

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto sobre la calidad nutritiva en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* en la Comarca Lagunera.

POR

**JUAN PABLO LÓPEZ REYES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

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

Efecto sobre la calidad nutritiva en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* en la Comarca Lagunera.

Por:

**JUAN PABLO LÓPEZ REYES**

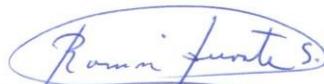
TESIS

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO  
Presidente

  
MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR  
Vocal

  
MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA  
Vocal

  
MVZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS  
Vocal

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



Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto sobre la calidad nutritiva en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* en la Comarca Lagunera.

Por:

**JUAN PABLO LÓPEZ REYES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO  
Asesor Principal

  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS  
Coasesor

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

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018



## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Ramona Patricia Reyes calderón, por su apoyo incondicional en todos los aspectos y por impulsarme a seguir adelante.

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

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

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

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

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

## DEDICATORIAS

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

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

A mi hermana, Grizy, que por sus buenos ejemplos y apoyo me alentaron a seguir adelante, por la confianza, que me ha brindado y siempre ha creído en mí. Por estar siempre a mi lado. Gracias, te amo.

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

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

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto sobre la calidad nutritiva en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* (ANE) en la Comarca Lagunera a diferencia del testigo comercial en el predio de la pequeña propiedad El Perú, aproximadamente a 5.5 km de la carretera "Ejido Ana-La Partida" contándose con un lote de terreno de 18.18 hectáreas, en la Comarca Lagunera de julio a noviembre de 2016. Utilizando el análisis de forrajes NIRS se obtuvo la Proteína Cruda (% PC), % de Fibra Detergente Acido (FDA), % de Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbohidratos no fibrosos (% CNF) y Energía Neta para Lactancia (ENI) por Kg/MS. Se empleo un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= Lote con aplicación de ANE y T<sub>2</sub>= fertilización de productor) con 5 repeticiones, el lote es estableció en 28 de julio de una variedad precoz de maíz híbrido amarillo la Pioneer 3060 y se cosecho a los 89 días después de la siembra (DDS).

Con el (ANE) se obtuvo mayor calidad nutritiva para (PC) existiendo diferencias significativas (DS) a (P<0.05) reportando para el maíz tratado (MT) un 10.3 % de PC, y el no tratado (MNT) obtuvo el 11.1 %; para los demás nutrientes no se observaron DS; la FDA reporto para (MT) un 33.3 %, mientras que en el (MNT) se obtuvo el 32.7%; para FDN no existieron (DS) a (P<0.05) mostrando el (MT) un 53.66 %, mientras que en el (MNT) obtuvo el 52.3 % de FDN; en CNF se obtuvo para (MT) un 29.6 % a diferencia del (MNT) que obtuvo el 28.1 %; para TND no se reportaron (DS) a (P>0.05) obteniendo 57.3 y 56.7% % de TND, para (MT vs MNT) y para ENI tampoco existieron diferencias significativas a (P>0.05), obteniendo 1.22 y 1.21 Mcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Palabras clave;** *Ascophyllum nodosum*, Maíz forrajero, Verano, Proteína, Energía neta.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivo	2
Hipótesis	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Panorama de la producción de forrajes en la Comarca Lagunera	4
2.2 Fertilización de nitrógeno en maíz forrajero	6
2.3 Fertilización alternativa en maíz forrajero	9
2.4 Efecto de la fertilización orgánica sobre calidad nutritiva de maíz forrajero	11
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
3.1 Ubicación del proyecto	19
3.2 Materiales	19
3.3 Duración del estudio	20
3.4 Metodología	20
3.4.1 Siembra, riegos y fertilización	20
3.5 Tratamientos	21
3.5.1 Variables a evaluar	21
3.5.2 Variables en plantas	21
3.6. Diseño experimental	22
3.7 Calidad nutritiva (CN)	22
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
4.1 Calidad nutritiva (CN)	27
4.1.1 Proteína cruda (PC, %)	27
4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)	30
4.1.3 Fibra detergente neutro (FDN, %)	33
4.1.4 Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %)	36
4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)	37
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>39</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Contenido de proteína cruda (%) de variedades de maíz afectada por la fertilización orgánica e inorgánica (Faisal et al., 2013).	12
Cuadro 2	Contenidos de Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), Energía Neta Para Lactación (ENL) del forraje de maíz con diferentes tratamientos (densidades y espaciado de surcos) en la Comarca Lagunera.	14
Cuadro 3	Calidad forrajera de maíz forrajero y soya en monocultivos y entre siembras con diferentes arreglos espaciales durante la primavera de 2006 y 2007 en la Comarca Lagunera (Reta et al., 2010).	15
Cuadro 4	Efecto de la densidad de plantas y niveles de fertilización sobre la calidad del ensilaje de maíz (% de PC, % de FDA, % de FDN) en el año 2010 según Budabli et al., (2010).	17
Cuadro 5	Características de la calidad nutritiva del forraje de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Rendimiento de forraje verde y materia seca con y sin aplicación de algaenzimas en la Comarca Lagunera (Borroel et al., 2010).	16
Figura 2	Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	19
Figura 3	Desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016.	23
Figura 4	Panorámica general en cuanto al desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016.	24
Figura 5	Aplicación del fertilizante orgánico líquido foliar "Stimplex" al momento del control de plagas por el productor en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	25
Figura 6	Identificación de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	25
Figura 7	Método utilizado para la aplicación del producto del extracto comercial de <i>Ascophyllum nodosum</i> al momento del riego por el productor, en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	26
Figura 8	Evaluación del rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	29
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 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	31
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 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	34
Figura 11	Evaluación del rendimiento de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de maíz	37

tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

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 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

38

## 1. INTRODUCCIÓN

La economía de la producción de leche está altamente relacionada y dependiente con la calidad y cantidad del forraje con los cuales son alimentados sus animales. La alimentación con forrajes verdes en comparación con los concentrados, disminuyen sustancialmente los costos de la producción de leche, por lo que para una óptima producción de leche se requiere de aproximadamente de 40 kg de forraje por animal por día, sin embargo, existe un déficit entre la demanda y la provisión de forraje verde de maíz en la Comarca Lagunera y en México.

Por lo tanto, para llenar esas necesidades de forraje se hace necesario incrementar por un lado los rendimientos y por otro la calidad del forraje producido, para poder soportar la creciente población de cabezas de ganado lechero en la región, la cual se sitúa entre las 493,144 vacas de las cuales 227 mil se registran en producción.

El incremento de la superficie de maíces forrajeros con 32,679 hectáreas en la Comarca Lagunera en el año 2016 (SIAP-SAGARPA, 2017), ha ocasionado un tremendo impacto sobre el ambiente, por la gran presión de utilización de recursos y la gran cantidad de fertilizantes y agroquímicos utilizados en incrementar los rendimientos y calidad nutritiva del maíz forrajero producido.

Una alternativa, lo representa la utilización de productos fertilizantes orgánicos de origen marino como los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, los cuales tienen importantes efectos sobre el crecimiento de los cultivos, y por otro lado reducen considerablemente los impactos negativos hacia al ambiente, por lo que se hace necesario evaluar dichos productos en maíz forrajero

de verano en la Comarca Lagunera y poder documentar el efecto sobre la calidad nutritiva en especial sobre la proteína cruda, la fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, carbohidrato son fibrosos, total de nutrientes digestibles y la energía neta para lactancia, durante el ciclo de verano-otoño.

Por lo anterior, el presente proyecto de investigación tiende a evaluar el impacto de la utilización de esos fertilizantes tanto aplicados al suelo como los aplicados en aspersiones foliares sobre la calidad nutritiva del forraje producido en la Comarca Lagunera, utilizando lotes y prácticas de manejo empleadas por el productor a nivel comercial.

## **2. Objetivo**

Evaluar el efecto sobre la calidad nutritiva en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* en la Comarca Lagunera a diferencia del testigo comercial.

Objetivos específicos:

a).- Obtener la proteína cruda (% PC) en maíz forrajero de verano tratado con el extracto comercial de *Ascophyllum nodosum*.

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

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

## **Hipótesis**

Con la aplicación como fertilizante del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* en comparación con el testigo comercial del productor, es posible mejorar la calidad nutritiva del maíz forrajero de verano.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Panorama de la producción de forrajes en la Comarca Lagunera

La producción de leche en la Comarca Lagunera es un sistema muy intensivo y altamente tecnificado produciendo alrededor de casi 9 millones de litros diarios (SAGARPA, 2015) y uno de los principales insumos para la alimentación de las raciones del ganado es el ensilaje de maíz. Sin embargo, la alfalfa y el maíz son los principales cultivos forrajeros en esta zona geográfica, ambos cultivos se complementan respecto a la alimentación de los animales, el maíz en el contenido de fibra requerida por los rumiantes para la digestión y la alfalfa como fuente de proteína en la producción de leche (Montemayor *et al.*, 2010). Los rendimientos promedios de forraje verde y seco de maíz en la Comarca Lagunera son de 49 y 17 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Cueto *et al.*, 2013).

Maíz (*Zea mays* L.) no es sólo un importante cultivo básico de la alimentación de miles de millones de personas, sino también el recurso forrajero principal para desarrollo de ganadería lechera. El maíz forrajero es un tipo de alimento que suministra en forma de ensilaje una alta cantidad de energía en la materia orgánica, materia seca y paredes celulares de plantas enteras para rumiantes. El valor forrajero en la alimentación se denota generalmente como el cociente de la utilización de la transformación de los componentes del forraje a la energía utilizada por el animal. El mejoramiento del valor de la calidad alimenticia, es un objetivo importante en las cruzas del maíz forrajero por la mayor digestibilidad de forraje, especialmente la digestibilidad de pared celular (Wang *et al.*, 2016).

Las paredes celulares de las plantas las protegen de plagas y de infecciones microbianas (Santiago et al., 2013; Gall et al., 2015) y están implicados en el estrés y de detección de traducción de señales (Seifert and Blaukopf, 2010). En las plantas superiores, las paredes celulares están compuestas principalmente de celulosa, hemicelulosas, pectinas, proteínas y lignina (Zhong and Ye, 2007). La cantidad y composición de estos componentes de la pared celular difieren entre los diversos tipos de células vegetales (Wang et al., 2013). Las variaciones en la estructura de la pared celular y la composición tienen un efecto esencial en la digestibilidad de las plantas. Entre los componentes de la pared celular, las ligninas son importantes para la integridad de la estructura de los tejidos del tallo, y contribuyen al soporte mecánico de las plantas (Wang et al., 2013). Sin embargo, la asociación y vínculos entre las ligninas con otros componentes de la pared celular aumentan en gran medida la resistencia a la degradación o la fermentación del forraje. Un equilibrio debe mantenerse entre una arquitectura robusta de la pared celular y el aumento de la digestibilidad del forraje. Por lo tanto, la cuantificación de los rasgos relacionados con la pared celular es necesaria para el mejoramiento de maíces híbridos para incrementar la calidad del forraje.

La producción de maíz forrajero y de forrajes verdes es uno de los retos y actividades más importantes de la industria de la producción de leche, ya que no solo se reducen los costos de alimentación, sino que mantiene a los animales saludables, reduce las deficiencias de micronutrientes e incrementa la producción de leche (Chaudhary et al., 2014). Los forrajes generalmente contienen relativamente altas concentraciones de celulosa, hemicelulosa y lignina, así como también, cantidades variables de carbohidratos no fibrosos y proteínas. Las vacas

lecheras obtienen los nutrientes requeridos de energía, proteína, fibra, minerales, vitaminas y agua a partir de los forrajes que consumen, todo ello con el fin de mantener en óptimas condiciones de desempeño y funcionamiento de su cuerpo (Chaudhary et al., 2014).

## **2.2 Fertilización de nitrógeno en maíz forrajero**

Para Budakli et al (2010), la fertilización de nitrógeno es una de las prácticas agronómicas más importantes y por lo tanto hay numerosos estudios conducidos con el nitrógeno como fertilizante. La tarifa óptima de fertilizante de nitrógeno para la cultivación de maíz de forraje depende de numerosos factores variables como condiciones ambientales, sistemas de dirección y genotipos. La fertilización de nitrógeno del maíz influye en la producción de materia seca por influyendo en la hoja el índice de área foliar, la duración de la hoja y la eficacia fotosintética (Muchow y Davis, 1988). O'leary y Rehm (1990) divulgaron que en el forraje las producciones de materia secas del maíz respondieron directamente a los niveles de nitrógeno en tres sitios y curvilíneamente en cinco sitios. De la misma manera, estos investigadores determinaron que los rasgos de calidad de forraje como NDF y ADF respondieron de manera irregular a tarifas de nitrógeno. Algunos otros investigadores también divulgaron que había efectos positivos de nitrógeno sobre la producción de materia seca y calidades de forraje (Cox y Cherney, 2001; Bayram et al., 2004; Patricio Soto et al., 2004; Keskin et al., 2005).

La utilización correcta del estiércol, es vital para el éxito de la cosecha porque influye mucho y no sólo el rendimiento de la cosecha y su contenido nutricional sino también costos crecientes. (PDA, 2008). El cultivo del maíz es

atractivo porque ofrece una buena oportunidad para el uso de estiércol líquido o llamado en inglés Slurry; 80-90% de todos los cultivos de maíz reciben estiércol de algún tipo. Con frecuencia la aportación de nutrientes de purín y estiércol no es tenido en cuenta a la hora de determinar la cantidad de fertilizante a aplicar. También es importante no exceder de directrices ambientales para la aplicación del abono orgánico (PDA, 2008). Los suelos recibiendo regularmente grandes cantidades de purines deberán ser muestreados y analizados periódicamente para asegurar que los niveles apropiados de nutrientes vegetales fácilmente disponibles, especialmente fosfato, no se supera. Este folleto explica los principios de la fertilización y proporciona las recomendaciones más actualizadas para el forraje de maíz.

El rendimiento y la calidad de la producción promedio es de alrededor de 40 toneladas/hectárea peso fresco con típico de materia seca (MS) del 30%. Esto equivale a un rendimiento de ms de 12 t/ha. Cultivadores en lugares favorables puede alcanzar rendimientos fresco de más de 60 t/ha. El valor alimenticio de la porción de la mazorca es casi el doble que la del resto de la planta. En el momento de la cosecha, las mazorcas deben constituir al menos el 50% de la cosecha la materia seca para dar una alimentación de alta calidad (PDA, 2008).

De acuerdo con (PDA, 2008), el ensilado del maíz es comúnmente utilizado para proporcionar hasta un 75% del total de forraje en la dieta y, sobre esta base, 1 ha de maíz puede brindar para 6-10 vacas según el rendimiento. Maíz forrajero es un cultivo muy conveniente para la aplicación de estiércol o purines en la primavera, cuando hay pocas oportunidades para la difusión de los pastizales. En el pasado,

las aplicaciones pesadas a menudo han sido aplicados a las tierras de cultivo antes de la siembra de maíz. Estas aplicaciones pueden ser contraproducentes, ya que pueden disminuir el rendimiento y la calidad. Las aplicaciones no deben superar los 250 kg/ha de nitrógeno total (PDA, 2008).

Tenga cuidado de que las aplicaciones regulares de estiércol o abono) no aumente el suelo P ó K los niveles más allá de índice 3. La incertidumbre del suministro de nutrientes de los estiércoles requiere el uso regular de análisis de suelos para controlar los efectos sobre la fertilidad del suelo - muestra cada 4-5 años. Cuando el estiércol es transferido al maíz tierra fuera de otro cultivo (por ejemplo, ensilado de hierba) suficiente de nutrientes fertilizantes ajustes a la política debe ser hecha para el resto de la cosecha.

De acuerdo con Nazli et al., (2016) el uso de materiales orgánicos como fuente de nutrientes en las tierras agrícolas mitiga las propiedades físicas del suelo, así como ser una forma ecológica de deshacerse de sus residuos. Este estudio fue realizado para determinar los efectos de tres materiales orgánicos (yacija, estiércol de ganado, leonardite) sobre el rendimiento y la absorción de nutrientes del maíz de ensilaje. Las aves de corral y el estiércol de ganado fueron aplicados sobre la base de fósforo (P) o el nitrógeno (N) requisitos de la cosecha mientras que leonardite sólo se aplicaba una dosis (500 kg ha<sup>-1</sup>) y también combinados con tres dosis de fertilizante inorgánico (100%, 75%, 50% de la dosis recomendada de fertilizante inorgánico). Según los resultados obtenidos por Nazli et al., (2016), el más alto rendimiento de hierba verde y la absorción de nutrientes se observaron valores en LEO-100 mientras que los tratamientos basados en N redujo significativamente el rendimiento y la absorción de nutrientes del maíz de ensilaje. El uso de materiales

orgánicos como una combinación con fertilizantes inorgánicos en el cultivo de maíz para ensilado es muy beneficioso para la ordenación sostenible de la producción de forraje.

Investigadores como Iqbal et al., (2015) mencionan que los forrajes son el alimento más sabroso para el animal y altamente apreciados por los animales bovinos lecheros. El maíz forrajero es un gran productor de forraje verde, pero enfrenta en algunos casos la falta de calidad nutritiva en el alimento. La nutrición de la planta es uno de los factores más importantes y vitales que determina el rendimiento de forraje y desempeña un papel importante en garantizar considerablemente alto rendimiento de forraje para rumiantes bovinos. El nitrógeno y el fósforo son los nutrientes más importantes que afectan al rendimiento de forraje, así como los atributos de la calidad nutritiva del forraje verde Iqbal et al., (2015).

### **2.3 Fertilización alternativa en maíz forrajero**

A medida que se incrementan los precios de los fertilizantes inorgánicos, con cada año que pasa, los pequeños agricultores de los países en desarrollo como el Latinoamérica y México les cuesta mucho mayor sacrificio el suministro de nutrientes vegetales especialmente nitrógeno y fósforo inorgánico a través de los fertilizantes químicos, en el momento oportuno y en cantidades equilibradas, por lo que el rendimiento y calidad del forraje resultante sufre un serio revés, por ser de baja calidad. Una combinación óptima de materia orgánica, así como los fertilizantes inorgánicos tiene el potencial para aumentar el rendimiento y calidad de forraje de maíz junto con los parámetros de calidad y en particular el contenido de proteína y CHOs. La gestión de la nutrición vegetal combinando estiércol de bovinos y estiércol de pollinaza con fertilizantes inorgánicos, no sólo garantiza mayor rendimiento de

forraje, sino que también se mejora en parte la calidad del forraje producido (Iqbal et al., (2015).

De acuerdo con González et al., (2016), la fertilización es el componente de mayor influencia en la producción de maíz forrajero y el nitrógeno es el nutrimento de mayor demanda y el más limitante para este cultivo. La correcta recomendación de la dosis de fertilización mejora la eficiencia de los fertilizantes y reduce los riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Uno de los principales factores limitantes para la obtención de altos rendimientos y la calidad del forraje de maíz es la dosis de fertilización nitrogenada (De Menezes et al., 2013). Debido a lo anterior es común que los productores apliquen dosis de nitrógeno (N) superiores a las requeridas por el cultivo. Lo anterior aumenta los costos de producción, disminuye la rentabilidad del cultivo e incrementando riesgo potencial de contaminación ya que el N que no absorbe la planta, se pierde por diferentes procesos, como la volatilización, desnitrificación, y la lixiviación de nitratos entre otros (Delgado y Follett, 2010). Para reducir el riesgo de contaminación por nitratos sin disminuir significativamente los rendimientos es necesario conocer los requerimientos nutrimentales de los cultivos, el tipo de fertilizantes, la forma y etapa fenológica que este insumo debe ser aplicado (Klocke et al., 1999).

Sin embargo, la necesidad que se plantea en este tipo de investigaciones es hacer un estudio riguroso a fondo para encontrar las combinaciones más adecuadas de fertilizantes inorgánicos y orgánicos para garantizar la sostenibilidad de la agricultura y aumentar la productividad de los animales bovinos lecheros, junto con el aumento de los ingresos de los productores de leche, así como disminuir los

impactos negativos hacia el ambiente de los dueños de las tierras como parte de las estrategias de reducción de la pobreza en los países en desarrollo y en el mundo Iqbal et al., (2015).

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

Faisal et al., (2013), encontraron que la combinación de mayor N: P (180:120) produjo el más alto contenido de proteína (10.8%) que fue estadísticamente similar a la de la combinación de N: P (150:100) y (120:80) mientras que el mínimo de PC (9.5%) se obtuvo en la parcelas control. En otro estudio, Rasheed, et al., (2004) encontraron que el abono orgánico tuvo un efecto menor sobre el contenido de proteína y reportaron menor contenido de proteína de parcelas de control. El aumento en el contenido de proteína podría ser debido al hecho de que el nitrógeno, es una parte integral de aminoácidos que luego se acumula contenido en nitrógeno. Los resultados están de acuerdo los obtenidos por Al-Bakeir (2003) quien afirmó que por aplicación de nitrógeno inorgánico tenía efecto sobre el contenido en proteínas. El incremento del contenido de proteína, puede ser debido a que el nitrógeno es parte integrante de los aminoácidos que luego de construir el contenido de nitrógeno. Los resultados concuerdan con los de Al-Bakeir (2003) y en el caso de variedades, Jalal había producido significativamente mayor contenido de proteína cruda (10.69%) mientras Pahari producido menor contenido de nitrógeno con (9.95%), como se muestra en cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de proteína cruda (%) de variedades de maíz afectada por la fertilización orgánica e inorgánica (Faisal et al., 2013).

Variedades	Contenido de proteína cruda (%)
Jalal	10.69a
Pahari	9.95c
Azam	10.21b
DMS (0.05)	0.1226
Control	9.50e
HIGO O.P.(500 kg ha <sup>-1</sup> )	10.05c
Mexicrop (500 litros ha <sup>-1</sup> )	9.86d
FYM (10 ton ha <sup>-1</sup> )	10.26b
NP(120-80 kg ha <sup>-1</sup> )	10.78a
NP(150-100 kg ha <sup>-1</sup> )	10.74a
NP(180-120 kg ha <sup>-1</sup> )	10.80a
DMS (0.05)	0.1636
V × OI ( Interacción)	0.3243

\*Medias con columnas seguidas de la misma letra, no son estadísticamente diferentes al 5% de DMS. DMS= Diferencia Mínima Significativa

Respecto a la cantidad de proteína cruda, investigaciones realizadas por Waqas et al. (2014) reportaron en sus resultados que los datos reflejan que el efecto de aspersiones (espray) de micronutrientes sobre el porcentaje de proteína cruda fue altamente significativa mientras que la interacción de los nutrientes y variedades (N x V) no fue estadísticamente significativa. La comparación de medias de tratamientos reveló que el mayor valor de proteína cruda (9,49%) se obtuvo en T9 (NP+2 aplicaciones foliares a los 15 y 30 dds), seguido por T8 (NP+1 aplicaciones foliares a los 15 dds), (8,37%). Estadísticamente el mínimo de proteína cruda (6.23%) se registró en T7 (3 aplicaciones de espray de micronutrientes a los 15, 30

y 45 días después de la siembra). Diferencias significativas en el contenido de proteína cruda entre los cultivares de maíz ya habían sido reportados por Lukipudis y Spasov en 1987.

Nazli et al., (2016), utilizaron tres fuentes de materiales orgánicos, pollinaza, estiércol de bovinos y loenardita, y encontraron que según los resultados obtenidos, el más alto rendimiento de materia verde y la absorción de nutrientes se observaron valores en LEO-100 mientras que los tratamientos basados en N redujo significativamente el rendimiento y la absorción de nutrientes del maíz de ensilaje. El uso de materiales orgánicos como una combinación con fertilizantes inorgánicos en el cultivo de maíz para ensilado es altamente beneficioso para la producción sostenible de forraje.

Yescas et al., (2015) en un estudio de laminas de riego y densidades de plantas en maíz forrajero en la Comarca Lagunera, con el factor D que tuvo tres niveles (D1: 80, D2: 120 y D3: 160 mil plantas/ha), sobre el rendimiento y calidad nutritiva. La siembra se llevo a cabo con una sembradora de precisión, con una separación entre hileras de 0,75 m; las distancias entre plantas fueron tres (16.,66, 11.11 y 8.33 cm) en las densidades respectivas.

Los resultados de este estudio mostraron que los contenidos de PC de este forraje (Cuadro 2) fluctuaron de 7.95 a 9.34%, presentando diferencias significativas entre los valores bajos, medios y altos ( $p \leq 0.05$ ); el menor contenido se presento en el tratamiento L100D2; mientras que el mayor contenido lo tuvo L80D2. En relación con la FDN y FDA en los tratamientos no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para cada categoría (Cuadro 2). De acuerdo al análisis de varianza, la

cantidad de agua y densidad de plantas no tuvieron en general influencia significativa en el comportamiento de FDN y FDA.

Cuadro 2. Contenidos de Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), Energía Neta Para Lactación (ENL) del forraje de maíz con diferentes tratamientos (densidades y espaciado de surcos) en la Comarca Lagunera.

Tratamientos	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	(ENL) Mcal/kg
L60D1	8.59 b†	36.68 b	66.41 a	1.08 a
L80D1	8.51 b	36.97 b	67.29 a	1.06 a
L100D1	8.60 b	37.27 a	67.48 a	1.06 a
L60D2	8.59 b	36.76 b	66.49 a	1.08 a
L80D2	9.34 a	35.92 b	66.11 b	1.08 a
L100D2	7.65 c	38.53 a	67.48 a	1.04 b
L60D3	8.51 b	36.69 b	66.31 a	1.08 a
L80D3	8.48 b	36.93 b	66.79 a	1.08 a
L100D3	8.80 b	35.86 b	65.47 b	1.08 a
DMS (0.05)	0.497	1.46	1.31	0.024

DMS = diferencia mínima significativa (0.05).

† = medias en la misma columna con letras distintas son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

En otro estudio realizado por Reta et al., (2010), en la Comarca Lagunera donde evaluaron la asociación maíz-soya, con el objetivo de conocer si estos cultivos asociados tenían efecto sobre el rendimiento y la calidad del forraje producido, reportando que en maíz forrajero en los años 2006 y 2007, la asociación maíz-soya produjo rendimientos de MS similares a maíz en unicultivo como

resultado de un mayor rendimiento del maíz en los surcos adyacentes a la soya. Debido al mayor contenido de proteína cruda (PC) (16 a 21 g kg<sup>-1</sup>), (Cuadro 3) las asociaciones produjeron rendimientos de PC ha<sup>-1</sup> superiores a maíz en uni-cultivo entre 27,5 y 42,8%. Cuando la soya se cosechó en la fase de inicio de maduración (R7), el contenido de fibra detergente neutro en las asociaciones se redujo entre 60 y 63 g kg<sup>-1</sup> en relación a maíz en uni-cultivo. La concentración de fibra detergente ácido no fue modificada con la asociación. Los resultados indican que la calidad de forraje puede mejorarse con la asociación maíz-soya en franjas angostas sin afectar el rendimiento.

Cuadro 3. Calidad forrajera de maíz forrajero y soya en monocultivos y entre siembras con diferentes arreglos espaciales durante la primavera de 2006 y 2007 en la Comarca Lagunera (Reta et al., 2010).

Tratamiento	Proteína cruda		Fibra Detergente Acido (g kg <sup>-1</sup> )	Fibra Detergente Neutro (g kg <sup>-1</sup> )
	(g kg <sup>-1</sup> )	(Kg kg <sup>-1</sup> )		
2006				
Maíz de primavera	84	1,448	311	526
2007				
Maíz de primavera	64	1,197	288	490

Otros investigadores como Borroel et al., (2010), evaluaron el efecto de la adición de ácido húmico y algaenzimas en el rendimiento de forraje en híbridos de maíz. Los resultados obtenidos en ese presente estudio permitieron concluir que los tratamientos evaluados; los niveles de algaenzimas y la interacción híbrido con

algaenzimas presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ), para la variable forraje verde y materia seca, (Figura 1) los rendimientos más altos se tuvieron con aplicación de algaenzimas y en la interacción los híbridos Ocelote, Caimán y AN423 con aplicación de algaenzimas y el híbrido Berentsen 302 sin aplicación, con un incremento de rendimiento del 32 % respecto a la media regional. Para la variable altura de planta se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) para los efectos principales y la interacción híbrido con algaenzimas; el híbrido Berentsen 302 y Ocelote, sin aplicación de algaenzimas y sin aplicación de ácido húmico, presentaron los valores más altos en esta variable; para la interacción híbrido con algaenzimas, el mejor efecto se tuvo en el híbrido Berentsen 302 y Ocelote sin aplicación de algaenzimas.

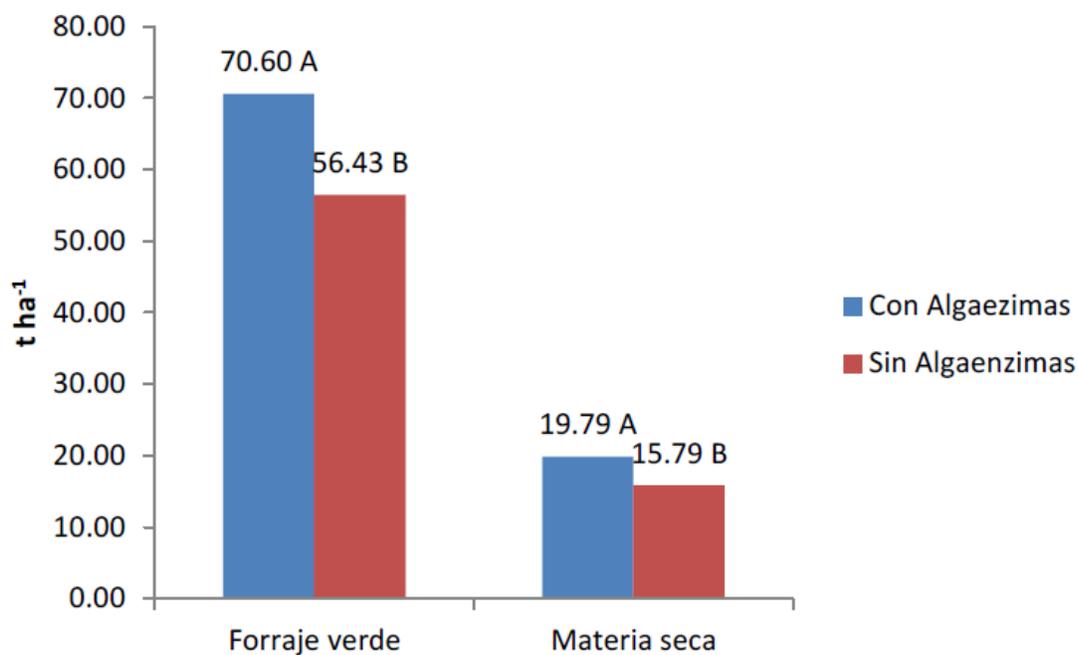


Figura 1. Rendimiento de forraje verde y materia seca con y sin aplicación de algaenzimas en la Comarca Lagunera (Borroel et al., 2010).

Budakli et al., (2010), evaluaron el efecto de la densidad de plantas y niveles de fertilización sobre el ensilaje de maíz, encontrando que a medida que la densidad de plantas se incrementaba también se incrementó el rendimiento de materia seca, sin embargo, no existió efecto sobre la proteína cruda, y fibra detergente neutro, los resultados de dicho estudio se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Efecto de la densidad de plantas y niveles de fertilización sobre la calidad del ensilaje de maíz (% de PC, % de FDA, % de FDN) en el año 2010 según Budakli et al., (2010).

Densidad de plantas	Proteína cruda, %	Fibra Detergente Acido, %	Fibra Detergente Neutro, %
60,000	5.27	25.90	64.84
100,000	4.91	27.15	62.50
140,000	4.81	27.89	63.68
180,000	5.04	28.40	62.61
220,000	5.19	28.50	61.47
Nivel de N (Kg/ha)			
0	4.25	27.47	59.56
100	4.68	27.37	62.71
200	4.91	28.25	63.96
300	5.62	27.75	64.19
400	5.76	27.01	64.68

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, es que el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo el evaluar el impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre la calidad nutritiva del maíz forrajero de verano, en la Comarca Lagunera, con el fin que el productor, tenga las herramientas analíticas en la toma de decisiones, sobre qué tipo de fertilizante deberá utilizar y que su impacto al ambiente sea mínimo y de fácil aplicación, en comparación con los fertilizantes químicos comerciales.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

**3.1 Ubicación.** El lote de terreno utilizado se localiza en el predio de la pequeña propiedad El Perú, aproximadamente a 5.5 km de la carretera “Ejido Ana-La Partida” contándose con un lote de terreno de 18.18 hectáreas, utilizando las tablas (T1 y T1a) con 6.89 ha y la tabla 2 con 11.29 ha, con 17 tablas o tendidas cada una, que cuenta con un sistema de riego con acequia central, que permite regar con sifones de 4 pulgadas hasta dos melgas o tendidas, las cuales tienen una superficie aproximada de un 1/4 de hectárea.

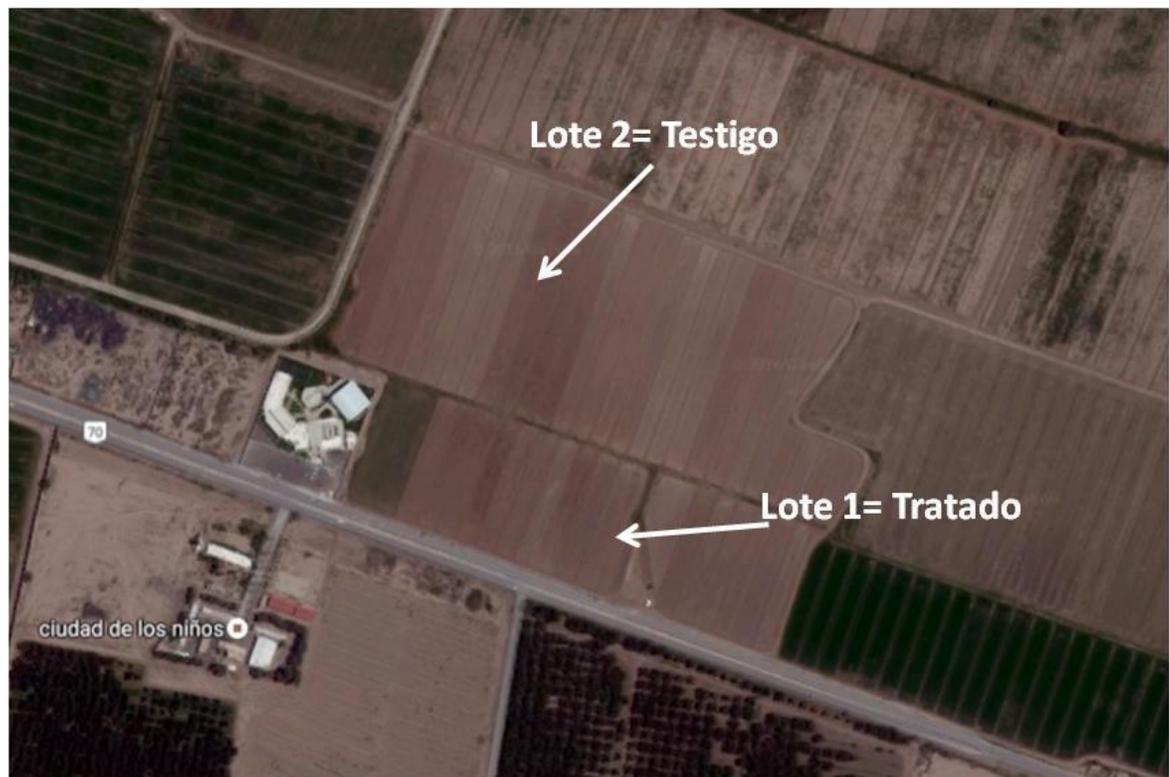


Figura 2. Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.

**3.2 Materiales.** Se utilizó una variedad precoz de maíz híbrido amarillo la Pioneer 3060 seleccionado tanto para calidad nutritiva con categoría 9 y como para rendimiento con categoría 8, con una pureza de 99.0 %. Como fertilizante orgánico

liquido se utilizó, complejos nutritivos para cultivos, el Acadian foliar (Stimplex) que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones foliares con un pH de 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC y el Acadian Suelo que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones al suelo con un pH de 3.6-4.2 y con certificación OMRI y BSC cuyas fichas técnicas y características del producto se muestran en los cuadros del apéndice.

**3.3 Duración del estudio.** El estudio tuvo una duración de cinco meses de julio desde la preparación del terreno en el momento del barbecho hasta noviembre de 2016, en la cosecha total de la planta.

**3.4 Metodología.** Se barbechó un lote de terreno de aproximadamente 18.18 ha, en cuyo suelo estaba previamente establecido maíz forrajero de primavera, para preparar el terreno se realizaron dos pasos de rastra.

Antes de la siembra en la preparación del terreno, se tomaron muestras de suelo (n=8) a una profundidad de 0.30 m.

La siembra fue el 28 de julio de 2016, con una densidad de 100,000 plantas/ha, de semilla certificada de un híbrido de maíz amarillo de (Pioneer 30A60), con una semilla pura de 99%, de ciclo intermedio con 65-75 días a floración, seleccionado para alta calidad y rendimiento, excelente rusticidad y excelente calidad de tallos y raíces y se establecieron de 7-8 semillas por metro lineal.

#### **3.4.1 Siembra, riegos y fertilización**

La siembra se realizó en seco, para aplicar el primer riego antes de las 24 horas después de la siembra se aplicaron en total 3 riegos de auxilio, distribuidos cada 28-30 días para disponer de una lámina total de 90 cm.

La fertilización química del productor incluyó la aplicación de (180-60-00 de N-P-K) aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra y el resto del nitrógeno al momento del primer cultivo, antes del primer riego de auxilio, utilizando urea (46% de N) y MAP (11-52-00)

Posteriormente se aplicó el fertilizante orgánico (Acadian suelo) AS al suelo antes de los riegos, 2 y 3 y el foliar en desarrollo foliar V6 y V12, El foliar se aplico el 09 de septiembre y el acadian suelo el 10 de septiembre (Primera aplicación), la segunda aplicación de Stimplex se llevo a cabo el 07 de octubre y la de acadian suelo al momento del tercer riego el 09 de octubre de 2016.

### 3.5 Tratamientos

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
1. Testigo regional del productor		
2. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 2° riego de auxilio
3. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 6 hojas verdaderas
4. Acadian suelo	0.5 l/ha	En el 3er. riego de auxilio
5. Stimplex foliar	0.5 l/ha	Aplicación foliar en 12 hojas verdaderas

#### 3.5.1 Variables a evaluar

#### 3.5.2 Variables en plantas

1. Toma de fotografías al lote de terreno antes de cada aplicación de producto y posteriormente durante la estación de verano-otoño de crecimiento del cultivo.
2. Cosecha para evaluación de la calidad nutritiva del forraje a estado de madurez 1/3 la línea de leche.

3. Obtención en el laboratorio la calidad nutritiva los porcentajes de: % de Proteína cruda (PC), % de Fibra detergente ácida (FDA), % de Fibra detergente neutro (FDN), % de Carbohidratos no fibrosos (CNF), y % de Total de nutrientes digestibles (TND).

**3.6 Diseño experimental:** Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 15 repeticiones. Los datos recolectados fueron analizados utilizando el ANOVA (Análisis de varianza) y las diferencias entre medias de los tratamientos a través de la DMS (Diferencia mínima significativa) haciendo uso del procedimiento GLM del Software Statistical Analysis System (SAS, 2010).

El inicio del experimento en los lotes T1 y T2A de la P.P. "El Perú" fue el 02/09/2016, con el objeto de evaluar dos aplicaciones de Stimplex foliar y de Acadian suelo en el cultivo de maíz de verano. En las figuras 3 y 4 se muestra el lote de terreno y la altura de las plantas al momento del inicio del experimento.

**3.7 Calidad nutritiva (CN).** La cosecha se llevó a cabo a los 89 días después de la siembra (dds), con un promedio de humedad del 75 % y una materia seca del 25 %, la cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición en un estado de madurez de 1/3 la línea de leche.

La calidad nutritiva del forraje obtenido se realizó en un laboratorio certificado para el análisis de forrajes (AGROLAB, México), por el análisis de forrajes conocido como NIRS, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo. La calidad del forraje se determinó en la muestras molidas en un molino Willey con una malla de 1.0 mm de diámetro.

Las variables que se evaluaron para obtener la calidad nutritiva; y determinar la calidad de materia seca fueron: (% PC, % FDA, % FDN, % CNF (Carbohidratos no fibrosos, %, TND).



Figura 3. Desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016.



Figura 4. Panorámica general en cuanto al desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016.

La aplicación del fertilizante orgánico líquido foliar el Stimplex se llevo a cabo con maquinaria agrícola al momento en que las practicas de control de plagas y enfermedades se realizaron por el productor, ya que el Stimplex no produce ningún efecto al combinarse con plaguicidas, tal y como se puede observar en la figura 5.



Figura 5. Aplicación del fertilizante orgánico líquido foliar "Stimplex" al momento del control de plagas por el productor en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.



Figura 6. Identificación de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.



Figura 7. Método utilizado para la aplicación del producto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* al momento del riego por el productor, en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Calidad nutritiva (CN)

En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos de la calidad nutritiva del forraje obtenido, como son el % PC, % FDA, % FDN, % CNF (Carbohidratos no fibrosos, %, TND) y ENI (Energía neta para lactancia), obtenidos en el laboratorio, con el análisis de forrajes NIRS en forraje cosechado a los 89 DDS, y con un estado de madurez de grano lechoso (1/3 de línea de leche).

Cuadro 5. Características de la calidad nutritiva del forraje de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex vs Testigo comercial en la Comarca Lagunera, en el año 2016.

No. de corte	% MS	Tratamiento	PC, %	FDA, %	FDN, %	CNF, %	TND, %	ENL. Mcal/kg
1	26.43	Tratado	10.3b	33.3*	53.6*	29.6*	57.3*	1.22*
	26.16	Testigo	11.1a	32.7*	52.3*	28.1*	56.7*	1.21*

(PC. %), Proteína cruda, (FDA) fibra detergente ácido, (FDN) fibra detergente neutro, (CNF), carbohidratos no fibrosos, (TND) total de nutrientes digestibles y (ENL), energía neta para lactancia en megacalorías por kilogramo de materia seca, Medias con diferente letra dentro de las columnas son diferentes estadísticamente ( $DMS_{0.05}$ ), \* = no significativa.

#### 4.1.1 Proteína cruda (PC, %)

Los resultados obtenidos para este nutriente el análisis de varianza mostró que existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de  $10.30 \pm 0.2$  % de PC, mientras que en el no tratado se obtuvo el  $11.1 \pm 0.1$  % PC, tal y como se muestra en el figura 8. Debido a que las gramíneas como el maíz forrajero no se consideran como fuentes de proteínas, en

comparación con las leguminosas como la alfalfa, 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, los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), siendo el lote testigo el que aporta la mayor cantidad, siendo para el contenido de PC diferente en el lote testigo de 11.1 % de PC.

En un estudio realizado por Ruíz *et al.*, (2006) donde estudiaron la calidad nutritiva de siete híbridos comerciales de maíz en el estado de Chihuahua encontraron que el híbrido de mayor aporte de PC fue H9403 con un 9.5%, y el híbrido más bajo fue el EX313 con 7.2%, siendo el promedio de los híbridos evaluados de 8.3% de PC, considerablemente menor que los datos obtenidos en el presente experimento. Faisal *et al.*, (2013), encontraron diferencias significativas por el efecto de variedades y fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre el contenido de proteína cruda (PC), siendo el tratamiento que reportó las más alta cantidad de proteína el NP ( $180-120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con 10.80 % de PC, similar a la cantidad del lote tratado en este trabajo.

Respecto a la cantidad de proteína cruda, investigaciones realizadas por Waqas *et al.* (2014) reportaron en aspersiones de espray de micronutrientes que el mejor tratamiento obtuvo 9.49% de PC, mientras que el tratamiento más bajo reportó solo 6.23 % de PC, porcentaje muy por debajo de los obtenidos en el presente experimento.

Yescas *et al.*, (2015), reportaron contenidos de proteína cruda en maíz forrajero en la Comarca Lagunera con diferentes sistemas de riego, que fluctuaron entre 7.95 y 9.34%.

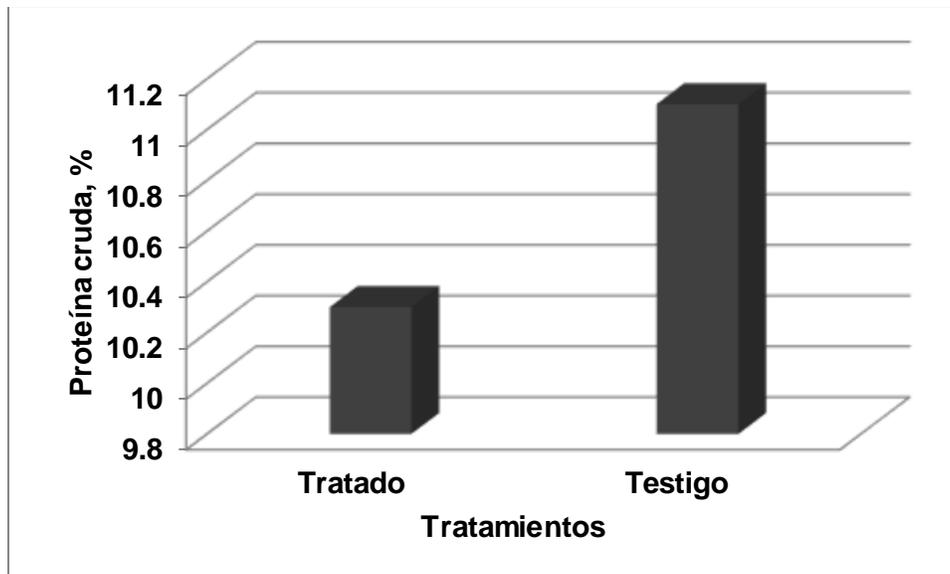


Figura 8. Evaluación del rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Budakli et al., (2010), reportaron en su investigación con densidades de siembra y niveles de fertilización contenidos muy bajos de PC con 5.19 y 5.76%, muy inferiores a los obtenidos en el presente proyecto.

Investigadores como Reza *et al.*, (2014), en un estudio sobre densidades de siembra y niveles de fertilización sobre la cantidad de proteína en maíz forrajero reportaron en su mejor tratamiento 13.38 % de PC, y en el tratamiento más bajo 10.88 % de PC, con 225 kg de N/ha y 125 mil pl/ha y cero kg de N/ha y 75 mil pl/ha respectivamente. Herrera (1996), en un estudio en la Comarca Lagunera encontró que la cantidad de proteína cruda en híbridos de maíz fue en promedio de 9.4% en promedio de 4 localidades y con 13 híbridos comerciales, siendo el híbrido 3002 el que reportó 10.69% de PC, seguido del PP-9141 con 10.68%, y el más bajo el

híbrido B-844 con 8.32 %, lo anterior, además es influenciado principalmente por el estado de madurez al momento de la cosecha.

Baah *et al.*, (2004), comenta que aunque el ensilaje de maíz sea bajo en proteína cruda, 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%.

Otros investigadores coinciden 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 por (Núñez *et al.* 2001). Reta *et al.*, (2010), evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de proteína cruda de 8.5 y 7.6 % respectivamente. Nuñez *et al.*, (2014) en un estudio de forrajes que incluyó tanto perennes como anuales de primavera y verano y de invierno en explotaciones de la Región Lagunera reportó para ensilaje de maíz  $10.5 \pm 0.8$  % de PC. Cañadas *et al.*, (2016) obtuvieron 11.66 y 10.62 % de PC en promedio con 125 y 65 mil plantas/ha.

#### **4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)**

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de  $33.3 \pm 1.17$  % de FDA, mientras que en el no tratado se obtuvo el  $27.2 \pm 0.78$  % FDA, tal y como se muestra en el figura 9.

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 no presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), lo que dio lugar en los dos lotes no existió efecto del tratamiento con el fertilizante orgánico líquido, los híbridos del lote no tratado, tuvieron la menor concentración, mientras que los materiales del lote tratado tuvieron el mayor contenido (Cuadro 6).

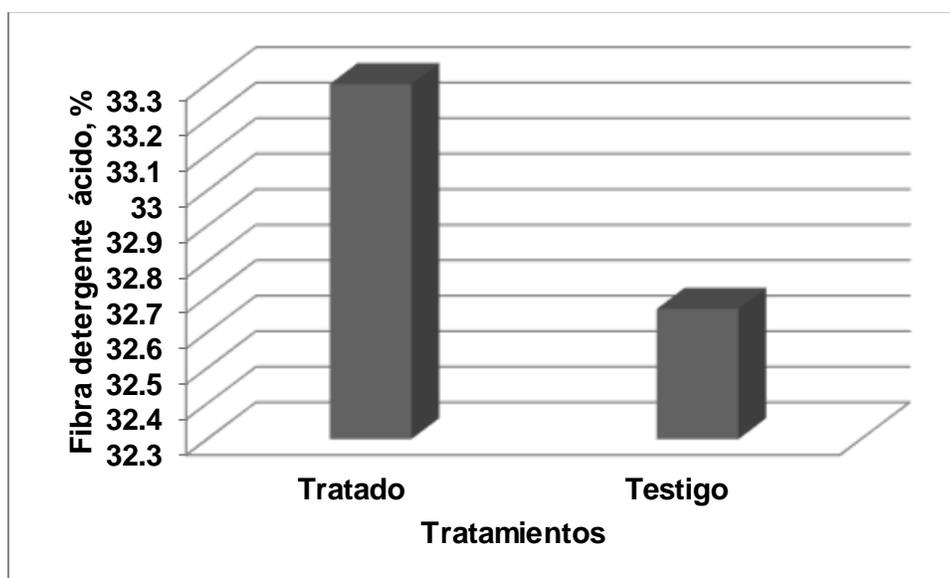


Figura 9. Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDA, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

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 %, por lo que la calidad en lo que a este nutriente de refiere se considera de calidad mediana.

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, 2002). Seglar (1996), en un estudio con híbrido de maíz en la región Lagunera reportó valores de entre 30.88% y 26.99% para 4 híbridos de maíz para forraje.

Yescas *et al.*, (2015), reportaron contenidos de fibra detergente ácido en maíz forrajero en la Comarca Lagunera con diferentes sistemas de riego, que fluctuaron entre 36.5 y 37.3% de FDA, datos mayores a los encontrados en este estudio debido a la fecha de corte de los 89 dds.

Budakli *et al.*, (2010), reportaron en su investigación con densidades de siembra y niveles de fertilización contenidos muy bajos de FDA con 28.50 y 28.25%, muy inferiores a los obtenidos en el presente proyecto.

El rango de valores encontrado es similar al informado por Núñez *et al.* (2001) para híbridos intermedios y precoces, así como para el indicado por Tovar *et al.* (2003) para seis variedades, en el estado de México. Sin embargo, hay informes en los que se indican contenidos de FDA muy por debajo de los encontrados en este estudio. Entre ellos, Peña *et al.* (2002) establecieron un rango de 26.4 a 28.7 % de FDA para 19 poblaciones de maíz y cinco híbridos en la Comarca Lagunera. En otro estudio, Thomas *et al.* (2001) indicó valores de FDA de 21.3 y 25.2 % para dos híbridos en Chazy. New York. EE. UU. muy por debajo de lo obtenido en este

estudio, quizá debido a la variación de las condiciones ambientales y de localidad. Nuñez *et al.*, (2013), reportó en estudios sobre el efecto de la densidad de plantas y la FDA con 55 mil plantas 21.9%, mientras que en poblaciones de 150 mil plantas un 25.5 % de FDA.

Reta *et al.*, (2010), evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de FDA de 29.1 y 34.6 % de FDA respectivamente.

Nuñez *et al.*, (2014) en un estudio de forrajes que incluyó tanto perennes como anuales de primavera y verano y de invierno en explotaciones de la Región Lagunera reportó para ensilaje de maíz  $34.8 \pm 6.4$  % de FDA. Mena (2010), en un estudio de 4 híbridos de maíz forrajero reportó un promedio de FDA de 29.88 kg ha<sup>-1</sup> y el híbrido más sobresaliente fue el Andor con 30.74 % y el más bajo el híbrido Delitop con 29.71 %.

#### **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 a los resultados obtenidos para este nutriente respecto al contenido de FDN, el ANOVA mostró que no existieron diferencias entre los tratamientos, sin embargo, se destacó que en los dos lotes se comportaron de manera similar, el lote tratado presentó el mayor contenido con  $53.6 \pm 2.46$  % y la cantidad obtenida para el maíz forrajero no tratado fue de  $53.2 \pm 1.28$  % de FDN

(Cuadro 6), 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. La calidad de 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 en una categoría de un mejor forraje el cual produce más leche (Nuñez *et al.*, 2006).

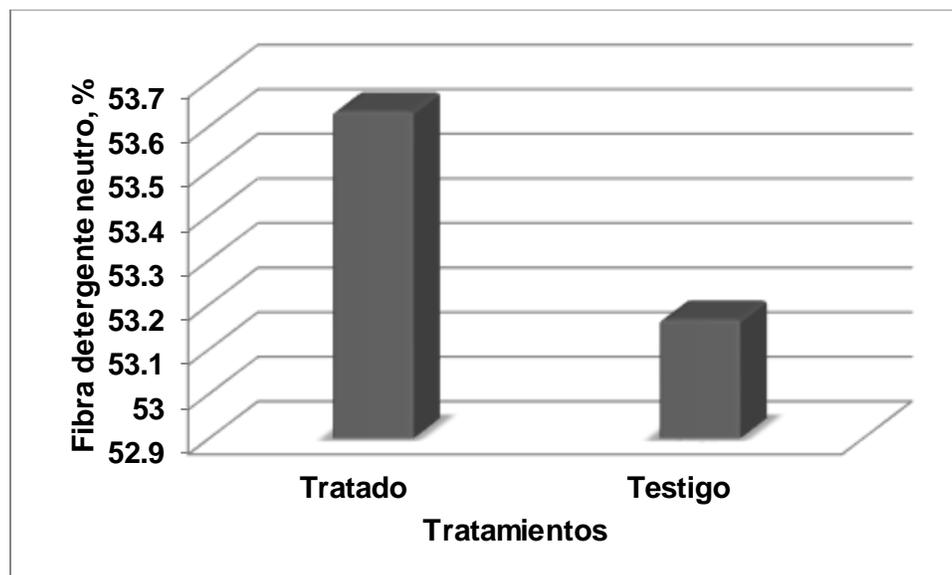


Figura 10. Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDN, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Budakli *et al.*, (2010), reportaron en su investigación con densidades de siembra y niveles de fertilización contenidos muy bajos de FDN con 64.84 en el mejor tratamiento y 59.56%, en el peor tratamiento, siendo estos valores mayores a los obtenidos en el presente proyecto.

Yescas *et al.*, (2015), reportaron contenidos de fibra detergente neutro en maíz forrajero en la Comarca Lagunera con diferentes sistemas de riego, que fluctuaron entre 66.4 y 67.4% de FDA, datos mayores a los reportados en este estudio quizá debido a la variable fenológica de la planta, debido a la fecha de corte de los 89 dds, un maíz con 1/3 de la línea de leche.

Estos resultados fueron diferentes al presentado por el híbrido 32R25 (62.9 %), pero diferente significativamente ( $P < 0.05$ ) al resto de los materiales evaluados, Los valores de FDN de este estudio son diferentes a los obtenidos por Tovar *et al.* (2003), los que variaron entre 58.4 y 62.9 %; pero fueron superiores a los indicados (39.2 a 42.5 %) por Darby y Laurer (2002) para cuatro híbridos en Arlington. EE.UU. así como a los informados por Meeske *et al.* (2000) para 21 híbridos evaluados en Sudáfrica.

Núñez *et al.*, (2013), reportó en estudios sobre el efecto de la densidad de plantas y la FDN con 55 mil plantas 40.9%, mientras que en poblaciones de 150 mil plantas un 45.5 % de FDN, INIFAP (2013) reportó en un estudio de selección de híbridos de maíz para calidad de forraje de 51.2 y 47.5 de FDN y de 28.7 y 25.4 % de FDN en los híbridos H-1 y H-2 respectivamente. Reta *et al.*, (2010). evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de FDN de 48.8 y 56.1 % de FDN respectivamente.

Núñez *et al.*, (2014) en un estudio de forrajes que incluyó tanto perennes como anuales de primavera y verano y de invierno en explotaciones de la Región Lagunera reportó para ensilaje de maíz  $50.7 \pm 7.2$  % de FDN. Mena (2010), en un estudio de 4 híbridos de maíz forrajero reportó un promedio de FDN de 52.98 % y

el híbrido más sobresaliente fue el Andor con 54.09% y el más bajo el híbrido Delitop con 50.92 % de FDN.

#### **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) (Palladino *et al.*, 2006)

Los resultados obtenidos por el ANOVA para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P>0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de  $29.6 \pm 3.3\%$  de CNF, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el  $28.1 \pm 1.56\%$  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.

Núñez *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. La NRC, (2001), recomienda para vacas altas productoras un rango entre los 40 y 36 % de CNF, por lo que de acuerdo a esas referencias la calidad del forraje cosechado en el presente estudio se consideran de calidad buena, en lo referente a los CNF.

Reta *et al.*, (2010), evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de CNF de 36.1 y 29.1 % de CNF respectivamente.

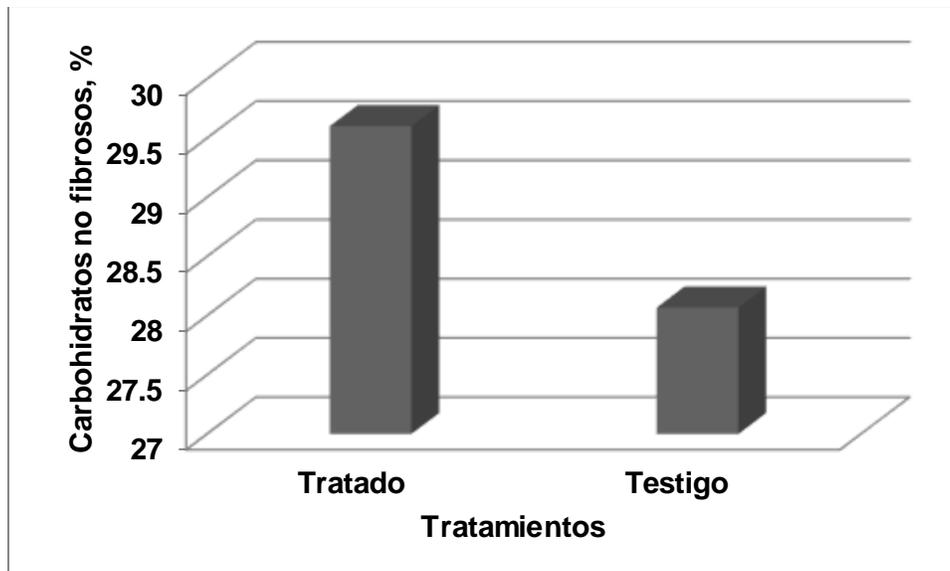


Figura 11. Evaluación del rendimiento de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Núñez *et al.*, (2014) en un estudio de forrajes que incluyó tanto perennes como anuales de primavera y verano y de invierno en explotaciones de la Región Lagunera reportó para ensilaje de maíz  $27.8 \pm 9.4$  % de CNF.

#### 4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)

Los resultados obtenidos después del análisis del ANOVA para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de  $57.33 \pm 0.33$  % de TND, es decir, de mayor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el  $56.6 \pm 1.20$  % TND, es decir, se considera de ligera 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).

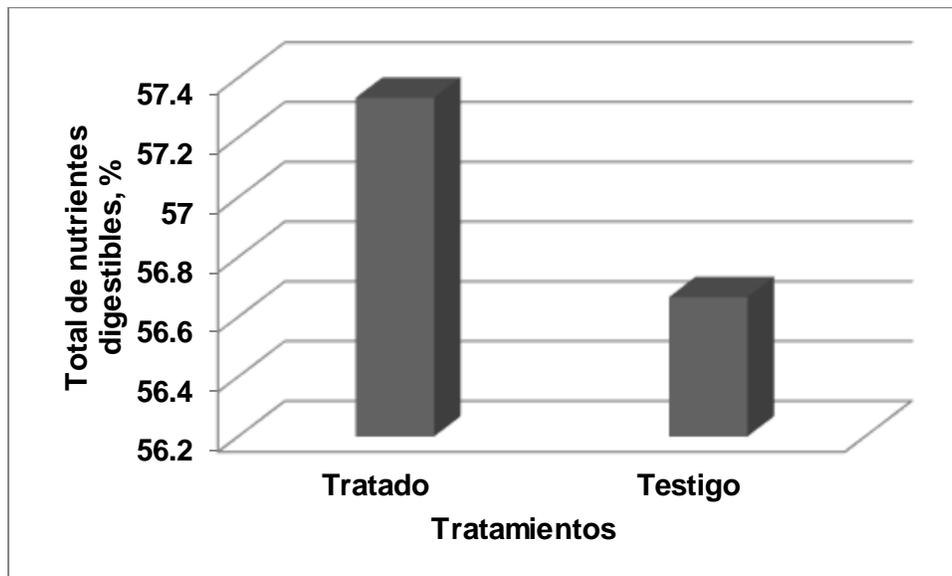


Figura 12. Evaluación del rendimiento de Total de Nutrientes Digestibles (TND, %) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Reta *et al.*, (2010), evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua en la Comarca Lagunera y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de TND de 64.8 y 61.5 % de TND respectivamente, valores desde el punto de vista nutricional de mejor calidad que los obtenidos en este estudio de maíz de verano que fue de 57.33%.

## 5. CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que solamente existió diferencias estadística entre tratamientos respecto al efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* en lo que a la cantidad de proteína cruda (PC, %) se refiere, sin embargo, en los nutrientes restantes evaluados, como el % FDA, % FDN, % CNF (Carbohidratos no fibrosos), y porcentaje de TND, no existió el efecto de la aplicación del ANE, por lo que no se rechaza la hipótesis de que existe variación de la calidad nutritiva de maíz forrajero de verano, aplicados con ANE vs la fertilización química comercial del productor.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Bakeir H. M. 2003. Yield, growth and nutrient content of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Hebron Uni Res J* 2: 25-39.
- 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.
- Bayram G., M. Turk, E. Budakli and N.Celik, 2004. The Effects of The Deficiency of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Zinc on The Development of the Root and Stem of The Corn Plant. *S.U. J. Agri. Fac.*, 18 (33): 23-27.
- Borroel García V. J., Vicente de Paul Álvarez Reyna, Sergio Alfredo Rodríguez Herrera, Florencio Jiménez Díaz, Pablo Preciado Rangel, Alfredo Ogaz, Héctor Zermeño González. 2014. Rendimiento de maíz forrajero bajo la adición de ácido húmico y algaenzimas *Revista Iberoamericana de Ciencias* Vol. 1 No.2 ISSN 2334-2501 p 239-241
- Budakli Çarpici Emine, Necmettin Çeløk Gamze Bayram. 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. *Turkish Journal of Field Crops*, 2010, 15(2): 128-132
- Cañadas L, Álvaro, Molina H, Carlos, Rade L, Diana, & Fernández M, Francisco. (2016). Seasons and planting densities interaction on forage production of eight hybrids maize, Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 21(1), 5112-5123. Retrieved March 23, 2017, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682016000100003&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682016000100003&lng=en&tlng=en)
- Chaudhary D. P., S. L. Jat., R. Kumr., A. Kumar and B. Kumar. 2014. Fodder quality of maize: Its Preservation. *Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses*. En línea: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1623-0\\_13#page-2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1623-0_13#page-2)
- Cox, W.J. and D.J.R. Cherney. 2001. Row Spacing, Plant Density and Nitrogen Effects on Corn Silage. *Agron. J*, 93:597-602.
- Cueto-Wong, J. A.; Reta-Sánchez, D. G.; Figueroa-Viramontes, U.; Quiroga-Garza, H. M.; Ramos-Rodríguez, A. y Peña-Cabriales, J. J. 2013. Recuperación de

- nitrógeno aplicado en forma fraccionada en maíz forrajero utilizando 15N. Ingeniería Agrícola y Biosistemas. 5:11-16.
- 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.
- Gall H. Philippe F. Domon J-M. Gillet F. Pelloux J. Rayon C. 2015. Cell Wall Metabolism in Response to Abiotic Stress. Plants. 2015;4(1):112–66.
- 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.
- Herrera S. R. 1996. Resultados de las evaluaciones de 24 híbridos de maíz y 12 de sorgo realizadas en la Comarca Lagunera. II° Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacio, Dgo. Noviembre 21-23. México. P133-151.
- INIFAP. 2013. Mejoramiento de la producción y calidad forrajera del maíz. Irapuato, Gto. Enero de 2013. En línea: <http://es.slideshare.net/CIMMYT/taller-forraje2013-alfonsopea-inifap>
- Iqbal Muhammad Aamir. Asif Iqbal. Zahoor Ahmad. Ali Raza and Faisal Nabeel. 2015. Overviewing Forage Maize Yield and Quality Attributes Enhancement with Plant Nutrition Management. World Journal of Agricultural Sciences 11 (3): 128-134. 2015 ISSN 1817-3047
- Keskin, B, H. Akdeniz, I.H. Yilmaz and N. Turan. 2005. Yield and Quality of Forage Corn (*Zea mays* L.) as Influenced by Cultivar and Nitrogen Rate. J. Agron., 4(2):138-141.
- Lukipudis. S. and R. Spasov. 1987. Study of triticale in the high plains of Bulgaria. Plant Breeding Abstracts. 57(3). Abst. No. 1815.
- Mena Villar F. I. 2010. Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comuna de Futrono. Tesis Profesional. Universidad Austral de Chile. Escuela de Agronomía. Valdivia, Chile. P 5-17.

- Montemayor-Trejo J., J. Luis Lara-Míreles, J. Luis Woo-Reza, Juan Munguía-López, Miguel Rivera-González, Ramón Trucíos-Caciano. 2012. Producción de maíz forrajero (*zea mays* L.) en tres sistemas de irrigación en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, México. *AGROCIENCIA*, 46:267-278
- Montemayor, J. A.; Aguirre, H. W.; Olague, J.; Román-López, A.; Rivera- González, M.; Preciado Rangel, P.; Montemayor-Trejo, I. R.; Segura-Castruita, M. A.; Orozco-Vidal, J. y Yescas-Coronado, P. 2010. Uso de agua en la alfalfa (*Medicago sativa* L.) con riego por goteo superficial. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 1:145-156.
- Muchow, R. C. and R. Davis. 1988. Effect of Nitrogen Supply on the Comparative Productivity of Maize and Sorghum in a Semi-arid Tropical Environment: II. Radiation Interception and Biomass Accumulation. *Field Crops Res.* 18:17-30.
- Nazli Irfan,. Ilker Inal. Alpaslan Kusvuran. Ahmet Demirbas and Veyis Tansi. 2016. Effects of different organic materials on forage yield and nutrient uptake of silage maize (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Nutrition.* Volume 39. 2016 - Issue 7. pp 912-921.
- Núñez GH. G., K. Rodríguez H., J. A. Granados N., A. Anaya S y Uriel Figueroa V. 2014. Calidad nutricional y utilización de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera. *AGROFAZ Volumen 14 No. 1 2014.* P 33-41
- Núñez, H.G., Contreras, E.F. y Faz, 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., Faz, R., Tovar, M.R. & Zavala, A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. *Tec. Pec. Méx.* 39:7
- Núñez H. G., F. González C., R. Faz C., A. Peña R. y Uriel Figueroa. 2013. Selección de híbridos de maíz forrajero y su rendimiento en producción de leche. INIFAP-SAGARPA. Taller Nacional de Maíz forrajero. Febrero de 2013. En

línea [http://es.slideshare.net/CIMMYT/taller-forraje2013-g-nuez-inifap-seleccion-hibridos?next\\_slideshow=1](http://es.slideshare.net/CIMMYT/taller-forraje2013-g-nuez-inifap-seleccion-hibridos?next_slideshow=1)

- 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
- O'leary, M. J. and G. W. Rehm 1990. Nitrogen and Sulphur Effects on the Yield and Quality of Corn Grown for Grain and Silage. *J Prod Agric* 3:135–140.
- Palladino A., M. Wawrzkievicz y F. Bargo. 2006. La Fibra. Fisiología digestiva y manejo del alimento. Depto. De Prod. Animal, Fac. de Agron. UBA. *Infortambo*, Bs. As., 202:82-84.
- Patricio Soto, O., B. Ernesto Jahn and S. Susana Arredondo. 2004. Improvement of Protein Percentage in Corn Silage with an Increase in and Partitioning of Nitrogen Fertilization. *Agricultura Técnica (Chile)*, 64(2):156-162.
- PDA (Potash Development Association). 2008. Forage maize - fertilizer requirements. *Why Maize?*. Maize Growers Association. 7 Mill Lane. Sandford. Crediton. Devon. En línea: [http://www.pda.org.uk/pda\\_leaflets/17-forage-maize-fertiliser-requirements/](http://www.pda.org.uk/pda_leaflets/17-forage-maize-fertiliser-requirements/)
- Rasheed M. Ali H. Mahmood T. Rasheed M. Ali H. Mahmood T. 2004. Impact of nitrogen and sulfur application on growth and yield of Maize (*Zea mays* L.) crop. *J Res Sci* 15: 153-157.
- Reta Sánchez D. G., J. T. Espinosa Silva, A. Palomo Gil, J. S. Serrato Corona, J. A. Cueto Wong and A. Gaytán Mascorro. 2010. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2010 8(3), 713-721.
- Reza Safari Ali. Saeed Sadeghzadeh Hemayati. Faegheh Salighedar. Ahmad Reza Barimavandi. 2014. Yield and quality of forage corn (*Zea mays* L.) cultivar Single Cross 704 in response to nitrogen fertilization and plant density. *International Journal of Biosciences | IJB | ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234 (Online)* <http://www.innspub.net> Vol. 4. No. 10. p. 146-153. 2014

- 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)
- 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.
- SAGARPA. 2015. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Delegación Comarca Lagunera. [www.sagarpa.gob.mx/dlg/laguna/ANUARIO%202007.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/laguna/ANUARIO%202007.pdf). Consultado 11 abril, 2015.
- Santiago R. Barros-Ríos J. and Malvar R. A. 2013. Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. *Int J Mol Sci.* 2013;14(4):6960–80.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th Revision. ed. Natl Acad Sci. Washington, DC
- Seifert G. J. and Blaukopf C. 2010. Irritable walls: the plant extracellular matrix and signaling. *Plant Physiol.* 2010;153(2):467–78.
- Faisal Shah, Syed Noor Muhammad Shah. Abdul Majid and Abid khan. 2013. Effect Of Organic And Inorganic Fertilizers On Protein. Yield And Related Traits Of Maize Varieties. *Intl J Agri Crop Sci.* Vol.. 6 (18). 1299-1303.
- Tovar, M.R., Sánchez, C., Arellano, J. L., Guzmán, J. E. y Morales, I. 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.
- Thomas, E.D., Mandebvu, P., Ballard, C.S, Sniffen, C.J., Carter, M. P. y Beck, J. 2001. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility and milk yield by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:221

Wang Hongwu. Kun Li. Xiaojiao Hu. Zhifang Liu. Yujin Wu and Changling Huang. 2016. Genome-wide association analysis of forage quality in maize mature stalk. BMC Plant Biology BMC series. DOI: 10.1186/s12870-016-0919-9.

Wang Y. Chantreau M. Sibout R. and Hawkins S. 2013. Plant cell wall lignification and monolignol metabolism. Front Plant Sci. 2013;4:220.

Waqas Gillani Syed Muhammad. Azraf-ul-Haq Ahmad. Farhan Khalid. Muhammad Shahid Ibne Zamir. Muhammad Bilal Anwar. Wasiq Ikram and Abdul Jabbar. 2014. Impact of nutrient management on growth. Yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) Under agro-climatic conditions of faisalabad. J. Agric. Res.. 2014. 52(4). Pp 499-510

Yescas C.P., M. A Segura, C. L. Martínez C., V. P. Álvarez R., J. A. Montemayor T., J. A. Orozco V. and J. E. Frías R. 2015. Yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) with different levels of subsurface drip irrigation and plant density. FYTON ISSN 0031 9457 (2015) 84: 272-279

Zhong R. and Ye Z. H. 2007. Regulation of cell wall biosynthesis. Curr Opin Plant Biol. 2007;10(6):564–72.

Peña, R.A., Núñez, G. y González, F. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Pec. Méx. 40:21

Núñez, H.G., Faz, R., Tovar, M.R. y Zavala, A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Tec. Pec. Méx. 39:7

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. p 72-76

Shaver R., D. Undersander, E. Schwab, P. Hoffman, J. Lauer, D. Combs, and J. Coors. 2002. Milk: Combining Yield and Quality into a Single Term. Departments of Dairy Science<sup>1</sup> and Agronomy. University of Wisconsin-Madison. University of

Wisconsin-Extension. En línea: <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/milk2000.htm>