

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



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

POR

JAIRO NOEL PANIAGUA MEDINA

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

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

POR

JAIRO NOEL PANIAGUA MEDINA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:



M.C GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL:



MVZ. ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTEL

VOCAL SUPLENTE:



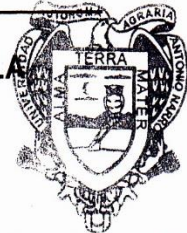
MVZ. RAÚL CARLOS RODRÍGUEZ VILLA



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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

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

POR

JAIRO NOEL PANIAGUA MEDINA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser quien hace todo posible en esta vida, por tocar mi corazón y mente dándome la vocación y proveer los medios para servir a sus criaturas y a mis hermanos.

A mis abuelos en el cielo por la crianza que me dieron, llena de amor, solidaridad y honestidad, crianza que formo mis cimientos y se refleja en mi personalidad.

A mis madre e hija ya que su amor es la inspiración que me motiva a conducirme por el buen camino, por ser quienes ayudaron a sembrar mi árbol próximo a dar sombra y frutos (mi profesión).

A mi familia y seres queridos por sus consejos e incondicional apoyo en cada etapa de mi vida, gracias a ustedes mi faceta estudiantil ha sido una experiencia grata y dulce.

A mi Alma Mater, profesores y compañeros por contribuir en mi formación profesional por brindarme sabiduría y conocimientos, experiencias y recuerdos.

A mi pareja y futura esposa con quien deseo compartir en cada momento mi felicidad, éxitos y alegrías por ser parte importante en este merito, a usted que sin su apoyo y motivación esto no sería posible.

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.

A todos ustedes ¡MUCHAS GRACIAS!...

DEDICATORIAS

A quien debo mi vida, mi actitud y mi aptitud.

A Verónica Medina Murillo mi primer amor, mi primera amiga, mi primera maestra, mi madre.

Por formarme no con palabras ni consejos, por formarme con ejemplos, con su ejemplo de vida y de cada acción realizada.

Por sacarme adelante y tenderme siempre su mano por mostrarse siempre incondicional.

¡Con especial dedicatoria para usted!

(Aunque he de volar nunca me alejare de usted)

RESUMEN

El objetivo del estudio evaluar el efecto sobre calidad nutritiva del maíz forrajero (*Zea mays* L.) de primavera de la fertilización Acadian Suelo (AS) y Stimplex (AS+S) a diferencia de la del productor y se estableció en un lote de terreno (20 ha) localizado en las “Tablas de Solima” del Grupo Tricio Haro (GTH), en la Comarca Lagunera de abril a agosto de 2015. Utilizando el análisis de alimentos NIRS se obtuvo la Proteína Cruda (% PC), % de Fibra Detergente Acido (FDA), % de Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbohidratos no fibrosos (% CNF) y la Energía Neta para Lactancia (ENI) por Kg/MS. Se empleo un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= Lote con aplicación de AS y T₂= fertilización de productor) con 8 repeticiones, el lote es estableció en 23 de abril y se cosecho a los 112 días después de la siembra (DDS).

Con el (AS+S) se obtuvo mayor calidad nutritiva para (PC) existiendo diferencias significativas (DS) a ($P>0.05$) reportando para el maíz tratado (MT) un 9.6 % de PC, y el no tratado (MNT) obtuvo el 8.6 %; para FDA mostraron (DS) a ($P>0.05$) obteniendo para (MT) un 35.9 %, mientras que en el (MNT) se obtuvo el 27.2%; para FDN también existieron (DS) a ($P<0.05$) mostrando el (MT) un 53.5 %, mientras que en el (MNT) obtuvo el 42.6 % de FDN; en CNF existieron (DS) a ($P>0.05$) obteniendo para (MT) un 21.2 % a diferencia del (MNT) que obtuvo el 31.4 %; para TND existieron (DS) a ($P>0.05$) obteniendo 47.0 y 46% % de TND, para (MT vs MNT) y para ENI existieron diferencias significativas a ($P>0.05$), obteniendo 0.98 y 1.05 Mcal kg⁻¹, respectivamente.

Palabras clave; Acadian suelo, maíz forrajero, PC, FDA, FDN

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia del maíz forrajero	4
2.2 Calidad nutritiva del maíz forrajero	5
2.3 Fertilización orgánica en maíz forrajero	8
2.4 Efecto de la fertilización orgánica sobre calidad nutritiva de maíz forrajero	16
3.5 Análisis de forrajes a través del NIRS	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Ubicación del experimento	25
3.2 Materiales	25
3.3 Duración del estudio	27
3.4 Métodos	27
3.4.1 Establecimiento y manejo del lote experimental	27
3.4.2 Aplicación de tratamientos	27
3.4.3 Calidad nutritiva (CN)	28
3.4.4 Croquis del terreno	30
3.4.5 Tratamientos utilizados	30
3.4.6 Variables evaluadas	31
3.5. Diseño experimental	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Calidad nutritiva (CN)	32
4.1.1 Proteína cruda (PC, %)	32
4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)	36
4.1.3 Fibra detergente neutro (FDN, %)	37
4.1.4 Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %)	40
4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)	41
4.1.6 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)	42
5. CONCLUSIÓN	44
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Variación de nutrientes observada en promedio de híbridos de maíz-ensilaje.	7
Cuadro 2	Efecto de las fuentes de fertilizantes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz.	17
Cuadro 3	Protocolo utilizado en la aplicación de los productos Acadian suelo y Stimplex en maíz forrajero de primavera durante el año 2015.	30
Cuadro 4	Características de la calidad nutritiva de forraje de maíz forrajero de primavera obtenida con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	32
Cuadro 5	Características y ficha técnica del producto Acadian Stimplex.	56
Cuadro 6	Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Mapa de la ubicación del terreno empleado para el establecimiento de maíz forrajero de primavera con el ganadero cooperante GTH.	26
Figura 2	Preparación del terreno.	29
Figura 3	Siembra del experimento.	29
Figura 4	Aplicación de la semilla con producto a las tolvas de la sembradora.	29
Figura 5	Aplicación de la semilla con producto a las tolvas de la sembradora.	29
Figura 6	Color de la semilla sin producto.	29
Figura 7	Color de la semilla con producto Acadian suelo.	29
Figura 8	Rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 (grano duro) días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	33
Figura 9	Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDA, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	37
Figura 10	Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDN, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	39
Figura 11	Evaluación del rendimiento de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	40
Figura 12	Evaluación del rendimiento de Total de Nutrientes Digestibles (TND, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.	41

Figura 13

Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

43

INTRODUCCIÓN

Generalmente, los ensilajes de maíz que se producen en México tienen bajo valor energético, con respecto a los que se producen en Estados Unidos y Europa. Esto se atribuye a que se puso mayor énfasis en el rendimiento de forraje por unidad de superficie, sin considerar la calidad nutritiva de los materiales (Núñez *et al.* 2003).

En la actualidad hay suficientes evidencias de la importante diferencia que existe entre los híbridos, con respecto al contenido de proteína cruda y fibra, así como en lo que se refiere a la digestibilidad de la materia seca (Hunt *et al.* 1992). Por lo general, estas características no se consideran para la elección del híbrido que se va a sembrar.

Otro aspecto importante que influye grandemente sobre el rendimiento y calidad del maíz forrajero, para la alimentación del ganado lechero, lo representa el manejo del cultivo y dentro del manejo, el tipo y clase de fertilizantes que se utilizan parecen ser después de la selección del híbrido los factores que más afectan la cantidad y calidad del forraje producido.

Los altos costos de los fertilizantes inorgánicos, los problemas de comercialización y una pobre infraestructura, y la devaluación del peso, son algunas de las principales razones de la baja uso de fertilizantes (Lungu and Dynoodt, 2008).

Por otra parte, el uso continuo de fertilizantes minerales puede tener efectos perjudiciales y en detrimento sobre las propiedades de los suelos. El uso de fertilizantes inorgánicos como la principal fuente de aporte de nutrientes para los cultivos pueden conducir a la rápida disminución de los rendimientos de los

cultivos debido por un lado a la acidificación y por otro a la compactación del suelo (Lungu and Dynoodt, 2008).

En sistemas muy intensivos de producción de forrajes como en el caso de la Laguna, la continua aplicación de fertilizantes químicos a través de muchas décadas en base de amonio como fuentes y aporte de nitrógeno (N₂), tales como sulfato de amonio, nitrato de amonio y la urea de forma ilimitada, agrava la acidez del suelo, con las consecuentes disminuciones de rendimientos de los cultivos.

Entre algunos de los indicadores que pueden aportar información sobre el futuro rendimiento del cultivo lo representa la altura de la planta ya que es uno de los componentes más importantes de la biomasa en el rendimiento de la cosecha de maíz y la cual es afectada en mayor medida por el aporte de nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

Además de ser un factor genético, también es un reflejo de la disponibilidad de los nutrientes y factores favorables prevalecientes del clima. Achieng *et al.*, (2010), en un estudio sobre la utilización de fertilizantes orgánicos en maíz, encontraron que la altura de la planta fue significativamente diferente entre los tratamientos durante la estación de lluvias, mientras que las practicas realizadas por el productor tuvo como resultado las plantas más cortas y por ende de menor rendimiento. Esto fue probablemente debido a diferencias a la fertilización y a los rasgos genéticos de las variedades.

Por lo cual se propone el uso de abonos orgánicos líquidos como complemento a los requerimientos nutrimentales del cultivo con fertilizantes de origen marino Acadian suelo + Stimplex con el fin de incrementar el rendimiento y la calidad de los productos.

Objetivo

Determinar el efecto sobre la calidad nutritiva de maíz forrajero de la fertilización Acadian Suelo y Stimplex a diferencia del testigo comercial en maíz de primavera, en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

a).- Evaluar el efecto de fertilización Acadian Suelo y Stimplex sobre la proteína cruda (% PC) en maíz forrajero.

b).- Determinar la cantidad de las diferentes tipos de fibra de la materia seca el por ciento de la Fibra Detergente Acido (% FDA), % de Fibra Detergente Neutro (% FDN), Carbohidratos no fibrosos (% CNF) y

c).- Determinar la cantidad de Energía Neta para Lactancia (ENL) por Kg/ en maíz forrajero.

d).- Obtener la cantidad de Total de Nutrientes Digestibles (% TND) por Kg/MS en maíz forrajero.

Hipótesis

Con la aplicación de la fertilización de Acadian suelo y Stimplex en comparación con el testigo comercial, es posible mejorar la calidad nutritiva del maíz forrajero de primavera.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz forrajero

La producción de leche de bovino es una actividad estratégica, ya que representa un alimento básico para la alimentación humana. En México, la producción de leche es insuficiente para satisfacer la creciente demanda a nivel nacional. Alrededor del 50% de la producción nacional se produce bajo el sistema intensivo en cuencas lecheras como la de La Laguna, Aguascalientes, Delicias y Querétaro (Núñez *et al.*, 2006).

En la Comarca Lagunera la producción anual de leche se sitúa alrededor de los 2,274 millones de litros de leche en la región, lo cual permite estimar una producción promedio por vaca día de entre los 35 y 40 lts/día (SIAP-SAGARPA, 2014).

La Comarca Lagunera es una de las regiones agrícolas y ganaderas más importantes de México. En esta zona existen más de 415 000 cabezas de ganado, con aproximadamente 57.8% (240,000) en producción y ahí son generadas 820, 000 t año⁻¹ de estiércol de bovino, lo cual plantea la posibilidad de su uso en la agricultura (Salazar *et al.*, 2007).

Por otro lado, poca importancia se ha dado a la conservación del suelo como recurso natural no renovable, el cual es afectado por el uso inadecuado y, en general, excesivo de la maquinaria agrícola. López *et al.*, (2006). Para producir y satisfacer esta creciente demanda de forraje para alimentar a las vacas lecheras, se hace necesario establecer grandes superficies de cultivos forrajeros y en especial de los maíces y sorgos, al respecto las estadísticas indican que se siembran aproximadamente 34,486 ha de maíz forrajero en la Comarca Lagunera,

de las cuales 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.

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).

2.2 Calidad nutritiva del maíz forrajero

La calidad de los forrajes es el pilar de los programas de alimentación económicos para ganado lechero. Sin embargo, se debe recordar que la primera razón por la cual el ganado debe ser bien alimentado con forrajes es que necesitan fibra digestible efectiva para poder mantener el funcionamiento normal del rumen. Frecuentemente, en la necesidad de producir más rendimiento y mayor calidad de forraje, los productores tienden a caer en prácticas de manejo que afectan el contenido de proteína cruda y el contenido de fibra efectiva, al cosechar o muy temprano en caso de la alfalfa o muy tarde en caso del maíz (Chalupa, 1995).

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 cruda 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

ganando 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).

El cultivo de maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha (Wang-Yeong *et al.*, 1995) en un corto tiempo, y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha (Aldrich y Leng, 1974). El contenido de materia seca varía de 15 a 25 % en la planta verde y la composición química es de 4 a 11 % de proteína cruda, 1 a 3.5 % de extracto etéreo, 27 a 35% de fibra cruda, 34 a 55 % de extracto libre de nitrógeno y de siete a 10% de cenizas, en la materia seca (León, 1980). Se estima una digestibilidad media de 60%, con valores mínimos de 40% en cultivos muy maduros y valores máximos de 71% en los jóvenes (Piccioni, 1970). Cuando el maíz está entre el estado lechoso y pastoso duro, la planta está en su condición óptima para la cosecha y conservación. El contenido de materia seca es de 25 a 31%, 5.7 a 6.7% de proteína cruda, 55 a 59% de fibra neutro detergente, 36% de fibra ácida detergente y 67% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Bruno *et al.*, 1995).

Curran (1995), menciona que existen híbridos de maíz muy sobresalientes en cuanto a la variación de los nutrientes pero presenta un cuadro en donde pone de manifiesto el valor promedio de híbridos en la Comarca Lagunera y el rango en que deben fluctuar los principales nutrientes que indican la calidad del ensilaje producido (Cuadro uno)

Cuadro 1. Variación de nutrientes observada en promedio de híbridos de maíz-ensilaje (Curran, 1995).

Nutriente	Valor promedio de híbridos	Rango
Proteína cruda, (PC,)%	8.0	6-13
Fibra detergente Acido, (% FDA)	28.0	20-40
Fibra detergente Neutro, (% FDN)	48.0	30-58
Nutrientes digestibles totales, (% TND)	67.0	55-75
Energía neta para lactancia (Mcal/kg MS)	1.5	1.3-1.7

En México existe poca información acerca de la clasificación de la calidad del maíz para forraje. Una clasificación de los materiales de maíz para forraje considera como criterios la concentración de fibra (FND, FAD), la energía neta de lactancia (ENL) y la digestibilidad *in Vitro* de la materia seca, por lo tanto un maíz para ensilado de alto valor nutritivo debe tener baja concentración en fibra, alta digestibilidad y mayor contenido de energía (Herrera, 1999).

La digestibilidad de la materia se relaciona positivamente con el porcentaje de mazorca (forma sencilla de expresar el contenido de grano), y negativamente con las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (Herrera, 1998).

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, 1999).

Herrera (1999), menciona que el contenido de FDN en los maíces que en términos generales, existe una relación inversa entre el nivel de FDN y la digestibilidad de la materia seca; es decir, a mayor FDN menor digestibilidad. Por lo anterior, se desea que las plantas tengan un contenido de FDN que no exceda por mucho el nivel de 60% (Herrera, 1999).

El otro nutriente lo representa la energía neta para lactancia, y representa un indicador del contenido de energía disponible en un forraje destinado para la producción de leche. Respecto a los valores observados en los maíces forrajeros en la Comarca lagunera se reportaron rangos entre 1.27 en el más bajo y de 1.69 el más alto en maíces precoces y de 1.29 el más bajo y de 1.80 Mcal/kg de MS en maíces de variedades intermedias (Herrera, 1999).

Respecto a la Proteína Cruda (PC), en un estudio desarrollado por Ruiz *et al.* (2006) para evaluar el valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje obtuvieron que el contenido de PC fue diferente entre híbridos ($P < 0.05$). El híbrido H9403 mostró el mayor contenido con 9.5 %, mientras que el de menor contenido fue el EX313 con 7.2 %. El valor promedio de PC de los siete híbridos (8.3 %) coincide con el informado por Tovar *et al.* (2003) (8.0 %) para seis variedades de maíz evaluadas en Chapingo, estado de México, así como con el contenido promedio (8.3 %) de híbridos precoces e intermedios de origen tropical y templado, evaluados en la Comarca Lagunera (Núñez *et al.* 2003).

2.3 Fertilización orgánica en maíz forrajero

Investigadores en México y en especial en Rio Bravo Tamps. Investigaron el efecto de los fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de maíz y pudieron concluir, que un abono en general se considera aquel material orgánico que se

aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través de mejorar las propiedades físicas del suelo. Así, un material se considera como fertilizante cuando estimula el crecimiento de manera directa a través de aportar nutrimentos indispensables para las plantas. En el contexto anterior, los materiales que provienen de residuos orgánicos, como los estiércoles de diferentes especies animales, los biosólidos, los residuos de cosechas y las compostas, pueden considerarse también como abonos orgánicos o mejoradores del suelo (Reyes *et al.*, 2013).

Los resultados obtenidos por Hassan (2010), revelaron que el fertilizante orgánico y urea afectaron significativamente los parámetros de crecimiento en todas las tomas de muestras durante las dos temporadas. Resultados notables se obtuvieron en la combinación de abonos orgánicos con urea seguida de aplicación única de abono y urea. Los resultados mostraron que el número de los días hasta el 50% de formación de las mazorcas, y el rendimiento de materia seca se vieron afectados significativamente por el abono orgánico y urea durante dos épocas. Por otra parte, el rendimiento de materia fresca y seca aumentó progresivamente por la combinación de estiércol de pollinaza y urea en comparación con los otros tratamientos. Los datos actuales revelan que los porcentajes tanto de proteína cruda como la fibra cruda no indicaron diferencias significativas por el abono orgánico y urea en ambas estaciones. En ese mismo estudio Hassan (2010), reporta que en general, el % de proteína cruda y fibra cruda fueron mayores en las segundas estaciones en comparación con la primera temporada.

Entre las principales fuentes de fertilizantes orgánicos, se tienen los residuos de corral (Estiércol) que son los más importantes, ya que contiene todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de cultivos incluidos los oligoelementos, aunque en pequeñas cantidades. Achieng *et al.*, (2010) menciona que la eficiencia de utilización del estiércol por un cultivo está determinado por el método de aplicación, el tiempo de su incorporación y la tasa de descomposición del mismo en el suelo. Por lo regularmente, no todos los nutrientes en el estiércol están disponibles directamente después de su incorporación en el suelo. Las formas orgánicas de nutrientes primero deben ser mineralizadas en formas disponibles para las plantas como es el caso del nitrato. La tasa de mineralización es variable y depende del tipo de suelo, la humedad, la temperatura, y la composición del estiércol (Achieng, *et al.*, 2010)

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Reyes *et al.*, 2013).

Existen tres posibles escenarios que relacionan la producción de cosecha o la productividad agronómica al contenido de carbono orgánico del suelo: (a) el aumento de la cosecha como una consecuencia del almacenamiento del carbón orgánico; (b) nada o poca disminución en la producción del cultivo ocurren con la reducción del stock del carbono orgánico, y (c) el aumento de la producción de cosecha con la disminución del almacenamiento del carbón orgánico en el suelo

(Lal, 2006). Estas respuestas al parecer conflictivas y contrarias dependen de varios factores en el manejo del suelo, y el empleo de fertilizantes químicos y componentes orgánicos. Como ha sido demostrado por varios experimentos a largo plazo sobre la nutrición y rendimiento de los cultivos y las ventajas del incremento del contenido de materia orgánica se diferenciarán sobre la base de la dosis aplicada.

En una prueba de 5 años, realizada por Hartl *et al.* (2003) encontraron que la aplicación de composta cada dos años a razón de 40 t ha⁻¹ resultó en un ligero incremento del 9% de aumento del rendimiento en comparación con los rendimientos testigo. Estos resultados sugieren que el beneficio depende de la selección de la mejor cantidad y frecuencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos como la composta (Diacono y Montemurro, 2010).

El problema de los suelos dedicados a la producción intensiva con labranza convencional de producción de forrajes perennes ocasiona que con el tiempo se formen capas compactas (**Smith *et al.*, 2004**), limitando el proceso de aireación, penetración radical, infiltración, capacidad de absorción y retención de agua, movimiento de nutrientes, transferencia de calor, demora en la emergencia de plántulas, desarrollo de plantas de menor altura, hojas con coloraciones no características, aumento en la demanda energética para trabajar ese suelo, disminución en el drenaje y reducción de la disponibilidad de agua y abastecimiento de aire y oxígeno a ser utilizado por las raíces (**Petterson *et al.*, 1994**).

Lo anterior es un problema común en la Comarca Lagunera en México al ser una de las principales cuencas lecheras del país con más de 500,000 cabezas

de ganado bovino y una producción de casi seis millones de litros de leche diarios (Salazar Sosa *et al.*, 2007), lo que obliga a los productores a explotar intensivamente a mas de 90,000 ha en la producción de forrajes.

En la actualidad, la estructura del suelo es el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas; someter el terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura del mismo. Los abonos orgánicos como son los estiércoles, compostas y residuos de cosecha entre otros, se han recomendado y aplicado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso con el propósito de mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Reyes *et al.*, 2013).

Los resultados mostraron que la aplicación de fertilizantes afectó los parámetros de crecimiento. El estiércol de bovino y de pollo en combinación con urea dio plantas más altas, diámetro del tallo más grueso y mayor número de hojas y mayor índice de área foliar comparado con otros tratamientos. La fertilización orgánica con alto contenido de nitrógeno y contenido de fósforo mejora el crecimiento y progresivamente aumenta el rendimiento de forraje en el maíz. Las adiciones de orgánico estiércol en combinación con urea o solo son muy importantes para mejorar el rendimiento de forraje de maíz (Hassan, 2010).

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 primordial 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.

Omar (2014), menciona que el empleo de abonos orgánicos juegan un papel directo en el mantenimiento y sustentabilidad de la fertilidad de los suelos a través de diversos procesos y mecanismos, el aporte de nutrientes después de la descomposición y de actuar de una fuente de energía para los micro-organismos del suelo, el incremento de la capacidad de intercambio catiónico y por lo tanto, el mejoramiento de la retención de nutrientes contra la pérdida y/o lixiviación (El-Fakharani de 1999). Estudios realizados por muchos investigadores mostraron que la aplicación de fertilizantes, tanto de fuentes orgánicas e inorgánicas mejoró significativamente el crecimiento del maíz, el rendimiento del forraje y su calidad nutritiva (Boateng *et al.*, 2006). Nofal *et al.* (2005) en Egipto, encontró que la aplicación de 40 m³ de estiércol (95.2 m³ ha⁻¹) de abonos orgánicos aumentó el rendimiento de grano de maíz y sus componentes, en comparación con y sin empleo de abonos orgánicos. Hassanein y Abul-Soud (2010), obtuvieron los más altos rendimientos de grano y rastrojo de maíz mediante la aplicación de composta de pepino en comparación con cualquiera otro tipo de composta.

Los fertilizantes orgánicos juega un papel directo en mantener la fertilidad del suelo a través de diversos procesos y mecanismos, es decir, suministrar nutrientes después de la descomposición y actuando una fuente de energía para los organismos del suelo, aumentando la capacidad de intercambio catiónico del

suelo y mejorando la retención de nutrientes contra la lixiviación (El-Fakharani, 1999). Estudios realizados por muchos investigadores demostraron que la aplicación de fertilizantes de fuentes orgánicas e inorgánicas mejoró significativamente el crecimiento de maíz, rendimiento y sus componentes (Boateng *et al.*, 2006). Nofal *et al.* (2005) en Egipto, encontró que aplicar 40 m³ estiércol (95.2 m³ ha⁻¹) de abono orgánico aumentó el rendimiento de maíz grano y sus componentes en comparación con sin abono orgánico. Hassanein y Abul-Soud (2010), obtuvieron el mayor rendimiento de grano y paja de maíz mediante la aplicación de compost de dosel de pepino en comparación con paja de arroz o composta de tallos de maíz (Omar, 2014).

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).

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).

Los fertilizantes orgánicos como el estiércol no solo son importantes suministros de nutrientes, sino también mejoradores de las propiedades físicas y químicas del suelo (Sharpley *et al.*, 2004). Los fertilizantes químicos han sido cruciales para mejorar la fertilidad de suelo y han llegado a ser parte integral de tecnología para la producción de cultivos forrajeros. No existe un sustituto completo a la fertilización química (NFDC, 1997). La integración en la aplicación de materia orgánica y fuentes inorgánicas de nutrientes no solo proporcionan nutrientes esenciales, sino que también producen alguna una interacción positiva con los fertilizantes químicos para aumentar su eficiencia y además poder reducir los daños al ambiente (Ahmad *et al.*, 1996). Por consiguiente el uso combinado de fertilizantes químicos y orgánicos (estiércol) puede resultar muy benéfico para los cultivo forrajeros (The World Bank, 1999).

El desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, una población sana y la conservación de los fundamentos de la vida, exigen favorecer la opción de una agricultura que fomente prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente, donde los agroquímicos sintéticos, todos tóxicos en mayor o menor grado, son excluidos definitivamente.

La agricultura orgánica es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes. El desarrollo de la agricultura orgánica busca la recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad (Ruedas y Rodríguez, Sin fecha).

La agricultura orgánica se orienta a proporcionar un medio ambiente limpio y balanceado, potenciar la capacidad productiva y fertilidad natural de los suelos, optimizar el reciclaje de los nutrientes, el control natural de plagas y enfermedades.

Por ello, es preciso promover e implementar las técnicas y prácticas de la agricultura orgánica, en beneficio de la salud humana, animal, y protección del medio ambiente en general. La creciente preocupación del consumidor informado por la inocuidad de los alimentos que adquiere, ha llevado a las grandes cadenas de supermercados a exigir garantías mucho más sólidas en los productos que comercializan (Ruedas y Rodríguez, Sin fecha).

El empleo de elevadas cantidades de fertilizantes, especialmente los más solubles, más allá de las necesidades de los cultivos, es otra de las causas que provocan situaciones de estrés en la planta. El exceso y la deficiencia mineral para la nutrición de la planta se manifiestan como un estrés oxidativo que provoca la disrupción de la homeostasis y la distribución de iones en la célula, y como consecuencia la disminución de la calidad nutricional en la planta en cuanto a contenido de proteínas, vitaminas y antioxidantes (Zhu, 2002).

2.4 Efecto de la fertilización orgánica sobre calidad nutritiva de maíz forrajero

Numerosos estudios han reportado los beneficios de la aplicación de fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento y calidad del maíz forrajero, como el estudio realizado por Isbal *et al.*, (2014) en donde reportaron que la altura de la planta que generalmente es considerado un parámetro relacionado con el crecimiento de la planta y por lo tanto tiene una gran importancia en el rendimiento

de forraje verde. En el cuadro dos se muestran los resultados obtenidos para producción en verde y en seco así como la PC (%) los cuales mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, y está bastante claro que la mayor altura lograda en maíz fue con el tratamiento T5 (75% de N de urea + 25% de pollinaza) que reportó 181.67 cm tal y como se muestra en el cuadro uno.

El contenido de PC tiene un papel muy importante en el incremento de la calidad del maíz forrajero. Los contenidos de PC en maíz pueden ser mejorados sustancialmente con la aplicación de la integración de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, según los resultados obtenidos por Isbal *et al* (2014), donde el máximo porcentaje de PC se obtuvo con el tratamiento T5 (75% de N de urea + 25% de pollinaza) que mostro un 8.46 % comparado con la fertilización tradicional de urea con 8.63%, y el tratamiento más bajo de PC ocurrió en el T0 es decir en el testigo (0= N2) con 6.81 y 6.91 %.

Cuadro 2. Efecto de las fuentes de fertilizantes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz (Isbal *et al.*, 2014).

Tratamientos	Altura, cm	Forraje verde (t ha ⁻¹)	Forraje seco (t ha ⁻¹)	Proteína cruda (%)
To (Cero N)	159.47e	34.62e	7.14f	6.81d
T1(100% de N de urea dosis)	180.47 a	47.51 a	10.36 a	8.63 a
T2(100% de N de pollinaza)	170.40d	37.87d	8.34e	6.91d
T3(25% de N de urea + 75% de pollinaza)	173.57c	41.34c	8.86d	7.49c
T4(50% de N	176.83b	44.68 b	9.55c	7.86 b

de urea + 50%				
de pollinaza)				
T5 (75% de N	181.67 a	47.20 a	10.01	8.46 a
de urea + 25%				
de pollinaza)				

Literales diferentes son estadísticamente diferentes a ($P \leq 0.05$)

En otros estudios realizados en avena por Ahmad *et al.*, (2011) utilizando fuentes de fertilizantes orgánicos e inorgánicos encontraron que la respuesta de la materia seca por tallo (g) entre las fuentes, recomendadas de fertilizantes inorgánicos T2 (N:P₂O₅ 150:60 kg ha⁻¹) produjo significativamente el mayor rendimiento del cultivo de materia seca (5.01 g) que fue seguida por el T5 (N:P₂O₅ 112:45 pollinaza 750 kg ha⁻¹) y T6 (N:P₂O₅ 112:45 abono de estiércol 1000 kg ha⁻¹) con una producción de esta gramínea de 4.55 y 4.36 g por tallo, respectivamente.

Ahmad *et al.*, (2011) en ese mismo estudio para rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹) encontraron que la producción de forraje está en función de los factores genéticos así como los factores ambientales, que desempeña un papel vital en crecimiento y desarrollo de la planta y últimamente también contribuyen al rendimiento de forraje. Estadísticamente la máxima producción de forraje verde (74.67 t ha⁻¹) fue observada en T2 (N:P₂O₅ 150:60 kg ha⁻¹) mientras que el mínimo de rendimiento de forraje verde (38.13 t ha⁻¹) en tratamiento T1 sin tratamiento (control). Junto al tratamiento T2; T6 (N:P₂O₅ 112:45 estiércol de bovino 1000 kg ha⁻¹) y T5 (estiércol de aves de corral de P₂O₅ 112:45 N: 750 kg ha⁻¹) fueron estadísticamente similares pero existieron tendencias significativas de la

producción de forraje verde de 70 y 69 t ha⁻¹ respectivamente en comparación con los otros tratamientos.

Respecto a los resultados obtenidos con la proteína cruda (%) por Ahmad *et al.*, (2011), encontraron que la PC es uno de los parámetros más importantes que afectan el valor nutricional de cultivos forrajeros. Los datos muestran evidencias de que la cantidad de PC fue afectada significativamente por los diferentes fuentes de fertilizantes. Estadísticamente la máxima cantidad de proteína cruda (10.76%) fue producida en el tratamiento T2 fertilizado con fuentes inorgánicas (N:P₂O₅ 150:60 kg ha⁻¹) seguido por los tratamientos T6 y T5 donde la combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas de fertilizantes donde se utilizaron N:P₂O₅, 112:45 estiércol de aves de corral 750 kg ha⁻¹ y N:P₂O₅ 112:45 abono de estiércol 1000 kg ha⁻¹ respectivamente. La cantidad mínima de proteína cruda reportada fue 7.74% de 8.01 y se registraron en los tratamientos T7 y T8 donde fuentes de fertilizantes inorgánicos y orgánicos fueron aplicados N:P₂O₅, 37.5:15 Estiércol de pollo 2250 kg ha⁻¹ y N:P₂O₅, 37.5:15 estiércol de la finca 3000 kg ha⁻¹ también fueron estadísticamente similares en el tratamiento de control de respecto a la cantidad de la proteína cruda que fue de 7.86%.

Otro componente analizado por Ahmad *et al.*, (2011), fue lo referente a la fibra cruda (%) (FC) y es otro de los parámetros que influyen sobre la calidad en los cultivos forrajeros. Un más alto porcentaje de FC en la alimentación representa una menor calidad e inferior será su calidad. Los datos obtenidos respecto al % de fibra cruda expusieron que todos tratamientos tuvieron muy significantes efectos sobre el % de fibra cruda. Estadísticamente se observó la máxima fibra cruda fue de (37.00%) en T2 (N:P₂O₅ 150:60 kg ha⁻¹) seguido del T3

(4000 kg ha⁻¹ de estiércol de corral), T4 (3000 kg ha⁻¹ de estiércol de pollinaza), T5 (112:45 de N:P₂O₅ estiércol de aves de corral 750 kg ha⁻¹) y T6 (N:P₂O₅ 112:45 estiércol de corral 1000 kg ha⁻¹) produjeron % de fibra cruda fibra de 34.83, 34.83, 35.24 y 35.2% respectivamente y estadísticamente similares mismo con los demás. La mínima cantidad de fibra cruda fue de observada en el T1 con % 30.1 donde no se aplicó ninguna fuente de fertilizantes. Similares resultados fueron reportados por Rafiq *et al.* (1996) que comprueba que la aplicación de nitrógeno tiene un efecto sobre el crecimiento, rendimiento de forraje verde y calidad de maíz. Semejantemente resultados encontró, Safdar (1997) quien informó que el rendimiento forraje verde; contenido de ceniza, proteína cruda y fibra total aumentaron con el aumento de las tasas de nitrógeno y de la misma manera Tariq (1998) también informó que en forraje de maíz, que mediante el aumento de las dosis de nitrógeno, se obtuvieron incrementos en proteína cruda, fibra cruda y cenizas.

Con respecto a la fibra ácida detergente (FAD), el mejor resultado fue para la biocompost con 28.68%, seguida del Testigo con 28.12%. Salazar *et al.* (2007) reportan valores de 28% con aplicaciones de 40 Mg ha⁻¹ de estiércol bovino en la variedad de maíz San Lorenzo. La media regional es de 28 a 32% según el INIFAP (2006). En cuanto a fibra neutro detergente (FND), los valores más altos correspondieron a la fertilización química con 52.18% seguida del Testigo con 52%; la media en la región de la Comarca Lagunera es de 50 a 55% (INIFAP, 2006).

Resultados inferiores de 44.6% fueron encontrados por Núñez *et al.* (2006), quienes señalan que compost es una alternativa para sustituir los fertilizantes

químicos. La energía neta de lactancia (ENL) fue mayor con el tratamiento de fertilizante químico con un valor de 1.69 Mcal kg⁻¹, vermicompost tuvo un valor de 1.61; para biocompost y el Testigo los valores fueron 1.54 y 1.55 Mcal kg⁻¹, respectivamente. Los valores óptimos para este parámetro están por arriba de 1.4 de acuerdo a INIFAP (2006).

Ahmad *et al.*, (2011), concluyeron que la aplicación de ambos tanto de fertilizantes inorgánicos como orgánicos, contribuyen grandemente a mejorar los atributos y parámetros de crecimiento y rendimiento de la avena. Sin embargo, la aplicación de los fertilizantes inorgánicos superaron el incremento del crecimiento, rendimiento y atributos de calidad luego de la aplicación de fertilizantes orgánicos. Mientras que los fertilizantes orgánicos reducen los impactos negativos y son más amistosos con el ambiente y menos el riesgo de contaminación.

Shah Faisal *et al.* (2013), investigaron la respuesta de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el rendimiento y calidad del maíz, encontrando que, debería mantenerse un equilibrio perfecto entre la aplicación de estiércol y la fertilización química con el fin de obtener la máxima productividad. El estiércol convencional se compone principalmente de agua (75%) y cierta cantidad de nutrientes en son bajas. Por lo tanto, deberá ser enriquecido con la aplicación balanceada de nutrientes inorgánicos (Cooke, 1982). La aplicación del estiércol en forma individual resulta en el aumento de la producción de maíz (**Anatolity** y Thelen, 2007), y proporciona una mayor materia orgánica (44% en el suelo) y según (Rasool, *et al.*, 2008), aumentar la porosidad del suelo (25%) y 16 veces más la capacidad de campo del agua (Gangwar, *et al.*, 2006).

3.5 Análisis de forrajes a través del NIRS

La espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano o espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) por sus siglas en inglés (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) fue utilizada para predecir la composición química del ensilaje de maíz (*Zea mays* L). Doscientas muestras de un amplio rango de características físico - químicas y origen, fueron leídas en un equipo monocromador (NIRS 6500, NIRSystems, Silver Spring, Maryland, USA) en el rango de longitudes de onda de 400 a 2500 nm, en reflectancia (Cozzolino *et al.*, 2003).

Jiménez (2007), utilizó esta técnica para identificar harinas de Yuca y menciona que la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) es una técnica rápida, no destructiva ni contaminante y de gran precisión empleada como alternativa a los métodos químicos tradicionales, la cual se basa en la incidencia de la luz sobre una muestra, donde una parte de los fotones es transmitida a través de la misma, siendo el resto absorbido provocando vibración de los enlaces C-H, O-H y N-H que son los componentes principales de la estructura básica de las sustancias orgánicas (Givens and Deaville, 1999). La interacción de la energía con la materia obedece a la ley de Lambert-Beer, que establece que la absorbencia a cualquier longitud de onda es proporcional al número o concentración de las moléculas absorbentes presentes en el camino recorrido por la radiación (Cozzolino *et al.*, 2003).

El NIRS es único porque es no destructivo, no requiere de agentes químicos y es por tanto no contaminante, es una técnica versátil por que se maneja un gran volumen de muestras, y económica después de la inversión inicial del equipo (Undersander, 2006)

El NIRS es un método computarizado, alternativo y rápido que en vez de utilizar agentes químicos utiliza luz infrarroja. Así una radiación infrarroja reflejada es convertida en energía eléctrica y transferida a un computador para su interpretación (Serena *et al.*, 2004).

Por otro lado, en muchas parte y universidades se ha empleado este método de análisis de alimentos ya que con la introducción de la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para el estudio y valoración de alimentos se supuso un gran avance por su rapidez de respuesta y por ser una tecnología limpia que no emplea reactivos ni genera residuo alguno, pudiendo alcanzar incluso una precisión superior a los métodos analíticos tradicionales (de la Roza y Argamentería, 2009). Este hecho pone de manifiesto la potencial aplicabilidad del NIRS como herramienta imprescindible en servicios analíticos a ganaderos (Casal, 2013).

Como se ha comentado, la calidad de un ensilado resulta de la interacción entre la naturaleza del material de origen, su composición química y el proceso de conservación, y viene dada por su contenido en principios nutritivos, la digestibilidad de los mismos y por su fermentación. Su caracterización por métodos tradicionales exige un proceso analítico largo y tedioso, por ello los atributos que aporta la tecnología NIRS, fundamentalmente el alto potencial de muestreo y su bajo coste de análisis, contribuyen a la implantación de un cambio radical en los procesos de análisis y control (Casal, 2013).

Sin duda, la técnica NIRS ha contribuido a la valoración rápida de los alimentos para el ganado permitiendo tomar decisiones rápidas, estratégicas y

económicas que permiten decidir el tipo de suplementación más adecuada en cada momento (Deaville y Flinn, 2000).

Debido al bajo uso de la fertilización existe una baja eficiencia en los rendimientos de los cultivos en muchas regiones a pesar del enorme uso y cantidad de fertilizantes inorgánicos. Las causas de esta baja eficiencia de fertilizantes orgánicos lo representa en parte la baja disponibilidad de fertilizantes en el tiempo en que son requeridos por las plantas. Del mismo modo, el alto costo y almacenamiento inadecuado también juegan un papel vital en la disminución de la eficiencia de uso de fertilizantes en Pakistán (Khan *et al.*, 2008). Manteniendo en perspectiva lo anterior, es que el propósito de este estudio, consistió en investigar la respuesta de la fertilización orgánica líquida con Acadian suelo + Stimplex sobre la calidad nutritiva del maíz forrajero de primavera.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Comarca Lagunera está localizada al norte-centro de México, entre el suroeste de Coahuila y el noreste de Durango y entre $101^{\circ} 41'$ y $104^{\circ} 61'$ O y $24^{\circ} 59'$ y $26^{\circ} 53'$ N; tiene una superficie de 47,887 km² de los cuales 22,031.2 km² corresponden a Coahuila y 25,856.3 km² al estado de Durango, (CONAGUA, 2010), y está ubicada dentro de la Región Hidrológica No. 36 en la porción suroeste del estado de Coahuila y Noreste de Durango con una altitud media de 1100 m, está conformada por diez municipios, cinco por cada estado, encabezando por su importancia el de Torreón, secundado por Gómez Palacio y ciudad Lerdo, destacando además San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero (Santamaría *et al.*, 2006).

3.1 Ubicación del experimento. La realización del experimento se llevo a cabo en una superficie total de 20 hectáreas localizadas en la carretera "La Partida-Granada" aproximadamente 5 km tal y como se observa en la figura 1. Dichos terrenos son propiedad del ganadero cooperante del GTH (Grupo Tricio Haro) y se utilizó la infraestructura disponible por el productor que cuenta con válvulas tipo alfalferas de 12 pulgadas de diámetro para el riego del lote

3.2 Materiales. Los materiales utilizados para la realización de la presente investigación se utilizó el producto fertilizante líquido orgánico a base de algas marinas; un foliar, el Stimplex y uno de uso en suelo Acadian suelo. Se empleo una variedad de maíz hibrido amarillo de Dow Agrosociencias de México, S.A de C.V. con una densidad de 60,000 plantas ha⁻¹.

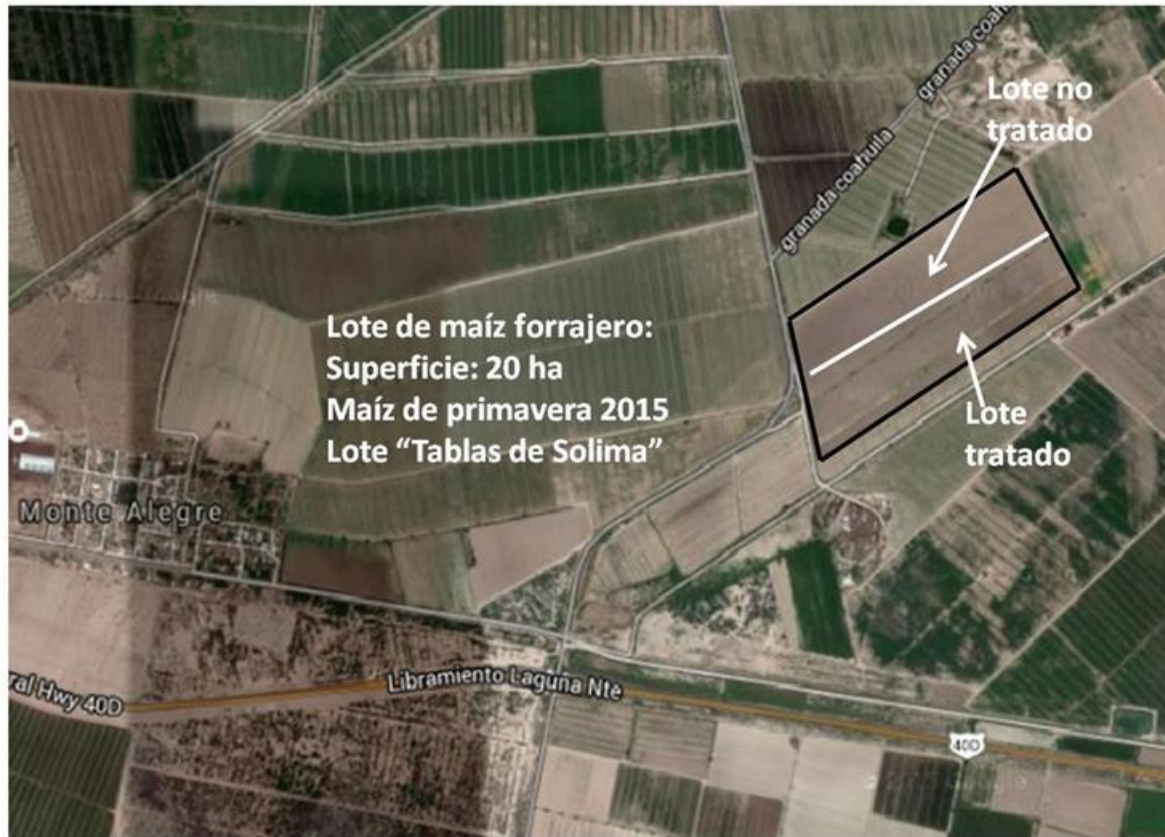


Figura 1. Mapa de la ubicación del terreno empleado para el establecimiento de maíz forrajero de primavera con el ganadero cooperante GTH.

La formulación de los productos empleados y sus especificaciones se muestran en los cuadros 5 y 6 del apéndice.

Además se utilizó: cámara digital para toma de evidencias, tijeras, cinta métrica, libreta de anotaciones en campo, bolsas de papel con etiquetas, báscula portátil, picos y palas, cubetas para dosificar el producto por hectárea, computadora HP e impresora, USB de 8 Gb y material y equipo de laboratorio para pesar y secar las muestras.

3.3 Duración del estudio. La investigación se inició el mes de abril con la selección del lote de terreno y termino en agosto con la cosecha del cultivo del año 2015.

3.4 Métodos

3.4.1 Establecimiento y manejo del lote experimental

El lote de terreno de aproximadamente 20 ha, se barbechó y posteriormente para preparar el terreno se realizaron tres pasos de rastra, para que el terreno quedara bien mullido y facilitar la siembra (Figura 2).

La siembra se realizó 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 viable de 99% y se establecieron de 6-7 semillas por metro lineal, con sembradora agrícola (Figura 3). Durante ese procedimiento se impregno el producto Acadian Suelo a la semilla a razón de 200 cc/60,000 semillas, se mezclaron perfectamente y lo más uniforme posible para posteriormente colocarlos en la tolva de la sembradora (Figuras 4, 5, 6 y 7).

La siembra fue en seco más riego a los 3 días, en 23 de abril, 2015, se llevaron a cabo un total de 4 riegos de auxilio, distribuidos de acuerdo al manejo del productor y el cual fue cada 28-30 días para disponer de una lámina total de 80 cm.

3.4.2 Aplicación de tratamientos

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.

3.4.3 Calidad nutritiva (CN)

Después de realizado la cosecha del cultivo del lote por parte del productor a los 90 días después de la siembra, se llevaron las muestras al laboratorio para pesarlas y secarlas en la estufa a 72 °C durante 24 horas, para posteriormente, llevar las muestras a un laboratorio certificado.

La calidad nutritiva del forraje obtenido se realizó en el laboratorio de análisis de forrajes con el método conocido como NIRS del laboratorio certificado AGROLAB. México, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

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 fueron; determinar la calidad de materia seca (% PC, FDA, FDN, CNF (Carbohidratos no fibrosos), % de TND y ENI (Energía neta para lactancia) y por Kg/MS en el maíz forrajero.

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.



Figura 2. Preparación del terreno.



Figura 3. Siembra del experimento.



Figura 4. Aplicación de la semilla con producto a las tolvas de la sembradora.



Figura 5. Aplicación de la semilla con producto a las tolvas de la sembradora.

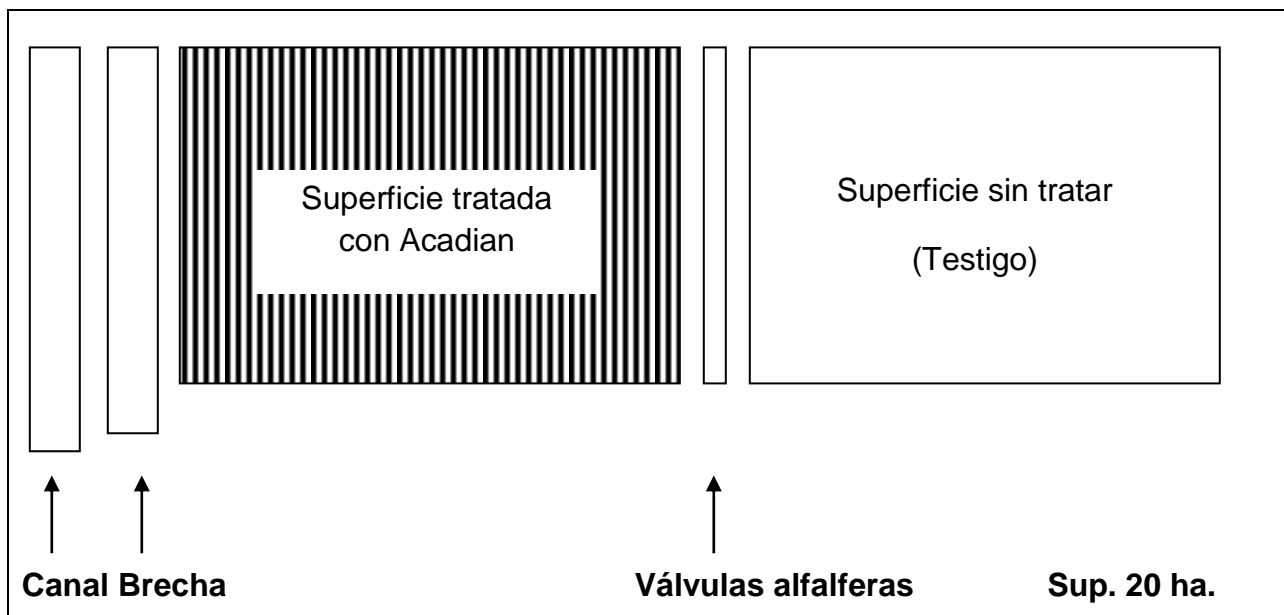


Figura 6. Color de la semilla sin producto.



Figura 7. Color de la semilla con producto Acadian suelo.

3.4.4 Croquis del terreno



3.4.5 Tratamientos utilizados

Los tratamientos utilizados fueron dos (T_1 = Lote con aplicación del producto Acadian+Stimplex y T_2 = Testigo regional) con 8 repeticiones, y el protocolo utilizado en su aplicación se especifica con mayor detalle en el cuadro 3.

Cuadro 3. Protocolo utilizado en la aplicación de los productos Acadian suelo y Stimplex en maíz forrajero de primavera durante el año 2015.

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

3.4.6 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron para obtener la calidad nutritiva del maíz forrajero fueron; determinar de la calidad de materia seca los siguientes nutrientes: (% PC, % FDA, % FDN, % CNF (Carbohidratos no fibrosos, %, TND) y ENI (Energía neta para lactancia) por Kg/MS del maíz.

3.5 Diseño experimental

La distribución de los tratamientos en el campo se llevo a cabo con un diseño en bloques al azar con dos tratamientos se realizó un análisis de medias mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS), los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS Institut Inc (1997) a una probabilidad del 95%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Calidad nutritiva (CN)

En el cuadro cuatro, se muestran en promedio de las repeticiones de los resultados obtenidos de la composición química, digestibilidad in vitro, total de nutrientes digestibles (TND) y la energía neta para lactancia, obtenidos en el laboratorio, en forraje cosechado a los 112 DDS.

Cuadro 4. Características de la calidad nutritiva de forraje de maíz forrajero de primavera obtenida con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

No. de corte	Tratamiento	PC, %	FDA, %	FDN,%	CNF,%	TND,%	ENL, Mcal/kg
1	Tratado	9.6	35.9	53.5	21.2	47.0	0.98
1	No Tratado	8.6	27.2	42.6	31.4	46.0	1.05

4.1.1 Proteína cruda (PC, %)

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) por el efecto de la aplicación del fertilizante, ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 9.6 % de PC, mientras que en el no tratado se obtuvo el 8.6 % PC, tal y como se muestra en el figura ocho. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de PC entre 8-12 se consideran bajos, debido principalmente al estado de madurez al momento de la cosecha que fue entre grano semiduro y grano duro.

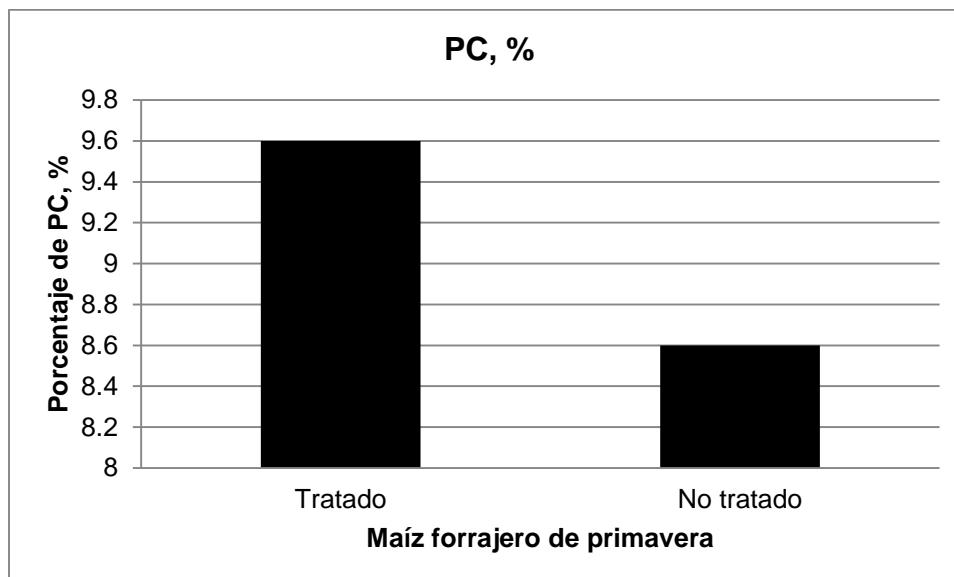


Figura 8. Rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 (grano duro) días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Baah *et al.*, (2004), comenta que aunque el ensilaje de maíz sea bajo en proteína puede aportar un buen porcentaje de la que necesita una vaca lechera de alta producción; Demanet (2009) señala que el rango de proteína de la planta entera de maíz forrajero está entre 6 y 10%.

Resultados obtenidos por Amodu *et al.*, (2014), en dos variedades de maíz forrajero, encontraron que el porcentaje de PC fueron más inferiores, en tres diferentes fechas a la cosecha (91, 105 y 119 DDS) fueron de 7.8 ± 0.41 , 7.4 ± 0.41 y 6.5 ± 0.43 en el follaje, mientras que en el ensilaje obtuvieron 8.6 ± 0.32 y 7.5 ± 0.43 , valor similar obtenido en este estudio en el lote no tratado (8.6% PC).

Hassan (2010) en un estudio con fertilización orgánica e inorgánica (urea) sobre el crecimiento, calidad y rendimiento de maíz forrajero en dos estaciones encontraron que no existieron diferencias significativas entre los dos cultivares

para él % proteína cruda (6.3 vs 6.7%). El efecto de la fertilización sobre él % de PC no fue significativo en las dos estaciones. Sin embargo, las plantas tratadas resultaron en mayor proteína cruda. En general, la proteína cruda y fibra cruda fueron mayores en la segunda temporada en comparación con la primera temporada (Hassan, 2010).

Esto indica que los cultivares utilizados son similares en la calidad del forraje. Cultivar Giza dio un poco más alto contenido de proteínas. Aunque los efectos de los tratamientos de fertilización no fueron significativos para la PC, las plantas tratadas dieron un poco más alto contenido de proteínas. Este poco aumento se debe al papel desempeñado por el nitrógeno en la síntesis de proteínas. El aumento en el contenido de PC es debido a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y que coinciden con muchos reportes de investigaciones (Hassan, 2010).

Nazli *et al.*, (2014) en sus resultados mostraron que los valores más altos de rendimiento de proteína cruda (PC) (1,652 y 758 kg ha⁻¹), respectivamente se observaron en LEO-100, mientras que el más bajo se observaron en PL-N. En términos de parámetros de calidad de forraje (CP, fibra detergente ácida, fibra detergente neutro y valor relativo del alimento), los desechos de aves de corral (pollinaza) y tratamientos de estiércol (PL-P y CM-P) dieron resultados similares al tratamiento de fertilización convencional, mientras que los tratamientos a base de N (PL-N y N CM) disminuyeron significativamente la calidad del forraje. El uso combinado de materiales orgánicos con fertilizantes inorgánicos en vez de un régimen de fertilización convencional puede ser más eficaz en mantener la calidad

forrajera pero se observó que tratamientos a base de N tienen el riesgo de restringir la producción y calidad del forraje de maíz para ensilaje.

Shah Faisal *et al.* (2013), encontraron que el análisis estadístico de los datos reveló un efecto significativo de variedades de maíz y los fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el contenido de proteína cruda (9.95% vs 10.69% entre variedades) y (9.86% vs 10.80% entre tratamientos). La combinación de mayor N: P (180:120) produjo mayor contenido de proteínas (10.8%) que era estadísticamente similar a la combinación de N: P (150:100) y (120:80) y mínimo (9.5%) fue producido por los tratamientos de control.

El abono orgánico tuvo un efecto menor sobre el contenido de proteína. Rashid (Rasheed, *et al.*, 2004) reportaron menor contenido de proteína de parcelas de control. El aumento en el contenido de proteína puede ser debido a que el nitrógeno es una parte integral de aminoácidos que luego se acumula en el contenido de nitrógeno. Los resultados concuerdan con los de Al-Bakeir (2003), quien afirmó que la aplicación de nitrógeno inorgánico aumentaba el contenido en proteínas. En el caso de variedades, Jalal había producido significativamente un mayor contenido de proteína (10.69%) mientras que Pahari produjo menor contenido de PC (9.95%). En términos de la interacción, la interacción de la variedad Jalal con NP (150:100) produjo el mayor contenido de proteína (11.56%) que fue estadísticamente similar con la interacción de Jalal con proporción de NP de (120:80), mientras que el contenido mínimo en proteína (9.15%).

4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)

Esta fibra está relacionada de manera inversa con la digestibilidad de la MS; es decir, a mayor contenido menor es la digestibilidad (Herrera, 1999). Según este investigador, valores de más de 35 %, se consideran forrajes de baja calidad, de 30-35 de mediana y de menores de 29 % de FDA se consideran de alta calidad y generalmente varía entre 29.9-34.4 %.

El contenido de FDA presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), lo que dio lugar en los dos lotes: los híbridos del lote tratado, que tuvieron la mayor concentración, mientras que los materiales del lote no tratado tuvieron el menor contenido (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P > 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 35.9 % de FDA, mientras que en el no tratado se obtuvo el 27.2 % FDA, tal y como se muestra en el figura 9. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de FDA mayores o igual a 40 % se consideran como maíces de calidad nutricional de regular o inferior. Maíces forrajeros con $<$ a 31 % de FDA se consideran de calidad Premium y mayores al 45 % se consideran de calidad nutritiva baja. De acuerdo con Romero (2004) los rangos de FDA (%) en ensilajes de maíz forrajero varían de entre el 20-40 %.

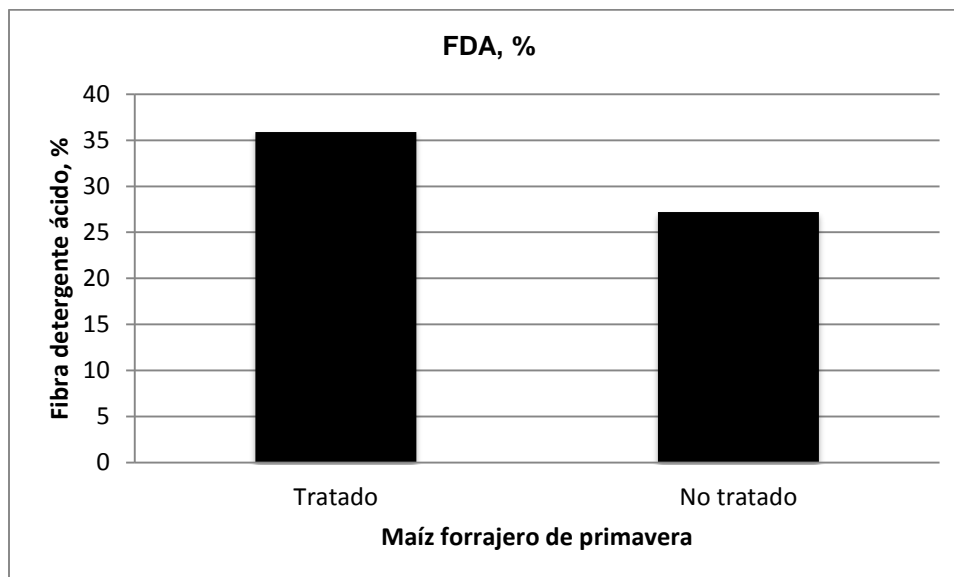


Figura 9. Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDA, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

La FDA es el componente que se encuentra más relacionado con la digestibilidad del ensilaje, estando compuesta por celulosa, lignina y proteína ligada a esa fibra (Shaver, 2000). Resultados obtenidos por Amodu *et al.*, (2014), para este nutriente en dos variedades de maíz reportaron $30.8\% \pm 0.80$ y 24.7 ± 0.82 en el forraje y de 33.9 ± 0.79 y 30.6 ± 0.96 en el ensilaje.

En un estudio realizado por Wingching *et al.*, (2005), reportaron que en los tratamientos con fertilización orgánicas obtuvieron 39.62, 38.98 y 38.45 por ciento de FDA.

4.1.3 Fibra detergente neutro (FDN, %)

Los valores de la FDN de los forrajes se correlacionan de manera negativa con la digestibilidad y el consumo, por lo que es de suma importancia para su posterior uso (Oramas y Vivas, 2007). A mayor contenido de esta fibra, menor es

el consumo de materia seca y está asociada con el consumo voluntario de forraje por los rumiantes (Herrera, 1999)

Con respecto al contenido de FDN, se destacó el lote no tratado, el cual presentó el menor contenido con 42.6 % (Cuadro 4). Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P < 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 53.5 % de FDN, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 42.6 % FDN, es decir, se considera de mejor calidad tal y como se muestra en el figura 10. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de FDN mayores o igual a 40-53 % se consideran como maíces de calidad nutricional buena.

Los forrajes se pueden clasificar en base a su contenido de FDN en menores de 40% excelentes, de 40-50% buenos, de 50-60 % regulares y mayores a 60 % de FDN de calidad pobre o mala (Nuñez *et al.*, 2011). Maíces con menos de 55 % de FDN se considera un mejor forraje el cual produce más leche (Nuñez *et al.*, 2006).

En un estudio realizado por Nazli *et al.*, (2014) los resultados mostraron que los mayores valores de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) y rendimientos fueron $18,3 \text{ t ha}^{-1}$ y 1652 kg ha^{-1} , respectivamente, se observaron en LEO-100, mientras que el más bajo ($11,2 \text{ t ha}^{-1}$ y 758 kg ha^{-1} , respectivamente) se observaron en PL-N. En términos de parámetros de calidad de forraje (CP, fibra detergente ácida, fibra detergente neutro y valor relativo de alimentación), desechos de aves de corral (Pollinaza) para base de P y tratamientos de estiércol de bovino (PL-P y CM-P) dieron resultados similares al tratamiento de fertilización

convencional, mientras que los tratamientos a base de N (PL-N y N CM) disminuyeron significativamente la calidad del forraje. El uso combinado de materiales orgánicos con fertilizantes inorgánicos en vez de un régimen de fertilización convencional puede ser eficaz en mantener la calidad forrajera pero tratamientos a base de N tienen el riesgo de restringir la producción de forraje de maíz ensilado (Nazli *et al.*, 2014).

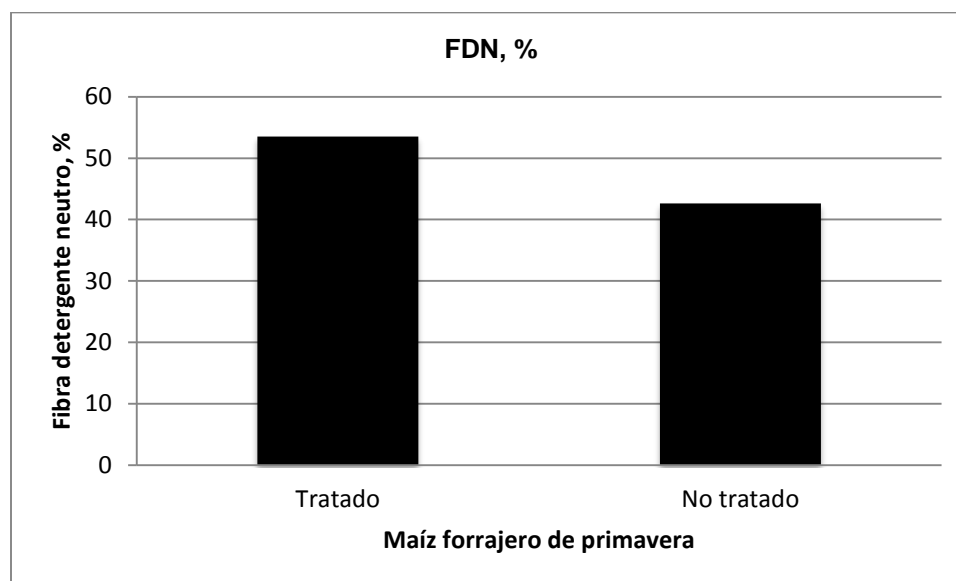


Figura 10. Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDN, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Resultados obtenidos por Amodu *et al.*, (2014), para este nutriente en dos variedades de maíz reportaron $58.3\% \pm 0.69$ y 58.2 ± 0.80 en el forraje y de 55.3 ± 0.80 y 51.5 ± 0.41 en el ensilaje.

4.1.4 Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %)

Estos materiales son una fuente de energía muy importante y pueden presentarse en forma de azúcares solubles o almidones, con lo cual varía su degradabilidad ruminal y sitio de digestión (rumen versus intestino).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P > 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 21.2 % de CNF, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 31.4 % CNF, es decir, se considera de mejor calidad tal y como se muestra en el figura 11. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de CNF mayores o igual a 27-29% se consideran como maíces de calidad nutricional buena. Nuñez *et al.*, (2003) mencionan que por ejemplo los rastrojos contienen solo el 7.5 de CNF, mientras que una alfalfa de primera contiene 29.8% de CNF

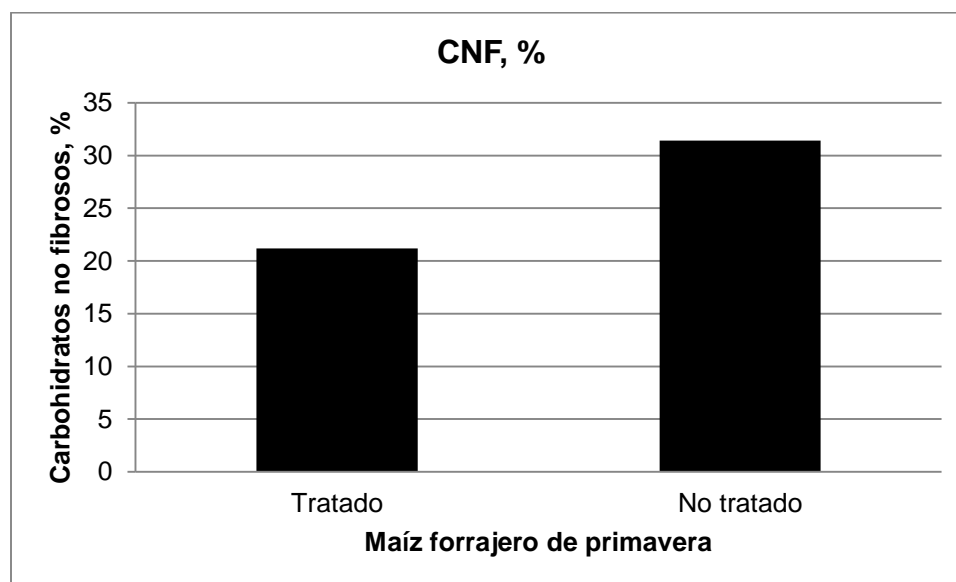


Figura 11. Evaluación del rendimiento de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial

a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 47.0 % de TND, es decir, de mayor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 46.0 % TND, es decir, se considera de menor calidad tal y como se muestra en el figura 12.

Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de TND menores o igual a 50% se consideran como maíces de calidad nutricional pobre o mal, mayores del 65 % se consideran de alta calidad (Olague *et al.*, 2006).

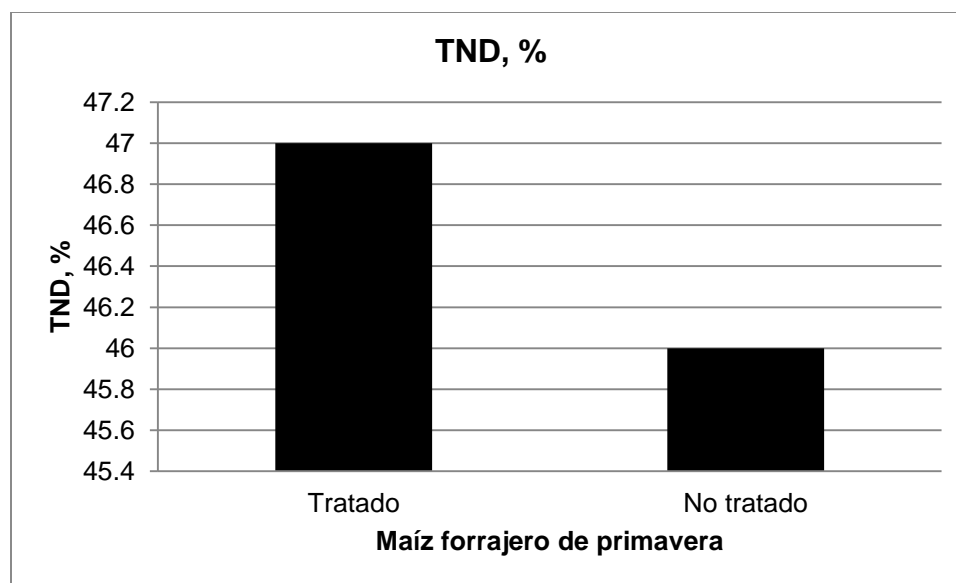


Figura 12. Evaluación del rendimiento de Total de Nutrientes Digestibles (TND, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo

comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

4.1.6 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)

El valor nutritivo de un alimento está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta para Lactancia (ENL, 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 Mcal kg⁻¹, buenos de 1.3-1.5 Mcal kg⁻¹, regulares de 1.1-1.3 Mcal kg⁻¹ y malos o pobres con valores menores de 1.1 Mcal kg⁻¹ (Nuñez *et al.*, 2005).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 0.98 Mcal kg⁻¹ de ENL, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 1.05 Mcal kg⁻¹ ENL, es decir, se considera de mejor calidad tal y como se muestra en el figura 13. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de ENL menores o igual a 1.1 Mcal kg⁻¹ se consideran como maíces de calidad nutricional pobre o mala.

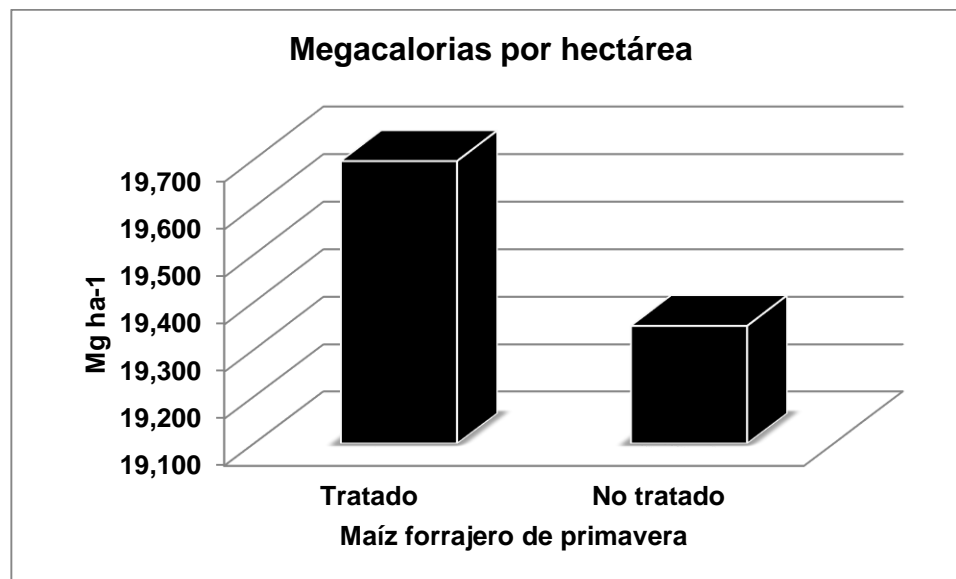


Figura 13. Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo + Stimplex y el testigo comercial a los 112 días a la cosecha en maíz de primavera en el ciclo primavera-verano 2015.

Herrera (1999), reportó en una selección de híbridos en la Comarca Lagunera para ENL rangos de 1.27 a 1.57 Mcal/kg de MS para maíces precoces y de 1.18 a 1.62 en maíces de variedades intermedias.

5. CONCLUSION

Se concluye que es factible con la aplicación de Acadian suelo y Stimplex obtener mayor calidad nutritiva en maíz de primavera, ya que existe un efecto real a la respuesta del producto. La calidad del forraje cosechado en general se considera de pobre a regular ya que los valores obtenidos no cumplen con los niveles considerados para materiales forrajeros de calidad, debido a la fecha de madurez del cultivo. Se hace necesario continuar evaluando los productos Acadian suelo y Stimplex, con otras variables y realizar el análisis económico, para poder establecer un panorama concluyente sobre los beneficios de la aplicación de estos fertilizantes orgánicos líquidos.

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. *Agriculture And Biology Journal Of North America. Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1(4): 430-439 ISSN Print: 2151-7517, ISSN Online: 2151-7525
- Al-Bakeir H. M. 2003. Yield, growth and nutrient content of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Hebron Uni Res J* 2: 25-39
- Ahmad A. H., A. Wahid, F. Khalid, N. Fiaz, and M. S. I. Zamir. 2011. Impact of organic and inorganic sources of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, yield and quality of forage oat. (*Avena Sativa* L.). *Organic And Inorganic Fertilizer Impact On Forage Oat. Cercetări Agronomice În Moldova. Vol. Xliv , No. 3 (147). p 39-49*
- Aldrich, S. R. and Leng, E. R. 1974. *Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.*
- Amodu J. T., T. T. Akpensuen., D. D. Dung., R. J. Tanko., A. Musa., S. A. Abubakar., M. R. Hassan., J. O. Jegede and I. Sani. 2014. Evaluation of Maize Accessions for Nutrients Composition, Forage and Silage Yields. *Journal of Agricultural Science; Vol. 6, No. 4; 2014*
- 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.*
- Boateng, S. A., J. Zickermann and M. Kornahrens. 2006. Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West Afr. J. Ecol.*, 9: 1-11.

- Bruno, O. A., Romero, L. A., Díaz, M. C., y Gaggiotti, M. C. 1995. Efecto del momento de corte del maíz para ensilaje sobre la producción de leche. INTA, Reporte Técnico. Argentina. 100 p.
- Casal M. C. 2013. Implantación de la tecnología NIRS en aplicaciones in-situ como herramienta de apoyo a las decisiones en el sector primario” Tesis M.C. Universidad de Oviedo. Master Universitario en Biotecnología Alimentaria. p-14-19.
- Chalupa W. 1995. Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. La Importancia de los Forrajes en la Optimización Económica. I Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo, LALA. Torreón, Coah., México. pp. 19-24.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D. F. p323.
- Cooke G. W. 1982. Fertilizing for maximum yield; Granada Publishing Ltd.
- Cozzolino, D., Fassio A. y Fernandez E. 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 2016-05-15], pp. 387-393
- Curran W. 1995. Selección y manejo de alfalfa y maíz. La Importancia de los Forrajes en la Optimización Económica. I Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo, LALA. Torreón, Coah., México. pp. 42-43.
- Dahmardeh, M. 2011. Effect of plant density and nitrogen rates on PAR absorption and maize yield. *Amer. J. Plant Phyto.*, 6: 44-49.
- De La Roza, B. y Argamenteoría, A. 2009. Importancia del control de calidad, trazabilidad y seguridad en las raciones completas (unifeed) para ganado vacuno lechero. Aplicación de la tecnología NIRS. *Tecnología Agroalimentaria* nº6.
- Deaville, E. R. and Flinn, P. C. 2000. Forage Evaluation in Ruminant. pp. 301-320.

- 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.
- Diacono M., and F. Montemurro. 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sci- ences/INRA, 2010, 30 (2), <10.1051/agro/2009040>. hal-00886539
- El-Fakharani, Y. M. 1999. Combined effect of P-fertilization and organic manuring on barley in sandy soils. *Fayoum J. Agric. Res. Dev.*, 13: 81-97.
- Fortis H. M., J. A. Leos R., P. Preciado R., I. Orona C., J. A. García S., J. L. García H. y J. A. Orozco V. 2010. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Publicado en *Terra Latinoamericana* 27: 329-336
- Gangwar K., Singh K., Sharma S., Tomar O., Gangwar K., Singh K., Sharma S., and Tomar O. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of indo-gangetic plains. *Soil and Tillage Res* 88: 242-252
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 217 p.
- Givens, D.I., and Deaville, E. R. The current and future role of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in animal nutrition. Review. *Aust. J. Agric. Res.* Vol 50, 1999, pp 1131-1145.
- 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.
- Hartl W., Putz B., and Erhart E. 2003. Influence of rates and timing of biowaste compost application on rye yield and soil nitrate levels, *Eur. J. Soil Biol.* 39, 129–139.

- Hassan A., M. EL-Murtada. 2010. Effect of organic fertilizer and urea on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). Research Article International Journal of Current Research Vol. 8, pp.035-041, September, 2010
- Hassanein, M. K. and M. Abul-Soud, 2010. Effect of different compost types and application methods on growth and yield of three maize hybrids. J. Applied Sci. Res., 6: 1387-1399
- Herrera S., R. 1998. El Papel de la Asistencia Técnica en la Eficiencia Productiva de los Establos Lecheros. IV Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo, LALA. Torreón, Coah., México. pp. 86-107.
- 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 Alimentación. En: II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coah. México. pp. 148-157.
- 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
- Hunt, C.W., Kezar, W. and Vinande, R. 1992. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by maturity. J. Prod. Agric. 5:286
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2006. Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro Técnico. Ed. INIFAP. Torreón, Coah., México.
- 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.
- Jímenez T. P. A. 2007. Identificación de harinas de yuca (*Manihot esculenta* crantz) con alto contenido proteico mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Tesis M.C. Universidad Nacional De Colombia. Maestría En Ciencias Agrarias. Producción Animal Tropical. Sede Palmira. 2007

- Khan H., Malik M., Saleem M., Khan H., Malik M., and Saleem M. 2008. Effect of rate and source of organic material on the production potential of spring maize (*Zea mays* L.). *Pak J Agric Sci* 45: 40-43
- Lal R. 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands, *Land Degrad. Dev.* 17, 197–209.
- 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.
- León, C. E. 1980. Efecto de la defoliación en maíz (*Zea mays*) para la alimentación animal. Tesis. Centro Universitario del Atlántico, Universidad de Costa Rica. 81 p.
- López M. J. D., A. Ávalos M., E. Martínez-Rubin de Celis, R. Valdez C. y E. Salazar-Sosa. 2006. Características físicas del suelo y rendimiento de maíz forrajero evaluados con labranza y fertilización orgánica-inorgánica. *TERRA Latinoamericana* 8 Volumen 24 Número 3, 2006 p 418-422
- Lungu, O. I. M. and Dynoodt, R. F. P. 2008. Acidification from long-term use of urea and its effect on selected soil properties. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*. Vol. 8. No. 1. 2008.
- Mohamed EL-Murtada Hassan Amin. 2010. Effect of organic fertilizer and urea on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.) *International Journal of Current Research* Vol.8, pp.035-041, September, 2010
- Nazli, Recep İrfan Alpaslan Kuşvuran, İlker İnal, Ahmet Demirbaş, Veyis Tansi. 2014. Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea Mays* L.) *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*. Volume 38: Issue 1:
- NFDC. 1997. Fertilizer recommendation in Pakistan. Planning and development division. NFDC, Government of Pakistan, Islamabad, pp 7.
- Nofal, F. A. E., M. S. M. Soliman and M. M. and Abdel-Ghani, 2005. Effect of irrigation at different water depletions levels, nitrogen and manure

- applications on water use efficiency and maize grain yield in sandy soils. *Minufiya J. Agric. Res.*, 30: 1159-1177.
- Núñez H. G, Contreras G. E .F, y Faz C. R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc Pecu Méx* 2003;41(1):37-48.
- Núñez H. G., Ochoa M. E y 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, H. G., Santamaría C. J., Faz C. R., Contreras G. F., Castro M. E. y Chevwe M. Y. 1999. Resultados de Investigación en Forrajes de Alta Calidad Nutritiva con Condiciones Limitadas de Riego en la Región Lagunera. V Ciclo de Conferencias sobre Nutrición y Manejo, LALA 99. México. pp. 104-117.
- Núñez, H. G., Contreras, E. F. y Faz, C. R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec. Pec. Méx.* 41:37
- Núñez H. G., A. Peña R., González C. F. y R. Faz C. 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.
- Núñez H. G., R. Faz C., F. González C. y A. Peña R. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Téc. Pec. Méx.* 43: 69-78.
- Olague R. J., J. A. Montemayor T., S. R. Bravo S., Fortis H. M., Aldaco N. R. A., Ruiz C. E. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *Tec Pecu Méx* 2006;44(3):351-357
- Omar A. E. A. 2014. Effect of FYM and phosphorus fertilization on yield and its components of maize. *Asian Journal of Crop Science*, 6: 15-26.

- Oramas C., 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., Núñez H. G., y 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.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 819 p.
- Rafiq M., J. K. Jadoon, K. Mahmood, M. A. Naqvi. 1996 - Economic benefits of supplementing lambs with urea molasses blocks on ranges of Pakistan. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 3: 127-132.
- Rasheed, M., H. Ali and T. Mahmood. 2004. Impact of nitrogen and sulfur application on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) crop. J. Res. Sci., 15: 153-157.
- Rasool R, Kukal S., Hira G., Rasool R., Kukal S., Hira G. 2008. Soil organic carbon and physical properties as affected by long-term application of fym and inorganic fertilizers in maize–wheat system. Soil and Tillage Res 101: 31-36
- Reyes M. C. A., M. Á. Cantú A. y M. de la Garza C. 2013. Los Abonos Orgánicos: Una alternativa para incrementar los rendimientos de maíz. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo Río Bravo, Tamaulipas, Agosto. Folleto para productores No. MX-0-310301-25-03-13-10-24
- Romero, L. 2004. Silaje de maíz. (On line). Guillermo Bavera. http://produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_ensilajes/05-silaje_maiz.htm (10 Agos. 2008)
- Ruedas A. y S. A Rodríguez H. Sin fecha. Rendimiento y calidad nutricional del maíz forrajero bajo el esquema de fertilización orgánica en la comarca lagunera. En Línea: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agricultura_sostenible_5/5_1/67.pdf

- Ruiz O., R. Beltrán, F. Salvador, H. Rubio, A. Grado y Y. Castillo. 2006. Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 40, No. 1, 2006 p 91-96.
- Safdar Z. 1997. - Optimization of nitrogen and its effect on yield and quality of maize fodder. MSc. (Hons.) Agri. Thesis, Dept. of Agron., Univ. of Agric., Faisalabad, Pakistan.
- 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 S. E., H. I. Trejo E., C. Vázquez V. y J. D. López M. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Phytan Rev. Int. Bot. Exp. 76: 169-185.
- Santamaria C. J., D. Reta S., J. F. Chávez G., J. A. Cueto W y J. Romero P. 2006. Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNC Campo Experimental La Laguna. Libro Técnico No. 2 Octubre. p 8-12
- Santana O. I., González C. F., Núñez H. G., Peña R. A., Robles E. F. J., y 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.
- Serena, F.R, Scheffer-Basso, S. M, Durr, J. W, Appelt, J. V, Bortolini, F, y Aubert, F.A. 2004. Predicao da Composicao quimica de Bermudas (Cynodon spp) pela espectroscopia de reflectancia no infravermelho proximal. en : Revista Brasileira de Zootecnia, Vol 33, N° 4. pp 838-842.
- Shah F.I, S. Noor., 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 IJACS/2013/6-18/1299-1303 ISSN 2227-670X ©2013 IJACS Journal

- Sharpley A. N., R. W. McDowell, P. and J. A. Kleinman, 2004 - Amounts, forms and solubility of phosphorus in soils receiving manures. Soil Science Society of America. American Journal 68: 2048-2057.
- Shaver, R. 2000. Supplementation of high corn silage diets for dairy cows. (On line). University of Wisconsin. <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/cssupp.pdf> (11 Agos. 2008)
- 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>.
- .Statistical Analysis System (SAS). 1997. SAS for Windows, Release 6.12 version 4.0.1111. SAS Compus Drive, North Caroline. U.S.A.
- Tariq M. 1998. Fodder yield and quality of two maize varieties at different nitrogen levels. MSc Thesis Dept. Agron. Univ. Agric. of Faisalabad, 1988.
- The World Bank, 1999 - Integrated nutrient management, rural development department, agriculture technology notes. No. 23. pp. 1-4.
- Tovar, M. R., Sánchez, C., Arellano, J. L., Guzmán, J. E. y I. Morales. 2003. Maize varieties in the highlands valleys of central México: Forage yield and nutritive value of whole maize plants fed as silage to sheep. Proc. Sixth International Symposium Nutrition of Herbívoros. Mérida, Yucatán
- Urdensander, D. 2006. Uses and abuses of NIRS for feed analysis. In: Florida Ruminant Nutrition Symposium. .
- Wang-Yeong, Ch., Lee-Mian, L., Cheng, W., Wang, Y.C., Lee, M., Cheng, W. 1995. Effect of planting density and nitrogen application rates on growth characteristics, grass yield and quality of forage maize. Journal of Taiwan Livestock Research 28(2): 125-132.

- Wingching J. R., Rojas B. A., Quan A. A. 2005. Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro forrajero con cobertura permanente de maní forrajero. I Características nutritivas y de producción. *Agronomía Costarricense*. 29(1): 29-39.
- Zhu J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.* 53:247-273.

APENDICE

Cuadro 5. Características y ficha técnica del producto Acadian Stimplex

ACADIAN™ Foliar

(Formulación Especial para el Máximo Aprovechamiento vía Foliar)

Datos Físicos			
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 ₂ O ₅)	2.5 – 3.5 %	Hierro (Fe)	20 - 50 ppm
Potasio Soluble (K ₂ 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)	
Aminoácidos (total 0.67%)			
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.

Cuadro 6. Características y ficha técnica del producto Acadian Suelo**ACADIAN™ Suelo**

(Formulación Especial para el Máximo Aprovechamiento vía Radicular)

Datos Físicos			
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 ₂ O ₅)	< 0,1 %	Hierro (Fe)	30 - 80 ppm
Potasio Soluble (K ₂ 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)	
Aminoácidos (total 1.01%)			
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.