
3.2 Materiales	22
3.3 Duración	23
3.4 Metodología	23
3.4.1 Tratamientos	24
3.4.2 Variables evaluadas	24
3.4.3 Aplicación del producto en campo.	25
3.4.4 Cosecha del cultivo (CC)	25
3.4.5 Calidad nutritiva (CN)	25
3.5 Diseño experimental	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Energía neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/Kg MS)	28
4.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> (DIV,%) y dig Fibra Detergente Neutro	30

<b>4.3 Litros de leche (kg/ton MS)</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Litros de leche/ha (Lt/ha)</b>	<b>33</b>
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>36</b>



## 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 2010-2014.	4
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 2010-2014.	5
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 2010-2014.	6
Cuadro 4	Características y ficha técnica del producto Acadian Stimplex.	45
Cuadro 5	Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Obtención de la energía Neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/kg/MS) del cultivo de maíz tratado con FOL comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	29
Figura 2	Obtención de la digestibilidad in vitro (negro) y la digestibilidad de la FDN (dig FDN, %) (gris) del cultivo de maíz tratado con FOL comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	31
Figura 3	Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por Tonelada de Materia Seca del cultivo de maíz tratado con FOL y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	32
Figura 4	Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por hectárea del cultivo de maíz tratado con FOL y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	34

## 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.

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente, 34,486 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, 2014) y el 90% se siembra con híbridos comerciales para grano de compañías multinacionales desarrollados para otras regiones del país, por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Peña *et al.* 2003), por lo que un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen los incrementos en la calidad del forraje.

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 bonos 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 (FOL) 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).

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 FOL 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).

## **Objetivos**

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica líquida (FOL) a diferencia de la química (comercial) en maíz forrajero de primavera sobre las energías netas, digestibilidad y litros de leche por hectárea de forraje en la Comarca Lagunera.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de la fertilización orgánica líquida, sobre el aporte de Energía neta para mantenimiento (%) en maíz forrajero.
2. Determinar el efecto de la fertilización orgánica líquida, sobre el aporte de Energía neta para ganancia de peso en maíz forrajero.
3. Determinar el efecto de la fertilización orgánica líquida, sobre la digestibilidad del forraje en maíz forrajero.
4. Determinar el efecto de la fertilización orgánica líquida, sobre litros de leche por tonelada de forraje del forraje en maíz forrajero.
5. Determinar el efecto de la fertilización orgánica líquida, sobre litros de leche por hectárea en maíz forrajero.

### **Hipótesis**

La cantidad de energía neta para lactancia y mantenimiento, digestibilidad y litros de leche/ha en maíz forrajero varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la FOL.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia y superficies del maíz forrajero**

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).

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).

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).

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 2014, esto

de acuerdo a las estadísticas del SIAP-SAGARPA (2014), 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 2010-2014 (SIAP-SAGARPA, 2014).

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

La Comarca Lagunera es considerada actualmente una de las cuencas lecheras más importantes del país ya que se producen casi 7 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, 2013), 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 2010-2014 (SIAP-SAGARPA, 2014), 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 2010-2014 (SIAP-SAGARPA, 2014)

---

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Millones de pesos)
2010	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

---

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 374.86 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 2010-2014 (SIAP-SAGARPA, 2014), 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 2010-2014 (SIAP-SAGARPA, 2014).

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Millones de pesos)
2010	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

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 de Durango 803.34 millones de pesos, para el año 2014.

## 2.2 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.

Por otra parte, se ha reportado que el comportamiento productivo de este sistema 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).

En un estudio realizado por Iqbal *et al.*, (2015) en Pakistán, 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 prácticas 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).

Schroder y Dilz (2005), encontraron que los niveles de rendimiento de maíz fueron determinados por la temperatura, el riego y favorecido por la aplicación de grandes cantidades de estiércol de bovinos entre 200 y 300 t ha<sup>-1</sup> al año. Encontrando que una combinación de fertilizantes inorgánicos y estiércol fueron los que dieron los mejores rendimientos.

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.

Con lo que se refiere 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 (Shah *et al.*, 2013).

Los granos por mazorca también reportaron diferencias significativas, siendo el tratamiento NP (180:120) el 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 (Shah *et al.*, 2013).

Respecto al rendimiento de grano Shah *et al.*, (2013), 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  $4077 \text{ kg ha}^{-1}$  en el tratamiento NP (180:120), seguido del (150:100) con  $4032 \text{ kg ha}^{-1}$  y el más bajo con 2270 encontrado en el lote testigo, el fertilizante orgánico mostro un rendimiento de grano de  $2993 \text{ kg ha}^{-1}$ , 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 un estudio realizado en Pakistán por Oad *et al.*, (2004) donde evaluaron dosis de fertilización inorgánica y orgánica, encontraron que la mejor respuesta a fertilización orgánica con estiércol fue la dosis de 3000 kg ha<sup>-1</sup>, y en la inorgánica fue de 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, sus resultados revelaron que todos los parámetros de la planta de maíz evaluados como, altura, ancho del tallo, número y largo de las hojas, rendimiento entre otros fueron afectados significativamente con la incorporación del estiércol y dosis de fertilización de N.

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).

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 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.

En estudios realizados en la Comarca Lagunera por Fortís *et al.*, (2010) encontraron que el análisis de varianza muestra una diferencia significativa para proteína cruda, la vermicomposta produjo el mayor rendimiento con 12.87 Mg ha<sup>-1</sup>, biocomposta obtuvo 11.15 Mg ha<sup>-1</sup>. Reta *et al.* (2004) obtuvieron rendimientos significativamente mayores con estiércol o vermicomposta al igual que Salazar *et al.* (2007) quien obtuvo 19.62 Mg ha<sup>-1</sup> con 40 Mg ha<sup>-1</sup> 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 *et al.*, 2003).

En resumen, los fertilizantes químicos proporcionan en un periodo muy corto rápidos beneficios, sin embargo, en el largo plazo ocasionan daño al suelo, al agua del suelo y nuestra salud, mientras que la fertilización orgánica proporcionan una liberación lenta de nutrientes para el suelo y las plantas, evitan la erosión y retienen la humedad del suelo, mejorando las condiciones del suelo, previenen enfermedades de las plantas, incrementan el contenido nutricional en las plantas y en general se obtienen grandes beneficios (Monroe Works, 2014).

### **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 Seaplants (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 espray, 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.

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 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. 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 las plantas perennes después del estrés y reserva nutrientes para la próxima temporada de crecimiento (ASL, 2015b).

#### **2.4 Valor nutricional de los alimentos**

Existen actualmente diferencias en los contenidos de calidad de los forrajes y estas diferencias se pueden deber a factores multifactoriales desde la selección



de la variedad, hasta las diferencias en el manejo de los cultivos, tipos de fertilizantes utilizados, fechas y estado fenológico de corte, manejo postcosecha y muchos otros.

Entre algunos de las determinaciones importantes del aporte de nutrientes de los cultivos que pueden expresar el potencial de producción se tienen: la digestibilidad de la materia seca (DMS, %), además de las energías principalmente la energía neta para mantenimiento, para ganancia de peso y para lactancia (Mcal/kg MS).

La Energía Neta (EN) es la parte de energía del alimento que el animal utiliza para mantenimiento (EN<sub>m</sub>), ganancia de peso (EN<sub>g</sub>) y producción de leche (EN<sub>l</sub>). La eficiencia de utilización del alimento para «mantenimiento» es similar que para lactación, y éstas son mayores que para ganancia de peso corporal (Pigurina y Methol, 2004).

#### **2.4.1 Energía neta de lactación (EN<sub>l</sub>)**

La energía neta de lactación es el término usado por el NRC (2001), (National Research Council) para estimar los requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras. Por lo general se la expresa como mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg MS) La NE<sub>l</sub> del ensilaje de maíz es calculada a partir del FDA con la siguiente ecuación.

$$NE_1 = 1.044 - (0.0124 * FDA)$$

#### **2.4.2 Energía neta para mantenimiento (NE<sub>m</sub>) y energía neta para ganancia (NE<sub>g</sub>)**

McDonald *et al.* (1999) indican que la eficiencia con la que se utiliza la energía metabolizable (EM) varía de acuerdo a las diferentes funciones a las cuales se va a

destinar, por lo tanto los alimentos tienen valores distintos de energía neta de acuerdo a la función a la que se destinen. El sistema de energía neta usado por el NRC para el ganado de carne asigna valores de energía para cada alimento y de forma similar subdivide los requerimientos energéticos de los animales. La energía del alimento es utilizada con menor eficiencia para depositar nuevo tejido corporal que para mantener el tejido corporal existente. La  $NE_m$  es el valor de energía neta del alimento para mantenimiento. La  $NE_g$  es el valor de energía neta de los alimentos para la deposición de tejido corporal, crecimiento o ganancia de peso. Tanto la  $NE_m$  como la  $NE_g$  son necesarias para expresar los requerimientos energéticos totales del ganado en crecimiento. Por lo general se las expresa como mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg).

#### **2.4.3 Digestibilidad *in vitro***

Por otro lado el valor de la digestibilidad *in vitro* y la importancia de medir la dNDF (Digestibilidad de la fibra detergente neutro) a 30-48hrs ha sido reconocida recientemente. La digestibilidad se puede interpretar como que tanta cantidad del forraje es actualmente absorbido por el tracto gastro-intestinal y varía grandemente entre los forrajes, pero en general la digestibilidad disminuye a medida que aumenta la madurez de la planta (Gómez, 2011). La digestibilidad de cosechas realizadas a un estado de madurez similar, incluso para una misma especie cuando crece bajo diferentes condiciones climáticas. Al digerir el NDF más rápidamente, los rumiantes pueden pasar el alimento más rápidamente por el rumen, lo que permite un mayor consumo de materia seca y una mejora en el desempeño del animal. Disminuciones

en la dNDF 48 son por lo general un reflejo de un mayor contenido en lignina en la fracción de NDF. La dNDF se mide como la digestión del NDF *in vitro* durante 48 horas

## **2.5 Análisis de alimentos NIRS**

El análisis de forrajes denominado NIRs (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) por sus siglas en inglés y en español se traduce como la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) o bien como la espectroscopia cercana al infrarrojo. Es considerado como un método de análisis de forrajes a nivel mundial, como técnica rápida, precisa y no destructiva, en su aplicación al análisis de productos agrícolas y sobre todo en el análisis de forrajes, se revisan sus fundamentos físicos, se describen los avances experimentados en la instrumentación y se exponen las etapas para desarrollar y evaluar una calibración. Alomar y Fuchslocher (1998), en su artículo, aportaron antecedentes acerca de los fundamentos y aplicación de la técnica, además entregan algunos ejemplos del uso de NIRS en la evaluación de forrajes, en términos de composición química, digestibilidad, valor energético y degradabilidad ruminal, entre otras aplicaciones.

Desde hace algunas décadas esta técnica se perfilaba como una técnica alternativa a los métodos tradicionales de análisis de forrajes y alimentos (Análisis proximal y el Van Soest) con muy buen potencial para obtener estimaciones seguras y muy rápidas de la composición química nutricional de forrajes (Givens, 1993). En su aplicación al análisis de forrajes y otros compuestos, la técnica se basa entonces en que el espectro lumínico cercano al infrarrojo puede proporcionar información acerca de los principales elementos estructurales asociados a los organismos vivos,

ya que los grupos funcionales que responden a la radiación en este espectro son C-H, O-H, N-H y probablemente S-H y C=O (Shenk y Westerhaus, 1993).

La Espectroscopia de Reflexión en el Infrarrojo Cercano (NIRS = near infrared reflectance spectroscopy) es un método indirecto y rápido, que analiza diferentes componentes nutricionales en un solo proceso, sin un tratamiento químico de las muestras. Estas ventajas hacen que la tecnología NIRS sea un método muy económico para el productor.

Dadas las características y propiedades ópticas de los forrajes, y en particular la aplicación de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), que se emplea desde cerca de la década del 70 en la industria del análisis de forrajes, farmacéutica, y petroquímica, como alternativa a los métodos químicos y químico-biológicos tradicionales (Cozzolino *et al.*, 2003). El NIRS es una técnica rápida, no destructiva ni contaminante, y de gran exactitud siempre que se sigan los procedimientos adecuados para crear las ecuaciones de calibración (Givens y Deaville, 1999). El método utiliza la región de longitudes de onda entre los 700 y 2500 nanómetros (nm) del espectro electromagnético (Alomar y Fuchslocher, 1998; Deaville y Flinn, 2000). Este método se basa en que cuando la luz incide sobre una muestra, una parte de los fotones es transmitida a través de la misma, siendo el resto absorbido. La absorción de energía por la muestra produce que los enlaces entre C-H, O-H y N-H, componentes principales de la estructura básica de las sustancias orgánicas, vibren en distintas formas (Givens y Deaville, 1999).

El espectroscopio de reflectancia del infrarrojo cercano (NIRS) se basa en la suposición de que el espectro de la radiación absorbida y emitida por los componentes orgánicos de los alimentos es similar entre las tomas de la misma

composición química y bioquímica. Se calibra sobre la base de ecuaciones matemáticas complejas y modelos de predicción colocados en la computadora los cuales comparan el espectro de los alimentos para el análisis químico a través del NIRS. El NIRS es útil en la evaluación y formulación de raciones, pero tiene un valor limitado cuando se utilizan los alimentos no tradicionales o forrajes de diferentes regiones que los utilizados para calibrar el equipo. La técnica es más rápida que los ensayos tradicionales y relativamente económicos. El NIRS reporta en sus salidas por lo general la materia seca, proteína cruda, fibra detergente ácido (ADF), fibra detergente neutro (FDN), nutrientes digestibles totales (TDN), la energía neta para mantenimiento (NEM) y lactancia (ENL) de ganado lechero, y algunos minerales como; Ca, P , Mg y K (Ralston, 2004).

## **2.6 El modelo MILK 2006**

El Milk 2006 es la última adaptación ampliamente utilizada para transformar la cantidad de leche que puede ser predicha por tonelada de forraje a kilogramos de leche por hectárea para evaluar los ensayos de rendimiento de híbridos de maíz para ensilaje y programas de mejoramiento de híbridos tanto en la investigación como la industria. El modelo utiliza para analizar los carbohidratos no fibrosos y su digestibilidad, junto con la fibra, para sumar los valores de energía para ensilajes de maíz forrajero utilizado en la alimentación de las vacas (Shaveret *al.*, 2002).

Las numerosas variables que representan la calidad del ensilaje pueden hacer que la selección de híbridos un poco abrumador. En general la calidad del ensilaje se resume comúnmente en una sola variable conocido como leche/tonelada, que se calcula utilizando el modelo MILK 2006 una hoja de cálculo que

fue desarrollada en la Universidad de Wisconsin. Leche/tonelada es una indicación general de la calidad del ensilaje, y se calcula a partir de los análisis para el forraje de proteína cruda (PC), neutro fibra detergente (FND), digestibilidad de la FDN (DFDN), almidón y carbohidratos no fibrosos (Coulter, sin fecha; Shaver *et al.*, 2002).

Leche por tonelada (calidad del ensilado) generalmente se muestra junto con la leche / hectárea (Rendimiento de la calidad del ensilaje x). La Leche/ ha se calcula multiplicando la leche / tonelada por el rendimiento de ensilaje DM. Por lo tanto, la leche / CA está influenciada en gran parte por rendimiento del ensilaje, por lo que es posible para un híbrido que tiene alta producción de leche /ha con leche baja / tonelada. Sin embargo, ya que la leche / ha es una combinación de tanto el rendimiento como la calidad, y debido a la calidad del ensilaje es tan importante, muchas personas buscan en la leche /ha como una indicación de rendimiento en lugar de ensilaje de ensilado producido por sí mismo (Coulter, sin fecha).

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 la expresado en la premisas anteriores, es que se plantea en el presente proyecto de investigación el evaluar el efecto de la aplicación de los productos FOL 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).

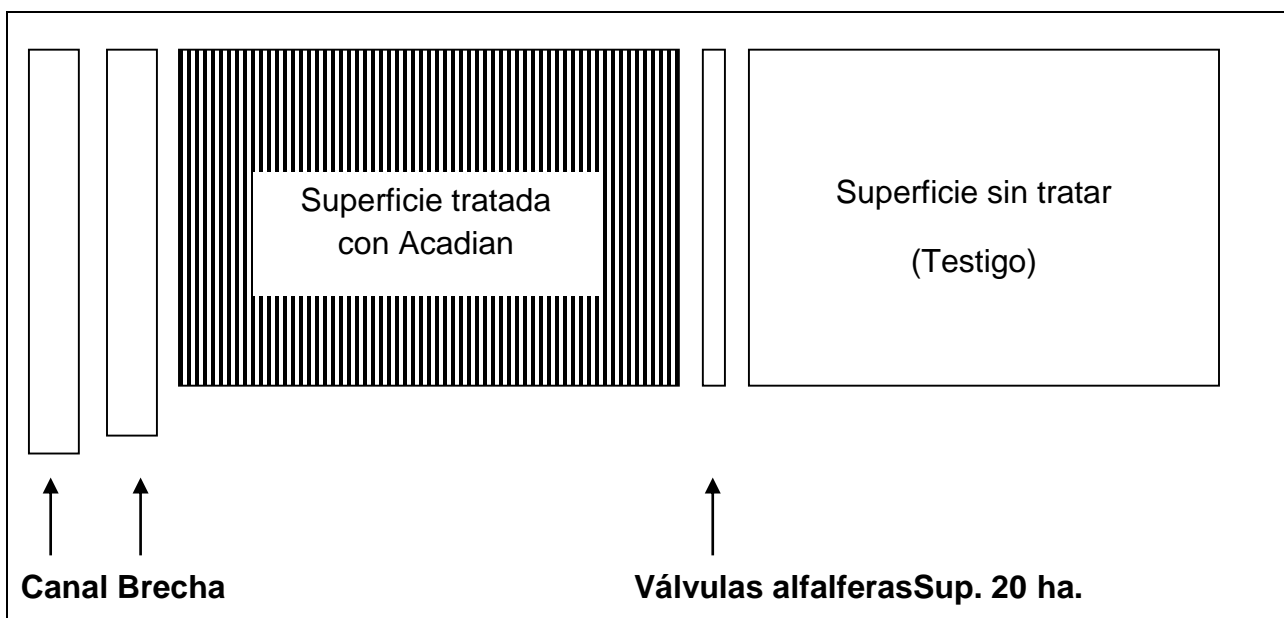
**3.1 Ubicación.** El lote de terreno utilizado se localiza en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro (GTH), en la pequeña propiedad del establo Corona aproximadamente a 5 km de la carretera “La Partida-Granada” contándose con un lote de terreno de 20 hectáreas, que cuenta con un 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.

**3.2 Materiales.** Se emplearon los productos Acadian suelo / Stimplex y semilla de maíz híbrido amarillo de Dow Agrosiences de México, S.A de C.V. para zonas de adaptación de Coahuila, Durango y Chihuahua.

Los productos utilizados en esta investigación son complejos nutritivos para cultivos y fueron el Acadian Suelo 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 foliar (Stimplex) 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 4 y 5 del apéndice.

Croquis del terreno



**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.

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), llevando a cabo una mezcla de lo más uniforme para posteriormente ya con el producto adherido a la semilla de colocó en las tolvas de la sembradora.

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 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

### 3.4.2 Variables evaluadas

1. Obtención del aporte de los valores de energía neta para mantenimiento y ganancia de peso en maíz forrajero después del corte en la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 8 repeticiones).

2. Obtención del aporte de la Digestibilidad *in vitro* (DIV, %) y dig Fibra Detergente Neutro en maíz forrajero después del corte en la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 8 repeticiones).

3. Obtención del aporte de los litros de leche por tonelada de forraje en

maíz forrajero después de la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 8 repeticiones).

4. Obtención de los litros de leche por hectárea, para lo cual se realizó utilizando el modelo Milk 2006 (Desarrollado por Shaver *et al.*, 2002).

**3.4.3 Aplicación del producto en campo.** Para la aplicación del producto, este se dividió en tres fases: en la semilla al momento de la siembra, la segunda al momento del riego 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.

**3.4.4 Cosecha del cultivo (CC).** Las muestras para el análisis de laboratorio se realizaron a partir de la producción de forraje en verde (MV) y el porcentaje de materia seca a la cosecha que fue a los 112 días después de la siembra, con una humedad del 67.5% y una materia seca del 32.5%, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición, secadas a 100°C en una estufa en laboratorio.

**3.4.5 Calidad nutritiva (CN).** La calidad nutritiva del forraje obtenido se realizó en el laboratorio certificado de análisis de forrajes de AGROLAB. México, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo. después de la cosecha tanto en el lote tratado como no tratado con el análisis de forrajes NIRS.

La calidad del forraje se determinó en las muestras molidas en un molino Willey con una malla de 1.0 mm de diámetro. Los análisis que se realizaron para

obtener la calidad nutritiva de minerales fueron; Energía neta para mantenimiento, Energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg), Energía neta para metabolismo y la cantidad de litros de leche por tonelada de forraje obtenidos por el análisis de forrajes conocido como NIRS.

**3.5Diseño experimental.** Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con dos tratamientos ( $T_1$ = Lote con aplicación del producto FOLy  $T_2$ = Testigo regional) con 8 repeticiones. 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), complementados con la estadística descriptiva para la obtención del error estándar y rangos de datos en resultados.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento (Aplicación de FOL vs testigo)

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

Finalmente, se obtuvo la producción de leche por toneladas de materia seca, la cual fue calculada a través del programa Milk 2006, desarrollado por la Universidad de Wisconsin, Corn Silage Evaluation System (Desarrollado por Shaver *et al.*, 2002).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Energía neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/Kg MS)

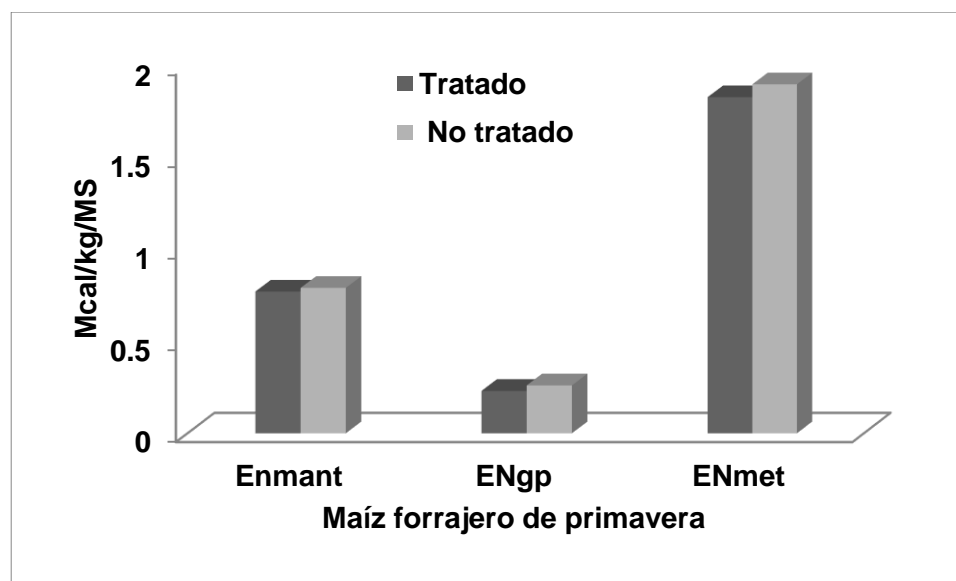
El valor nutritivo de un alimento está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta para mantenimiento (ENmant, Mcal/MS), y la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y se clasifican en excelentes mayores a  $1.5 \text{ Mcal kg}^{-1}$ , buenos de  $1.3\text{-}1.5 \text{ Mcal kg}^{-1}$ , regulares de  $1.1\text{-}1.3 \text{ Mcal kg}^{-1}$  y malos o pobres con valores menores de  $1.1 \text{ Mcal kg}^{-1}$  (Nuñez *et al.*, 2005).

Los resultados obtenidos para este nutriente (ENmant) muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 0.77 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 0.79 % ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 1.

Los resultados obtenidos para la (ENmant.) muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 0.23 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 0.26 % ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 1.

En lo que a la (ENgp) los resultados obtenidos muestran que no hubo existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 1.83 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 1.9% ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 1.

Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de ENm menores o igual a 1.1 se consideran como maíces de calidad nutricional pobre o mala. Los valores reportados en la literatura para energía neta para ganancia de peso son de 0.99 y de mantenimiento de 1.56 Mcal/kg/MS (NRC, 2001). De acuerdo con estas ecuaciones, ENm varía de 0.53 y 0.68 (con promedio 0.64) para alimentos de 1.8 a 3.2 Mcal EM/kg MS respectivamente; para esos mismos alimentos ENgp varía entre 0.22 y 0.47 (con promedio 0.41). Como se puede observar los datos obtenidos y reportados en este trabajo son más bajos que los reportados en la literatura, lo anterior debido, a que el estado de corte del cultivo fue ya en grano duro, muy retrasado porque se presentaron lluvias en junio de 2015 y no existió suficiente piso para realizar la cosecha.



**Figura 1.** Obtención de la energía Neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/kg/MS) del cultivo de maíz tratado con FOL comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

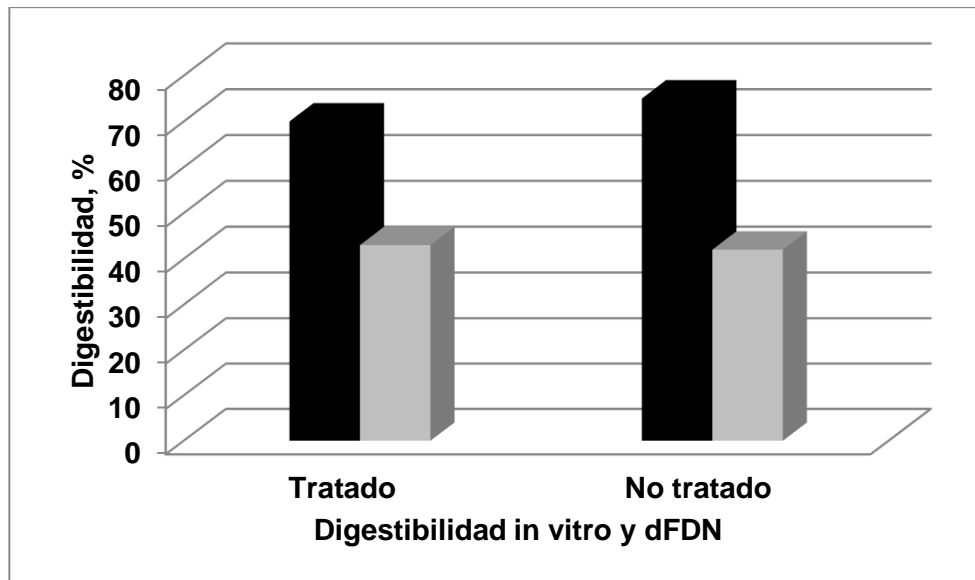
#### 4.2 Digestibilidad *in vitro* (DIV, %) y digFibra Detergente Neutro

Es la fracción del alimento realmente aprovechada por el ganado y según Herrera (1999) porcentajes menores a 60 por ciento son de baja calidad, de 61 a 67 % son de mediana calidad y mayores de 68 por ciento de alta calidad.

Los resultados obtenidos para la digestibilidad *in vitro* a las 30 horas existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) ya que el lote tratado reportó un 75%, mientras que el lote no tratado el 70%, sin embargo, de acuerdo a lo expresado por Herrera (1999), se consideran los dos de alta calidad. Gallegos, *et al.*, (2012), reportaron en un estudio en la Comarca Lagunera valores para genotipos de 69% y muy similares a los obtenidos por Nuñez *et al.* (2006) en la evaluación de 15 genotipos de maíz que en el año 1997 fluctuaron entre 63.3 a 72.1 por ciento y en el año 1999 obtuvieron genotipos desde 62.6 a 70.6%, es decir genotipos de alta calidad. En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos para esta variable (dFDN) la digestibilidad de la FDN, encontrando en los resultados obtenidos en lo que a la (DIV, %) los resultados obtenidos muestran que no hubo existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 43% de (dFDN), es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 42% (dFDN) es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 2.

De acuerdo con Nuñez *et al.*, (2011), la FDA y la digestibilidad *in vitro* en cambio, no están asociadas con la producción de leche y en estudios realizados en Pabellón Ags, encontró una digestibilidad *in vitro* de 59.2-73.4 % en variables agronómicas y de calidad nutritiva de cinco grupos de poblaciones de maíz. En estudios realizados en La Comarca Lagunera se han encontrado valores de

digestibilidad en forraje de maíz de 56 a 68 % (Núñez *et al.*, 1999; Herrera *et al.*, 1999), este último autor, menciona una escala de la DIVSMS (%) maíces menores a 60%, se consideran de calidad baja, de 61-67% de calidad mediana y mayores a 68 de calidad alta.

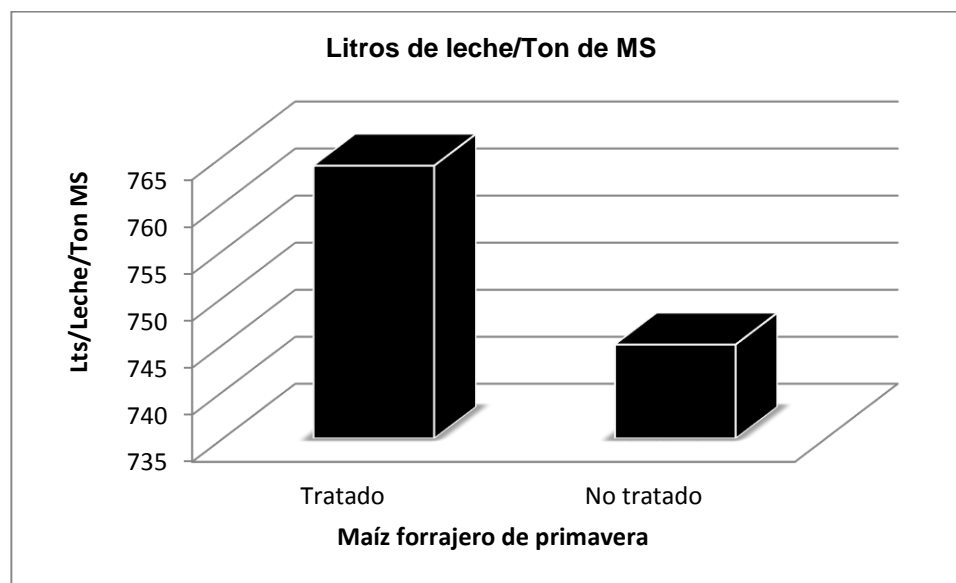


**Figura 2.** Obtención de la digestibilidad *in vitro* (negro) y la digestibilidad de la FDN (dig FDN, %) (gris) del cultivo de maíz tratado con FOL comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Núñez *et al.*, (2011), reportan que respecto a la digestibilidad de la FDN (%) valores mayores a 60% se consideran maíces forrajeros de excelente calidad nutricional, valores de mayor a 50% de calidad buena, valores entre 40-50% de calidad regular y menores a 40% se consideran de calidad pobre o mala. En relación a lo anterior, los resultados obtenidos en este proyecto los maíces evaluados se consideran en cuanto a la (dig FDN, %) obtenida se sitúan en una calidad regular (42-43%).

#### 4.3 Litros de leche (kg/ton MS)

Los resultados obtenidos para la transformación del ensilaje de maíz a litros de leche por Ton/MS obtenidos por medio del Programa Milk 2006, de la Universidad de Wisconsin, muestran que si existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 764 kg/leche/ton MS, es decir, que produce una mayor cantidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 745 kg/leche/ton MS, es decir, se considera de menor calidad tal y como se muestra en el figura 3.



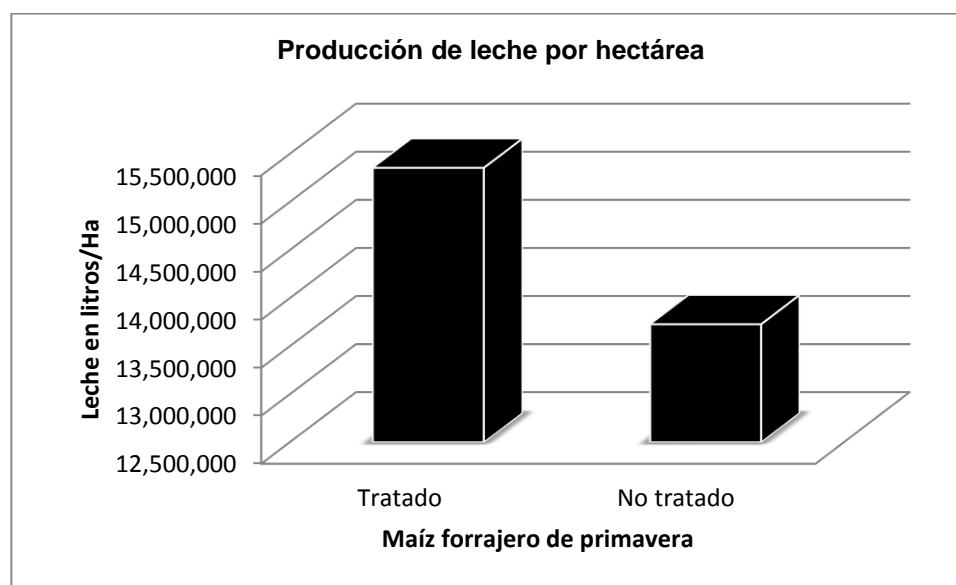
**Figura 3.** Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por Tonelada de Materia Seca del cultivo de maíz tratado con FOL y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de kg/leche/ton MS menores o igual a 898 se consideran como maíces de calidad nutricional buena y arriba de 1,340 lt/Ton de MS como excelentes.



#### 4.4 Litros de leche/ha (Lt/ha)

Los resultados obtenidos para los litros por hectárea se muestran en la figura cuatro los cuales indican que si existió un efecto de la aplicación del producto entre el lote tratado y no tratado ya que existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 15,355 kg/leche/ha, es decir, que produce una mayor cantidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 13,729 kg/leche/ha, es decir, se considera de menor calidad.



**Figura 4.** Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por hectárea del cultivo de maíz tratado con FOL y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Esta evaluación es la que más le interesa al productor y que al final de cuentas es la que permite definir si se quiere cosechar litros de agua o litros de leche y es la decisión que tiene que tomar el productor en seleccionar el híbrido y la fecha de cosecha. En la Comarca Lagunera la producción de leche por hectárea varía entre 14,500 y 24,000 lt/ha y depende de muchos factores, siendo tres los más

importantes; el % de MS, el rendimiento de MS/ha y la Energía Neta para Lactancia (Nuñez *et al.*, 2003).

Seglar (1996), reportó producciones de leche  $\text{ha}^{-1}$  mucho más superiores por las obtenidas en este estudio para cuatro híbridos siendo el más bajo de 20,372 para el híbrido más bajo y de 22,756 kg/leche/ha, lo anterior como se ha documentado es influido grandemente por la madurez a la cosecha, fecha de cosecha y sobre todo el estado fenológico de la planta, como es este caso grano duro en la mazorca.

## 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 FOL obtener mayor energía y digestibilidad en maíz forrajero de primavera, sin embargo no existieron diferencias estadísticas.

b) Respecto a la producción de leche por Ton/MS y los litros de leche por hectárea, se considera que los valores obtenidos por el lote tratado con FOL fueron más sobresalientes, que los del lote no tratado a una probabilidad de ( $P > 0.05$ ).

c) La calidad del forraje cosechado en general se considera de regular ya que los valores obtenidos no cumplen con los niveles considerados para materiales forrajeros de calidad, debido a la fecha de cosecha.

d) Se hace necesario continuar evaluando los productos Acadian Suelo y Stimplex (FOL), 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

Alomar, D.yR. Fuchslochera. 1998. Fundamentos de la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) como método de análisis de forrajes. *Agro sur*, 1998, vol.26, no.1, p.88-104. ISSN 0304-8802.

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. Resistencia al estrés y crecimiento de la raíz y desarrollo de la planta. En línea. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants/direct-plant-applications>

Baah, J., Shelford, J. y Swift, M. 2004. Protein in Corn Silage..*In*: Bittman, S and Kowalenko, C.G. (eds.) *Advanced Silage Corn Management*. Pacific Field Corn Association, British Columbia, Canadá. pp: 127-128.

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.

Cozzolino, D.,A. Fassio, y E. Fernández,. 2003. Uso de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano para el análisis de calidad de ensilaje de

maíz. *Agric. Téc.* [online]. 2003, vol.63, n.4 [citado 2016-05-03], pp. 387-393 .  
 Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072003000400007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000400007&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0365-2807. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000400007>

Coulter Jeff. Sin fecha. Corn Silage Hybrid Selection. University of Minnesota.  
 En línea: <http://www.extension.umn.edu/agriculture/corn/hybrid-selection-and-genetics/docs/corn-silage-hybrid-selection.pdf>. p 17 y 18.

Dahmardeh, M., 2011. Effect of plant density and nitrogen rates on PAR absorption and maize yield. *Amer. J. Plant Phyto.*, 6: 44-49.

Deville, E.R. and P.C. Flinn. 2000. Near infrared (NIR) spectroscopy: an alternative approach for the estimation of forage quality and voluntary intake. p. 301-320. *In* D.I. Givens, E. Owen; R.F.E. Axford and H.M. Omedi (eds.) *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Del Pino, A., C. Repetto, C. Mori y C. Perdomo. 2008. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra Latinoamericana* 26: 43-52.

Demagnet, R. 2009. Híbridos de maíz para ensilaje en la zona sur. En: *Es tiempo de ensilaje de maíz*. Bioleche. Casas del Alto, Osorno (Chile). 26 Jun.

Fortis-Hernández, M., Juan A. Leos-Rodríguez, P. Preciado-Rangel, Ignacio Orona–Castillo, José A. García-Salazar, José L. García-Hernández y Jorge A. Orozco-Vidal. 2010. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Publicado en *Terra Latinoamericana* 27: 329-336

Gallegos P. A., A. Martínez R., M. Sánchez., F. Figueroa V., S. Berumen P., J. Venegas S., J. de Dios Quevedo G., D. Escobedo L y Ma. C. Silos Calzada. 2012. Calidad nutricional de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo condiciones limitadas de agua de riego. *Relación Agua Suelo Panta- AGROFAZ VOL. 12 NUMERO 1*, p 59-66

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 217 p.

Givens, D.1.1993. Evaluating energy and protein in grass and grass silage. *Grass Farmer*, 45:26-27.

Givens, D.I., and E.R. Deaville. 1999. The current and future role of near infrared reflectance spectroscopy in animal nutrition: a review. *Aust. J. Agric. Res.* 50:1131 - 1145.

Gomez, F. 2011. Nutritional Assessment, Nutritional Requirements and Forage Analysis of Llamas and Alpacas. Large Animal Clinical Sciences Publications and Other Works. [http://trace.tennessee.edu/utk\\_largpubs/24](http://trace.tennessee.edu/utk_largpubs/24)

González C.F., Fco. J. Robles E., A. Peña R. y O. 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 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 Muhammad Aamir, Asif Iqbal, Zahoor Ahmad, Ali Raza and Faisal Nabeel. 2015 Overiewing Forage Maize Yield and Quality Attributes Enhancement with Plant Nutrition Management, World Journal of Agricultural Sciences 11 (3): 128-134, 2015

Iqbal, A., M.A. Iqbal, A. Raza, N. Akbar, R.N. Abbas and H.Z. Khan. 2014. Integrated nitrogen management studies in forage maize. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 14(8): 744-747.

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.

MacDonald, P., J.F.D. Greenghalg, R.A. Edwards, y C. A. Morgan. 1999. Nutrición Animal. 5a ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 576 p.

Monreo Works. 2014. Oraganic fertilizer vs Chemical fertilizer- Does It Matter. Organic Fertilizer.Worm castings and Vermaplex.EnLínea: [www.monroeworks.com/organic-fertilizers-vs-chemi](http://www.monroeworks.com/organic-fertilizers-vs-chemi)

Mucheru-Muna M., D. Mugendi., J.Kung'u, Jayn,eMugwe and A.Bationo. 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. AgroforestSyst 69:189–197

Müller, L., P. A. Manfron, O. S. Santos, S. L. Petter, D. Dourado, T. B. G. A. Morselli, G. Lopes da Luz e A. H. Bandeira. 2006. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropónica de trigo (*Triticumaestivum*L.). Zootecnia Trop. 24: 137-152.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.



Núñez H. G., Contreras G.E .F., Faz C.R., Herrera S. R. 1999. Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. En: Componentes Tecnológicos para la Producción de Ensilados de Maíz y Sorgo. INIFAP, SAGARPA, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Exp. La laguna. matamoros, Coahuila p 2-8.

Núñez H. G., Contreras G.E., F. Faz C.R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *TécPecuMéc* 2003;41(1):37-48.

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.

NúñezH. G., A. PeñaR., F. GonzálezC. y R. FazC. 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.

NúñezH. G., R. FazC., F. GonzálezC. y A. Peña-Ramos. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Téc.Pec.Méc.* 43: 69-78.

Oad F.C., U.A. Buriro and S.K. Agha, 2004. Effect of Organic and Inorganic Fertilizer Application on Maize Fodder Production. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 375-377

Olague R. J., J. A. Montemayor T., S. R. Bravo S., M. Fortis H., R. A. Aldaco N., E. Ruiz C. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *TecPecuMéc* 2006;44(3):351-357

Oramas C., y Vivas N. 2007. Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*), 43 para ensilaje. *Revista De La Facultad De Ciencias Agropecuarias Universidad Del Cauca (Colombia)*. 5(1):28-35.

Peña R. A., G. Núñez H., F. González C. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. *Téc. Pecu. Méx.* 41:63-74.

Pigurina G. y Ma. Methol. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Tabla de contenido nutricional de pasturas y Forrajes del Uruguay. Serie Técnica No. 142. Unidad De Agronegocios y Difusión del INIA.

Ralston S. L. 2004. Analysis of Feeds and Forages for Horses. Department of Animal Science, Cook College, Rutgers University. Fact Sheet #714 – Reviewed

2004. En línea: [http://esc.rutgers.edu/fact\\_sheet/analysis-of-feeds-and-forages-for-horses/](http://esc.rutgers.edu/fact_sheet/analysis-of-feeds-and-forages-for-horses/)

Reta, S. D. G., J. A. CuetoW. y U. FigueroaV. 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.

Romero, L. 2004. Silaje de maíz. (On line). Guillermo Bavera. [http://produccionbovina.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_ensilajes/05-silaje\\_maiz.htm](http://produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_ensilajes/05-silaje_maiz.htm) (10 Agos. 2008)

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.

SalazarS. E., A. BeltránM., M. FortisH., J. A. LeosR., J. A. CuetoW., C. VázquezV. y J. J. PeñaC. 2003. Mineralización de nitrógeno y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. Terra 21:569-575.

SalazarS. E., H. I. TrejoE., C. VázquezV. y J. D. LópezM. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Phytón Rev. Int. Bot. Exp. 76: 169-185.

Santana O. I., F. González C., Núñez H. G., Peña R. A., Robles E. F. J., Faz C. R. (Sin fecha). Producción De Maíz Forrajero De Alto Rendimiento Y Calidad Nutricional. INIFAP-CIRNC. Campo Experimental Pabellón, Ags. Pabellón de Arteaga, Ags.

Schroeder J. and K. Dilz. 2005. Cattle slurry and farmyard manure as fertilizers for forage maize. Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste? Volume 30 of the series Developments in Plant and Soil Sciences. pp 137-156

Seglar B. 1996. Consideraciones nutricionales en híbridos de maíz y sorgo para forraje. 2º Ciclo Internacional De Conferencias Sobre Nutrición Y Manejo. Producción y Manejo de Forrajes para Aumentar la Eficiencia del Ganado Lechero. Gómez Palacio, Dgo. México. p72-76

Shah F. S. N., M. Shah, A. Majid and A. Khan. 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 at [www.ijagcs.com](http://www.ijagcs.com) IJACS/2013/6-18/1299-1303

Shaver, R. 2000. Supplementation of High Corn Silage Diets for Dairy Cows. (Online). University of Wisconsin. <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/cssupp.pdf> (11 Agos. 2008)

Shaver, R. D., D. J. Undersander., E. C. Schwab., P. C. Hoffman., J. G. Lauer., D. K. Combs., and J. G. Coors. 2002. Evaluating Forage Quality for Lactating Dairy Cows. Proc. Intermountain Nutr.Conf. Salt Lake City, UT.

Shenk, J. y M. Westerhaus.1993. Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Monograph.Dept. of Agronomy, Penn State University and Infrasoftware.International, Port Matilda, PA, USA, 116 p.

SIAP. 2013. 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. 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>.

## APÉNDICE

#### Cuadro4. Características y ficha técnica del producto Acadian Simplex

### 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**. Approval compatibility agents may be used to improve miscibility with other formulation components, if indicated.

## Cuadro5. Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo

### ACADIAN™ Suelo

(Formulación Especial para el Máximo Aprovechamiento vía Radicular)

<b>Datos Fisicos</b>			
Apariencia		Líquido viscoso de color pardo	
Olor		Algas Marinas	
Materia Orgánica		13.0 – 16.0%	
Minerales (Cenizas)		13.0 – 16.0%	
Densidad		1.25 g/ml	
Solubilidad		100.0%	
pH		7.8 - 8.2	
Nitrógeno Total (N)	0.3 – 0.6 %	Boro (B)	20 - 50 ppm
Fosfato Disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	< 0,1 %	Hierro (Fe)	30 - 80 ppm
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	5.0 – 7.0 %	Manganeso (Mn)	1 - 5 ppm
Azufre (S)	0.3 – 0.6 %	Cobre (Cu)	1 - 5 ppm
Magnesio (Mg)	0.05 – 0.1 %	Zinc (Zn)	5 - 15 ppm
Calcio (Ca)	0.1 – 0.2 %	Molibdeno (Mo)	< 2.5 ppm
Carbohidratos		(Acido Algínico, Manitol, Laminaria)	
<b>Aminoácidos (total 1.01%)</b>			
Alanina	0.08 %	Fenilalanina	0.07 %
Acido Aspártico	0.14 %	Prolina	0.07 %
Acido Glutámico	0.20 %	Triosina	0.06 %
Glicina	0.06 %	Valina	0.07 %
Isoleucina	0.07 %	Triptofan	0.02 %
Lisina	0.05 %		
Leucina	0.09 %		
Metionina	0.03 %		

\* Acidic dilution liquids (pH<5) should be adjusted to neutral pH (6,5 to 8,0) prior to the addition of the **ACADIAN Suelo**. Approved compatibility agents may be used to improve miscibility with other formulation components, if indicated.