

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre el rendimiento de materia verde y seca en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

**ISAÍ ALEJANDRO MUÑOZ MARTÍNEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

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

Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre el rendimiento de materia verde y seca en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

**ISAÍ ALEJANDRO MUÑOZ MARTÍNEZ**

TESIS

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO  
Presidente

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO  
Vocal

  
MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR  
Vocal

  
MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA  
Vocal Suplente

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



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

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

Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre el rendimiento de materia verde y seca en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

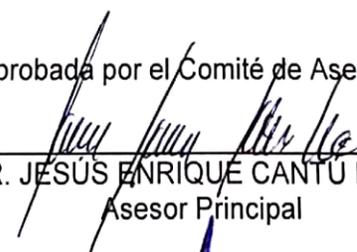
**ISAÍ ALEJANDRO MUÑOZ MARTÍNEZ**

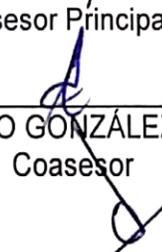
TESIS

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



Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2018

Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por su apoyo incondicional en todos los aspectos.

A mi esposa, Estrella rojas, por su amor y por impulsarme a seguir siempre adelante.

A mi hijo, que es mi motor de vida, mis fuerzas mi todo.

A mi hermano, Isaac Manuel, 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.

## **DEDICATORIAS**

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

A mis padres, 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. Los amo

A mi esposa y a mi hijo, por estar siempre ahí cuando más los necesito, por darme las fuerzas para seguir caminando, por su amor incondicional y por enseñarme que vale la pena luchar contra todo para conseguir lo que queremos. Te amo mi amor.

## RESUMEN

El impacto negativo al suelo y agua y el costo de la utilización excesiva de fertilizantes químicos en los sistemas intensivos de producción de forrajes a traído como consecuencias impactos negativos al ambiente por lo que se hace necesario evaluar fertilizantes alternativos a base de extracto comerciales de algas marinas de (*Ascophyllum nodosum*) en maíz forrajero de verano. Esta investigación se llevo a cabo 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), de julio a noviembre de 2016, el objetivo fue evaluar la fertilización con (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) en comparación de la química en maíz forrajero de verano sobre la utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T<sub>1</sub>= AN + Stimplex y T<sub>2</sub>= Fertilización del productor) con 15 repeticiones. La siembra se realizó en seco, más riego el 28 de julio, se aplicaron 4 riegos de auxilio en total, distribuidos cada 28-30 días para obtener una lámina total de 80 cm. La cosecha fue a los 89 días después de la siembra.

Los resultados muestran que con la aplicación de (AN+S) no provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos a las variables altura de la planta y producción de forraje tanto en verde como en seco. En AP el lote tratado reportó  $2.98 \pm 0.05$  y el testigo  $2.92 \pm 0.03$ . En cuanto a rendimiento de MV el lote tratado obtuvo  $T_1 = 84,092 \pm 5,593.3 \text{ t ha}^{-1}$  mientras que en el lote testigo fue de  $T_2 = 54,466 \pm 951.80$ , es decir, una diferencia de 6,058 kg de forraje verde. En MS el lote tratado obtuvo un rendimiento de  $T_1 = 19,609 \pm 1,339.2 \text{ t ha}^{-1}$  mientras que en el lote testigo fue de  $T_2 = 19,262 \pm 1,569$ , es decir, una diferencia de 348 kg de forraje seco, lo que representa solo una pequeña una diferencia de 1.77 % de mayor rendimiento para el lote tratado. El rendimiento del forraje cosechado en general se considera similar con la aplicación (AN+S) ya que no existió un efecto que favoreció el aumento de la producción del maíz forrajero de verano.

**Palabras clave;** Maíz forrajero, verano, rendimiento, *Ascophyllum nodosum* y altura

## ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Rendimiento y calidad del maíz forrajero en la Comarca Lagunera	3
2.2 Superficies sembradas y producción de leche en la Laguna	6
2.3 Importancia del maíz forrajero en la alimentación de las vacas lecheras	7
2.4 Fertilización actual en maíz forrajero	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Ubicación	19
3.2 Materiales	19
3.3 Duración del estudio	20
3.4 Metodología	20
3.4.1 Siembra, riegos y fertilización	20
3.4.2 Tratamientos	24
3.5 Tratamientos	21
3.6 Diseño experimental.	22
3.7 Altura de las plantas	23
3.8. Rendimiento del cultivo	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Altura de la planta (AP)	27
4.2 Rendimiento del cultivo (RC)	29
4.2.1 Rendimiento de materia verde (MV)	30
4.2.2 Rendimiento de materia seca (MS)	33
5. CONCLUSIÓN	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Rendimiento de materia verde y seca (t ha <sup>-1</sup> ) en 10 híbridos y cruza elite de maíz forrajero evaluadas en la Comarca Lagunera (Luna <i>et al.</i> , 2013).	13
Cuadro 2	Evaluaciones de ocho híbridos de maíz forrajero con diferentes niveles de población de plantas por hectárea y fechas de siembra, sobre las variables altura de las plantas, rendimiento de materia verde y seca así como la cantidad de proteína cruda (Cañadas <i>et al.</i> , 2016).	15
Cuadro 3	Evaluaciones de fertilizantes y estiércol sobre la producción de maíz forrajero tanto en materia verde como seca, así como la altura de las plantas en la Comarca Lagunera (López <i>et al.</i> , 2015).	17
Cuadro 4	Evaluaciones de siete híbridos de maíz forrajero sobre las variables altura de las plantas, rendimiento de materia verde y seca en Bachiniva, Chihuahua (Ruiz <i>et al.</i> , 2006).	18
Cuadro 5	Resultados de la evaluación de alturas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con el extracto comercial de ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) y Stimplex (AN+S) y testigo comercial del productor.	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	19
Figura 2	Desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016..	23
Figura 3	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.	23
Figura 4	Obtención de la altura de las plantas del cultivo de maíz forrajero de verano a los 82 días después de la siembra en maíz forrajero de verano en el ciclo verano-otoño 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.	26
Figura 7	Pesado de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas (MV) a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	26
Figura 8	Pesado de las plantas, para la obtención del peso de las plantas (MS) a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	26
Figura 9	Altura de las plantas de maíz forrajero de verano en cinco fechas de muestreo tratado con el extracto comercial de ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial en el ciclo verano-otoño de 2016..	29
Figura 10	Evaluación del rendimiento de materia verde (MV) del cultivo de maíz tratado con el extracto comercial de ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial a los 89 días después de sembrado en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.	31
Figura 11	Evaluación del rendimiento de materia seca (MS) del cultivo de maíz tratado con el extracto	34

comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial a los 89 días después de sembrado en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo el SIAP-SAGARPA (2016), en el último Censo Agropecuario Nacional, la Comarca Lagunera cuenta con una población aproximada de 493,144 cabezas de bovinos de leche, en el año 2016, de las cuales 227,211 mil se encuentran en producción, la cual se calcula es de casi 9 millones de litros de leche por día, lo cual representa una producción record a nivel nacional de 2,336 millones de litros al año, los cuales impactan de manera importante la economía de la región ya que el valor que genera dicha actividad es alrededor de los 15,409 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2016).

Por lo anterior, la Comarca Lagunera es considerada una de las regiones productoras de leche de mayor importancia a nivel nacional, actividad que impacta, por un lado de manera muy significativa la economía de la región y por otro, genera grandes retos como lo representan la alimentación del creciente número de vacas, la utilización más eficiente del uso del agua de riego, reducir los impactos negativos de la producción ganadera hacia el ambiente y la adopción de nuevas alternativas de uso de fertilizantes orgánicos.

Actualmente los sistemas intensivos de producción de forrajes de alto rendimiento y de excelente calidad nutritiva, como lo es el maíz forrajero, requieren para su continuación, sustentabilidad y sobrevivencia, la incorporación de nuevas tecnologías tanto de material genético, como de alternativas productivas eficientes, que sean más amigables con el ambiente, como el uso de fertilizantes orgánicos de origen marino.

Dentro de las alternativas disponibles hoy en día, el empleo de fertilizantes orgánicos líquidos de origen marino como son los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, los cuales ya se encuentran disponibles en el mercado, que han demostrado que su uso en el crecimiento de las plantas como fertilizante aportan una gran cantidad de beneficios, ya sea incrementando rendimientos, más nutrientes para la alimentación, mayor resistencia y tolerancia al estrés de las plantas, entre otros. Por lo tanto, se hace necesario evaluar el impacto de dichos productos, tanto sobre el rendimiento de materia verde como seca y altura del forraje en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

### **1.1 Objetivo**

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

### **1.2 Hipótesis**

La respuesta fisiológica de la altura y rendimiento tanto en verde como en seco del maíz forrajero es afectado por el nivel de fertilización, aumentando con la fertilización del extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) en comparación con la fertilización química.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Rendimiento y calidad del maíz forrajero en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es la zona productora de maíz forrajero más importante en México. En esta región; la cual implica un área compartida por los estados mexicanos de Coahuila y Durango, son utilizados una importante cantidad de híbridos y genotipos de maíz forrajeros importados de otros países. En lo general, esos genotipos no están ampliamente adaptados a las condiciones de suelo y/o clima de esta localidad. Esos antecedentes guían a los científicos a buscar los genotipos que presenten la mejor adaptación a tales condiciones (Luna *et al.*, 2013) y por otro lado, otros investigadores como Olague *et al.* (2006) han contribuido, evaluando diferentes sistemas de riego para hacer un uso más eficiente del agua de riego. Y otros como Salazar *et al.*, (2009); Cueto *et al.*, (2006), a través de buscar y evaluar diferentes alternativas de aporte de nutrientes, desde utilización de combinaciones de fertilización química y orgánica, aplicación de estiércol, solo orgánica, bioestimulantes, hormonas, productos de origen marino, etc. Todo ello con el fin de contribuir a aumentar la producción de forraje en maíces de alto potencial en la región.

De acuerdo con Salazar-Sosa *et al.*, (2014), en la parte centro norte de México, se encuentra la principal cuenca lechera del país, en la región conocida como Comarca Lagunera, la cual comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. El maíz forrajero es uno de los cultivos más importantes ya que ocupa la mayor parte del área cultivable en las zonas de riego y de temporal. Los maíces y sorgos producidos en la Comarca Lagunera como fuente de forraje, juegan un papel

importante, ya que de ambos se siembran en promedio 38 mil hectáreas por año en los ciclos de primavera-verano. El estiércol bovino ha sido utilizado durante mucho tiempo como fuente de materia orgánica (MO) y nutrientes importantes. Entre los nutrientes que aporta se encuentra el nitrógeno, el cual es un nutriente escaso en las zonas áridas, tal como lo es la Comarca Lagunera.

El maíz, comparado con otros cultivos tiene un mayor rendimiento de materia seca por hectárea (Dowswell *et al.*, 1996). Este cultivo tiene un alto contenido de vitamina A, esta se concentra en tallos y hojas principalmente, y en granos en un menor porcentaje (Flores, 1975).

Los híbridos de maíz que se utilizan en México se han desarrollado para la producción de grano y los progenitores muestran diferencias en altura de planta y ciclo biológico, entre otras características. Los híbridos de maíz forrajero que se cultivan en México tienen bajo valor energético (en comparación con los de EE.UU) debido a que sólo se dio énfasis al mejoramiento del rendimiento de grano, sin considerar la calidad del forraje (Núñez *et al.*, 2003); el cual es de bajo valor nutritivo por el alto contenidos de fibra (digestibilidad) y baja energía metabolizable (Núñez *et al.*, 2005). En general, los híbridos de maíz de alto rendimiento de grano muestran alto contenido de energía metabolizable (Núñez *et al.*, 2003) y alta digestibilidad (Núñez *et al.*, 2001). En la región de La Laguna, bajo condiciones de riego, el rendimiento de forraje seco alcanzó  $19 \text{ t ha}^{-1}$  (Núñez *et al.*, 2003), mientras que en ambientes favorables, Peña *et al.* (2006) reportaron rendimientos de forraje seco de  $17.6$  a  $23 \text{ t ha}^{-1}$  con el híbrido H-376 y de  $20$  a  $23.9 \text{ t ha}^{-1}$  con H-157.

La calidad nutricional de los cultivos está afectada principalmente por factores genéticos y ambientales, temperaturas, intensidad de luz, calidad de luz,

altitud, pH del suelo, tipo de suelo, fertilización, sistema de producción, irrigación, pesticidas y contaminación (Ruedas *et al.*, 2009).

De acuerdo con Cañadas *et al.* (2016), el ensilado de maíz es empleado extensamente para vacas lecheras lactantes que requieren alimentos ricos en energía con la finalidad de maximizar la producción lechera. El decrecimiento en la disponibilidad de agua es un elemento crítico, para la sostenibilidad de la agricultura, particularmente en regiones semi-áridas y áridas del mundo, la cantidad de agua no es suficientemente abastecida por las precipitaciones, por lo que para alcanzar buenos rendimientos sería necesario complementar este déficit hídrico mediante riego (Zamora *et al.*, 2011). La declinación de los recursos hídricos se agrava aún más por el incremento de la demanda de forrajes de calidad necesarios para la obtención de leche.

El crecimiento normal de las plantas puede ser afectado por numerosas causas (climáticas, edáficas y las mismas prácticas de manejo). Cuando las plantas por alguna razón, son sometidas a un estrés nutrimental, ya sea por excesos o por carencias; generalmente suceden alteraciones y desviaciones en el desarrollo, que se inicia con la interrupción de numerosos procesos bioquímicos, conduciendo posteriormente a alteraciones metabólicas (Ruedas *et al.*, 2009).

El rendimiento está determinado por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual está en función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del periodo de floración, por lo cual, este para alcanzar un alto rendimiento, el cultivo debe lograr un óptimo desarrollo fisiológico en floración,

cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa, (Alejandro-Góngora *et al.*, 2012).

La producción de maíz forrajero tiene gran importancia debido a su derrama económica y empleos, ya que tiene un valor de producción de 309,552.32 miles de pesos, obteniendo en 2008 un rendimiento de 40.42 Ton/Ha (COFUPRO, 2011). El maíz forrajero es considerado como uno de los cultivos forrajeros más importantes en la región, debido a su alta productividad, alta eficiencia en el uso del agua y alto contenido energético (Santamaría *et al.*, 2008).

## **2.2 Superficies sembradas y producción de leche en la Laguna**

En el 2000, esta región era la principal cuenca lechera del país, con un inventario de 393,057 bovinos y 448,135 caprinos; en producción 196,833 vacas y 196,484 cabras, generando 1,625 y 54.2 millones de litros, con un Valor Bruto de la Producción, a pesos del 2000, de 5,373.1 millones en bovinos y 126.5 millones en caprinos. En la Región Lagunera, se producían 141 millones de litros mensuales, un promedio de 4.7 millones de litros diarios. La producción láctea, tuvo una tasa anual de crecimiento de 6.6% en bovinos y 3.6% en caprinos (Sifuentes *et al.*, 2005).

En 2013, la comarca lagunera sigue siendo una de las principales cuencas lecheras del país con una cantidad de animales en la región de 439,260 bovinos leche y 411,379 caprinos, por la parte de Coahuila se tiene una cantidad de animales 215,893 vacas y 189,598 cabras, con una producción de leche bovino 1,292,623 y caprino 35,593, teniendo una ganancia anual de 7,435,896 y 159,324 miles de pesos, respectivamente, y en Durango 223,367 vacas y 221,778 cabras, con una producción anual en bovinos 929,417 y caprinos 24,765, teniendo

ganancias en bovinos 5,592,601 miles de pesos y cabras 104,439 miles de pesos. (SIAP-SAGARPA, 2014).

En la Comarca Lagunera en el ciclo agrícola 2009/2010 se establecieron 196 839 ha incluyendo los cultivos perennes; para alfalfa (*Medicago sativa* L.), maíz y sorgo (*Sorghum vulgare*) la superficie fue 96,385 ha (El Siglo de Torreón, 2011).

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente, 34,486 ha de maíz forrajero, 12,923 ha de maíz forrajero en la Laguna de Coahuila y 14,563 ha en la Laguna de Durango

### **2.3 Importancia del maíz forrajero en la alimentación de las vacas lecheras**

En la ganadería lechera, se observan dos fenómenos importantes: el crecimiento constante de la población de ganado lechero y aumento de la producción de leche por vaca por lactancia. Esto tiene una relación con un incremento de la demanda de forraje con mayor calidad nutricional (Núñez *et al*, 2009), en los sistemas de explotación lechera, clima, suelo, forraje y ganado se interrelacionan entre ellos. Estos sistemas se caracterizan por tener grandes concentraciones de ganado y una alta productividad de leche.

El maíz proporciona al ganado el contenido de fibra requerida por los rumiantes para la digestión. Este cultivo al ser ensilado lo hace uno de los cereales de mayor importancia, por su alta producción de materia seca por unidad de superficie y por su gran valor energético, así como por su facilidad de cosecha, conservación y utilización como alimento forrajero (Pedroza, *et al.*, 2014)

Los forrajes constituyen la base de la alimentación de ganado lechero debido a que aportan del 40-55 % de nutrientes a un bajo costo, así como la fibra requerida por el ganado (Núñez *et al*, 2009).

#### **2.4 Fertilización actual en maíz forrajero**

La fertilización uno de los factores que contribuyen a un mayor rendimiento y calidad de maíz. 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, consecuencia la disminución de la calidad nutricional en la planta (Ruedas *et al*, 2009).

El éxito de la agricultura moderna se basa en el uso de fertilizantes químicos inorgánicos, el deterioro de los agroecosistemas puede ser ocasionada por su uso indiscriminada. Una de las principales razones por la cual los fertilizantes químicos contaminan el ambiente es debida a la aplicación excesiva y la manera en la cual los cultivos la usan en una forma ineficiente. El fertilizante que no es recuperado por el cultivo terminan en el medio ambiente, mayormente en las aguas de superficie o en las aguas subterráneas (Góngora, 2012). Su uso excesivo también se ha ligado a la acidificación y salinización de los suelos y a las altas incidencia de las plagas y enfermedades a través d la medición negativa de los nutrientes de los cultivos (McGuinness, 1993).

El uso de fertilizantes orgánicos favorece ya que incrementa el número de microorganismos presentes en el suelo, reduce el uso de fertilizantes químicos, ya que incrementa las concentraciones de nitrógeno, fosforo y potasio, mejora las condiciones físicas del suelo, estabiliza el pH del suelo, favorece la tasa de

crecimiento de hojas y raíces, y la formación de flores, frutos y semillas (Carlos-Marcelo, 2012).

Los requerimientos nutritivos de este cultivo, si no se cubren la producción disminuirán en función de la magnitud de la deficiencia. Esta gramínea requiere para su desarrollo cantidades importantes de nitrógeno (N), fósforo(P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y en menor cantidad otros conocidos como elementos menores o micronutrientes (Jurado *et al.*, 2014).

Algunos fertilizantes orgánicos que se utilizan en la actualidad son los biofertilizantes líquidos, estiércoles, compostas, residuos de cosecha, y lodos frescos y compostados de estaciones depuradoras (Miralles *et al.*, 2002.).

### **Biofertilizantes líquidos (bioles)**

Son definidos como preparados que contienen células vivas o latente de cepas microbianas eficientes, fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fosforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productos de sustancias activas (Martínez, 2002). Este biofertilizantes se origina por la fermentación de materias organizas, dentro de la cual, los tres ingredientes básicos son estiércol, suero de leche o leche cruda y melaza o jugo de caña de azúcar (Alejandro-Góngora, 2012). Este proceso de composteo de estiércol, está determinado por microorganismos termofilicos

### **Composta**

Este método se define como la degradación de la fracción orgánica de los residuos sólidos por la acción de diversas poblaciones biológicas bajo condiciones controladas hasta un estado que sea estable y permita su almacenamiento y utilización sin efectos nocivos (Díaz *et al.*, 1993).

## **Estiércol**

Se define como una mezcla de la cama de los animales con sus excretas, que mediante un proceso de fermentación ha sufrido una serie de transformaciones más o menos avanzada (Guiberteau y Labrador, 1991). El estiércol de animal es relativamente rico en nutrientes, este tipo de abono puede ser utilizado provechosamente, generalmente después de compostarse con residuos vegetales (Carlos-Marcelo, 2012).

Según investigadores como (López *et al.*, 2010), se estima que el 15% de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Las causas más frecuentes de degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas. En México se ha dado muy poca importancia a la conservación del suelo como recurso no renovable. Éste se ha visto afectado entre otras causas por el uso excesivo de maquinaria agrícola; aproximadamente el 64% del territorio nacional sufre algún grado de deterioro. La Comarca Lagunera localizada en los estados de Durango y Coahuila, México, es la principal cuenca lechera del país, donde se producen anualmente 900,000 toneladas de estiércol bovino. Esto permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, lo cual permitiría reducir costos de producción y niveles de contaminación (López *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2010).

El nitrógeno y fósforo son los nutrientes más importantes de la planta que afectan el rendimiento de los forrajes, así como atributos de calidad de forraje verde. Con cada año que pasa se están incrementando los precios de fertilizantes inorgánicos, los pequeños agricultores en países en vías de desarrollo como

Pakistán y la India y nuestro país, muy apenas pueden suministrar nutrientes básicos que las plantas requieren y particularmente nitrógeno y fósforo a través de fertilizantes inorgánicos lo que significa que la producción de forraje sufra un grave revés por la disminución en sus rendimientos (Iqbal *et al.*, 2015).

Los sistemas de producción de leche tienen una baja eficiencia en el uso de nitrógeno y fósforo. Debido a lo anterior, Figueroa-Viramontes *et al.* (2009b), estimaron una producción de estiércol fresco total en la Comarca Lagunera de  $7.5 \times 10^6$ , conteniendo un 12.3 % de materia seca, lo que da una producción de estiércol seco de 925,000 ton anuales. En total el  $N_2$  recién excretado es de 46,200 ton/año y 7,600 ton/año de fósforo. De lo anterior, si se considera una dosis de aplicación para nitrógeno de 200 kg/ha, con una mineralización de 45 %, el  $N_2$  aportado por el estiércol podría aplicarse en un 47 % de la superficie sembrada con forrajes en la región.

Varios investigadores en la Región Lagunera han estudiado en diferentes cultivos forrajeros el efecto de la fertilización orgánica y en particular del estiércol de bovino, como Salazar-Sosa *et al.* (2009) obtuvo una producción de  $43 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  de forraje verde de triticale variedad an150 aplicando  $40 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  de estiércol, mientras tanto la variedad Eronga con la misma cantidad de estiércol aplicado obtuvo  $48 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  de forraje verde. Figueroa-Viramontes *et al.* (2009a) menciona que al aplicar  $40 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$  de estiércol en el cultivo de maíz aporta el 50% de nitrógeno del cultivo requiere más 100-00-00 de N-P-K aplicado en los 3 primeros riegos de auxilio (50, 35 y 15% respectivamente), incrementando un 10.8 % en el rendimiento de forraje verde y un 14 % en forraje seco. Ferguson *et al.*, (2005) obtuvo datos por el rendimiento promedio de 10 años con maíz para ensilaje, obteniendo de materia

seca (MS) de 17.3 ton/ha al utilizar estiércol sin fertilizante, comparado con 16 ton/ha con el uso de fertilizantes; con sorgo forrajero, Márquez *et al.*, (2006) indican rendimientos de 22.1 ton/ha MS con el uso de estiércol, y de 20.2 ton/ha al utilizar fertilizante. En un cultivo de avena, Báez *et al.*, (2009) aplicó 60 tonha<sup>-1</sup> de estiércol teniendo una producción de 22.3 ton.ha<sup>-1</sup>, de forraje verde y 11.4 de materia seca.

Por otro lado, satisfacer las necesidades de fósforo y de potasio de alfalfa con estiércol puede proporcionar el nitrógeno que no es necesario y podría ser una amenaza para el medio ambiente porque el exceso de nitrógeno puede filtrarse a las aguas subterráneas. El material orgánico es utilizado para prevenir o mejorar los efectos negativos en plantas y rendimientos decrecientes. Se trata de material para disminuir la salinidad del suelo. Es uno de los mejores fertilizantes utilizados (Hassanpanah y Jafar, 2012).

Luna *et al.* (2013) en un estudio de evaluación de 10 híbridos y cruzas de maíz forrajero en la Comarca Lagunera, encontraron una importante variabilidad entre cruzas e híbridos, reportando en promedio un rendimiento de forraje verde de 95 ton/ha, lo cual representa un valor aceptable para los rendimientos obtenidos en la región bajo estudio.

Por otro lado, esos mismos investigadores obtuvieron rendimientos de materia seca que reportaron entre un rango mínimo de entre 17.77 y un rango máximo de 22.12 ton/ha tal y como se muestra en el cuadro uno.

Cuadro 1. Rendimiento de materia verde y seca (t ha<sup>-1</sup>) en 10 híbridos y cruzas elite de maíz forrajero evaluadas en la Comarca Lagunera (Luna *et al.*, 2013).

Híbrido	Rendimiento, (t ha <sup>-1</sup> )	
	Materia verde	Materia seca
M1	88.32	18.76
M2	96.36	20.79
M3	90.14	18.36
M4	87.50	17.77
M5	91.17	19.33
M6	86.12	17.88
M7	108.12	21.35
M8	103.74	22.12
M9	102.53	20.91
M10	100.33	21.11
Des.vest.	8.55	2.01

De acuerdo con Figueroa *et al.*, (2016) en algunas explotaciones intensivas de producción de leche en México, están contribuyendo de manera negativa por sus impactos al ambiente, sobre todo por la alta concentración de animales y por la excesiva producción de estiércol. Aplicaciones excesivas de estiércol a los cultivos pueden contribuir con un exceso de nitrógeno que en algunos de los casos, contamina el suelo y el agua, que posiblemente impactan su posible utilización para el consumo humano.

Investigaciones realizadas por Salazar-Sosa *et al.*, (2014) en la Comarca Lagunera evaluando tratamientos de estiércol solarizado sobre el rendimiento de maíz forrajero en verde y seco. Reportaron que el rendimiento tanto de materia

verde como de materia seca, el ANOVA presentó valores con una  $Pr > F$  de 0.0050 para la MV y 0.0001 para la M.S., de esta manera se aprecia que el mayor rendimiento de M.V. se encontró en la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado con 88.5 Mg ha<sup>-1</sup> de MV. El resto, de los tratamientos junto con el testigo se mostraron estadísticamente iguales con valores desde 62 hasta 71.75 Mg ha<sup>-1</sup>, sin embargo estos tratamientos superan lo reportado por Reta *et al.* (2004), donde mencionan que la producción media regional de forraje verde es de 45 hasta 60 Mg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento en M.S., mostró diferencias en todos los tratamientos siendo la dosis de 80 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado la que obtuvo el mayor rendimiento con 30.99 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S., seguido de las dosis de 60 y 40 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizados siendo estos estadísticamente iguales con valores de 25.1 y 24.8 Mg ha<sup>-1</sup> de MS. La dosis de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol alcanzó un rendimiento de 22.3 Mg ha<sup>-1</sup> de MS.

Estudios realizados en Ecuador por Cañadas *et al.* (2016), en evaluaciones de ocho híbridos de maíz forrajero con diferentes niveles de población de plantas por hectárea y fechas de siembra, sobre las variables altura de las plantas, rendimiento de materia verde y seca así como la cantidad de proteína cruda, documentaron rangos de rendimiento de materia verde entre 55.60 y 61.58 ton/MV/ha, y el promedio de los ocho híbridos del INIAP fue de 58.86 ton/MV/ha, mientras que en el rendimiento de materia seca documentaron rangos de rendimiento de materia seca entre 18.92 y 23.17 ton/MS/ha, reportando que el promedio de los ocho híbridos fue de 21.45 ton/MS/ha tal y como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluaciones de ocho híbridos de maíz forrajero con diferentes niveles de población de plantas por hectárea y fechas de siembra, sobre las variables altura de las plantas, rendimiento de materia verde y seca así como la cantidad de proteína cruda (Cañadas *et al.*, 2016).

Genotipos	MV, t ha <sup>-1</sup>	MS, t ha <sup>-1</sup>	Altura, cm	PC, %
INIAP 551	61.58	18.92	2.40	10.50
INIAP H601	60.92	18.75	2.41	9.25
INIAP H553	60.42	23.17	2.44	10.33
INIAP CML 172	60.17	20.42	2.44	11.66
INIAP 6021	59.16	19.33	2.45	11.42
INIAP 6020	56.58	28.25	2.39	9.51
INIAP 6017	56.56	19.92	2.60	8.67
INIAP 6016	55.50	19.17	2.47	10.08
Promedio (X)	58.86	21.45	2.46	10.62

Estudios realizados por Ruiz *et al.*, (2006) sobre la evaluación de híbridos de maíz forrajero para ensilaje en Chihuahua, obtuvieron que el híbrido 238W registró la mayor producción de forraje verde (FV) y forraje seco (FS), con 85.3 y 20.2 t/ha, respectivamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias para FV y FS entre los demás híbridos. El híbrido 238W mostró la mejor relación hoja-tallo. Esto podría explicar la mayor cantidad de biomasa, con la consiguiente mayor producción de FS y FV. El promedio de FV para los siete híbridos (55.1 t/ha) fue superior al informado para variedades de maíz precoces e intermedias, de origen tropical y templado (43 t/ha), evaluadas en la región de la Comarca Lagunera

(Núñez *et al.* 2001). Sin embargo, el promedio de FS fue menor (12.3 vs 14.5 t/ha), lo que se debió al relativamente bajo contenido de MS (22.3 % como promedio) al momento del corte.

Estudios realizados en la Comarca Lagunera por López *et al.*, (2015) en evaluaciones de fertilizantes y estiércol sobre la producción de maíz forrajero tanto en materia verde como seca, así como la altura de las plantas, encontraron que los resultados no registraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para el porcentaje de MS. La altura de las planta y el rendimiento en verde fueron estadísticamente iguales entre los tratamientos que recibieron N en cualquiera de las dos formas. En la cosecha, la altura de las plantas vario de 2.2 a 2.6 m. El porcentaje de MS a la cosecha fue de 33 a 36% en los diferentes tratamientos. Al igual que el forraje verde, el rendimiento de forraje expresado en MS fue estadísticamente similar entre los tratamientos que recibieron fertilizante o estiércol, siendo diferentes del testigo. El valor mayor lo obtuvo el tratamiento de fertilización química al 133% del RNC, donde se aplicaron 267 kg/ha de N, con un rendimiento de 16.98 t/ha de MS. El rendimiento más bajo correspondió al testigo con 10.99 t/ha de MS. El rendimiento de fertilización química y de estiércol al 100 % del RNC fue de 15.43 y 15.03 t/ha de MS, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluaciones de fertilizantes y estiércol sobre la producción de maíz forrajero tanto en materia verde como seca, así como la altura de las plantas en la Comarca Lagunera (López *et al.*, 2015).

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Rendimiento en verde (t/ha)	Rendimiento en MS (t/ha)	Materia seca (%)
Testigo	221 b	33 b	10,99b	32,63 ns
Fertilizante 67% RNC	238 ab	39 ab	13,08ab	33,41
Fertilizante 100% RNC	246 ab	48 a	15,44a	32,37
Fertilizante 133% RNC	250 ab	50 a	16,98a	34,01
Estiércol 67% RNC	256 a	47 a	16,84a	36,21
Estiércol 100% RNC	254 ab	45 a	15,03ab	33,31
Estiércol 133% RNC	249 ab	44 ab	14,88ab	33,36

Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). ns = diferencias no significativas.

En lo que respecta a altura de la planta (AP), Ruiz *et al.*, (2006) sobre la evaluación de siete híbridos de maíz forrajero para ensilaje en Chihuahua solo fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ) los híbridos 238W, con mayor altura (251 cm) y H9403 con la menor (207 cm). El resto de los híbridos tuvieron una altura intermedia y fueron estadísticamente iguales a los anteriores, tal y como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluaciones de siete híbridos de maíz forrajero sobre las variables altura de las plantas, rendimiento de materia verde y seca en Bachiniva, Chihuahua (Ruiz *et al.*, 2006).

Híbridos	MV, t ha <sup>-1</sup>	MS, t ha <sup>-1</sup>	Altura, cm	MS, %
DK641	46.8	10.0	226	21.6
238W	85.3	20.2	251	23.6
H9403	51.1	9.4	207	18.4
EX313	47.8	12.0	228	25.1
31G98	54.4	10.4	224	19.1
32R25	51.9	12.8	233	24.5
725	48.4	11.8	224	24.3
EE	4.86	1.19	7.94	0.80

Por lo anterior, y basado en las premisas anteriores, es que se plantea la necesidad de documentar el efecto de la utilización de fertilizantes alternativos como proveedores de nutrientes en el maíz forrajero a base de extractos comerciales de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S), especies de fertilizantes orgánicos de origen marino y evaluar su impacto sobre el rendimiento tanto de materia verde como seca en el cultivo de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

### 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.

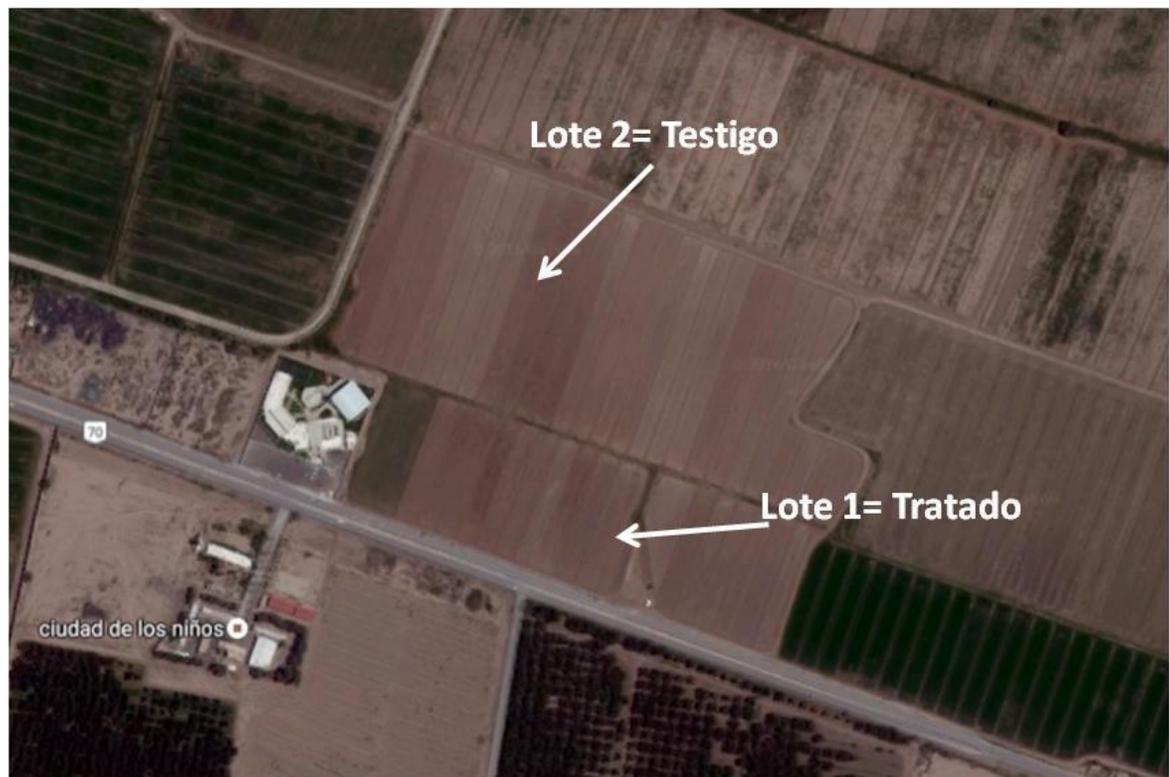


Figura 1. Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.

**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 desde la preparación del terreno el mes de julio 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 (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) al suelo antes de los riegos, 2 y 3 y el foliar en desarrollo foliar V6 y V12. El foliar se aplicó el 09 de septiembre y el acadian suelo el 10 de septiembre (Primera aplicación), la segunda aplicación de Stimplex se llevó 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

1. Toma de fotografías al lote de terreno antes de cada aplicación de producto y posteriormente durante la estación de crecimiento del cultivo.
2. Densidad de plantas/3 metros lineales a los 36, 54, 69 y 82 días de sembrado el maíz (dds).
3. Altura de la planta a los 36 y 54 días después del primer riego y posteriormente a los 82 y 89 días
4. Rendimiento de forraje en MV y MS ( $t\ ha^{-1}$ ) a estado de madurez

1/3 la línea de leche.

### **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 2 y 3 se muestra el lote de terreno y la altura de las plantas al momento del inicio del experimento.

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

La altura de las planta fue medida a los 36 y 54 días después del primer riego y posteriormente a los 82 y 89 días (Figura 4), con una cinta métrica (de longitud máxima de 3 m), colocando la cinta métrica a ras del suelo y midiendo la altura máxima de las matas de maíz tomando como guía el desarrollo de la ultima hoja del centro.



Figura 2. Desarrollo y altura del cultivo de maíz forrajero de verano al inicio del experimento el 02 de septiembre de 2016.



Figura 3. 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.



Figura 4. Obtención de la altura de las plantas del cultivo de maíz forrajero de verano a los 82 días después de la siembra en maíz forrajero de verano en el ciclo verano-otoño 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.

### **3.8 Obtención del rendimiento en MV y MS**

El rendimiento de materia seca (MS) por ha se determinó a partir de la obtención de la parcela útil cosechando el número de plantas por metro lineal, cortando a 15 cm del suelo, pesando el forraje obtenido en verde en una báscula portátil, (Figuras 6 y 7) posteriormente las plantas cosechadas se picaron en partículas más pequeñas de aproximadamente 3.0 cm para posteriormente llevarlas al laboratorio para colocarlas en bolsas de papel etiquetadas, y colocarlas en la estufa a 72 °C por 24 hr. (Figura 8) una vez secas las muestras se pesaron en una báscula digital para obtener la producción de materia seca. La cosecha que fue a los 89 días después de la siembra, con un promedio de humedad del 75 % y una

materia seca del 25 %, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición en un estado de madurez de grano lechoso.



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. Pesado de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas (MV) a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.



Figura 8. Pesado de las plantas, para la obtención del peso de las plantas (MS) a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de las plantas (AP)

En el cuadro 5, se presentan los resultados para la AP. Cabe mencionar que la primera evaluación fue programada para el 02 de septiembre, a los 36 días después de la siembra en la cual no se registró diferencia entre los tratamientos reportando alturas de  $0.78 \pm 3.81$  y  $0.79 \pm 2.30$  m para T1 y T2 respectivamente.

Cuadro 5. Resultados de la evaluación de alturas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) y testigo comercial del productor.

		Tratamientos							
		T1				T2			
		APP		Rangos (umbrales)		APP		Rangos (umbrales)	
Fecha	dds	(m)	EE	Min	Max	(m)	EE	Min	Max
02-sep-16	36	0.78	$\pm 3.81$ ns	0.48	0.97	0.79	$\pm 2.30$ ns	0.63	0.97
20-sep-16	54	2.23	$\pm 0.067$ a	1.8	2.5	1.78	$\pm 0.09$ b	1.4	2.3
04-oct-16	68	2.57	$\pm 0.19$ ns	1.74	3.2	2.52	$\pm 0.15$ ns	1.51	2.97
18-oct-16	82	2.96	$\pm 0.13$ ns	2.53	3.9	2.9	$\pm 0.06$ ns	2.7	3.16
25-oct-16	89	2.98	$\pm 0.05$ ns	2.46	3.24	2.92	$\pm 0.03$ ns	2.66	3.2

T1 = Acadian suelo [aplicación al suelo en 2do y 3er riego de auxilio ( $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{riego}^{-1}$ )] + Stimplex foliar [dos aplicaciones al follaje (cuando las plantas presentaron seis y doce hojas verdaderas) a razón de  $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ] y T2 = Testigo comercial del productor; dds = Días después de la siembra; APP = Altura promedio de planta; EE = Error estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Literales diferentes son estadísticamente diferentes. ns=no significativa

En el mismo cuadro 54 se aprecia que solo existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) a los 54 dds, registrándose en el T1 un valor  $2.23 \pm 20.67$  m,

mientras que en el T2 fue de  $1.78 \pm 0.092$  m, siendo los rangos mínimos y máximos de 1.4 y 2.5 m, respectivamente. En las demás fechas de evaluación los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas para AP debido al efecto de los tratamientos evaluados.

En la figura 9, se muestran las fechas de muestreo para la variable AP, iniciándose el 02 de septiembre de 2016 y posteriormente a los 54, 68, 82 y 89 dds y los resultados obtenidos encontrando solo diferencias significativas en el análisis de varianza en la evaluación del 20 de septiembre a los 54 dds, en las demás evaluaciones al final de la prueba el T1 obtuvo una altura de  $2.98 \pm 0.059$  m, mientras que en el T2 fue de  $2.92 \pm 0.03$  m, siendo los rangos mínimos y máximos de 2.46 y 3.24 para T1 y 2.66 y 3.2 m, respectivamente.

Mandie et al., (2015), reportaron alturas del cultivo de maíz en dos años de evaluación con diferentes híbridos y densidades de siembra promedios de 363.62 cm y en su mejor año 265.45, siendo la más baja altura reportada la de 261.0 cm. Mena (2010), en un estudio de 4 híbridos de maíz forrajero reportó un promedio de altura de 2.98 m y el híbrido más sobresaliente fue el 39G12 con 3.11 m de altura y el más bajo el híbrido Delitop con 2.87 m. Montemayor *et al.*, (2012) en la Comarca Lagunera compararon las medias de alturas con distintos sistemas de riego encontrando la mayor altura de 2.89 m, 82 % más que en gravedad donde la altura fue de 1.58 y 25% más que en pivote central con 2.30 m. Resultados de alturas consistentes con los obtenidos en este proyecto de investigación.

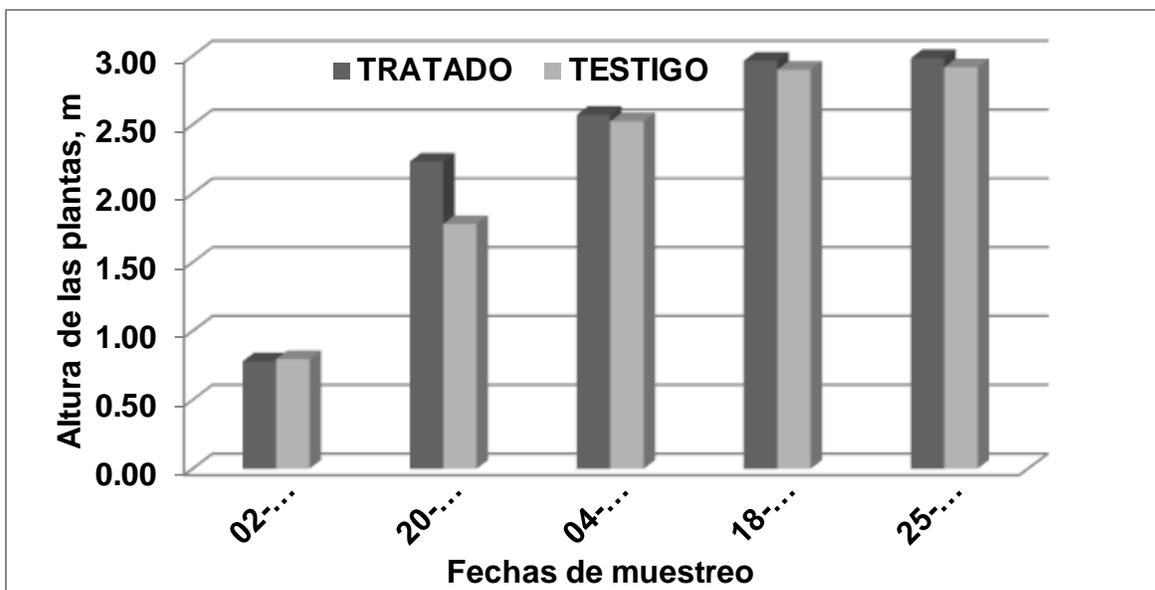


Figura 9. Altura de las plantas de maíz forrajero de verano en cinco fechas de muestreo tratado con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.

López *et al.*, (2015) en evaluación de dosis de fertilizante y estiércol en la Comarca Lagunera, reportaron alturas de la planta de 2.56 m y 2.49 con estiércol como abono orgánico y de 2.21 m en el tratamiento control y 2.50 m con solo fertilizante químico. Cañadas *et al.*, (2016) en un estudio sobre la evaluación de ocho híbridos de maíz en Ecuador, obtuvieron alturas entre 2.39 y 2.60 m y documentaron un promedio de la prueba de 2.46 m de AP con 125 y 65 mil plantas/ha. En un estudio de densidades y niveles de fertilización obtuvieron alturas de 2.80 m con 80 mil pl/ha y 180 kg de N

#### 4.2 Rendimiento del cultivo (RC)

Los resultados obtenidos de esta variable se evaluaron tanto en materia verde (MV) por hectárea, así como el rendimiento del cultivo en materia seca (MS) por hectárea, reportando en general que no existió un efecto de la aplicación de los

extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* más Stimplex respecto al rendimiento entre los dos lotes.

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

Los resultados encontrados para el rendimiento de MV, del análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos al ( $P \leq 0.05$ ) por lo que no se observaron efectos de la aplicación del producto (AS+S) entre los tratamientos, lo anterior, con un porcentaje de humedad del 73.5 y 73.8 % para el lote tratado y el testigo respectivamente. Sin embargo los resultados obtenidos para esta variable (MV) se puede observar en la figura 10 en la cual se manifiestan diferencias matemáticas entre tratamientos encontrando que el lote tratado obtuvo un rendimiento de  $T_1 = 84,092 \pm 5,593.3$  mientras que en el lote testigo (Sin tratar) fue de  $T_2 = 78,134 \pm 6,521.6$ , es decir, una diferencia de 6,058 kg de forraje verde mayor en el lote tratado con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) en comparación con el lote testigo, lo que representa una diferencia del 7.08% de mayor rendimiento para el lote tratado.

Los rangos máximos y mínimos para el lote tratado obtenidos de la estadística descriptiva muestran 127,746 y 53,600 y para el lote testigo de 127,646 y 37,743 respectivamente.

Salazar–Sosa *et al.*, (2014), en la Comarca Lagunera evaluando tratamientos de estiércol solarizado sobre el rendimiento de maíz forrajero en verde, documentaron rendimientos de  $88.8 \text{ t MV ha}^{-1}$  con una dosis de 80 toneladas de estiércol solarizado, mostrando los demás tratamientos valores desde 62.0 hasta  $71.75 \text{ t MV ha}^{-1}$  no existiendo diferencias estadísticas significativas, resultados muy similares a los obtenidos en esta investigación.

Luna *et al.*, (2013) en un estudio de evaluación de 10 híbridos de maíz forrajero en la Comarca Lagunera obtuvieron rendimientos de forraje verde entre 108 ton/ha los más sobresalientes y 85 ton en los híbridos que reportaron los más bajos rendimientos, resultados similares a los obtenidos en este experimento.

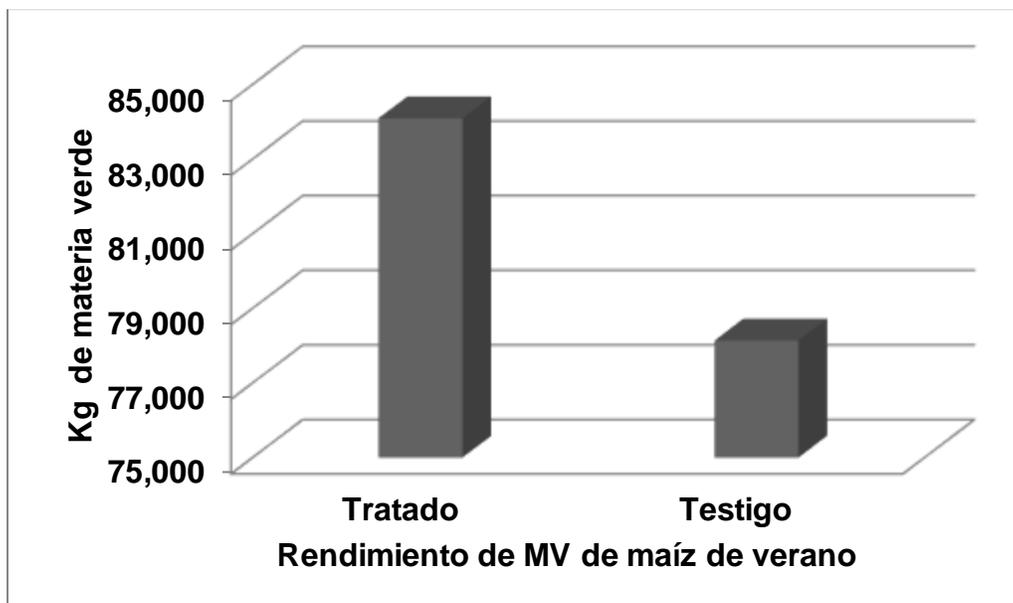


Figura 10. Evaluación del rendimiento de materia verde (MV) del cultivo de maíz tratado con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial a los 89 días después de sembrado en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

Mandie *et al.*, (2015), reportaron rendimientos de materia verde en dos años de evaluación con diferentes híbridos y densidades de siembra promedios de 64.9 t ha<sup>-1</sup> y en su mejor año 68.63, siendo la más baja producción la de 61.17 t ha<sup>-1</sup>. Estudios realizados en Ecuador por Cañadas *et al.* (2016), en evaluaciones de ocho híbridos de maíz forrajero con diferentes niveles de población de plantas por hectárea y fechas de siembra, documentaron rangos de rendimiento de materia verde entre 55.60 y 61.58 ton/MV/ha, y el promedio de los ocho híbridos del INIAP

fue de 58.86 ton/MV/ha, datos relativamente más inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

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

En un estudio realizado por López *et al.*, (2010), en la Comarca Lagunera, utilizando sistemas de labranza y fertilización orgánica sobre el rendimiento de maíz forrajero, encontraron que para rendimiento existió diferencia ( $p < 0,05$ ) para el factor tipo de labranza. No hubo significancia ( $p > 0,05$ ) para el factor tipo de fertilización e interacción de ambos factores. Los tratamientos con labranza tradicional fueron superiores en un 16% a los de labranza de conservación, con valores de 90.5 y 77.6 t/ha de forraje verde, respectivamente.

Evaluaciones de niveles de fertilizantes y estiércol sobre la producción de maíz forrajero en materia verde, en la Comarca Lagunera realizadas por López *et al.*, (2015) encontraron que el mejor rendimiento fue de 50.0 t ha<sup>-1</sup> y los rangos mínimos y máximos de este estudio fueron entre 33.0 y 50.0 en el lote testigo y el mejor tratamiento con Fertilizante+133% de requerimientos nutritivos del cultivo (RNC) datos relativamente mucho más inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Herrera (1996), en un estudio de 24 híbridos de maíz en la Comarca Lagunera en cuatro localidades reportó rendimientos de producción de forraje verde (ton/ha) de entre 86.07 y 65.35 en maíces cosechados con un 73.3% de humedad

y con un estado de madurez de grano lechoso (1/3 de línea de leche), estado fenológico similar al momento del corte en este estudio. Mena (2010), en un estudio de 4 híbridos de maíz forrajero reportó un promedio de MV de 65,385 kg ha<sup>-1</sup> y el híbrido más sobresaliente fue el 39G12 con 68,439 kg ha<sup>-1</sup> y el más bajo el híbrido Tango con 60,952 kg ha<sup>-1</sup>. López *et al.*, (2015) en evaluación de dosis de fertilizante y estiércol en la Comarca Lagunera, reportaron rendimientos en verde del cultivo de maíz forrajero de 49-50 t ha<sup>-1</sup> y 47 t ha<sup>-1</sup> con estiércol como abono orgánico y de 33 t ha<sup>-1</sup> en el tratamiento control y 50 con solo fertilizante químico.

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

Al igual que el anterior, los resultados encontrados para el rendimiento de MS, del análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos al ( $P \leq 0.05$ ) por lo que no se observaron efectos de la aplicación del producto (AS+S) entre los tratamientos, lo anterior, con un porcentaje de humedad del 23.6 y 24.8 % para el lote tratado y el testigo respectivamente.

Sin embargo los resultados obtenidos para esta variable (MS) se puede observar en la figura 11 en la cual se manifiestan tendencias y diferencias matemáticas muy pequeñas entre tratamientos encontrando que el lote tratado obtuvo un rendimiento de  $T1 = 19,609 \pm 1,339.2$  mientras que en el lote testigo (Sin tratar) fue de  $T2 = 19,262 \pm 1,569$ , es decir, una diferencia de 348 kg de forraje seco mayor en el lote tratado con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) en comparación con el lote testigo, lo que representa solo una pequeña diferencia de 1.77 % de mayor rendimiento para el lote tratado.

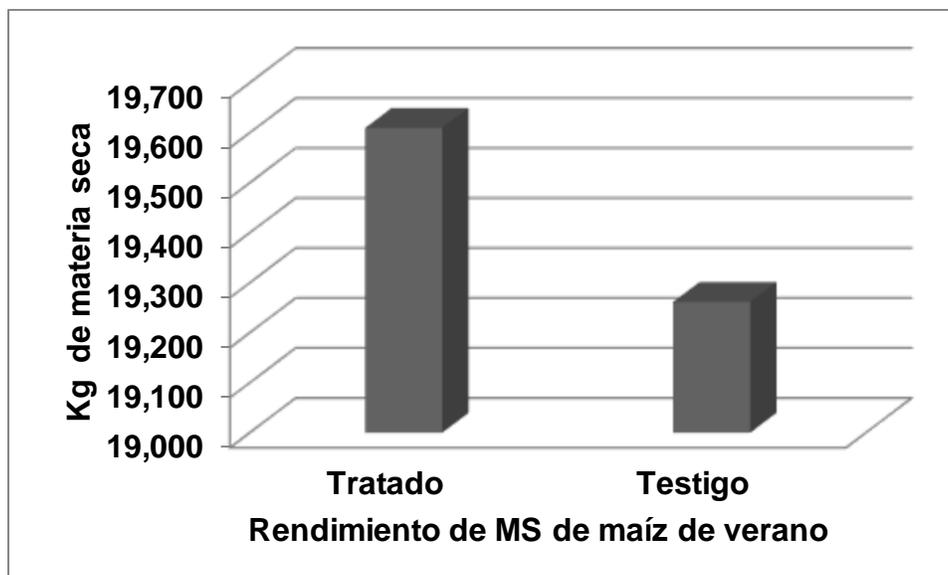


Figura 11. Evaluación del rendimiento de materia seca (MS) del cultivo de maíz tratado con el extracto comercial de (*Ascophyllum nodosum*) y Stimplex (AN+S) y el testigo comercial a los 89 días después de sembrado en maíz de verano en el ciclo verano-otoño 2016 en la Comarca Lagunera.

Los rangos máximos y mínimos para el lote tratado obtenidos de la estadística descriptiva muestran 32,692 y 13,572 y para el lote testigo de 34,002 y 7,824 respectivamente.

Peña *et al.*, (2006), encontraron que la producción promedio de materia seca en seis localidades varió de 15.8 a 21.1 t ha<sup>-1</sup>, siendo los híbridos más sobresalientes el H-376 y H-157 con rendimientos mayores a las 20.0 t ha<sup>-1</sup>, valores muy similares a los obtenidos en este trabajo.

Tajul *et al.*, (2013) en Bangladesh, en un estudio de densidades y niveles de fertilización obtuvieron los mejores rendimientos de materia seca con 18.62 y 19.79 t ha<sup>-1</sup> con 80 mil pl/ha y 180 kg de N, y en el tratamiento más bajo de 11.19. Cueto *et al.* (2006), reportaron en dos años (1998 y 1999) de estudios de maíz forrajero

establecidos en julio, obtuvieron rendimientos de entre 21 y 23 ton/MS/ha para 1998 y de 15 a 17 ton/MS/ha para el año de 1999. Estudios realizados en Ecuador por Cañadas *et al.* (2016), en evaluaciones de ocho híbridos de maíz forrajero del INIAP con diferentes niveles de población de plantas por hectárea y fechas de siembra, documentaron rangos de rendimiento de materia seca entre 18.92 y 23.17 ton/MS/ha, reportando que el promedio de los ocho híbridos fue de 21.45 ton/MS/ha, datos ligeramente superiores a los obtenidos en el presente estudio.

En investigaciones sobre rendimiento de maíz forrajero, en la región de La Laguna, bajo condiciones de riego, el rendimiento de forraje seco alcanzó 19 t ha<sup>-1</sup> (Núñez *et al.*, 2003), mientras que en ambientes favorables, Peña *et al.* (2006) reportaron rendimientos de forraje seco de 17.6 a 23 t ha<sup>-1</sup> con el híbrido H-376 y de 20 a 23.9 t ha<sup>-1</sup> con H-157.

Salazar-Sosa *et al.*, (2014), en la Comarca Lagunera evaluando tratamientos de estiércol solarizado sobre el rendimiento de maíz forrajero en materia seca, documentaron rendimientos de 30.99 t MV ha<sup>-1</sup> con una dosis de 80 toneladas de estiércol solarizado, seguido de las dosis de 60 y 40 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizados siendo estos estadísticamente iguales con valores de 25.1 y 24.8 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S. La dosis de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de estiércol alcanzo un rendimiento de 22.3 Mg ha<sup>-1</sup> de M.S. mostrando, resultados muy superiores a los obtenidos en esta investigación.

Luna *et al.*, (2013) en un estudio de evaluación de 10 híbridos de maíz forrajero en la Comarca Lagunera obtuvieron rendimientos de forraje seco entre 22.12 ton/ha los más sobresalientes y 17.77 ton/MS/ha en los híbridos que

reportaron los más bajos rendimientos, resultados similares a los obtenidos en este experimento.

Evaluaciones de niveles de fertilizantes y estiércol sobre la producción de maíz forrajero tanto en materia verde como seca, en la Comarca Lagunera realizadas por López *et al.*, (2015) encontraron que el mejor rendimiento fue de 16.98 t ha<sup>-1</sup> y los rangos mínimos y máximos de este estudio fueron entre 10.99 y 16.98 en el lote testigo y el mejor tratamiento con Fertilizante+133% de requerimientos nutritivos del cultivo (RNC).

López *et al.*, (2015) en evaluación de dosis de fertilizante y estiércol en la Comarca Lagunera, reportaron rendimientos en materia seca del cultivo de maíz forrajero de 10.99- 16.98 t ha<sup>-1</sup> y de 16.8 t ha<sup>-1</sup> con estiércol como abono orgánico y de 10.9 t ha<sup>-1</sup> en el tratamiento control y 16.98 t ha<sup>-1</sup> con solo fertilizante químico. Estos investigadores concluyen que de acuerdo a los resultados obtenidos, en que los rendimientos fueron similares, es posible sustituir el fertilizante químico por estiércol, en dosis estimadas para cubrir el requerimiento de N, sin afectar el rendimiento. Cañadas *et al.*, (2016) obtuvieron 21.02 y 20.95 ton/MS/ha con 125 y 65 mil plantas/ha, respectivamente.

En un estudio realizado por López *et al.*, (2010), en la Comarca Lagunera, utilizando sistemas de labranza y fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia seca en maíz forrajero, encontraron que para rendimiento entre 17,65 y 15,5 t/ha de forraje seco, respectivamente, ligeramente inferior a los resultados obtenidos en este estudio. Mandie *et al.*, (2015), reportaron rendimientos de materia seca promedios de 22.84 t ha<sup>-1</sup> y en su mejor año 24.63, siendo la más baja producción obtenida la de 21.80 t ha<sup>-1</sup> valores superiores a los obtenidos en este trabajo.



## 5. CONCLUSION

Se rechaza la hipótesis planteada en este proyecto ya que no se reportaron diferencias estadísticas significativas para las tres variables evaluadas, altura de las plantas (cm) y el rendimiento de materia verde y seca ( $t\ ha^{-1}$ ), por lo que se concluye que no existió efecto entre tratamientos de la aplicación de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* y el foliar Stimplex en el maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Báez I. F., Payan G. J.A., Chávez H. N. y Amado A. J.P. 2009. Uso de composta y estiércol para la producción y calidad nutritiva de la avena forrajera. En: Agricultura Orgánica. 2da Edición. Orona C.I. *et al.* (EDS) FAZ-UJED. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. COCYTED. Gómez Palacio, Durango. Pp. 83-103 (Capítulo del libro).
- Cañadas L. Álvaro, Carlos Molina H, Diana Rade L, Francisco Fernández M. 2016. Seasons and planting densities interaction on forage production of eight hybrids maize, Ecuador. Rev. MVZ Córdoba 21(1):5112-5123, 2016. ISSN: 0122-0268. Enero - Abril 2016.
- Carlos-Marcelo, R. 2012. Fertilización orgánica vs Mineral en el Rendimiento y Contenido de Capsaicina en Chile Manzano (*Capsicum pubescens R. y P.*). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.
- COFUPRO (Fundación Produce Coahuila A.C.). 2011. "Agenda Tecnológica de Investigación y Transferencia de Tecnología. Agropecuaria del Estado de Coahuila 2009-2011" Actualización. En línea: [http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda\\_coahuila.pdf](http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda_coahuila.pdf)
- Cueto Wong J. A., David Guadalupe Reta Sánchez, José Luis Barrientos Ríos, Guillermo González Cervantes y Enrique Salazar Sosa. 2006. Rendimiento de maíz forrajero en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población. Revista. Fitotec. Mex. Vol. 29 (Núm. Especial 2): 97 – 101
- Díaz, L. F., Savage, G. M., Eggerth, L. L., Golueke, C. G. 1993. Composting and recycling municipal solidwaste. Lewis Publishers. USA.
- Dowswell, C.R., Paliwal, R.L., Cantrell, R.P. 1996. Maize in the third world. Westview press. P. 1-33
- Ferguson R. B., Nienaber J. A., Eigeberg R. A. and Woodbury B. L. 2005. Long Term Effect of Sustained feedlot manure application on soil nutrients, cord silage yield and nutrient uptake. *J. Environ Qual.* 34:1672-1681

- Figuroa V. U, Cueto W.J.A, Delgado J. A., Núñez H. G., Reta S.D. G., Quiroga G.H. M., Faz C. R., Márquez J. L. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre la recuperación en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana*.28:361-369.
- Figuroa-Viramontes U., Ramírez A. I., Ochoa M. E. y Núñez H. G. 2009a. Eficiencia de uso de nitrógeno del fertilizante y del estiércol en maíz forrajero. *Memorias De La IV Reunión Nacional De Innovación Agrícola Y Forestal*. Cueto W. J. A. *Et al.* (Eds). Saltillo Coah. P. 41
- Figuroa-Viramontes U., Núñez-Hernández G., Delgado J. A., Cueto-Wong J. A. y Flores-Margez J. P. 2009b. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en La Comarca Lagunera. Pp. 128-151. In: I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H. (Eds.). *Agricultura Orgánica*. 2ª Ed. FAZ-UJED. Smcs. Gómez Palacio, Dgo.
- Figuroa-Viramontes Uriel, Jorge A. Delgado, Juan I. Sánchez-Duarte, Esmeralda Ochoa-Martínez, Gregorio Núñez-Hernández. 2016. A nitrogen index for improving nutrient management within commercial Mexican dairy operations. *International Soil and Water Conservation Research* 4 (2016)1–5.
- Flores, M. 1975. *Bromatología Animal*. Editorial Limusa. México, D. F. pp. 683
- Góngora A., A. O. 2012. Utilización de un biofertilizante líquido en maíz (*Zea mays L.*) bajo condiciones del trópico húmedo. Tesis maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Tabascos. H. Cárdenas, Tabasco.
- Guiberteau-Cabanillas, A., Labrador-Moreno, J. 1991. Técnicas de cultivo en agricultura ecológica. Hojadas divulgadoras 8/91. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Hassanpanah D. and Jafar A. 2012. Evaluation of 'Out Salt' anti-stress material effects on mini-tuber production of potato cultivars under in vivo condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 10(1) 256 - 259.
- Herrera S. R. 1996. Resultados de las evaluaciones de 24 híbridos de maíz y 12 de sorgo realizadas en la Comarca Lagunera. IIº Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacio, Dgo. Noviembre 21-23. México. P133-151.

- Iqbal M. A., Iqbal A., Ahmad Z., Raza A. and Nabeel F. 2015. Overviewing Forage Maize Yield and Quality Attributes Enhancement with Plant Nutrition Management. *World Journal of Agricultural Sciences* 11 (3): 128-134, 2015
- Jurado Guerra, P, Lara Macías, C. R. Saucedo Terán, A. R. 2014. Paquete Tecnológico Para la Producción de Maíz Forrajero en Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestal
- López Martínez JD, C Vázquez Vázquez, E Salazar Sosa, R Zúñiga Tarango, HI Trejo Escareño. 2010. Sistemas de labranza y fertilización en la producción de maíz forrajero. *FYTON* ISSN 0031 9457, (2010) 79: 47-54
- López Martínez, J. D, Vázquez Vázquez, C, Salazar Sosa, E, Zúñiga Tarango, R, y Trejo Escareño, H. I. 2010. Sistemas de labranza y fertilización en la producción de maíz forrajero. *Phyton (Buenos Aires)*, 79 (1), 47-54. Recuperado en 28 de octubre de 2016, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-56572010000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572010000100008&lng=es&tlng=es).
- López-Calderón M.J., U. Figueroa-Viramontes, M. Fortis-Hernández, G. Núñez-Hernández, E. Ochoa-Martínez, J.I. Sánchez-Duarte. 2015. Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *FYTON* ISSN 0031 9457 (2015) 84: 8-13.
- Luna-Ortega J. G., J. L. García-Hernández, P. Preciado-Rangel, M. Fortis-Hernández, A. Espinoza-Banda, M. A. Gallegos-Robles, J. A. Chavarría-Galicia. 2013. Evaluation of hybrids from simple crosses using maize elite landraces with forage outstanding characteristics for a Mexican arid land. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16 (2013): 119 – 126.
- Márquez L. J. R., Figueroa-Viramontes U., Cueto-Wong J. A. y Palomo G. A. 2006. Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación de sorgo – trigo para forraje. *AgroFaz* 6: 145-151.
- Martínez, V. R. 2002. Características de los biofertilizantes y bioestimuladores en las regiones tropicales. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura tropical “Alejandro de Humbolt” (INIFAT). La Habana, Cuba.
- Mc Guinness, H. 1993. Living solis: sustainable alternative to chemical fertilizers for

- developing countries. (manuscrito sin publicar). New York: Consumers Policy Institute.
- Mena Villar F. I. 2010. Evaluación de 4 híbrido 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.
- Miralles De Imperial Rosario, Eulalia Ma. Beltrán, Miguel Ángel Porcel, Ma. Del Mar Delgado, Ma. Luisa Beringola, José Valero Martín, Rosa Calvo E Ingrid Walter. 2002. Emergencia de seis cultivos tratados con lodo, fresco y compostado, de estaciones depuradoras. Rev. Int. Contam. Ambient. 18 (3) 139-146, 2002
- 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
- Núñez Hernández, G., Figueroa, V.U., Faz, C.R., Jasso, I.R., Isidro, S.J., Martínez, O.E. 2009. Nutrición, productividad e impacto ambiental de bovinos lecheros. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. XXI Semana Internacional de Agronomía. En línea: [http://faz.ujed.mx/files/FAZ\\_MEMORIA\\_SIA\\_09.pdf](http://faz.ujed.mx/files/FAZ_MEMORIA_SIA_09.pdf)
- 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. 41:37–48.
- Núñez, H. G.; Faz, C. R.; González, C. F. y Peña, R. A. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. Téc. Pecu. Méx. 43:69–78.
- Núñez, H. G.; Faz, C. R.; Tovar, G. M. R. y Zavala, G. A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Téc. Pecu. Méx. 39:77–88.

- Olague Ramírez Jesús, José Alfredo Montemayor Trejo, Sam Rafael Bravo Sánchez, Manuel Fortis Hernández, Rogelio Armando Aldaco Nuncio, Ernesto Ruiz Cerda. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *Tec Pecu Méx* 2006;44(3):351-357
- Pedroza Sandoval, A., Ríos Flores, J. L., Torres Moreno, M., Cantú Brito, J. E., Piceno Sagarnaga, C. y Yáñez Chávez, L. G. 2014. Eficiencia del agua de riego en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa*): Impacto social y económico. *Terra Latinoamericana*. En línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57332063006>
- Peña Ramos, A., G. Nuñez H., Fernando González C y G. Orozco Hernández. 2006. Mejoramiento genético del maíz forrajero. pp. 26-27. *In: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.
- Reta, S. D. G., J. A. Cueto-W. U. Figueroa-V. 2004. Efecto de la aplicación de estiércol y composta en maíz forrajero en dos sistemas de siembra. Informe de investigación. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Ruedas Alba, C.D., Rodríguez Herrera, S.A. 2009. Rendimiento y calidad nutricional del maíz forrajero bajo el esquema de fertilización orgánica en la comarca lagunera. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. En línea: [http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agriculturasostenible5/5\\_1/67.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/67.pdf)
- Ruiz O., R. Beltrán, F. Salvador, H. Rubio, A. Grado y Yamicela Castillo. 2006. Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 40, No. 1, 2006. 91
- Salazar-Sosa E., Luna-Anguiano J., Lopez-Martinez J., Maraña-Santacruz J.A. y Trejo-Escareño H.I. 2009. Biodegradación de estiércol bovino y su impacto en la producción de dos variedades de Triticale. *Memorias XXI Semana Internacional de Agronomía*. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. 2 Edición. Gómez Palacio, Durango. Pp 137-143.

- Salazar-Sosa E., Luna-Anguiano J., Lopez-Martinez J., Maraña-Santacruz J.A. y Trejo-Escareño H.I. 2010. Biodegradación de estiércol bovino y su impacto en la producción de dos variedades de Triticale. Memorias XXI Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. 2 Edición. Gómez Palacio, Durango. Pp 137-143.
- Salazar-Sosa, E., Luna Anguiano J., H. I. Trejo-Escareño, y J. D. López-Martínez. 2014. Producción de forrajero de maíz bajo tratamientos de estiércol solarizado. Pp 168, *In Memoria del XXXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*, 19 al 24 Octubre de 2014. Ciudad Juárez, Chihuahua. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- Santamaría, C. J., Reta Sánchez, D. G., Faz, C. R., Orona Castillo, I. 2008. Reducción del rendimiento potencial en maíz forrajero en calendarios con tres y cuatro riegos. Publicado en *Terra Latinoamericana* 26: 235-241. UJED.
- SAS Institute Inc. 2010. SAS/STAT 9.22. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 8444 p. Consultado mayo 2010. Disponible en: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/PDF/default/statug.pdf>.
- SIAP-SAGARPA. 2016. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>
- 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>.
- Sifuentes Favila, J. Ruiz Torres, J.L. Ríos Flores. 2005. Diagnostico macroeconómico de la producción lechera de la Comarca Lagunera: Periodo 1980-2000. Unidad Regional de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 4: pág. 69-76.

Tajul, M. I., Alam, M. M., Hossain, S. M. M., Naher, K., Rafii, M. Y., & Latif, M. A. (2013). Influence of Plant Population and Nitrogen-Fertilizer at Various Levels on Growth and Growth Efficiency of Maize. *The Scientific World Journal*, 2013, 193018. <http://doi.org/10.1155/2013/193018>.

Zamora S, Ruiz F, Beltrán F, Fenech L, Murillo B, Loya J, Troyo E. 2011. Régimen hídrico del maíz en una zona árida, determinando en porcentajes de evaporación. *Tropical-Subtropical Agroecosystems* 2011; 13(2):181-186.