

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



Observación de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre peso, longitud de la raíz y densidad de las plántulas de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Por:

**NADER MARQUEZ OSORIO**

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

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

Observación de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre peso, longitud de la raíz y densidad de las plántulas de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

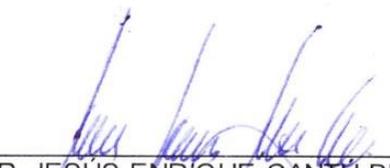
Por:

**NADER MARQUEZ OSORIO**

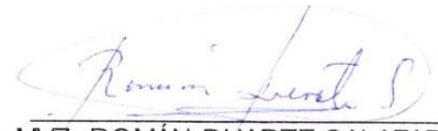
TRABAJO DE OBSERVACIÓN

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

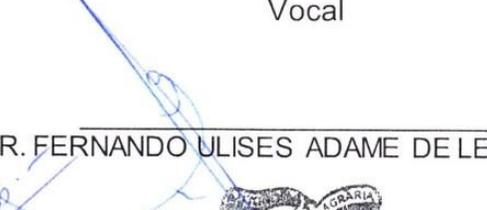
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

  
\_\_\_\_\_  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO  
Presidente

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. SERGIO IGNACIO BARRAZA ARIZA  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Observación de la fertilización orgánica de *Ascophyllum nodosum* (FOAN) a diferencia de la inorgánica sobre peso, longitud de la raíz y densidad de las plántulas de maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Por:

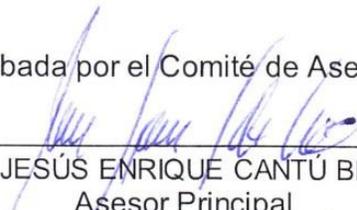
**NADER MARQUEZ OSORIO**

TRABAJO DE OBSERVACIÓN

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

  
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 Dios por darme la vida y permitir que siga, para alcanzar mis sueños y metas.

A mi madre, Leonor Marquez Osorio, por su apoyo incondicional en todos los aspectos y por impulsarme a seguir adelante.

A mis tías, Martha, Concepción, Carmen, María, Virginia 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 este trabajo.

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, Leonor, 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 mis tías, que por sus buenos ejemplos y apoyo me alentaron a seguir adelante, por la confianza, que me han brindado y siempre han creído en mí. Por estar siempre a mi lado. Gracias, los amo.

A mi tía, Martha, por su confianza, y apoyo, que siempre me ha brindado.

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

A Marlen, por apoyarme incondicionalmente y estar a mi lado todo este tiempo.

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

## RESUMEN

Una investigación descriptiva de campo de maíz forrajero se llevó a cabo de agosto a diciembre de 2016 con una superficie de 18.18 ha, la cual fue establecida para observar la respuesta del FOAN (Fertilización Orgánica de *Ascophyllum nodosum*) sobre el peso de las raíces, temperatura de las hojas, altura y densidad de las plántulas de maíz forrajero (*Zea mays* L.) de verano en la unidad de producción “El Perú” del Grupo Tricio Haro, en la Comarca Lagunera, en agosto-noviembre de 2016. Se utilizaron dos tratamientos con cinco repeticiones. La siembra se realizó en seco más riego, las variables estudiadas fueron: peso de la raíz y peso de las plántulas, longitud de la raíz, densidad de plantas y T°C de las hojas.

Los resultados mostraron que pesar de que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, el peso de la raíz del maíz tratado fue de  $391.73 \pm 0.188$  y el maíz del lote testigo fue de  $229.7 \pm 0.206$ , siendo superior el tratado en 162.03 gramos. Para la variable LR existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) a los 54 dds, registrándose en el T1 un valor  $26.33 \pm 1.201$  cm, mientras que en el T2 fue de  $22.33 \pm 0.88$  cm, siendo los rangos mínimos y máximos de 24 y 28 y de 21 y 24 cm, respectivamente. En las evaluaciones de DP a los 54, 68 y 82 dds, se registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para esta variable debido al efecto del tratamiento T1, superando en 19.44, 20.56 y 20.33 de densidad de plantas respecto al T2, que reportó 13.33, 18.33 y 15.78 plantas en 3 metros lineales., 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. Los análisis de varianza mostraron en las dos evaluaciones que existieron diferencias estadísticas significativas para TH al ( $P \leq 0.05$ ) a los 43 dds, registrándose en el T1 un valor  $32.38 \pm 0.712$  m, mientras que en el T2 fue de  $25.28 \pm 1.37$  °C. Por lo tanto se concluye, que la aplicación de FOAN provocó incrementos en el desarrollo radicular y de las plántulas de maíz forrajero.

**Palabras clave:** FOAN, maíz de verano, peso de la raíz, temperatura de las hojas

## 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
Objetivos específicos	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Importancia del cultivo del Maíz forrajero en la Comarca Lagunera	4
2.2 Estadísticas de la producción de maíz forrajero en la Comarca Lagunera	5
2.3 Importancia del maíz forrajero	6
2.4 Fertilización en el cultivo del maíz forrajero	9
2.5 Fertilizantes orgánicos de origen marino (Macroalgas)	11
2.6 Método de análisis de forrajes NIRS	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>27</b>
3.1 Ubicación de la Comarca Lagunera	27
3.2 Ubicación del lote experimental	29
3.3 Materiales	29
3.4 Duración del estudio	30
3.5 Metodología	30
3.5.1 Siembra, riegos y fertilización	30
3.6 Tratamientos	33
3.6.1 Variables a evaluar	33
3.7 Diseño experimental	34
3.8 Obtención del forraje	34
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>36</b>
4.1 Peso de la raíz y plántulas (PR y PP)	36
4.2 Longitud de la raíz (LR)	38
4.3 Densidad de las plantas (DP)	40
4.4 Alturas de las plantas (AP)	43
4.5 Temperatura de las hojas (TH)	32
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Miles de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera del año 2013-2017 (SIAP-SAGARPA, 2018).	5
Cuadro 2	Esquema de aplicación de dosis y aplicación del fertilizante orgánico líquido en el cultivo de maíz forrajero en el ciclo verano-otoño de 2016 en la Comarca Lagunera.	33
Cuadro 3	Resultados de la evaluación del peso de la planta y de la raíz de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.	36
Cuadro 4	Resultados de la evaluación de la longitud de la raíz de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.	38
Cuadro 5	Resultados de la evaluación de la densidad de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.	41
Cuadro 6	Resultados de la evaluación de alturas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.	43
Cuadro 7	Resultados de la evaluación de la temperatura de las hojas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Número de raíces blancas, (B) el número de raíces blancas largas (55 cm) y (C) el número de raíces blancas cortas (5 cm) que emergen de la raíz a principios de junio de contenedores de plántulas de <i>Picea</i> blanca en el vivero tratadas con extracto de <i>Ascophyllum nodosum</i> durante agosto y septiembre; almacenados y congelados durante el invierno, y colocados bajo condiciones de crecimiento favorables durante 21 d. Las alturas fueron ajustadas a la media y al error estándar. Las medias fueron calculadas sobre una base por planta. Los valores de p.value fueron obtenidos del análisis de co-varianza MacDonald et al., (2013).	15
Figura 2	Localización de la Comarca Lagunera, mostrando sus principales fuentes y disponibilidad de agua para el riego de los cultivos agrícolas (SAGARPA, 2002).	28
Figura 3	Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	29
Figura 4	Aplicación del producto Acadian suelo al momento de los riegos 2 y 3 en diluciones en el agua de riego utilizando un tanque dosificador de 200 lt a razón de 0.5 lt/ha en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera en el año 2016.	31
Figura 5	Aplicación del fertilizante orgánico líquido foliar "Stimplex" al momento del control de plagas por el productor en maíz de verano con la maquinaria agrícola "Haggie" en la Comarca Lagunera de 2016.	32
Figura 6	Fertilizante orgánico líquido como regulador del crecimiento (Stimplex) nombre comercial utilizado en las aplicaciones foliares en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.	32
Figura 7	Imagen que ilustra el termómetro laser utilizado para la medición de la temperatura de las hojas en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera en el año 2016.	34
Figura 8	Estado de madurez (Grano de maíz con 1/3 la línea de leche) de las plantas del cultivo de	35

	maíz de verano antes de la cosecha (89 dds) en la P.P. “El Peru” lotes T <sub>1</sub> y T <sub>2</sub> A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.	
<b>Figura 9</b>	<b>Peso de la raíz y de la planta de plantas de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.</b>	<b>37</b>
<b>Figura 10</b>	<b>Desarrollo y largo de las raíces de las plantas tratadas con Acadia suelo y Stimplex (T1) y las plantas del lote testigo (T2), en maíz forrajero de verano en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.</b>	<b>39</b>
<b>Figura 11</b>	<b>Densidad de las plantas de maíz forrajero de verano en cuatro fechas de muestreo tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.</b>	<b>42</b>
<b>Figura 12</b>	<b>Altura de las plantas de maíz forrajero de verano en cinco fechas de muestreo tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.</b>	<b>44</b>
<b>Figura 13</b>	<b>Temperatura de las hojas de las plantas de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo a la Comarca Lagunera se le ha considerado como unas de las regiones más importantes en la producción de leche en México, esta producción es basada principalmente por la explotación muy intensiva de un número considerable de vacas cuya población alcanza cerca de las 400 mil cabezas de ganado lechero entre vacas productoras y reemplazos.

Para lograr, la alimentación, el mantenimiento y producción de ese gran número de animales, se hace necesario el establecimiento de una considerable superficie de forrajes entre los que se encuentran, principalmente por la superficie que ocupan los perennes como la alfalfa, seguido de los maíces y sorgos forrajeros de los ciclos tanto de primavera como verano, de los cuales, al cosecharlos, los productores lecheros obtienen la materia prima para la elaboración de las raciones alimenticias para las vacas en sus diferentes estados fisiológicos.

Como consecuencia de lo anterior, al concentrar gran número de vacas por un lado y la gran superficie dedicada a la producción de forrajes que en el año 2017 fue de 107,437 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2018), se manifiestan impactos negativos al ambiente de la región entre los que se tienen; por un lado, la contaminación por la producción de gas metano producto del metabolismo de las vacas y vaquillas y por otro las tendencias observadas en cuanto al abatimiento de los mantos freáticos, excesos en la aplicación de fertilizantes químicos que ocasionan la acumulación de nitritos y nitratos, así como uno de los principales problemas en esta región es la baja fertilidad de los suelos provocada por una

sobre explotación de los mismos por parte de las actividades humanas (López *et al.*, 2010).

Uno de los impactos negativos de las grandes extensiones de superficies de hectáreas de cultivos dedicados a sistemas de producción intensivos de la producción de forrajes, como el caso de la Región Lagunera, lo representa entre muchas otras, la disminución de los nutrientes disponibles en el suelo, así como la reducción de la disponibilidad de agua del subsuelo.

Aunado a lo anterior, ante la gran necesidad de satisfacer la alimentación de las vacas con forrajes de buena calidad, los productores han hecho un uso excesivo de fertilizantes químicos ha incrementado la disponibilidad de nutrientes, pero con consecuencias serias negativas al ambiente, por lo que actualmente, hay interés por el uso de otras alternativas de fertilizantes orgánicos de *Ascomycota* *nodosum* (FOAN) como los productos orgánicos de origen marino, cuyo nombre comercial es el Acadian Suelo y el Stimplex (foliar) que estimulan una fase de desarrollo de la planta, esto produce beneficios exclusivos relacionados a cada cultivo en particular y su estado de madurez, sin embargo, en los últimos años poca tecnología se ha generado para la utilización de este tipo de alternativas, por lo que el presente trabajo de observación tiende a observar la respuesta de estos fertilizantes en maíz forrajero de verano.

### **Objetivo**

Observar la respuesta sobre el desarrollo de la raíz, densidad de plantas, altura de las plantas y temperatura de las hojas de maíz forrajero de verano de fertilización Acadian Suelo más Stimplex (AS+S) a diferencia de la química (comercial) en la Comarca Lagunera.

**Objetivos específicos:**

1. Obtener el efecto de la fertilización (AS+S), sobre el desarrollo de la raíz de maíz forrajero.

2. Obtener el efecto de la fertilización (AS+S), sobre la densidad de plantas de maíz forrajero.

3. Obtener la altura de la planta a los 36 y 54 días después del primer riego y posteriormente a los 82 y 89 días.

4. Estudiar la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre la temperatura de las hojas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia del cultivo del maíz forrajero en la Comarca Lagunera**

Durante el año 2017, los cultivos agrícolas que reportaron una mayor participación en el total del valor de la producción corresponden a la avena forrajera del ciclo primavera-verano, el maíz forrajero en el ciclo de primavera-verano y la alfalfa verde en los perennes, siendo el maíz forrajero el cultivo que impactó más por el establecimiento de casi 55 mil hectáreas en el año 2017.

El maíz forrajero que fue sembrado por gravedad reportó las 35,888 hectáreas, con una producción de 1, 619,367 toneladas. En el sistema de bombeo, se sembraron 19,074 ha y reportó una producción de 815,454 toneladas y en temporal se sembraron 924 hectáreas y tuvieron una producción de 14,805 toneladas. La suma total sembrada fue de 55,885 hectáreas con una producción de 2, 446,626 toneladas y un valor de la producción de 1,663 millones 969 mil pesos, con una participación en el sector de 31.73 por ciento del valor total del ciclo de primavera-verano (SIAP-SAGARPA, 2018).

La Comarca Lagunera es considerada actualmente una de las cuencas lecheras más importantes del país ya que se producen 2,371 millones de litros de leche/año, sistema de producción basado en gran parte en la siembra de 107 mil hectáreas de cultivos forrajeros, de forrajes como el maíz, sorgo y la alfalfa, producción de forrajes que se ve afectada grandemente por el creciente aumento de los precios de los fertilizantes (SIAP-SAGARPA, 2018), lo anterior afecta de manera significativa el costo del forraje de maíz cosechado, incrementando con ello el costo de la ración, razón por la cual, se hace necesario evaluar alternativas

de aplicaciones de fertilizantes diferentes a las que tradicional y comercialmente se utilizan en la región.

## **2.2 Estadísticas de la producción de maíz forrajero en la Comarca Lagunera**

De acuerdo con los datos y estadísticas reportados por el SIAP-SAGARPA, (2018), para el cultivo de maíz del ciclo de primavera-verano en la región Lagunera del año 2013 al 2017 las tendencias muestran un incremento en el número de hectáreas establecidas en esos años iniciando con 27,344 ha en el año 2013 y llegando a establecer 54,978 ha en el año 2017 tal y como se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Superficies (ha), rendimiento de la producción (Ton/año) y valor de la producción (Miles de pesos) de maíz forrajero en la Comarca Lagunera del año 2013-2017 (SIAP-SAGARPA, 2018).

---

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Miles de pesos)
2013	27,344	1,336,715	868,865
2014	31,408	1,545,407	725,166
2015	34,801	1,431,762	750,068
2016	50,828	2,235,621	1,337,219
2017	54,978	2,449,626	1,663,969

---

Respecto a la producción, se puede observar un incremento de la misma a través de los cinco años, sin embargo, no es proporcional al incremento de las superficies ya que con una mayor superficie se esperaría mucha mayor producción, inclusive, se presenta una disminución del rendimiento por hectárea

de 48.88 a 44.55 ton/ha, cosa muy diferente a la que se manifiesta en el valor de la producción, ya que casi se duplica del año 2013 al 2017 en \$ 795,104 pesos.

### **2.3 Importancia del maíz forrajero**

Existen varias formas que demarcan la importancia del maíz forrajero. Algunas se recolectan como maíz ensilado de planta entera. El ensilado es utilizado como fuente de energía y una fuente de forrajes en dietas de corrales de vacas lecheras (Klopfenstein et al., 2013). El ensilado del maíz también se usa para el ganado "de engorda". Este término se utiliza para describir una fase de crecimiento basado en forrajes para el ganado antes de ser colocado en las dietas "acabado". El segundo uso del forraje de maíz (lo que se conoce como rastrojo) es decir, el residuo cosecha tras la cosecha de grano y que sirve como fuente de alimentación, como una fuente de material tosco o fibroso en dietas de acabado o mezclado con subproductos húmedos y alimentado como fuente de energía para el ganado "de fondo" o vacas de carne (Klopfenstein et al., 2013).

El otro uso del maíz "residuo" es mediante el pastoreo después de la cosecha de grano. Vacas y becerros se colocan en los campos de maíz después de la cosecha de grano, donde se selecciona el forraje de alta calidad y componentes de cualquier residuo de los granos que quedan en el campo después de la cosecha. El grano residual en el residuo es de alta calidad y seleccionado en primer lugar por el ganado. La cáscara es sabrosa y altamente digerida, mientras que la hoja es aceptable, pero no tan fácil de digerir. Por otro lado, la calidad de la dieta disminuye con el tiempo de pastoreo porque los componentes de mayor calidad se seleccionan primero. En general, alrededor del 15% de los residuos es consumido por los animales y dejando el 85% para el

control de la erosión y la materia orgánica del suelo. Bajo este sistema de pastoreo de esquilmos las vacas necesitan de poca suplementación mientras que los becerros requieren mientras crecen de suplementos de proteína y energía para producir crecimiento económico (Klopfenstein et al., 2013).

El forraje verde del maíz es un componente importante de la ganadería lechera. El crecimiento del sector lechero depende principalmente de la disponibilidad de forraje nutritivo. El maíz es uno de los forrajes más nutritivos no-leguminosas de forrajes verdes. La alta aceptabilidad del maíz como forraje puede juzgarse por el hecho de que está libre de cualquier tipo de componentes anti-nutricionales. El maíz es de crecimiento rápido, altos rendimientos de biomasa, y es muy apetecible. Contiene cantidades suficientes de proteínas y minerales y posee alta digestibilidad en comparación a otros no-leguminosas forrajes. Contiene altas concentraciones de azúcares solubles en la fase verde, lo que hace que sea más conveniente para la conservación como el ensilaje. La abundancia de forraje verde debido al aumento de las superficies del cultivo de maíz forrajero pueden ayudar en gran medida a potenciar las perspectivas e importancia del sector lácteo en las regiones de producción del país del forraje de maíz de alta calidad (Chaudhary et al., 2018).

La estimación del valor energético del maíz ensilado es importante, ya que la energía es el nutriente primario proporcionado a las vacas lecheras por ensilaje (Schwab et al., 2003). Otros investigadores como Tine et al. (2001) encontraron que el aumento de la digestibilidad de ensilaje se tradujo en un mayor valor energético metabolizable en vacas alimentadas en mantenimiento de ingesta de energía. Esto sugiere que el aumento en la producción de leche fue impulsada

principalmente por el aumento en el consumo de materia seca. Idikut et al. (2009) también lograron mayores valores de energía metabolizable del ensilaje de maíz con mayor materia seca, cuando el maíz dulce fue utilizado como el ensilaje, material.

Sin embargo, el cultivo del maíz forrajero también tiene impactos negativos al ambiente tal y como lo señalan investigadores como Heuzé et al., (2017). Uno de ellos es el agotamiento (erosión) de los suelos de los cultivos de maíz de utilizar los nutrientes del suelo, no compiten bien con las malas hierbas después de la etapa de plántulas y están sujetos a muchas enfermedades y plagas. Por lo tanto, el cultivo de maíz de alta producción requiere de altos niveles de fertilizante, así como herbicidas, plaguicidas y fungicidas, que son perjudiciales para la biodiversidad y la conservación del suelo. Las aplicaciones de fertilizante nitrogenado pesado pueden causar la lixiviación de nitrato y la erosión del suelo. Los herbicidas pueden contaminar las aguas subterráneas, mientras que los pesticidas alteran la biodiversidad (Comisión Europea, 2000). En los países en desarrollo, donde los fertilizantes son demasiado caros para el uso general, la absorción de nutrientes es mayor que cuando los fertilizantes son utilizados regularmente, reduciendo así la fertilidad de la tierra y provocando una mayor degradación del suelo, (CIMMYT, 2009).

Por otro lado, el maíz genéticamente modificado ha sido tema de debate acerca del impacto ambiental de los cultivos Genéticamente Modificados es compleja y un examen completo de la cuestión está más allá del alcance de esta hoja de datos. Las variedades de maíz modificado genéticamente que son resistentes a herbicidas o tolerantes plagas han sido comercializados desde 1996,

y su impacto potencial sobre el medio ambiente ha sido objeto de considerable debate. Algunos impactos positivos han sido reportados para el maíz GM, especialmente una reducción en el uso de pesticidas y herbicidas, así como ciertos beneficios para la vida silvestre (Edwards et al., 2009). Sin embargo, los potenciales efectos negativos han sido también denunciados, incluida la alteración del ADN de la microflora del suelo y efectos nocivos sobre insectos útiles, como las mariposas y las abejas, y sobre las plantas no modificadas genéticamente (incluido el maíz) a través de la transferencia del genoma (Dale et al., 2002).

#### **2.4 Fertilización en el cultivo del maíz forrajero**

Los investigadores como Nguyen et al. (2015) han demostrado la importancia de fertilizantes en la producción agrícola de los forrajes. Según Zhang et al., (2010), los fertilizante son un material orgánico o inorgánico, que contiene uno o más nutrientes esenciales, que se utilizan para proporcionar nutrientes para el crecimiento de los cultivos forrajeros y el aumento de la productividad y la calidad nutritiva de los productos agrícolas (Zhang et al., 2010). De acuerdo a investigadores como Colaizzi *et al.*, (2004), mencionan que la fertilización de los forrajes varía entre regiones y está directamente afectada por el tipo de suelo, la fertilidad del suelo, variedad, fechas de siembra, densidades de población, prácticas culturales, sistema de riego y clima, entre otros. Su valor debe ser mejorado considerablemente porque la competitividad en la agricultura aumenta considerablemente en relación con otros sectores ya que los fertilizantes están relacionados directamente por la paridad cambiaria.

Así mismo, de acuerdo con Simion et al.,(2013), el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y otros insumos contaminantes, no permitirán en el futuro

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

Varios autores como Aminifard et al., (2012); Wang y Yang, (2012), mencionan que en primer lugar, el impacto de los fertilizantes es que hacen que el cultivo de plantas crezcan y se desarrollen mejor y alcancen una mayor y más alta productividad. También, los fertilizantes influyen en aumentar la altura de la planta, la cantidad y longitud del tallo, la hoja lateral, área foliar y la clorofila (SPAD), y el sistema de la raíz de los cultivos, etc. en muchos tipos de plantas de forrajeras (Zafar et al., 2011; Najm et al., 2010).

Esos mismos investigadores mencionan que en segundo lugar, el uso de fertilizantes aumenta la productividad potencial de los cultivos forrajeros (Çolpan et al., 2013; Aminifard et al., 2012; Yang et al., 2012). Lo anterior sustentado en las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), que mencionan que los fertilizantes contribuyen a incrementar entre un 40 y un 60% de los rendimientos de los cultivos (Zhang et al., 2010; FAO, 2012).

Por otro lado, los investigadores Elamin y Elagib (2001), mencionan que la disponibilidad de nutrientes se está convirtiendo en un factor limitando del rendimiento en todos los países. Es más seguro que el uso eficiente de fertilizantes y la cantidad aplicada plantea un efecto pronunciado sobre la producción de alimentos. El interés está aumentando en la búsqueda de

alternativas, en los sistemas de cultivo de bajos insumos. Potenciales y posibles efectos interactivos en los insumos en el rendimiento de la cosecha debe ser delineado para desarrollar el uso de los recursos para ser más eficientes en, los sistemas de cultivo (Hons y Saladino, 1995; Hollandale, 1998). Los fertilizantes orgánicos contienen nutrientes que pueden ser liberados lentamente y utilizados por el presente y el cultivo siguiente. Ahora son favorecidos porque proporcionan nutrientes que permiten el equilibrio de la planta y, por lo tanto, prevenir los efectos nocivos del exceso de un nutriente determinado (Cooke, 1982; Entry et al., 1997). En la mayoría de los países los fertilizantes inorgánicos han sido utilizados para suministrar más nutrientes vegetales de abonos orgánicos, pero su alto costo e impacto negativo al ambiente, está haciendo que se reconsidere su uso.

Zerihun y Haile (2017), mencionan que los problemas de baja fertilidad del suelo resultan del cultivo continuo de los monocultivos y de la remoción de los residuos de cosecha, razón por la cual promueven las prácticas de rotación de cultivos y la aplicación de fuentes de fertilizantes orgánicos e inorgánicos solos o en mezclas, es decir, combinados, práctica que potencialmente podría mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos.

## **2.5 Fertilizantes orgánicos de origen marino (Macroalgas)**

Aunque el término "algas" se emplea de forma genérica para referirse a los vegetales acuáticos y da la impresión de definir un conjunto homogéneo de vegetales, lo cierto es que comprende el conjunto más variado, complejo y plástico (morfológica, bioquímica y fisiológicamente) del Reino Vegetal. Existen más similitudes (evolutivas, fisiológicas y bioquímicas) entre una especie del género *Chlorella* (alga unicelular planctónica marina) y una sequoia gigante, que entre una

macroalga Clorofita y una Rodofita que viven en el mismo hábitat, a veces unas sobre otras y a veces difíciles de distinguir morfológicamente. El término "algas" no existe en Taxonomía y considerar que los organismos que se denominan "algas" son iguales es un error tan común como engañoso, y muy parecido al que sugiere que todas las algas tienen las mismas utilidades agrícolas.

El *Vademecum* de productos Fitosanitarios y Nutricionales de 1999 (De Liñán) incluye los (más de 45) extractos de algas, clasificados por su contenido aparente en algas marinas (entre 8% y 100%), en el capítulo de "Bioactivadores de Origen Vegetal", y resalta el hecho que no existe legislación ni normativa sobre lo que son extractos de algas, ni de cómo calcular su riqueza, ni de cómo analizar el producto, advirtiendo que el consumidor solo tiene la garantía de la casa que los fabrica y/o los vende, sin que se pueda reclamar por su contenido.

De acuerdo con Battacharyya et al., (2015), las algas son de color verde, marrón y rojo de macroalgas marinas. Los extractos de algas marinas marrones son ampliamente utilizados en cultivos hortícolas en gran medida por sus efectos de promoción del crecimiento de las plantas y para mitigar sus efectos sobre los cultivos de la tolerancia a las presiones abióticas como la salinidad, temperaturas extremas, carencia de nutrientes y la sequía.

Los constituyentes químicos de extracto de algas marinas incluyen complejos de polisacáridos, ácidos grasos, vitaminas y nutrientes minerales phytohormonas. Las investigaciones recientes han arrojado luz sobre los posibles mecanismos moleculares activados por extractos de algas marinas. En esta revisión se da una actualización sobre el estado actual de nuestro conocimiento de los constituyentes químicos de los extractos de algas pardas y los efectos

fisiológicos que inducen a las plantas con particular referencia a los cultivos hortícolas (Battacharyya et al., 2015).

Las algas son la quinta esencia de los miembros de los ecosistemas marinos costeros, ya que proporcionan refugio y alimento a numerosos organismos de la biota marina, e incluso puede contribuir a la modificación de las propiedades físico-químicas del agua de mar. Una proporción relativamente pequeña del número total de especies de algas marinas son de gran importancia en la alimentación humana y animal y suplementos y también en la agricultura como mantillos, estiércol y extractos modificados (Craigie 2010; Khan et al., 2009).

De acuerdo con investigadores como Craigie (2011) un gran número de algas son reportadas que promueven a la promoción de actividad de crecimiento de la planta y, por lo tanto, el haber documentado a uno de sus usos más universal y constante relevancia en la agricultura y horticultura como los abonos orgánicos y fertilizantes (Craigie, 2011). El uso de algas como fertilizante en la agricultura, como en muchas otras prácticas populares, ha sido evaluado y establecido por las experiencias prácticas, y los juicios de los agricultores. Sin embargo, desde 1950 el uso completo de macroalgas generalmente ha sido suplantado por el uso de distintos tipos de extractos de diferentes variedades de algas. Extractos de algas marinas han adquirido mucha mayor aceptación como "bioestimulantes vegetales". En general, los extractos de algas marinas, incluso en bajas concentraciones, son capaces de inducir una matriz o variedad de respuestas fisiológicas hacia las plantas, tales como; la promoción del crecimiento de la planta, la mejora de la floración y el rendimiento, y también mejorará la

calidad nutritiva de los productos, mejorar el contenido nutricional de productos comestibles, así como la vida en los estantes (Craigie 2011).

Investigadores como MacDonald et al., (2013), reportaron el efecto del *Ascophyllum nodosum* en el crecimiento de la raíz de *Picea glauca* (Moench) encontrando que el fertilizante solo sirvió como tratamiento testigo o control. Las aplicaciones se hicieron cuatro u ocho veces durante un período de 17 o 43 días, respectivamente. En comparación con los controles, todos los tratamientos redujeron el total de longitud del sistema radicular a mediados de octubre por 44 al 54%. Tras el almacenamiento en congelador y luego bajo condiciones favorables en el crecimiento en la primavera de 21 d, 1:125 y 1:75 las tasas aumentaron el número de raíces blancas que emergieron de la turba del tapón fue por el orden de los 42 y 63%, respectivamente, sin y con tratamiento. Los resultados de este estudio se presentan en la figura 1 con mayor detalle.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Dragicevic et al., (2016), para el rendimiento de forraje y los parámetros de energía de ensilaje producido, se podría indicar que las mayores variaciones en el rendimiento, influenciadas por factores ambientales, como la temperatura y la humedad tienen un menor impacto en los parámetros de energía

De acuerdo con nuestros resultados de investigadores como Dragicevic et al., (2016), se podría concluir que las variaciones en factores ambientales, como la temperatura y la cantidad de precipitación, podrían afectar los rendimientos de forraje y MS.

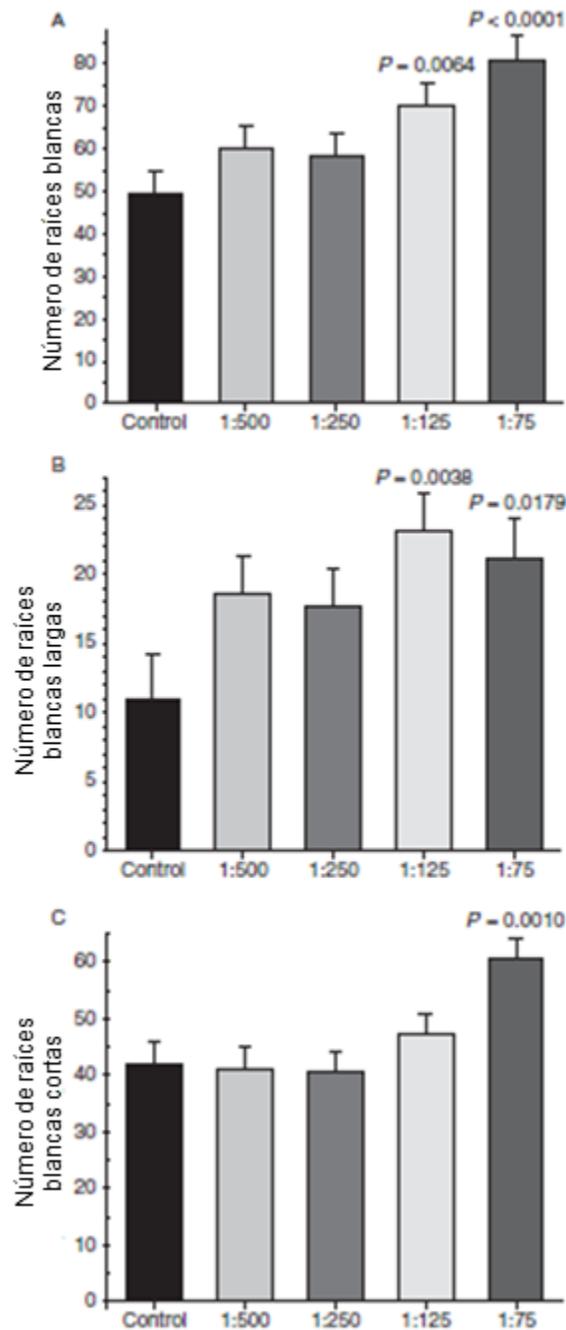


Figura 1. A) Número de raíces blancas, (B) el número de raíces blancas largas (55 cm) y (C) el número de raíces blancas cortas (5 cm) que emergen de la raíz a principios de junio de contenedores de plántulas de *Picea* blanca en el vivero tratadas con extracto de *Ascophyllum nodosum* durante agosto y septiembre; almacenados y congelados durante el invierno, y colocados bajo condiciones de crecimiento favorables durante 21 d. Las alturas fueron ajustadas a la media y al error estándar. Las medias fueron calculadas sobre una base por planta. Los valores de p.value fueron obtenidos del análisis de co-varianza MacDonald et al., (2013).

Investigadores como Crowley (1998), mencionan que el nivel de temperatura acumulada (unidades calor) es muy importante en el rendimiento relativo de las variedades de maíz. Así como la ubicación y la elección del sitio dentro de cualquier la ubicación puede tener un efecto muy significativo no solo en la producción materia seca total, sino también por el grano y niveles de almidón obtenidos.

El alga marina *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis (Phaeophyceae) domina la zona intermareal rocosa del norte de la costa atlántica de Canadá y los estuarios de las costas rocosas del norte de Europa (Ugarte et al., 2010). *A. nodosum* es una de las especies de algas marinas marrones de los más estudiados y está demostrando ser extraordinario en términos de su capacidad para aplicaciones agrícolas lo anterior según Craigie (2010).

Un número de efectos beneficiosos de los extractos de algas marinas en las plantas de cultivo han sido reportados (Blunden et al. 2010). Las algas y extractos de algas marinas han sido utilizadas como acondicionadores del suelo y como las pulverizaciones foliares para aumentar el crecimiento de la cosecha, el rendimiento y la productividad, mientras que las aplicaciones exógenas de los extractos de algas marinas pueden aumentar el rendimiento y la productividad de las plantas de cultivo (Craigie 2010; Khan et al. 2009). Recientemente se ha demostrado que los extractos de un extracto comercial de *A. nodosum* (ANE) mejora el desarrollo de la raíz y el crecimiento de los brotes en la planta *Arabidopsis thaliana* (Rayorath et al. 2007).

Aplicaciones exógenas de extracto de algas marinas también pueden aumentar el rendimiento y la productividad de las plantas de cultivo; sin embargo,

los mecanismos exactos para estas respuestas siguen siendo en gran parte desconocido.

El ANE ha demostrado recientemente que tiende a mejorar la nodulación de la raíz y el crecimiento de la planta en el cultivo de la alfalfa (Khan et al. 2012).

Sin duda, la cultivación intensiva con el uso intensivo de fertilizantes químicos, aumento de la productividad de los cultivos, pero por otro lado, también alteró los agro-ecosistemas y contaminado los suelos y la calidad del agua en gran medida.

Por lo tanto, mejores prácticas de manejo en el que el uso sensato de fertilizantes como algunos de los abonos orgánicos pueden ser adoptados para mejorar la productividad de los cultivos sin dañar la naturaleza en lo más mínimo. Aquí, se ha estudiado los efectos individuales e integradores de los abonos orgánicos e inorgánicos sobre la productividad del maíz y las propiedades del suelo y en los resultados se encontró que la aplicación combinada de ambas fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes a la mejora del crecimiento y del rendimiento y atributos relacionados de maíz (Mahmood et al., 2017).

De acuerdo con Mahmood et al., (2017), la combinación de los abonos orgánicos podría haber mejorado la eficiencia en el uso del nitrógeno, micro y macro nutrientes y ayuda en la recuperación de la solubilización P y su absorción por las plantas y una mayor disponibilidad de K que, a su vez, redundó en un mejor crecimiento y rendimiento de maíz. El aumento de la materia orgánica debido a la aplicación de los abonos orgánicos mejoro el rendimiento del cultivo y las características del suelo (Li et al., 2013).

Por lo tanto, una combinación de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos se considera una buena opción para mejorar la recuperación de nutrientes de N y P y en definitiva el crecimiento de la planta, y un rendimiento superior, altas las tasas de aplicación de fertilizantes son necesarias para lograr un mejor rendimiento en el maíz (Mubeen et al., 2013). Además, estos resultados son también en concurrencia con los reportados por Negassa et al. (2001), quienes encontraron que los rendimientos de maíz aumentaron en un 35% cuando fueron aplicados nutrientes en los que se combinó (orgánicos e inorgánicos).

Shisanya et al. (2009) también documentaron resultados similares con la mejora de los atributos relacionados con el crecimiento y el rendimiento de los cultivos de algodón y maíz, respectivamente. La aplicación combinada de las fuentes de nutrientes orgánicos e inorgánicos mejoro la sinergia y la sincronización entre la liberación de nutrientes y la recuperación de la planta, por lo tanto, resultó en un mejor crecimiento y rendimiento de la cosecha (Huang et al., 2010).

Resultados reportados por Efthimiadou et al., (2010), la aplicación de nutrientes orgánicos del suelo aumentaron el nivel de materia orgánica y nitrógeno total. La máxima altura, peso seco, índice de área foliar y el rendimiento fueron documentadas con tratamientos del estiércol de la vaca (con o sin fertilizantes químicos). Además, combinados abonos orgánicos e inorgánicos, redundaron en un mayor aumento en la tasa de fotosíntesis y conducta estomática en comparación con aquellos que se encuentran bajo la fertilización inorgánica. Un alto coeficiente de correlación ( $r=0.926$ ,  $p<0,001$ ) entre el rendimiento y la tasa fotosintética fue relacionado en los resultados. Los índices de rendimiento de sostenibilidad (índice de rendimiento sostenible y eficiencia agronómica)

mostraron que la cosecha de maíz es mucho más estable con la fertilización combinada orgánica e inorgánica comparado con la sola fertilización química. Los resultados indican que la fertilización orgánica e inorgánica combinada aumenta la materia orgánica en los suelos y aumenta el rendimiento del maíz dulce.

Resultados reportados por Efthimiadou et al., (2010), en su investigación encontraron que las mediciones de altura (81 DDS) de 2005 demostró que las plantas en las parcelas de lote control fue menor (134.75 cm) en comparación a las del resto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ).

La altura de la planta en las parcelas con paja de cebada como abono-fertilizante fue similar a la de las parcelas de control. En 2006, todos los tratamientos produjeron plantas más altas que el lote control. La dosis doble del estiércol de la vaca en las parcelas tratadas resultó en una altura mayor de las plantas (150,5 cm) y el control de menor altura con (126.25 cm). En 2005, el LAI fue menor para el control sin tratamiento (0,35) y mayor para el tratamiento de doble estiércol de vaca (2,58 cm). En 2006 el experimento, la menor LAI ( $P < 0.05$ ) nuevamente fue obtenido para el lote control y el más alto de la dosis doble en el tratamiento de estiércol de la vaca. La LAI aumentó a medida que la cantidad de pollinaza aumentó (Efthimiadou et al., 2010).

Las conclusiones obtenidas por investigadores como Efthimiadou et al., (2010) en sus resultados indican que la fertilización orgánicos/inorgánicos combinados afectó notablemente el crecimiento, el rendimiento y la fotosíntesis de maíz dulce. El impacto más significativo fue observado cuando el estiércol de la vaca fue aplicado al suelo. El menor peso seco, altura y LAI fueron encontrados en parcelas del lote control fertilizado químicamente. Además, la tasa de fotosíntesis

y el control de la conducta estomáica sin tratar y las parcelas tratadas con fertilizantes minerales fueron significativamente inferiores en aquellos bajo tratamientos combinados con fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Una alta correlación se reportó entre el rendimiento de maíz y materia orgánica. Además, la combinación de la fertilización orgánica e inorgánica promueve la sostenibilidad (alto índice sostenible) y eficiencia agronómica del cultivo de maíz. En la agricultura sostenible, la fertilización orgánica e inorgánica combinados pueden afectar el crecimiento, la rentabilidad y la sostenibilidad del cultivo de maíz (Efthimiadou et al., 2010).

Usman et al., (2015) concluyeron que a partir de los diferentes estudios en su revisión, se puede resumir que la aplicación complementaria de fertilizantes orgánicos e inorgánicos ha demostrado reducir las tasas de aplicación de cada tipo de fertilizante, aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes de las plantas, reducir la lixiviación de nutrientes, garantizando así la disponibilidad de nutrientes para los cultivos cuando sea necesario y mantiene la estructura del suelo, que favorece el crecimiento de la raíz, el intercambio de gases, la absorción de nutrientes, la disponibilidad de agua y capacidad de almacenamiento así como evita las limitaciones específicas de los dos tipos de fertilizante.

Muchos autores han sugerido que para superar algunas de las deficiencias inherentes a la utilización de un solo tipo de fertilizantes para aumentar el rendimiento de los cultivos, adecuada y efectiva utilización de mezcla de fertilizantes orgánicos e inorgánicos va a resolver el problema de la escasez de alimentos en Nigeria y mantenga el suelo en una situación mucho mejor que cuando sólo se usa un tipo de fertilizante (Elamin y Elagib, 2001).

Resultados obtenidos por Sangakkara et al., (2004) documentaron que la incorporación de abonos verdes a lo largo de los 3 años mostró una tendencia al alza de las propiedades físicas del suelo, y también la disponibilidad de nitrógeno, y el contenido de fósforo y potasio. La incorporación de *Crotalaria*, con su alto contenido en nitrógeno, promovió el crecimiento de los brotes, mientras que la *Tithonia* indujo el desarrollo de un amplio sistema radicular. El uso de fertilizantes inorgánicos estimuló el impacto beneficioso de los abonos verdes en la promoción de promover y acelerar el crecimiento de la raíz (Mugwe et al., 2009). El uso de abonos verdes, especialmente *Tithonia*, promovió el desarrollo seminal nodal y de las raíces de las plántulas de maíz, tanto en la forma de la longitud y el grosor de la superficie radicular (basada en la zona radicular) y la densidad de longitud de raíz, la cual podría ayudar en el éxito de establecimiento de cultivos y la utilización de los recursos, en lugar de las raíces principales. Los beneficios de la utilización de abonos verdes, especialmente *Tithonia*, en promover el crecimiento de las raíces y la especie *Crotalaria* en acelerar el desarrollo de las plántulas de maíz, incluso sin la presencia de los fertilizantes inorgánicos (Mugwe et al., 2009).

En otro estudio realizado en el cultivo de la avena (*Avena sativa*) en el 2011, por Ahmad et al., (2011) para evaluar la eficiencia de fuentes de nitrógeno y fósforo tanto orgánicas como inorgánicas, solas y en combinaciones sobre varios atributos de desarrollo y crecimiento de la avena forrajera, encontrando que se obtuvieron diferencias significativas respecto a la altura de la planta, número de hojas, número de tallos, área de la hoja, peso fresco por tallo y sobre todo en el rendimiento de materia verde.

Otros estudios realizados por Khaliq et al., (2012) donde estudiaron el efecto de estiércol de bovino y las dosis recomendadas de fertilizante no fueron estadísticamente significativa y en promedio del tratamiento de estiércol más fertilizante químico produjo el rendimiento de forraje verde más alto con 19971.5 (kg ha<sup>-1</sup>) y de 18349.1 kg ha<sup>-1</sup> producidos aplicando dosis recomendada de fertilizante. Sin embargo, el rendimiento de los forrajes verdes obtenido con estos dos tratamientos de fertilizante fueron significativamente más altos que el estiércol y que los tratamientos de control. El tratamiento de estiércol solo dio menor rendimiento de forraje (16997 kg ha<sup>-1</sup>) y fue significativamente menor que el rendimiento de forraje (kg ha<sup>-1</sup>) 17278.7 obtenidos en el tratamiento control. La disponibilidad de nutrientes en la combinación del tratamiento (estiércol + fertilizantes) aumentó significativamente la producción de biomasa, sin embargo, la aplicación del estiércol promovió la infestación de malezas que redujo el rendimiento de forraje verde de maíz, pero no mejoró el rendimiento de forraje total registrado en el tratamiento de la combinación. El efecto de la labranza profunda en el rendimiento de forraje de maíz fue no significativa.

Entre otros resultados que demuestran las bondades de los fertilizantes orgánicos en forrajes y el trigo son los documentados por Subhan et al., (2017) sus resultados revelaron que los fertilizantes tanto orgánicos e inorgánicos, independientemente de su tipo y combinaciones, ejerció un nivel de significativa ( $P \leq 0,05$ ) a la variación en el crecimiento de la planta, los parámetros de rendimiento de trigo y eficiencia del uso del agua. Los fertilizantes inorgánicos dieron una significativamente mayor en la materia seca total, rendimiento de grano y rastrojo, y también debido al mayor rendimiento en grano la eficiencia del uso del

agua calculada fue mayor en el tratamiento de N-P-K. En el suelo, la densidad aparente, la porosidad y la materia orgánica mejoraron significativamente por el estiércol de ganado y abono de los tratamientos. El contenido de humedad y la capacidad de retención de agua - no reveló un efecto significativo de los tratamientos. Puede llegarse a la conclusión de que la actual investigación que la eficiencia del uso del agua en términos de rendimiento de grano fue mayor en las parcelas de tratamiento recibiendo fertilizante mineral (químicos) pero la composta y los abonos orgánicos fueron comparables y mostraron una mejora significativa en las propiedades del suelo (Subhan et al., 2017).

Diferentes investigadores han encontrado que los abonos orgánicos aplicados en la integración con los fertilizantes inorgánicos a dado como resultado un mayor rendimiento que la sola de fertilizantes químicos (Sarwar et al., 2008). Los Suelos de Pakistán son bajos en materia orgánica (< 5%) y la aplicación de materia orgánica y el composteo puede reabastecer el suelo (Sarwar, 2005). El aumento de las concentraciones de materia orgánica en el suelo han demostrado mejorar el rendimiento de los cereales (Sarwar, 2005), la mejora de las propiedades del suelo, es decir, la densidad del suelo, la aireación del suelo y aumentar la capacidad de retención de agua del suelo para el crecimiento de la planta y el desarrollo radicular (Zia et al., 1998). El composteo es una fuente importante de nutrientes para las plantas, ya que contiene un mayor contenido de materia orgánica. El abono junto con el incremento de la materia orgánica del suelo también mejora las propiedades físico-químicas del suelo y atributos que finalmente se traduce en un aumento del rendimiento de la cosecha.

Kararahin (2015) después de dos años de investigación, documentó que los tratamientos de fertilizante fueron estadísticamente significativas en los rendimientos de materia seca en maíz forrajero ( $p < 0,05$ ). El mayor rendimiento de materia seca se obtuvieron valores de F2 (Fertilizante químico) (18,7, vs 23,3, respectivamente) y F3 (Mezcla de orgánico e inorgánico) (16,7 y 22,5 respectivamente) los tratamientos de fertilizante y tuvo lugar en el primer grupo. Aplicaciones del material orgánico combinado con fertilizantes inorgánicos no tuvo los efectos desfavorables sobre el rendimiento y calidad de forraje de maíz para ensilaje. Un uso combinado de materiales orgánicos con fertilizantes inorgánicos no sólo puede mantener el suministro de forraje de maíz para ensilaje, sino también reducir la dependencia de fertilizantes inorgánicos en tierras agrícolas, aunque no totalmente. Por lo tanto, pueden tener un impacto positivo sobre el medio ambiente y la fertilidad del suelo (Nazli et al. 2014).

De acuerdo con Mucheru-Muna et al., (2007), actualmente existen en el mercado una gran variedad de productos orgánicos de origen marino como los Sea minerals (SM), OceanSolution (OS), AcadianSeaplants (AS), que han demostrado que su uso en el crecimiento de las plantas como fertilizante aportan una gran cantidad de beneficios, ya sea incrementando rendimientos, más nutrientes para la alimentación, mayor resistencia y tolerancia al estrés de las plantas, entre otros. Sin embargo, las utilidades y el valor costo-beneficio en la mayoría de los casos no ha sido significativo cuando se utilizan materiales y fertilizantes orgánicos (Mucheru-Muna et al., 2007).

Los productos Acadian como el Stimplex contienen reguladores de crecimiento-kinetina citoquinina (Extracto de algas de *Ascophyllum nodosum*) y

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

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

## **2.6 Método de análisis de forrajes NIRS**

El NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) por sus siglas en inglés, y en español conocido como el análisis del método de reflectancia en el infrarrojo cercano, es un método físico, que depende de la medición de la luz absorbida por la superficie de las muestras que utilizan longitudes de onda en la región infrarroja del espectro (1100-2500 nm) (Beever and Mold, 2000). Con el espectro de absorción resultante, es posible identificar los niveles de componentes químicos, como proteínas, fibra, almidón, etc. en las muestras. Sin embargo, primero es necesario calibrar el aparato contra muestras de referencia estándar que se han analizado mediante metodologías más rutinarias de "química húmeda" (Beever y Mold, 2000). Su uso para evaluar la calidad del forraje fue reportado por primera

vez por Norris et al. (1976), y su utilidad para evaluar el maíz forrajero se ha informado en estudios anteriores (por ejemplo, Volkers et al., 2003) y ahora es bien aceptado. El desarrollo de NIRS ha abierto posibilidades para evaluar la composición química de los forrajes con menos tiempo y recursos que otras técnicas.

Hoy en día a nivel mundial se ha puesto mucho interés la incorporación de prácticas agrícolas en el desarrollo de una agricultura sustentable debido al impacto negativo de los fertilizantes químicos. En nuestro país millones de personas exigen cada día más al productor, productos de calidad y sin residuos contaminantes que afectan la salud del organismo y al medio ambiente, de acuerdo a la expresado en la premisas anteriores, es que se plantea el presente trabajo de observación en el cual se tiene como objetivo evaluar el efecto de los productos Stimplex® y Acadian Suelo sobre el desarrollo de la raíz, densidad de plántulas, altura y temperatura de las hojas de maíz forrajero establecido en el ciclo de verano-otoño en la Comarca Lagunera.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es una zona que se caracteriza por sus limitados recursos hidráulicos y por su clima seco templado. Circundadas por cadenas montañosas con altitudes de 2,800 a 3,700 msnm., cuenta predominantemente con zonas áridas y semiáridas, donde por razones climatológicas y orográficas se tiene de manera permanente un problema de baja o reducida disponibilidad de agua. La escasa precipitación y características fisiográficas sólo favorecen la aparición de corrientes intermitentes y efímeras. Las obras de almacenamiento que destacan por su importancia son: Presa Lázaro Cárdenas “El Palmito”, Mpio. de Indé, Presa Francisco Zarco “Las Tórtolas” Mpio. De Nazas. Presa Ing. Benjamín Ortega Cantero “Agua Puerca”, Mpio. De Mapimí, Presa Los Naranjos, Municipio de Simón Bolívar y Presa Lic. Francisco González de la Vega.

La Región Lagunera se puede describir de acuerdo al criterio hidrológico de configuración, se encuentra conformada por las porciones sureste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Este territorio se ubica entre los meridianos 102° 00 y 104° 47 de longitud oeste, y los 24° 22 y 26° 23 de latitud norte (Figura 2). Comprende quince municipios, de los cuales diez corresponden a Durango y cinco a Coahuila con un total de 48,887.50 kilómetros cuadrados. Esta amplia región es regada por dos ríos interiores: el Nazas y el Aguanaval. Las ciudades conurbadas de Torreón, Coahuila, y de Gómez Palacio y Lerdo, en Durango, constituyen el corazón de la zona conurbada de la región. Su importancia radica en que es considerada como zona de intensa producción

agrícola y pecuaria y dentro de esta última la excelente producción de leche, y sus enormes cosechas de algodón a finales del siglo XIX la convirtieron en escaparate internacional de la modernización porfiriana (Corona, 2005).

El principal uso del agua es agrícola, aprovecha el 91% del agua que se extrae para riegos de cultivos esto de acuerdo con la CONAGUA. De los 2,496 millones de m<sup>3</sup> que se aprovecha, el 45% proviene de aguas subterráneas y el 55% restante del agua de gravedad proveniente de las presas. En orden de importancia los otros usos son el público-urbano que demanda el 5%, el pecuario 2% y el industrial 1%, cuya fuente principal es exclusivamente de los pozos o norias del agua subterránea. A nivel municipio, el uso del agua es agropecuarios en 10 municipios y de uso público en Gómez Palacio, Lerdo, Torreón y San Pedro de las Colonias e industrial en Torreón y Matamoros (Cervantes y Franco., 2005).

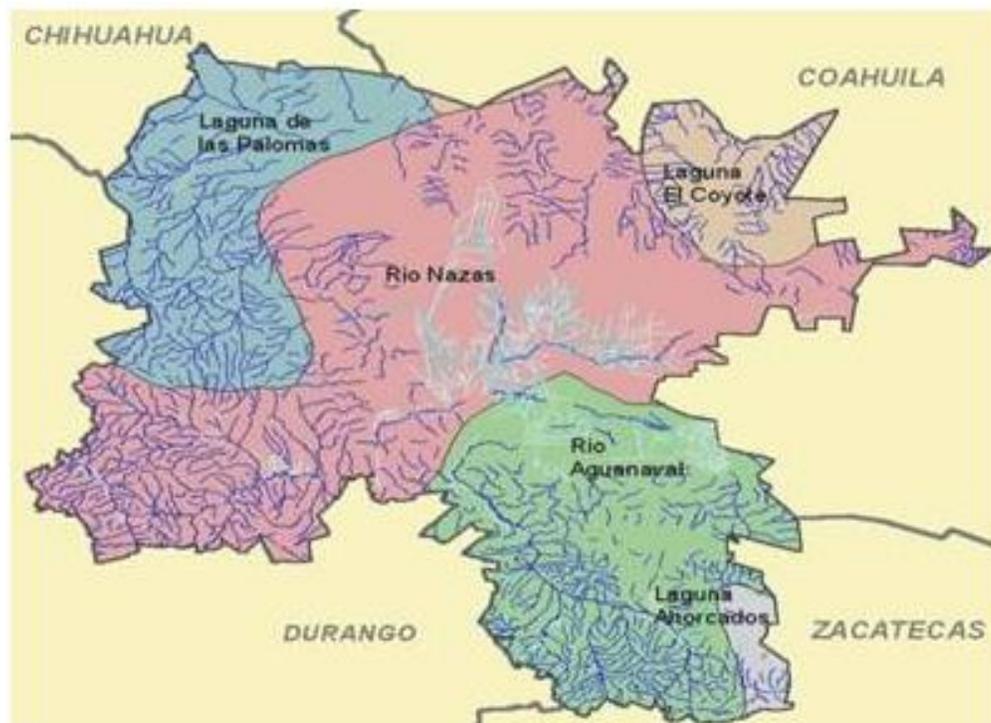


Figura 2. Localización de la Comarca Lagunera, mostrando sus principales fuentes y disponibilidad de agua para el riego de los cultivos agrícolas (SAGARPA, 2002).

**3.2 Ubicación del lote experimental.** El ensayo 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 (Figura 3), 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 3. Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.

**3.3 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 líquido 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.

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

**3.5 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.

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.

#### **3.5.1 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 (Figura 4) y el foliar en desarrollo foliar V6 y V12 (Figura 5). El foliar se aplico el 09 de septiembre y el acadian suelo el 10 de septiembre (Primera aplicación), la segunda aplicación de Stimplex (Figura 6) se llevó a cabo el 07 de octubre y la de acadian suelo al momento del tercer riego el 09 de octubre de 2016.



Figura 4. Aplicación del producto Acadian suelo al momento de los riegos 2 y 3 en diluciones en el agua de riego utilizando un tanque dosificador de 200 lt a razón de 0.5 lt/ha en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera en el año 2016.



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



Figura 6. Fertilizante orgánico líquido como regulador del crecimiento (Stimplex) nombre comercial utilizado en las aplicaciones foliares en maíz de verano en la Comarca Lagunera de 2016.

### 3.6 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron dos El T2= Lote Testigo (Aplicación del productor) y el T1= Aplicación de Acadian suelo y Stimplex, fertilizantes orgánicos líquidos. El protocolo de aplicación se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Esquema de aplicación de dosis y aplicación del fertilizante orgánico líquido en el cultivo de maíz forrajero en el ciclo verano-otoño de 2016 en la Comarca Lagunera.

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

#### 3.6.1 Variables a observar

1. Observar el efecto de la fertilización (AS+S), sobre el desarrollo de la raíz de maíz forrajero.

2. Observar el efecto de la fertilización (AS+S), sobre la densidad de plantas de maíz forrajero.

3. Observar Altura de la planta a los 36 y 54 días después del primer riego y posteriormente a los 82 y 89 días.

4. Observar la respuesta de la fertilización (AS+S), sobre la temperatura de las hojas con un termómetro laser (Figura 7).



Figura 7. Imagen que ilustra el termómetro laser utilizado para la medición de la temperatura de las hojas en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera en el año 2016.

### **3.7 Evaluación de resultados del trabajo de observación**

Se utilizó un método sistemático con dos tratamientos y con 5 repeticiones. Los datos recolectados fueron analizados utilizando el programa de Estadística descriptiva del programa Excel 2016, con el objeto de obtener las principales mediciones como son la media, errores estándar, desviación estándar, rangos máximos y mínimos de los datos.

### **3.8 Obtención de las muestras**

Para la obtención de las muestras de las plantas de maíz; para desarrollo de la raíz se colectaron 5 plantas en cada bloque extrayéndolas con una pala para colectar hasta 60 cm de profundidad. Para la densidad de plantas se contaron las plantas en tres metros lineales, Para altura de la planta se midieron

las puntas con una cintra métrica y para la temperatura de las hojas con un termómetro laser colocándolo en la hoja y anotando la temperatura del termómetro en cinco hojas en cada bloque. En la cosecha a los 89 dds en 1/3 de la línea de leche (Figura 8) se pesaron en una báscula portátil y el forraje verde obtenido posteriormente se picó 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 horas una vez secas las muestras se pesaron en una báscula digital para obtener la producción de materia seca.



Figura 8. Estado de madurez (Grano de maíz con 1/3 la línea de leche) de las plantas del cultivo de maíz de verano antes de la cosecha (89 dds) en la P.P. “El Peru” lotes T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Peso de la raíz y plántulas (PR y PP)

Los resultados obtenidos para PR y PP se muestran en el cuadro 3 en el cual se puede observar que los análisis de varianza aplicados no registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para las variables PR y PP, tanto para T1 (Tratado con Acadian y stimplex), como para el testigo (T2). Como se puede apreciar en este cuadro, la aplicación de los fertilizantes orgánicos no favorecieron incrementos en las dos variables evaluadas en el estudio, sin embargo se observaron tendencias que reflejan un mayor peso de las raíz y de las planta, lo anterior se muestra en la figura 9.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación del peso de la planta y de la raíz de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

Variable				Maíz tratado				Maíz no tratado			
				Media		Rangos		Media		Rangos	
				Media	Error	(Umbrales)	Media	Error	(Umbrales)		
Fecha	dds	Unid.	estándar	Mínimo	Máximo	estándar	Mínimo	Máximo			
Peso de la planta (PP)	20-sep-16	54	g	738.27 ± 0.706ns	1.2	7.3	556.9 ± 0.619ns	0	4.7		
Peso de la raíz (PR)	20-sep-16	54	g	391.73 ± 0.188ns	0.6	2.4	229.7 ± 0.206ns	0	1.3		

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; PP = Peso de la planta, PR= Peso de la raíz; EE = Error estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Literales diferentes son estadísticamente diferentes. ns=no significativa

En la figura 9, se muestra los promedios de las evaluaciones de PR y PP, en la cual se pueden observar los resultados obtenidos para esta variable. A pesar de que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, el peso de la raíz

del maíz tratado fue de  $391.73 \pm 0.188$  y el maíz del lote testigo fue de  $229.7 \pm 0.206$ , siendo superior el tratado en 162.03 gramos.

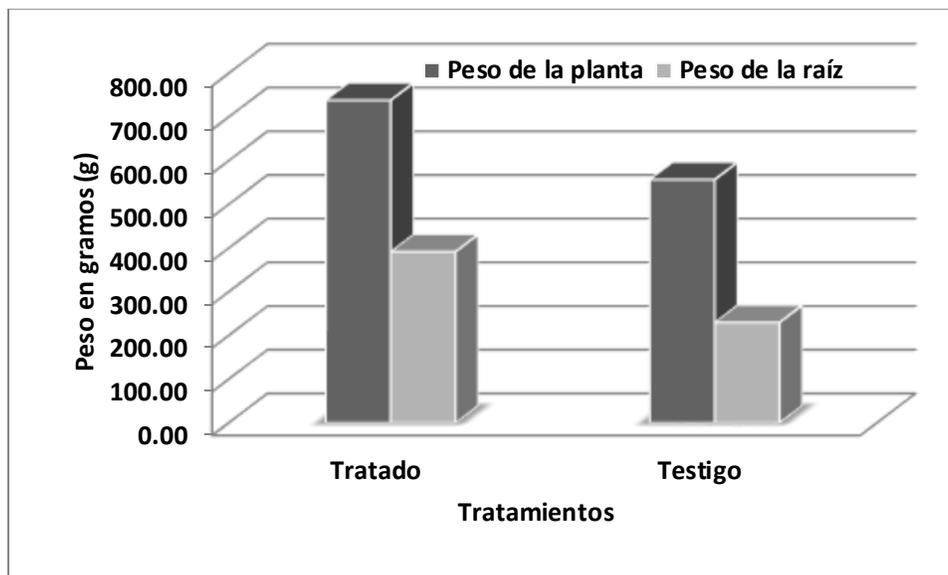


Figura 9. Peso de la raíz y de la planta de plantas de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.

Resultados obtenidos izados por Kitchen y Westfall (1990) observaron en ensayos de emergencia con plántulas de maíz, 21 días después de la siembra, se observó la disminución en el número de plántulas emergentes a medida que se incrementó la cantidad de nitrógeno químico, resultados contrastantes a los obtenidos en este estudio. Por otro lado los resultados obtenidos en estudios de uso de lodos de depuradoras realizado por Miralles et al., (2002), evidencian la escasa incidencia que ha tenido el tratamiento con lodos en la raíz del maíz, en esta fase de desarrollo del cultivo; sólo el efecto de la dosis en la variable longitud del tallo (LT) fue significativo. Sin embargo, resultados reportados por Ayeni, et al. (2012), utilizando fertilizante orgánico, fertilizante órgano-mineral y N-P-K,

encontraron que todos los tratamientos comparados con el testigo, incrementaron significativamente el peso de la raíz, resultados similares a los obtenidos en este estudio.

#### 4.2 Longitud de la raíz (LR)

En el cuadro 4, se presentan los resultados para la LR. Cabe mencionar que la primera evaluación fue programada hasta los 54 dds, en la cual se registró ya enraizamiento de plantas. En el mismo cuadro 2 se aprecia que existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) a los 54 dds, registrándose en el T1 un valor  $26.33 \pm 1.201$  cm, mientras que en el T2 fue de  $22.33 \pm 0.88$  cm, siendo los rangos mínimos y máximos de 24 y 28 y de 21 y 24 cm, respectivamente.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación de la longitud de la raíz de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

Variable	T1			T2								
							Rangos			Rangos		
							Media	Error	(Umbrales)	Media	Error	(Umbrales)
Fecha	dds	Unid.	estándar	Mínimo	Máximo	estándar	Mínimo	Máximo				
Largo de la raíz	20-sep-16	54	cm	26.3 ± 1.20a	24	28	22.33 ± 0.881b	21	24			

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; PP = Peso de la planta, PR= Peso de la raíz; EE = Error estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Literales diferentes son estadísticamente diferentes. ns=no significativa

En la figura 10 se muestra una imagen en donde se puede apreciar el desarrollo del sistema radicular entre las plantas del lote tratado con Acadian suelo y Stimplex y las plantas del lote testigo o control, observándose que el sistema radicular de las plantas del tratamiento (T1), muestran un mayor y mejor desarrollo

de las raíces tanto en longitud como en el número de las mismas, además del vigor de las mismas, esto después de haber sido aplicado el fertilizante orgánico líquido, tanto el Acadian suelo como el Stimplex (Foliar).



Figura 10. Desarrollo y largo de las raíces de las plantas tratadas con Acadia suelo y Stimplex (T1) y las plantas del lote testigo (T2), en maíz forrajero de verano en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.

Miralles et al., (2002), en un estudio de aplicación de lodos con depurados, reportaron que en general, los valores más altos de las variables número de plántulas emergentes, longitud del tallo y longitud de la raíz se obtienen con el lodo composteado y la dosis de  $40 \text{ t ha}^{-1}$ , obteniendo en maíz longitudes de la raíz de 18.20, 18.80 y 20.02 cm, con aplicaciones de 0, 40 y  $80 \text{ t ha}^{-1}$  de lodos tratados en promedio 19.cm de longitud de la raíz, ligeramente menores a los obtenidos en este estudio.

Sin embargo, Bilalis et al. (2005 y 2009) en su investigación reportaron que la mayor densidad de largo de la raíz fue en el tratamiento fertilizado con composta, reportando 7.30 y 7.70 cm<sup>-3</sup>, en contraste, los más bajos valores se encontraron en el tratamiento control, siendo estadísticamente diferentes al 5%.

Por otro lado, Quansah (2010), encontró en sus resultados que la biomasa de raíces por planta varió de 2,56 g para el control a 8.93 g para (Desperdicios y pollinaza+ fertilizante mineral 30-20-20 NPK kg ha<sup>-1</sup>) Hw:PM+N.P.K. (Low). Todos los componentes del suelo fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) mayores e incrementaron la biomasa de raíz más que el del control. La pollinaza como fuente orgánica sola reportó 4.75 y 5.66 g/planta.

#### **4.3 Densidad de las plantas (DP)**

En el cuadro 5, se muestran los resultados de DP los 36, 54, 68 y 82 dds. Para la primera fecha de evaluación no se registraron diferencias significativas en el análisis de varianza, debido al efecto de los tratamientos T1 y T2 con 20.07 y 20.13 plantas por cada 3 metros lineales, respectivamente. Mientras que en las evaluaciones a los 54, 68 y 82 dds, se registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para esta variable debido al efecto del tratamiento T1, superando en 19.44, 20.56 y 20.33 de densidad de plantas respecto al T2, que reportó 13.33, 18.33 y 15.78 plantas en 3 metros lineales. La aplicación de los abonos orgánicos, derivados de los extractos de algas marinas, resulta benéfica para los productores de maíz forrajero de verano ya que se ha establecido que la emergencia de trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz, evaluada 20 dds, disminuye de forma considerable al incrementarse la dosis de fertilización nitrogenada (Kitchen y Westfall, 1990).

Cuadro 5. Resultados de la evaluación de la densidad de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

		Tratamientos							
		T1				T2			
		Rangos				Rangos			
		DP		(umbrales)		DP		(umbrales)	
Fecha	dds	(Pl/3m)	EE	Min	Max	(Pl/3m)	EE	Min	Max
02-sep-16	36	20.07	± 0.807 ns	17	28	20.13	± 1.60 ns	10	32
20-sep-16	54	18.66	± 0.603 a	16	22	13.33	± 1.0b	7	18
04-oct-16	68	20.56	± 0.503a	18	23	18.33	± 0.91b	13	21
18-oct-16	82	20.33	± 0.897a	16	23	15.78	± 0.92b	12	20

T1 = Acadian suelo [inoculación a la semilla ( $100 \text{ mL} \cdot 20 \text{ kg}^{-1}$  semilla) y 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 cuatro y seis 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 la figura 11 se muestran, las fechas de muestreo y los resultados obtenidos para la variable DP por cada 3 metros lineales, mostrando solo en la primera evaluación medias iguales entre tratamientos ya que no existieron diferencias significativas al ( $P \leq 0.05$ ), mientras que en el resto de las fechas de muestreo si se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de varianza al ( $P \leq 0.05$ ).

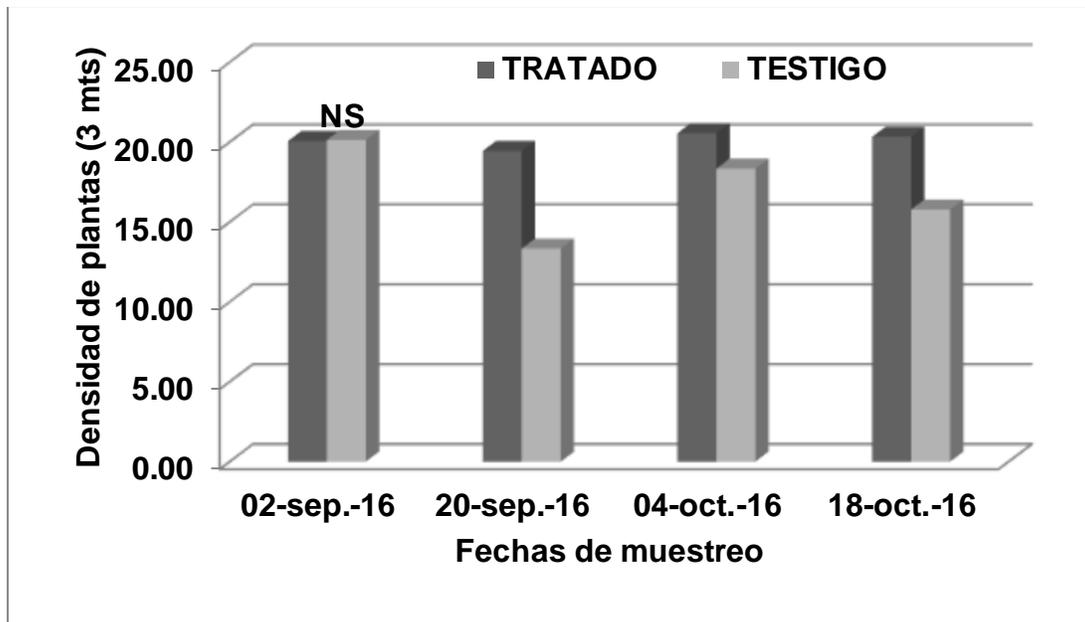


Figura 11. Densidad de las plantas de maíz forrajero de verano en cuatro fechas de muestreo tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano–otoño de 2016.

Cueto et al. (2005) reportaron que no se encontró diferencia significativa para densidades de población en el rendimiento de materia seca en ambos años de evaluación (1998 y 1999), lo que indica que el uso de densidades superiores a 9.0 plantas/m<sup>2</sup> en siembras de verano no incrementaron el rendimiento; en forma similar, Reta et al. (2010) consignaron que la mayor respuesta en rendimiento de materia seca en verano se obtuvo a 8.6 plantas/m<sup>2</sup> en la Comarca Lagunera.

Miralles et al., (2002), en un estudio de aplicación de lodos con depurados, reportaron que en general, los valores más altos de las variables número de plántulas emergentes, longitud del tallo y longitud de la raíz se obtienen con el lodo compostado y la dosis de 40 t ha<sup>-1</sup>, obteniendo en maíz en promedio 19.9 plantas emergentes, similar a los obtenidos en este estudio.

#### 4.4 Altura de las plantas (AP)

En el cuadro 6, 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. En el mismo cuadro 4 se aprecia que solo existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) a los 54dds, 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.

Cuadro 6. Resultados de la evaluación de alturas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

		Tratamientos							
		T1				T2			
		APP		Rangos (umbrales)		APP (m)		Rangos (umbrales)	
Fecha	dds	(m)	EE	Min	Max		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	$2.90 \pm 0.06$	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 la figura 12, 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. 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.

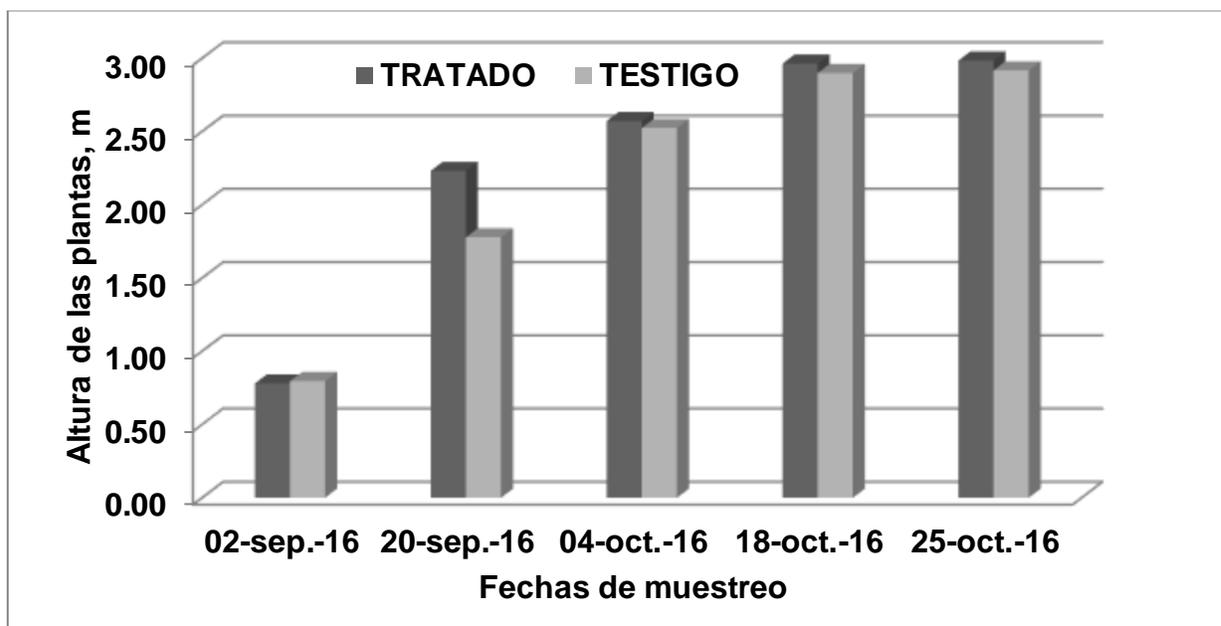


Figura 12. Altura de las plantas de maíz forrajero de verano en cinco fechas de muestreo tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano-otoño de 2016.

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) obtuvieron 2.46 y promedio de la prueba de 2.46 m de AP con 125 y 65 mil plantas/ha.

#### 4.5 Temperaturas de las hojas (TH)

En el cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos en la medición de la temperatura de las hojas a los 7 días después de la aplicación del fertilizante foliar Stimplex. Los análisis de varianza mostraron en las dos evaluaciones que existieron diferencias estadísticas significativas para TH al ( $P \leq 0.05$ ) a los 43 dds, registrándose en el T1 un valor  $32.38 \pm 0.712$  m, mientras que en el T2 fue de  $25.28 \pm 1.37$  °C, siendo los rangos mínimos y máximos de 28 y 37 °C, y 16.9 y 31.6 para T1 y T2 respectivamente.

Cuadro 7. Resultados de la evaluación de la temperatura de las hojas de las plantas del cultivo de maíz forrajero desarrollado, durante el ciclo verano - otoño de 2016, con abonos orgánicos y testigo comercial del productor.

		Tratamientos							
		T1				T2			
		Rangos				Rangos			
		Temp.		(umbrales)		Temp.(°C)		(umbrales)	
Fecha	dds	(°C)	EE	Min	Max	EE	Min	Max	
09-sep-16	43	32.38	$\pm 0.71$ a	28.7	37	25.28	$\pm 1.37$ a	16.9	31.6
18-oct-16	82	28.50	$\pm 0.84$ 1b	25	32	23.67	$\pm 0.65$ b	21	27.5

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; TH = Temperatura de las hojas; EE = Error estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Literales diferentes son estadísticamente diferentes. ns=no significativa

En la figura 13, se muestran las fechas de muestreo para la variable TH, iniciándose el 09 de septiembre de 2016 y posteriormente a los 82 dds y los resultados obtenidos encontrando en las dos evaluaciones diferencias significativas en el análisis de varianza para TH al ( $P \leq 0.05$ ) en la evaluación del 18 de octubre a los 82 dds, se documentaron temperaturas menores que en la primera evaluación ya que el T1 obtuvo una temperatura de  $28. \pm 0.84^{\circ}\text{C}$  mientras que en el T2 fue de  $23.67 \pm 0.65^{\circ}\text{C}$ , siendo los rangos mínimos y máximos de 25 y 32 para T1 y 21 y  $27.5^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

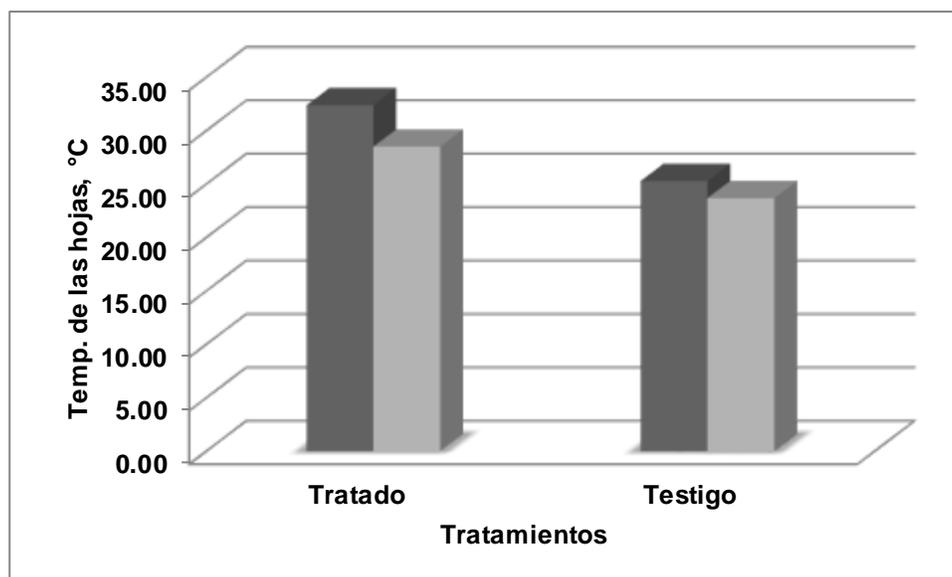


Figura 13. Temperatura de las hojas de las plantas de maíz forrajero de verano tratado con Acadian suelo+Stimplex, y el testigo comercial en el ciclo verano-otoño de 2016.

El crecimiento y desarrollo del maíz se ven fuertemente afectados por la temperatura, especialmente durante el período desde la siembra hasta la cosecha (Birch et al., 1998; OMAFRA, 2009). Se utilizan tres temperaturas críticas para caracterizar las respuestas de temperatura del maíz: las temperaturas base ( $T_{bas}$ ), óptima ( $T_{opt}$ ) y máxima ( $T_{max}$ ).  $T_{bas}$  y  $T_{max}$  son las temperaturas por

debajo y por encima de las cuales las plantas no crecen en absoluto, mientras que  $T_{opt}$  es la temperatura a la que crecen más rápidamente. De acuerdo con Birch et al. (1998) las temperaturas base, óptima y máxima, desde la emergencia hasta el inicio de la borla, para una variedad de cultivares de maíz son 8, 34 y 40 ° C, respectivamente. Sin embargo, la temperatura base para las gramíneas C4, ej. el maíz, descrito en MacAdam and Nelseon (2003) es 10 ° C. Las bajas temperaturas durante la fase reproductiva retrasan el transporte de carbohidratos disponibles a los oídos durante el llenado del grano (Jones et al., 1981) y obstaculizan el crecimiento de la planta (Struik et al., 1985). Por lo tanto, la temperatura afecta directa o indirectamente la tasa de producción de MS (Carr and Hough, 1978). Por lo tanto, las áreas adecuadas para el cultivo de maíz en el norte de Europa están fuertemente relacionadas con la variación de las temperaturas (Odgaard et al., 2011)

## 5 CONCLUSIÓN

Después de llevar a cabo el análisis de la información obtenida de los resultados de este trabajo de observación y una vez comparado los análisis y estudios correspondientes se puede concluir lo siguiente:

- a) Si es factible que con la aplicación de Acadian Suelo y Stimplex obtener mayor longitud de la raíz en maíz de verano-otoño.
- b) En cuanto a la altura de la planta (AP) no se mostraron diferencias entre tratamientos al final del experimento al momento de la cosecha. Las plantas de los dos lotes se comportaron y desarrollaron de la misma manera, no existiendo diferencias a una probabilidad del ( $P>0.05$ ).
- c) En lo que DP se refiere, en estado de plántula, no existieron diferencias significativas, sin embargo, al llegar a una etapa de mayor crecimiento, se observó que las plantas tratadas con Acadian+Stimplex tuvieron más mayor densidad a una probabilidad de ( $P>0.05$ ).
- d) En la temperatura de las hojas, si se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el testigo del productor, teniendo un mayor temperatura las plantas de maíz del lote tratado con el fertilizante orgánico.
- e) Se hace necesario continuar evaluando los productos Acadian Suelo y Stimplex, con otras variables y a través de más ciclos y estaciones de cultivos de maíz forrajero también realizar el análisis económico, para poder establecer un panorama concluyente sobre la aplicación de estos fertilizantes orgánicos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASL** (Acadian Seaplants Limited). 2015. Productos para plantas de origen de algas marinas. Resistencia al estrés y crecimiento de la raíz y desarrollo de la planta. En línea. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants/direct-plant-applications>
- Ahmad**, A. Wahid, F. Khalid, N. Fiaz, M.S.I. Zamir. 2011. Impact of organic and inorganic sources of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth yield and quality of forage oat (*Avena Sativa* L.) Cercetari Agronomice in Moldova. Vol. XLIV, No. 3 (147)/ 2011.
- Aminifard**, M. H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M. and Khayyat, M. 2012. Effect of nitrogen Fertilizers on Vegetative and Reproductive Growth of Pepper Plants under Field Conditions. *J. Plant Nutr.*, **35**: 235– 242.
- Ayeni L. S.**, E. O. Adeleye and J. O. Adejumo. 2012. Comparative effect of organic, organomineral and mineral fertilizers on soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize (*Zea Mays*). International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science (ISSN: 2251-0044) Vol. 2(11) pp. 493-497, November, 2012. Available online <http://www.interestjournals.org/IRJAS>. Copyright ©2012 International Research Journals
- Battacharyya** Dhriti, Mahbobeh Zamani Babgohari, Pramod Rathor, and Balakrishnan Prithiviraj. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture *Scientia Horticulturae* 196 (2015) 39–48.
- Beever**, D.E. and Mould, F.L. 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In Givens, D.I., et al. (Eds) Forage evaluation in ruminant nutrition. pp. 15–42. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Bilalis** Dimitrios, Anestis Karkanis and Aspasia Efthimiadou. 2009. Effects of two legume crops, for organic green manure, on weed flora, under mediterranean conditions: Competitive ability of five winter season weed species. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (12), pp. 1431-1441, December, 2009
- Bilalis J.** Dimitrios., N. Sidiras, I. Kakampouk, A. Efthimiadou , Y. Papatheohari and P. Thomopoulos. 2005. Effects of organic fertilization on maize/legume

- intercrop in a clay loam soil and Mediterranean climate—Can the Land Equivalent Ratio (LER) index be used for root development? *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.3 (3 y 4): 117 - 123.
- Birch, C. J.**, Hammer, G. L. and Rickert, K. G. 1998. Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize (*Zea mays* L.) from emergence to tassel initiation. *Field Crops Research* 55, 93–107
- Blunden, G.**, P. F., Morse, I. Mathe, J. Hohmann, A. T. Critchley, and S. L. Morrell 2010. Betaine yields from marine algal species utilized in the preparation of seaweed extracts used in agriculture. *Natural Product Communications* 5:581–585.
- 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.
- Carr, M. K. V.** and Hough, M. N. 1978. Forage Maize Breeding and Seed Production. In E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson, R.E. Gunn (eds). *Forage Maize*. Agricultural Research Council. pp. 15–53
- Cervantes R. Ma. C.** y Angélica M. Franco G. 2005. Diagnóstico ambiental de la Comarca Lagunera. Proyecto Interdisciplinario e Interinstitucional “Comarca Lagunera” Instituto de Geografía de la UNAM. En línea: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal11/Procesosambientales/Impactoambiental/22.pdf>
- Chaudhary D.**, Shanker Lat J., R. Kumar and Balwinder Kumar. 2018. Fodder quality of maize: Its Preservation. *Maize: Nutrition dynamics and novel uses*. En línea: [https://www.researchgate.net/publication/259812158\\_Fodder\\_Quality\\_of\\_Maize\\_Its\\_Preservation](https://www.researchgate.net/publication/259812158_Fodder_Quality_of_Maize_Its_Preservation)
- CIMMYT, 2009.** *Maize in the Developing World*. CIMMYT (International Maize and Wheat Investigation Center) [http://www.cimmyt.org/Research/Maize/map/developing\\_world/maize\\_developing\\_world](http://www.cimmyt.org/Research/Maize/map/developing_world/maize_developing_world).

- Colaizzi, P. D., A. D. Schneider, S. R. Evett, and T. A. Howell.** 2004. Comparison of SDI, LEPA, and spray irrigation performance for grain sorghum. *Trans. ASAE* 47(5): 1477- 1492.
- Çolpan, E., Zengin, M. and Özbahçe, A.** 2013. The Effects of Potassium on the Yield and Fruit Quality Components of Stick Tomato. *Hort. Environ. Biotechnol.*, **54(1)**: 20-28.
- Cooke, G. W.** 1982. Crop nutrition and fertilizers, fertilizing for maximum yield, third Edition, 87.
- Corona Páez Sergio Antonio.** 2005. La Comarca Lagunera, constructo cultural. La Comarca Lagunera, Economía y fe en la configuración de una mentalidad multicientenaria. UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA TORREÓN. Biblioteca San Ignacio De Loyola. Universidad Iberoamericana Torreón (FOUHLAC) UIA Torreón Calzada Iberoamericana 2255 27020 Torreón, Coahuila, México
- Craigie, J.** 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23:371–393.
- Craigie, J. S.** 2010. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23:371–393.
- Crowley J. G.** 1998. Improving yield and quality of forage maize. Crops Research Centre. Oak Park, Carlow.
- Cueto, W. J. A., D. G. Reta S., G. González C., I. Orona C. y J. Estrada A.** 2005. Características químicas de aguas de pozos profundos del acuífero de Villa Juarez, Durango. *Agrofaz* 5: 869-874.
- Dale, P. J. Clarke, B. and E. M. Fontes, G.** 2002. Potential for the environmental impact of transgenic crops. *Nature Biotech.*, 20 (6):567-574
- De Liñán, C.** 1999. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnica S.L., 15
- Bilalis D., Anestis Karkanis and Aspasia Efthimiadou.** 2009. Effects of two legume crops, for organic green manure, on weed flora, under mediterranean conditions: Competitive ability of five winter season weed species. *African*

Journal of Agricultural Research Vol. 4 (12), pp. 1431-1441, December, 2009

- Dragičević Vesna D.**, Bojana V. Šaponjić , Dušanka R. Terzić , Milena S. Simić , Nenad Ž. Đorđević and Zoran J. Dumanovic. 2016. Environmental conditions and crop density as the limiting factors of forage maize production. Journal of Agricultural Sciences Vol. 61, No. 1, 2016 Pages 11-18
- Edwards**, M. G. Poppy, G. M., 2009. Environmental benefits of genetically modified crops. In: Environmental impact of genetically modified crops, Eds N. Ferry and A.M.R. Gatehouse, CABI, 432 p
- Efthimiadou** Aspasia, Dimitrios Bilalis, Anestis Karkanis and Bob Froud-Williams. 2010. Combined organic/inorganic fertilization enhance soil quality and increased yield, photosynthesis and sustainability of sweet maize crop. Australian Journal of crop Science. AJCS 4(9):722-729
- Entry**, J. A., Wood, B. H., Edwards, J. H. and Wood, C. W. 1997. Influence of organic byproducts and nitrogen source on chemical and microbiological status of an agricultural soil. Biofertil-soils. Berlin, Germany : Springer-Verlag. 24(2): 196-204.
- Elamin** A. E. and M. A. Elagib. 2001. Comparative study of organic and inorganic fertilizers on forage corn (*Zea Mays L.*) grown on two soil types. Qatar Univ. Sci. J. (2001), 21: 47-51
- European Commission**, 2000. European Commission - DG XI. [http://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/mais\\_chapeau.pdf](http://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/mais_chapeau.pdf)
- FAO**. 2012. Current World Fertilizer Trends and Outlook to 2016 Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, PP.16 and 24.
- Heuzé V.**, Tran G., Edouard N., and Lebas F. 2017. *Maize green forage*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/358>. Last updated on June 21, 2017, 10:16
- Hons**, F. M. and Saladino, V. A. 1995. Yield contribution of nitrogen fertilizer, herbicide and insecticide in a com-soybean rotation. Commun. Soil Sci. and Plant Analysis. 26(17 /18):3083- 3097.

- Hollandale, M. N.** 1998. Basics of crop production: understanding the corn plant: level I. AgriGrowth, Inc., v. 1 (various pagings):ill. SB19I.M2B38.
- Huang, S.,** Weijian, Z.W., Yu, X., and Huang, Q. 2010. Effects of long-term fertilization on corn productivity and its sustainability in an Ultisol of southern China. *Agri. Ecosyst. Environ.* 138, 44–50.
- Idikut, L.,** Arikan, B.A., Kaplan, M., Guven, I., Atalay, A.I., Kamalak, A. 2009. Potential nutritive value of sweet corn as a silage crop with or without corn ear. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8:734-741
- Jones, R. J.,** Gengenbach, B. G. and Cardwell, V. B. 1981. Temperature effects on in vitro kernel development of maize. *Crop Science* 21, 761–766.
- Karashin Muhammet.** 2015. The effects of poultry manure and inorganic fertilizer applications on nitrogen and irrigation water use efficiency in forage corn cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University.* (2015) 32 (1), 104-111
- Khalig Parvez,** Muhammad Azim Malik, M. Aslam Gill and Nasir M. Cheema. 2012. Effect of tillage and fertilizer treatments on maize fodder yield under rainfed conditions of Pakistan. *Pakistan J. Agric. Res.* Vol. 25 No. 1, 2012
- Khan Wajahatullah,** Ruijie Zhai, Alfred Souleimanov, Alan T. Critchley, Donald L. Smith, and Balakrishnan Prithiviraj. 2012. Commercial Extract of *Ascophyllum nodosum* Improves Root Colonization of Alfalfa by Its Bacterial Symbiont *Sinorhizobium meliloti*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:2425–2436, 2012
- Khan, W.,** U. P. Rayirath, S. Subramanian, M. N. Jithesh, P. Rayorath, D. M. Hodges, A. T. Critchley, J. S. Craigie, J. Norrie, and B. Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development (review). *Journal of Plant Growth Regulation* 28:386–399.
- Kitchen N. R.** y Westfall D.G. 1990. Wheat and corn emergence inhibition from surface-banded solution nitrogen fertilizer. *J. Prod. Agric.* 3, 328-332.

- Klopfenstein T. J.** G. E. Erickson and L. L. Berger. 2013. Maize is a critically important source of food, feed, energy and forage in the USA. Field Crops Research. Volume 153, September 2013, Pages 5-11
- Li, J.,** Evanylo, and G. K. Erratum. 2013. The effects of long-term application of organic amendments on soil organic carbon accumulation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 77, 1875.
- 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.
- López Martínez José Dimas,** Patricia Eugenia Martínez Parada, Cirilo Vázquez Vásquez, Enrique Salazar Sosa y Rafael Zúñiga Tarango. 2010. Producción de maíz forrajero con labranza, fertilización orgánica e inorgánica. *Revista Científica UDO Agrícola* 10 (1): 55-59. 2010
- MacAdam, J. W.** and Nelsen, C. J. 2003. Physiology of forage plants. In Barnes, R.F., et al. (Eds.) *Forages: An introduction to grassland agriculture*. vol. 1, 6th ed. pp. 73–98. Iowa State Press: Blackwell Publishing.
- MacDonald Joanne E.,** Jen Hacking, Yuhui Weng, and Jeff Norrie. 2013. Effects of *Ascophyllum nodosum* extract application in the nursery on root growth of containerized white spruce seedlings. *Can. J. Plant Sci.* (2013) 93: 735\_739 doi:10.4141/CJPS2012-268
- Mahmood Faisal,** Imran Khan, Umair Ashraf, Tanvir Shahzad, Sabir Hussain, Muhammad Shahid6, Muhammad Abid, Sami Ullah. 2017. Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2017, 17 (1), 22-32
- 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
- Mubeen**, K., Iqbal, A., Hussain, M., Zahoor, F., Siddiqui, M.H., Mohsin, A.U., Bakht, H.F.S.G., Hanif, M. 2013. Impact of Nitrogen and Phosphorus on the Growth, Yield and Quality of Maize (*Zea mays* L.) Fodder in Pakistan. Philipp. J. Crop Sci. 38(2), 43-46.
- Mucheru-Muna** Monicah Daniel Mugendi, James Kung'u, Jayne Mugwe and Andre Bationo. 2007. Effects of organic and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District. Kenya. Agroforest Syst 69:189–197
- Mugwe** J. D. Mugendi M. Mucheru-Muna D. Odee and F. Mairura. 2009. Effect of selected organic materials and inorganic fertilizer on the soil fertility of a Humic Nitisol in the central highlands of Kenya. Soil Use and management. British Society of Soil Science. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2009.00244.x>
- Najm**, A. A., Haj Seyed Hadi, M. R., Fazeli, F., Taghi Darzi, M. and Shamorady, R. 2010. Effect of Utilization of Organic and Inorganic Nitrogen Source on the Potato Shoots Dry Matter, Leaf Area Index and Plant Height, during Middle Stage of Growth. *World Acad. Sci. Engin. Technol.*, **47**: 900 -903.
- Nazli Recep** İrfan, Alpaslan Kuşvuran, İlker İnal, Ahmet Demirbaş, Veyis Tansi. 2014. Effects of different organic materials on forage yield and quality of silage maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 38: 23-31
- Nguyen** T. N., L. H. Tang, Y. K. Peng, J. Y. Ni, and Y. N. Chang. 2015. Effects of Composite Inorganic, Organic Fertilizer and Foliar Spray of Multi-nutrients

- on Growth, Yield and Quality of Cherry Tomato. *J. Agr. Sci. Tech.* (2015) Vol. 17: 1781-1788.
- Negassa, W.**, Negisho, K., Frison, D.K., Ransom, J., and Yadessa, A. 2001. Determination of optimum FYM and NP fertilizers for maize on farmers' field. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 56, 476-484.
- Norris, K. H.**, Barnes, R. F., Moore, J. E. and Shenk, J. S. 1976. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science*, 43, 889–897.
- Odgaard, M. V.**, Bøcher, P. K., Dalgaard, T. and Svenning, J. C. 2011. Climatic and non-climatic drivers of spatiotemporal maize-area dynamics across the northern limit for maize production A case study from Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142(3), 291–302.
- Olivares, S. E.** 1995. Paquete Estadístico de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N. L. México.
- OMAFRA**, (Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2009. Corn: Development. Accessed online 8th July 201
- Quansah, Gabriel W.** 2010. Effect Of Organic And Inorganic Fertilizers And Their Combinations On The Growth And Yield Of Maize In The Semi-Deciduous Forest Zone Of Ghana. Thesis B. Sc. University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. February. P 67-70
- Rayorath, P.**, M. N. Jitesh, A. Farid, W. Khan, and R. Palanisamy. 2007. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Journal of Applied Phycology* 20:423–429.
- 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
- SAGARPA. 2002.** Estadísticas de la Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Delegaciones de Coahuila y Durango.

- SIAP-SAGARPA. 2018.** Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Delegaciones de Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.
- Sangakkara U. R., M. Liedgens and A. Soldati and P. Stamp. 2004.** Root and Shoot Growth of Maize (*Zea mays*) as Affected by Incorporation of *Crotalaria juncea* and *Tithonia diversifolia* as Green Manures. Journal of Agronomy and Crop Science. Vol. 190 Issue 5. October p339-346
- Sarwar G., N. Hussain, H. Schmeisky, S. Muhammad, M. Ibrahim and E. Safdar. 2008.** Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system. Pakistan J. Botany. 40: 275-282.
- Sarwar, G., 2005.** Use of compost for crop production in Pakistan. Okologieabd Umweltsicherung, 26/2005. Universitat Kassel, Fachgebiet Landschaftsökologie and Naturschutz, Witzenhausen, Germany.
- Schwab, E.C., Shaver, R.D., Lauer, J.G., Coors, J.G. 2003.** Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. Animal Feed Science Technology 109:1-18. Sileshi, G., Akinnifesi, F.K., Debusho, L.K., Beedy, T., Ajayi, O.C.,
- Shisanya, C., Mucheru, M., Mugendi, D.N., Kungu, J.B. 2009.** Effect of organic and inorganic nutrient sources on soil mineral nitrogen and maize yields in central highlands of Kenya. Soil Till. Res. 103, 239–246.
- Simón M, Peralta N, y Costa J, L. 2013.** Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes. *Ciencia del suelo*, 31: 45 – 55.
- Struik. P. C., Deinum, B. and Hoefloot, J. M. P. 1985.** Effects of temperature during different stages of development on growth and digestibility of forage maize (*Zea mays* L.). Netherlands Journal of Agricultural Sciences 33, 405–420
- Subhan A.. Q. U. Khan., M. Mansoor., and M. J. Khan. 2017.** Effect of organic and inorganic fertilizer on the water use efficiency and yield attributes of wheat under heavy textured soil. Sarhad Journal of Agriculture, 33(4): 582-590

- Tine, M. A.,** Mcleod, K. R., Erdman, R. A. Baldwin, R. L. 2001. Effects of brown midrib corn silage on the energy balance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 84:885-895.
- Ugarte, R. A.,** J. S. Craigie, and A. T. Critchley. 2010. Furoid flora of the rocky intertidal of the Canadian Maritimes: Implications for the future with rapid climate change. In *Seaweeds and their roles in globally changing environments*, ed. A. Israel, R. Einav, and J. Seckbach, 73–90. New York: Springer.
- Usman M.,** V.U. Madu, G. Alkali. 2015. The Combined Use of Organic and Inorganic Fertilizers for Improving Maize Crop Productivity in Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 5, Issue 10, October 2015 1 ISSN 2250-3153
- Volkers, K. C.,** Wachendorf, M., Loges, R., Jovanovic, N. J. and Taube, F. 2003. Prediction of the quality of forage maize by near–infrared spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology* 109, 183–194.
- Wang, L. R. and** Yang, C. P. 2012. The New Type of Fertilizer Is Going to Have a Prosperous Development. *Market Modern.*, **694**: 163.
- Zafar, M.,** Abbasi, M. K., Khaliq, A. and Rehman, Z. 2011. Effect of Combining Organic Materials with Inorganic Phosphorus Sources on Growth, Yield, Energy Content and Phosphorus Uptake in Maize at Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Archiv. Appl. Sci. Res.*, **3(2)**: 199-212.
- Zhang, X., Wang, K.,** Ervin, E.H., 2010. Optimizing dosages of sea weed extract-based cytokinins and zeatin riboside for improving creeping bent grass heat tolerance. *Crop Sci.* 50, 316–320.
- Zerihun Abebe,** and Deressa Haile. 2017. The Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on the Yield of Two Contrasting Soybean Varieties and Residual Nutrient Effects on a Subsequent Finger Millet Crop. *Agronomy* 2017, 7, 42; doi:10.3390/agronomy7020042
- Zia M. S.,** M. B. Baig and M. B. Tahir. 1998. Soil environment issues and their impact on agricultural productivity of high potential areas of Pakistan. *Science Vision.* 4: 56-61.

