

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**“Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN),
sobre el contenido de lignina y almidón en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de
verano”**

POR

EDUARDO MAJALCA HERNÁNDEZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN),
sobre el contenido de lignina y almidón en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de
verano”

POR

EDUARDO MAJALCA HERNÁNDEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:



DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

VOCAL:



IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES

VOCAL:



MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR

VOCAL SUPLENTE:



MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

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

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Impacto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN),
sobre el contenido de lignina y almidón en maíz forrajero (*Zea mays* L.) de
verano”

POR

EDUARDO MAJALCA HERNÁNDEZ

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

ASESOR:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS



MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

División Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Salvador Majalca López y Laura V. Hernández Chávez, por su apoyo incondicional que me han brindado en el transcurso de mi vida y por impulsarme a seguir adelante.

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

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

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

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

DEDICATORIAS

A mis padres Salvador y Laura que desde pequeño me enseñaron a trabajar y salir adelante ante todas las adversidades, durante 5 años se esforzaron con todo lo que estuvo a su alcance para apoyarme tanto económicamente como moral y así lograr terminar mi carrera.

A mi hermana Diana que estuvo en todo momento apoyándome e impulsándome a seguir adelante al igual que toda mi familia, los amo.

A mis amigos Ricardo Estrada y Manuel Salcido que estuvieron durante los 5 años apoyándome en todos los aspectos.

RESUMEN

El objetivo consistió en evaluar el impacto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN) a diferencia de la inorgánica en maíz forrajero de verano sobre la cantidad de lignina y almidón en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera. Se llevo a cabo en un lote de terreno (18.18 ha) localizado en el predio de la pequeña propiedad El Perú, aproximadamente a 5.5 km de la carretera “Ejido Ana-La Partida” de julio a noviembre de 2016. Se empleo un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= EAN y T₂= Fertilización del productor) con 9 repeticiones. La siembra se realizó en seco más riego el 28 de julio, se aplicaron 4 riegos de auxilio en total, distribuidos cada 28-30 días para obtener una lámina total de 80 cm. La cosecha fue a los 89 días después de la siembra.

Los resultados muestran que el uso de los productos orgánicos de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* como fertilizante en maíz forrajero de verano no incrementó significativamente a ninguna de las variables evaluadas, por lo que se considera que la aplicación del producto Acadian Suelo y Stimplex no tuvo efecto sobre % de MS, lignina, % FDN, % de almidón, el almidón digestibles, las cenizas y la lignina en % de la materia seca. Para el % de lignina en la FDN el lote tratado se reportó una media de 8.09 ± 0.17 , mientras que el testigo reportó 7.73 ± 0.30 . Respecto al % de lignina en la materia seca, el lote tratado se reportó una media de 4.03 ± 0.3 , mientras que el testigo reportó 4.1 ± 0.15 . Para el almidón digestible se encontraron tendencias muy marcadas en el lote tratado con el producto ya que la digestibilidad reportada fue de 71.1 ± 8.0 %, mientras que en el testigo solo de 49.7 ± 4.25 % una digestibilidad del almidón muy inferior en un 30 %, Los resultados del ANOVA para % de Ce no existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), ya que el lote aplicado con el fertilizante orgánico reportó 6.2 ± 0.7 mientras que el testigo fue de 7.4 ± 0.41 . Lo anterior, en parte debido a la etapa fenológica del cultivo al momento de la cosecha, a los 89 días después de la siembra.

Palabras clave; Maíz forrajero, verano, energía neta y leche/ha

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia del Maíz forrajero	4
2.2 Porcentaje de materia seca	7
2.3 Porcentaje de cenizas	8
2.4 Lignina	10
2.5 Porcentaje de almidón	12
2.6 Digestibilidad del almidón	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Ubicación	20
3.2 Materiales	20
3.3 Duración del estudio	21
3.4 Metodología	21
3.4.1 Siembra, riegos y fertilización	21
3.5 Tratamientos	24
3.5.1 Variables a evaluar	24
3.6 Diseño experimental	24
3.7 Obtención del rendimiento en MV y MS	25
3.7.1 Obtención de lignina y almidón	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Contenido de Materia seca (%)	27
4.2 Contenido de Lignina (% FDN)	29
4.3 Contenido de Lignina (% MS)	30
4.4 Contenido de Almidón (%)	31
4.5 Contenido de Almidón digestible (%)	32
4.6 Contenido de Cenizas (%)	34
5. CONCLUSIÓN	37
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Valores medios obtenidos para el porcentaje de materia seca de cuatro híbridos de maíz forrajero en la comunidad de Futrono en 2007	7
Cuadro 2	Valores medios obtenidos para el contenido de minerales de cuatro híbridos de maíz forrajero en la comunidad de Futrono, 2007	8
Cuadro 3	Contenido de cenizas en porcentaje de variedades de maíz en diferentes días a la cosecha a 91, 105 y 119 días según Amodu et al., (2014).	10
Cuadro 4	Efecto de cinco niveles de cantidad de fibra sobre la proteína cruda (PC, %), extracto etéreo (EE) y cenizas (Ce), según datos de Martin et al., (2008).	10
Cuadro 5	Composición de maíz forrajero en porcentaje de materia seca (MS) en los diferentes estados fenológicos de la planta, indicados en un estudio piloto en Alnarp (55° N y 13° E)	14
Cuadro 6	Interacción entre el tamaño de las partículas y el proceso del ensilaje sobre la digestibilidad y producción lechera	18
Cuadro 7	Digestibilidad del almidón y producción de leche en ganado lechero, alimentado con ensilaje de maíz convencional y de nervadura café, procesado y sin procesar	19
Cuadro 8	Porcentaje de Materia Seca del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	27
Cuadro 9	Porcentaje de Lignina (% de la FDN) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	29

Cuadro 10	Porcentaje de Lignina (% de MS) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	30
Cuadro 11	Porcentaje de Almidón (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	31
Cuadro 12	Porcentaje de Almidón Digestible (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	33
Cuadro 13	Porcentaje de Cenizas (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Relación entre el digestibilidad del almidón DSA como se predijo desde el DSA y recuperación de almidón digestible total en el tracto en vacas en pastoreo. La relación se basa en la recuperación de almidón estimada a partir del tamaño de partícula, contenido de humedad y el maíz de endospermo, publicados en base a los datos de ocho ensayos que evalúan investigación de la digestibilidad del almidón en vacas lecheras en lactación	16
Figura 2	Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	20
Figura 3	Empaque de la semilla utilizada en el presente proyecto de investigación, utilizando semilla híbrida de maíz Pioneer 30A60.	22
Figura 4	Aplicación del producto Acadian suelo (AS) al momento de los riegos dos y tres con dosificador a razón de 0.5 lt/ha en el maíz forrajero de verano en la localidad de “El Perú” en el ciclo verano –otoño de 2016.	23
Figura 5	Aplicación del producto foliar Stimplex con la maquinaria agrícola Haggie en el maíz forrajero de verano en la localidad de “El Perú” en el ciclo verano –otoño de 2016.	23
Figura 6	Cosecha e identificación de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera en el ciclo verano-otoño de 2016.	25
Figura 7	Estado de madurez (1/3 la línea de leche) a la cosecha de las plantas de maíz forrajero de verano, a los 89 días después de la siembra en el ciclo verano-otoño de 2016 en la localidad “El Perú”	26
Figura 8	Resultados obtenidos del porcentaje de materia seca del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	28

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las estadísticas oficiales de la SAGARPA en la Región Lagunera de Coahuila y Durango, resaltó la tenacidad y el trabajo de los agricultores y ganaderos de La Laguna, que en conjunto, son los primeros productores de leche de país, con más de 2 mil 330 millones de litros anuales, de los cuales el 42 por ciento corresponden a La Laguna de Durango y el resto a la Laguna de Coahuila, y en el cual se cultivan 110 mil hectáreas de forrajes y se producen poco más de 6 millones de toneladas de la más alta calidad y excelentes rendimientos, por lo que ocupa la Laguna el primer lugar nacional en producción de forrajes en superficies irrigadas (SAGARPA, 2015).

Lo anterior, permite en parte, que la Cuenca Lechera de la Comarca Lagunera se siga consolidando como la primera a nivel nacional con una producción diaria de casi 9 millones de litros de leche. Sin embargo, en el año 2016 y 2017 la producción de leche de bovino tuvo un decremento en la producción de leche del orden del 1.05 por ciento anual y 0.63% en los años 2016 y 2017 respectivamente, y una baja en el valor de la producción de 15,409 a 15,045 millones de pesos en los mismos años (SIAP-SAGARPA, 2018).

Durante 2017, los cultivos forrajeros reportaron una mayor participación en el total del valor de la producción siendo los más sobresalientes la avena en el ciclo otoño-invierno, el maíz forrajero en el ciclo primavera-verano y la alfalfa verde en perennes, de los cuales el maíz forrajero reportó una superficie total de 54,978 ha, con una producción de 2,446 millones de toneladas y un valor de la producción de 1,663 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2018).

Para lograr lo anterior, se hace necesario incrementar tanto el rendimiento como la calidad del forraje producido, basado en la búsqueda de estrategias y alternativas del manejo de los cultivos forrajeras entre los que se incluyen; la selección de las variedades, densidades de siembra, sistemas de riego y alternativas viables de fertilización orgánica o bien de la incorporación de nutrientes a los cultivos con productos disponibles en el mercado y que requieren ser evaluados, tal como es el caso de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, que además de aportar fuentes de nutrientes, son productos amigables con el ambiente ya que no contaminan el suelo y agua como el caso de los fertilizantes químicos comerciales.

Al *Ascophyllum nodosum*, se le considera una alga marina, es una Feofita considerada como un bioestimulante, de extractos líquidos de macroalgas que dentro de sus compuestos activos contiene: Acido algínico, oligosacaridos, ácidos orgánicos, macro y micro nutrientes, aminoácidos y betaínas, que en general aportan energía y nutrientes que incrementan la fotosíntesis en las plantas, por lo que se hace necesario evaluar la aplicación de dicho producto sobre la calidad nutritiva del forraje en maíz forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre la cantidad de lignina y almidón en maíz forrajero de verano a diferencia de la química (comercial) en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre la cantidad de lignina de la MS y lignina en % de la FDN en maíz forrajero de verano.
2. Evaluar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre el contenido de almidón (%) y sobre el almidón digestible (%) en maíz forrajero de verano.
3. Documentar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre la cantidad de cenizas (%) del forraje en maíz forrajero de verano.

Hipótesis

La cantidad de lignina, almidón y cenizas en maíz forrajero de verano, varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumenta con la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del Maíz forrajero

El maíz (*Zea mays* L.) es el alimento básico en muchos países del mundo. También es el cereal más importante como proveedor de forraje en México y muchos países, porque proporciona la materia prima para la producción ganadera lechera a través del ensilaje y otros productos agroindustriales a través del mundo (Amanat et al., 2016).

Se ha documentado su utilización en una gran variedad de productos industriales como el aceite de maíz, granos de almidón, alimentación animal, dextrinas, ácido láctico, ácido ascórbico y como etanol como combustible y también como material para la industria del curtido de cuero, razón por la cual, se han ido implementando estrategias para incrementar tanto los rendimientos como la calidad nutritiva a través de la adopción de fertilizantes orgánicos, que normalmente no tienen impactos negativos hacia el ambiente (Iqbal y Ahmad, 2015).

Al maíz se le ha llamado como el cultivo milagroso o reina de los cereales, debido a su alto potencial de producción de grano comparado con otros cereales y se le considera una gramínea tropical domesticada de origen Mexicano y que pertenece a la familia de las Poaceas. Es un cultivo con altos rendimientos y de elevada calidad nutritiva ya que produce con relativamente poca mano de obra y requerimientos de maquinaria, en comparación con otros cultivos forrajeros (Iqbal et al., 2015).

Maíz (*Zea mays*. L) se ubica después del trigo (*Triticum durum*) y arroz (*Oryza sativa*) como el tercer cultivo más importante en el mundo (Bilal et al.,

2005). El maíz es ampliamente cultivado en todos los continentes del mundo. En Nigeria, el maíz se cultiva en la mayoría de zonas ecológicas del país, haciendo que esté disponible para ser utilizado como alimento para ganado. El grano se usa para cerdos, ganado y aves, mientras que la alimentación de las plantas, frescas o secas son importantes como alimentos forrajeros (NRC, 2001).

El maíz forrajero puede ser utilizado por los animales de muchas maneras. Puede proporcionar rendimientos de alta calidad de forraje muy atractivo y palatable (Karsten et al., 2003). Amodu y Abubakar (2004). declararon que el maíz es el más ampliamente utilizado para ensilaje de cultivos de cereales en Nigeria, Guinea, seguido por el maíz (*Sorghum bicolor*). Además de maíz ensilado con un alto rendimiento de forraje, energía digestible por hectárea es mucho mayor que cualquier otro cultivo cuando la tierra y el clima son favorables (Staples, 2010).

En el año 2010, la producción de maíz en los Estados Unidos era de aproximadamente 316 millones de toneladas métricas. Esa cantidad se espera que aumente en el futuro debido al aumento de los rendimientos por hectárea y más hectáreas sembradas. Desde 1950 hasta 2006 el suministro de maíz en grano era mucho mayor que la demanda. Los programas del Gobierno complementaron los agricultores, permitiéndoles producir abundantes cantidades de grano de maíz a precios bajos. Los bajos precios del grano de maíz alentó la alimentación con grandes cantidades de ganado y aves de corral. Años antes, en el 2000, el 60% de grano de maíz producido era dedicado para alimentar el ganado lechero y de engorda y las aves de corral. El desarrollo de la industria del combustible de etanol ha cambiado tanto en el precio del grano de maíz y el uso por el ganado y las aves de corral. En 2010 sólo el 42,9% de grano de maíz de

EE.UU. fue utilizado para alimentar el ganado y las aves de corral, mientras que el 41,8% se utilizó para la producción de etanol como combustible, y de 11,2% para los alimentos (Klopfenstein et al., 2013).

Para Klopfenstein et al., (2013), existen dos subproductos de la producción del etanol como combustible que han remplazado algunos de los granos de maíz, especialmente el utilizado en la producción de ganado por los destiladores de granos y alimentos del gluten de maíz. Ambos de estos subproductos son muy bien aprovechados por el ganado. Dependiendo de la producción de la planta, los destiladores de granos tiene 110-140% más del valor alimenticio del maíz en sustituidos que los alimentos de gluten de maíz que tiene 100% y 110% el valor alimenticio de los granos de maíz para alimento del ganado. Los valores son menos para vacas lecheras, pero tanto los subproductos son excelentes fuentes de proteína. Sustituir los derivados del 35-45% del grano de maíz utilizado para producir etanol combustible ha producido un incremento de los precios en la alimentación del ganado.

Respecto a la Comarca Lagunera en el año 2017 según datos y estadísticas de SIAP-SAGARPA (2018), el maíz forrajero sembrado por gravedad alcanzó la 35,88 hectáreas, con una producción de 1,619,367 toneladas. En el caso de bombeo, se sembraron 19,074 hectáreas y se obtuvo una producción de 815,454 toneladas. En temporal se establecieron 924 hectáreas con una producción de 14,805 toneladas. La suma total alcanzó las 55,885 hectáreas con una producción de 2,446,626 toneladas y un valor de la producción de 1,663 millones 969 mil pesos, siendo su participación del 31.73 por ciento del valor total del ciclo de primavera-verano.

2.2 Porcentaje de materia seca

La concentración de materia seca es el ensilaje sin el agua o humedad que tiene en un momento determinado y es clave al momento de definir la calidad del ensilaje y la respuesta animal (Aello y Di Marco, 2003).

Contenidos de humedad más bajos están asociados por lo general con plantas más maduras, las cuales pueden alterar la digestibilidad y el contenido energético de este forraje de forma significativa. Una fermentación adecuada es también altamente dependiente de un adecuado contenido de humedad, que para el ensilaje de maíz debe estar entre 60 y 70%. Cuando se lo ensila en un silo torre, la humedad deseable para minimizar el efluente es de 60-65% (García, 2016a).

Cuando el material cosechado se encuentra con un alto contenido de humedad la calidad del ensilaje se ve afectada por dos motivos: el escurrimiento y la mala fermentación, obteniéndose un ensilaje ácido afectando la capacidad de consumo de los animales (Sulc, 2004).

Mena (2010), en evaluaciones de 4 híbridos de maíz forrajero reporto en el cuadro uno se muestran los porcentajes de materia seca de planta completa de los 4 híbridos llevados a cabo en estudio.

Cuadro 1. Valores medios obtenidos para el porcentaje de materia seca de cuatro híbridos de maíz forrajero en la comunidad de Futrono en 2007 (Mena, 2010).

Híbrido	%MS
Tango	29,20 a
39G12	27,90 a
Delitop	27,56 a
Andor	24,31 b
Promedio	27,24

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren significativamente, al nivel de 1% de probabilidad (Duncan).

También se ve afectada la calidad del ensilaje cuando el contenido de humedad es muy bajo, afectando la compactación y la eliminación del aire lo que trae severas consecuencias. El rango óptimo de materia seca para los ensilajes de maíz es entre 30 y 35% (Aello y Di Marco, 2003).

2.3 Porcentaje de cenizas

La ceniza es el residuo remanente luego que toda la materia orgánica presente en una muestra es completamente incinerada, por lo tanto $100 - \text{cenizas} = \text{materia orgánica}$. Consiste de toda la materia inorgánica (o minerales) del alimento, así como los contaminantes inorgánicos, tales como la tierra y la arena (García, 2016b).

Mena (2010), en evaluaciones de 4 híbridos de maíz forrajero reporto en el cuadro uno se muestran los porcentajes de cenizas reportados en la planta completa de los 4 híbridos llevados a cabo en estudio en Valdivia, Chile.

En el cuadro dos se presentan los valores medios obtenidos para cenizas totales de la planta entera de los 4 híbridos en estudio realizado por Futrono (2007), se puede observar que en el porcentaje de cenizas totales, todos los híbridos se diferenciaron estadísticamente entre sí.

Cuadro 2. Valores medios obtenidos para el contenido de minerales de cuatro híbridos de maíz forrajero en la comunidad de Futrono, 2007

Híbrido	% Cenizas Totales
Delitop	5,47 a
Andor	5,04 b
Tango	4,25 c
39G12	3,93 d
Promedio	4,67

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren significativamente, al nivel de 1% de probabilidad (Duncan).

El mayor contenido de minerales lo obtuvo el híbrido Delitop con un 5.47%. El menor valor correspondió a 39G12, con un 3.93%. El promedio del contenido de minerales del presente ensayo fue de 4,40% el cual es igual al encontrado por Gutiérrez (1993) pero inferior al observado por Gebauer (1994) el cual fue de 5,54%.

Amador y Boschini en un estudio realizado en el año 2000 en un estudio sobre la fenología reproductiva y nutricional de maíz forrajero reportaron que el contenido de cenizas totales en el tallo fue superior a 22% en los primeros 80 días e inferior a 11% después de los 120 días. La hoja mostró un rango muy estrecho de variación, entre 11 y 16% de cenizas. Contrariamente la flor presentó diferencias muy altas (5.2 a 18.1%) en las distintas edades, mientras que en la mazorca el contenido de cenizas fue entre 3.7 y 7.3%.

Amanat et al., (2016), reportaron en un estudio sobre técnicas de vigorización de la semilla un valor de 9% de cenizas en el tratamiento control, sin embargo, en los otros tratamientos utilizando primers (Praimer) para el tratamiento de la semilla obtuvieron rangos de entre 11.1 y 14.6 % de cenizas.

Amodu et al., (2014) en una evaluación de variedades de maíz forrajero sobre la composición y rendimiento del ensilaje, documentaron que en el cuadro dos se muestra el análisis proximal de las dos variedades de maíz recolectado en 91, 105 y 119 días después de la siembra. Los resultados mostraron que en los 91 y 105 días, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de cenizas de las dos variedades de maíz que oscilaba entre puntos 4.9-4.5% de WASA1 y 5.1-4.0% en SHIMAZ, respectivamente (Cuadro 3). Sin embargo, el contenido de cenizas de WASA1 en 119 DAS (4.5%) fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$),

cuando fueron comparados con la variedad SHIMAZ al mismo período de cosecha (4.0%).

Cuadro 3. Contenido de cenizas en porcentaje de variedades de maíz en diferentes días a la cosecha a 91, 105 y 119 días según Amodu et al., (2014).

Parámetro	Variedad de maíz	91 DDS Media ± E.E	105 DDS Media ± E.E	119 DDS Media ± E.E
Cenizas, %	WASA1	4.9 ±0.15	4.5 ±0.10	4.5 ±3.28
	SHIMAZ	5.1 ±0.54	4.7± 0.51	4.0 ±4.66
Significancia (P< 0.05)		NS	NS	*

NS= No significativa, E.E. = Error estándar de la media

WASA1= West Atlantic Seed Alliance; SHIMAZ= Shika maize

Martin et al., (2008), relacionaron la composición típica de los ensilajes variando el contenido de cinco niveles de fibra con los contenidos de proteína cruda (PC, %), extracto etéreo (EE) y cenizas (Ce), mostrando que el nivel de fibra se describe en términos inversos a medida que la fibra es menor, menor cenizas y viceversa, tal y como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Efecto de cinco niveles de cantidad de fibra sobre la proteína cruda (PC, %), extracto etéreo (EE) y cenizas (Ce), según datos de Martin et al., (2008).

Nivel de fibra	PC, %	Extracto etéreo (EE)	Cenizas (Ce),
Muy poca fibra	8.3	3.2	4.1
Baja fibra	8.6	3.1	4.6
Fibra normal	8.8	3.0	5.1
Fibra alta	9.0	2.8	5.7
Fibra muy elevada	9.3	2.7	6.2

2.4 Lignina

De acuerdo con Francesa (2017), la lignina es un polímero formado de monolignoles derivados de la vía fenilpropanoide de las plantas vasculares. Se deposita en las paredes celulares y se incrementa durante el proceso de maduración de la planta. En los forrajes, la lignina se considera como un

componente anti-cualitativo por su impacto negativo en la disponibilidad nutricional de la Fibra detergente Neutra (FDN); así como, de aquellos nutrientes orgánicos el contenido interior de las células. La lignina interfiere con la digestión de los polisacáridos de la pared celular al actuar como barrera física para las enzimas microbianas.

La lignina es un polímero componente de las paredes celulares que suministra rigidez y soporte estructural a las plantas, y que no puede ser digerido por las enzimas del animal. Aumenta al madurar las plantas, y es más alta para la misma especie vegetal cuando crece bajo clima cálido. Cuanto mayor es el contenido en lignina de un forraje, menor es la dNDF (Garcia, 2016b).

La lignina es importante en el crecimiento y desarrollo de los forrajes por ser un componente que aporta rigidez en las células de soporte (esclerénquima) y de transporte (xilema), contribuyendo también a prevenir la entrada de algunos patógenos a la planta; por lo tanto, la lignina es un elemento importante en la vida de las plantas, pero que limita la producción animal que utiliza los forrajes como materia prima (Vargas, 2016).

La lignina no es un carbohidrato, pero tiene una estrecha relación con la celulosa y la hemicelulosa; es un polímero compuesto de diversas sustancias fenólicas (alcoholes) y debido a eso tiene características hidrofóbicas (repelente el agua) lo que ocasiona que las bacterias rumiantes tengan complicaciones para su degradación y disminuya la digestibilidad del forraje; pero la lignina (o su enlace) no es del todo indigestible o indegradable, dependerá del tipo de compuestos fenólicos que la conformen, es por ello que algunas leguminosas (como la alfalfa)

pueden contener más lignina que algunos pastos, pero propiciar mejores ganancias de peso o producción de leche en los rumiantes (Vargas, 2016).

En la mayoría de los estudios se ha mostrado que la lignina se une preferentemente a la hemicelulosa (Boudet, 2000), pero también se une de manera estable a la celulosa y a las proteínas contenidas en la pared celular, lo que influye en la disminución de las variables productivas, derivadas de la baja digestibilidad de un forraje altamente lignificado (Vargas, 2016).

Estudios realizados por investigadores como Rodríguez et al., (2013), reportaron un porcentaje de lignina en maíces forrajeros de diferentes localidades de entre 8.94 y 5.19 % de lignina.

Amador y Boschini en el año 2000, en un estudio sobre la fenología reproductiva y nutricional de maíz forrajero desde los 37 hasta los 149 días, reportaron que el contenido de lignina encontrado en el tallo fue bajo en los primeros 80 días y se elevó a un nivel medio en el periodo de crecimiento siguiente. La concentración de lignina en la hoja y en la mazorca fue baja durante todo el periodo de crecimiento. El valor reportado en tallos al inicio fue de 1.82% y a los 149 días de 6.39, el de hojas al inicio fue de 3.20 y a los 149 días de 4.28 y en mazorca a los 107 días fue de 1.91 y a los 149 días de 1.79.

2.5 Porcentaje de almidón

La concentración de almidón es la mayor fuente de energía en el ensilaje de maíz, contribuyendo entre el 50 hasta 70% de la materia orgánica digestible y está en función de la proporción de grano en el ensilaje (Martin et al., 2008). Este valor puede cambiar con la variedad y el ambiente donde se desarrolla el cultivo. Pequeñas plantas de maíz con grandes y múltiples mazorcas tendrán mayor

cantidad de grano y de almidón en comparación con plantas grandes de maíz con pocas y pequeñas mazorcas. El porcentaje de almidón típicamente se incrementa con la madurez y el llenado del grano, pero su digestibilidad disminuye a medida que el grano tiende a hacerse más duro y seco (Andrae et al., 2001).

Estos estudios reportados por Penn State Extension (2017), han examinado el efecto de aumentar la altura de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del ensilaje de maíz. La altura de corte usada en estos estudios, con un promedio de 7" para el nivel bajo, y 19" de alto nivel. Con el mayor nivel de materia seca (MS) y el contenido de almidón del maíz ensilado aumentó alrededor de 2 unidades de porcentaje cada uno y el contenido de la fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) disminuyó del 7% al 10%. Por lo tanto, al calcular la digestibilidad de FDN y MS también aumentó, aunque ligeramente. Estos cambios se produjeron porque el grano de maíz es generalmente más seco que las hojas y los tallos, y los entrenudos inferiores de la planta de maíz son más fibrosos y menos digerible que los entrenudos intermedios o superiores. El rendimiento de ensilado de maíz se redujo en 7.3% en promedio al corte superior.

El contenido de almidón se modifica según la madurez, los azúcares en la planta se mueven hacia los granos y mazorca donde los convierten en almidón. El almidón es un indicador importante del valor de la alimentación de las vacas lecheras y es la principal fuente del contenido de energía en una cosecha bien madurada. El contenido de almidón se expresa como un porcentaje de la materia seca y está determinado por química húmeda. De acuerdo con DAFM (2016), el promedio de contenido de almidón de las variedades de control en el 2016 en la lista de ensayos fue de 26.3%. Los porcentajes relativos de los rendimientos se

utilizaron para mostrar las diferencias entre las variedades con el promedio del control variedades establece en 100. Las variedades con una puntuación de más de 100 tuvieron mayor contenido de almidón y variedades con una puntuación de menos de 100 tuvieron menor contenido de almidón de los controles.

Swensson et al., (2008), en un estudio sobre el efecto del incremento de la madurez sobre el valor nutricional de maíz forrajero, encontraron que a mayor materia seca menor FDN y azúcares, sin embargo, a mayor madurez se incrementó el % de almidón, tal y como se puede observar en el cuadro 5.

Cuadro 5. Composición de maíz forrajero en porcentaje de materia seca (MS) en los diferentes estados fenológicos de la planta, indicados en un estudio piloto en Alnarp (55° N y 13° E) (Swensson et al., 2008).

Fecha de madurez	MS,%	FDN, %	Azúcares	Almidón,%
09-08-2007 estado tierno	15	56	24	5
08-16-2007 estado lechoso	18	55	23	4
09-06-2007 estado mazoso	23	49	18	17
09-26-2007 estado mazorca dura	33	43	11	31

2.6 Digestibilidad del almidón

El almidón es proporcionado en las dietas primariamente a partir de granos de maíz con alta humedad o granos secos, o bien a partir de la planta completa en forma de ensilaje y es una fuente importante de energía para el ganado lechero (Shaver y Hoffman, 2006).

Sin embargo, la digestibilidad del almidón de maíz puede ser altamente variable. Varios factores como el tamaño de la partícula (fina vs rugosa), el procesamiento del grano, el método de almacenamiento (seco vs almacenamiento de maíz húmedo), el contenido de humedad, tipo de endospermo del grano,

madurez a la cosecha, entre otros, los cuales afectan e influyen la digestibilidad ruminal y del almidón en vacas lechera lactantes (Shaver y Hoffman, 2006).

Debido a que ambas propiedades tanto físicas como químicas del almidón influyen la digestibilidad del almidón, prediciendo la digestibilidad del almidón. En una aproximación para etiquetar esa variación de la digestibilidad del almidón, la NRC (2001), ha sugerido un procedimiento empírico ajustando los factores de los coeficientes de digestión de los carbohidratos no fibrosos para alimentos altos en almidón.

Para el ensilado de maíz, Ferreira (2002) desarrolló un núcleo de evaluación de procesamiento de Kernel Processing Score (KPS) para evaluar la adecuación de procesamiento del núcleo de ensilaje de maíz. Pero, KPS sólo considera el tamaño de las partículas y no considera la influencia del contenido de humedad y tipo de endospermo en la digestión del almidón. Algunos laboratorios comerciales emplean *in situ* o los sistemas *in vitro* para evaluar la digestibilidad de almidón, pero los métodos son variables entre los laboratorios y hasta la fecha las relaciones *in vivo* la digestión del almidón no están bien definidas.

El procedimiento de recuperación de almidón de DSA no da como resultado una estimación directa de la digestibilidad del almidón. El procedimiento de la DSA sólo tiene como resultado diferencias en las recuperaciones de almidón. Por ejemplo, el procedimiento del DSA permitiría recuperar el 95 por ciento de la fécula de maíz finamente molida pero sólo el 5 por ciento de la fécula de maíz en grano entero. Así, los valores de recuperación proporcionan un índice de la variación en el grado de almidón contenido entre los alimentos (Shaver y Hoffman, 2006).

En la figura 1, Shaver y Hoffman, (2006), examinando ocho informes de investigación en la literatura científica con ensayos con vacas lecheras, por medio de la medición del tracto total la digestibilidad del almidón, que proporciona información sobre el tamaño de las partículas, contenido de humedad y tipo de endospermo de los maíces probados. A partir de estos datos, se estimaron los valores de recuperación de almidón y evaluaron la relación entre los valores de recuperación y sus promedios o medias de la digestibilidad total del almidón (Figura 1).

La digestibilidad del almidón DSA pueden ser utilizados en las ecuaciones sumativas de energía (NRC, 2001) para proporcionar los valores de energía a base de maíz que alimenta en forma estandarizada.

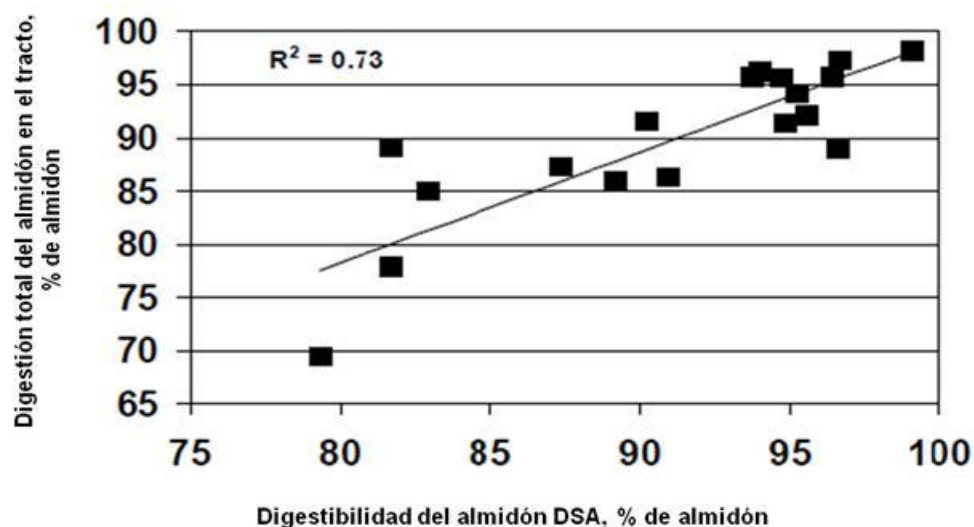


Figura 1. Relación entre el digestibilidad del almidón DSA como se predijo desde el DSA y recuperación de almidón digestible total en el tracto en vacas en pastoreo. La relación se basa en la recuperación de almidón estimada a partir del tamaño de partícula, contenido de humedad y el maíz de endospermo, publicados en base a los datos de ocho ensayos que evalúan investigación de la digestibilidad del almidón en vacas lecheras en lactación (Shaver y Hoffman, 2006).

Esta ecuación de regresión puede aplicarse a la recuperación de almidón de los valores generados en el procedimiento de la DSA de laboratorio la obtención de una estimación de la digestibilidad del almidón del tracto total (denominado).

En Penn State University, Ishler (2017) realizó un experimento en una bolsa de 2013 de ensilaje de maíz. Fue el último maíz cosechado. Tuvo la distinción de ser uno de los índices más bajos de muestras de calidad que he observado en comparación con lo que otros productores lecheros. En base a materia seca, probó el 44,4% fibra neutro detergente (FDN) con 30 horas de la digestibilidad de la FDN del 50,7% (% FDN). El almidón fue del 27% y con 7 horas la digestibilidad del almidón fue de 70,4 (% de almidón). En comparación con la forma tradicional en que el maíz es ensilado en relación con las pruebas que normalmente se realizan para clasificar el ensilaje.

De acuerdo con Ferraretto et al., (2014), el almidón es rápidamente fermentado por los microorganismos del rumen en propionato. El propionato se absorbe en el torrente sanguíneo y es transportado hasta el hígado, y posteriormente se utiliza como precursor de glucosa. Si no es digerido en el rumen, el almidón alcanza el intestino delgado y es digerido por la amilasa pancreática directamente en glucosa. Así, a pesar de no haber establecido requisitos de almidón, la suplementación afecta directamente al suministro de glucosa y, por lo tanto, el rendimiento de las vacas lecheras en lactancia.

Fredin et al. (2014) documentó una fuerte relación entre las mediciones TTSD (Total Trac Starch Digestibility) y el almidón fecal. Estos resultados sugieren que las mediciones adicionales de fécula de coliformes, como el contenido en

almidón de la dieta o marcador indigestible de las concentraciones (iFDN lignina) o en las heces o la dieta son realmente innecesarios. Además, Fredin et al. (2014) informaron de una alta precisión de la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para predecir el almidón fecal, que permite realizar análisis más rápidos y económicos. Aunque los beneficios de una mayor digestibilidad del almidón en la producción de leche es bien conocida, es muy difícil estimar de forma confiable su impacto económico.

Cook and Bernard (2005), reportaron valores de digestibilidad del almidón de entre 79.4 hasta 87.7%, variando el tamaño de las partículas y del tipo de rodillo encontrando que la mayor digestibilidad se obtuvo con $\frac{3}{4}$ de pulgada el tamaño de la partícula y número dos de rodillo, tal y como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Interacción entre el tamaño de las partículas y el proceso del ensilaje sobre la digestibilidad y producción lechera (Cook and Bernard, 2005).

Variable	Corte de partícula (pulgadas)	3/4	3/4	1	1
	Rodillo (mm)	0	2	2	8
Digestibilidad del almidón (%)		79.4	83.1	87.7	75.3
Producción de leche (Lb/día)		81.0	82.9	83.8	75.7

Ebling and Kung (2004), evaluaron la digestibilidad del almidón procesado y sin procesar de maíz convencional y maíz de nervadura café (BMR) reportando los valores más bajos en el tratamiento control procesado con 73.9% y el valor más alto con 97.4% de digestibilidad en el lote control procesado, los valores obtenidos en dicho estudio después de 3, 12 y 30 horas *In situ* se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Digestibilidad del almidón y producción de leche en ganado lechero, alimentado con ensilaje de maíz convencional y de nervadura café, procesado y sin procesar (Ebling and Kung, 2004).

	Control Procesado	Maíz de nervadura café Procesado	Sin procesar
Desaparición del almidón <i>in situ</i> , %			
3 hr	73.9	77.9	69.9
12 hr	85.7	89.4	74.2
30 hr	97.4	97.2	90.7

Debido a la importancia del aporte de nutrientes en el cultivo de maíz forrajero, a las cantidades elevadas con que es demandado en el crecimiento de los cultivos y a la creciente preocupación por conservar el medio ambiente, y en la búsqueda de otras fuentes alternativas de fertilización orgánica se planteó como objetivos para el presente trabajo, evaluar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre la cantidad de lignina y almidón en maíz forrajero de verano a diferencia de la química (comercial) en la Comarca Lagunera.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

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



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

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

orgánico 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.

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

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

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

La siembra fue el 28 de julio de 2016, con una densidad de 100,000 plantas/ha, de semilla certificada de un híbrido de maíz amarillo de (Pioneer 30A60), (Figura 3) con una semilla pura de 99%, de ciclo intermedio con 65-75 días a floración, seleccionado para alta calidad y rendimiento, excelente rusticidad y excelente calidad de tallos y raíces y se establecieron de 7-8 semillas por metro lineal.

3.4.1 Siembra, riego 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).



Figura 3. Empaque de la semilla utilizada en el presente proyecto de investigación, utilizando semilla híbrida de maíz Pioneer 30A60.

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 de hojas de maíz en V₆ y V₁₂. El foliar se aplicó el 09 de septiembre y el acadian suelo el 10 de septiembre (Primera aplicación), la segunda aplicación de Stimplex se llevó a cabo el 07 de octubre (Figura 5) y la de acadian suelo al momento del tercer riego el 09 de octubre de 2016.



Figura 4. Aplicación del producto Acadian suelo (AS) al momento de los riegos dos y tres con dosificador a razón de 0.5 lt/ha en el maíz forrajero de verano en la localidad de “El Perú” en el ciclo verano –otoño de 2016.



Figura 5. Aplicación del producto foliar Stimplex con la maquinaria agrícola Haggie en el maíz forrajero de verano en la localidad de “El Perú” en el ciclo verano –otoño de 2016.

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

3.5 Tratamientos

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

3.5.1 Variables a evaluar:

1. Cosecha para evaluación de la calidad nutritiva del forraje a estado de madurez 1/3 la línea de leche a los 89 días después de la siembra
2. Obtención del contenido de Lignina % de FDN, y % de lignina.
3. Obtención del contenido del contenido de Almidón en % y Almidón digestible, así como él % de cenizas.

3.6 Diseño experimental: Los valores obtenidos del muestreo, fueron analizados estadísticamente usando el (ANDEVA) análisis de varianza (SAS, Institut Inc.1997) y las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron a través de la DMS a un 5% de nivel de probabilidad.

3.7 Obtención del rendimiento en MV y MS

El rendimiento de materia seca (MS) por hectárea se determinó a partir de la obtención de la parcela útil cosechando el número de plantas por metro lineal, cortando a 15 cm del suelo (Figura 6), pesando el forraje obtenido en verde en una báscula portátil, posteriormente las plantas cosechadas se picaron en partículas más pequeñas de aproximadamente 3.0 cm para posteriormente llevarlas al laboratorio para colocarlas en bolsas de papel etiquetadas, y colocarlas en la estufa a 72 °C por 24 horas una vez secas las muestras se pesaron en una báscula digital para obtener la producción de materia seca. La cosecha que fue a los 89 días después de la siembra, con un promedio de humedad del 75 % y una materia seca del 25 %, la cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición en un estado de madurez de 1/3 de la línea de leche (Grano tierno) (Figura 7).



Figura 6. Cosecha e identificación de las plantas de maíz forrajero, para la obtención del peso de las plantas a los 89 dds en maíz de verano en la Comarca Lagunera en el ciclo verano-otoño de 2016.



Figura 7. Estado de madurez (1/3 la línea de leche) a la cosecha de las plantas de maíz forrajero de verano, a los 89 días después de la siembra en el ciclo verano-otoño de 2016 en la localidad “El Perú”

3.7.1 Obtención de lignina y almidón. El contenido de lignina y almidón del forraje cosechado obtenido, se realizó en un laboratorio certificado para el análisis de forrajes (AGROLAB de México), utilizando la técnica para el análisis de forrajes conocido como NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) por sus siglas en inglés, y en español conocido como el análisis el método de reflectancia en el infrarrojo cercano, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

Las variables que se evaluaron para obtener la calidad nutritiva; y determinar la calidad de materia seca fueron: (Lignina % de FDN, Almidón % y Almidón digestible, % de cenizas y % de lignina).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de Materia seca (%)

En el cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos para la MS, %, encontrando que después del análisis de varianza (ANOVA) no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0.05$), siendo la cantidad de MS promedio de los mismos muy similar con 26.43 ± 0.4 y 26.2 ± 3.13 % para el lote tratado y el testigo respectivamente.

Cuadro 8. Porcentaje de Materia Seca del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	MS, %	
1	26.3	22.5
2	25.8	23.6
3	27.2	32.4
\bar{X}	26.43	26.2
EE	0.4	3.13
Rangos	25.8-27.2	25.5-32.4
DMS (0.05)	ns	ns

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 seis y doce hojas verdaderas) a razón de $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

Cabe mencionar que en el lote testigo se puede observar una mayor variabilidad en los resultados obtenidos ya que en la muestra 3 se reportó un valor de 32.4 y en la uno de solo 22.5% de MS. Sin embargo, en el lote testigo se puede observar una mayor consistencia en lo que al porcentaje de MS se refiere, tal y como se puede observar en la figura 8.

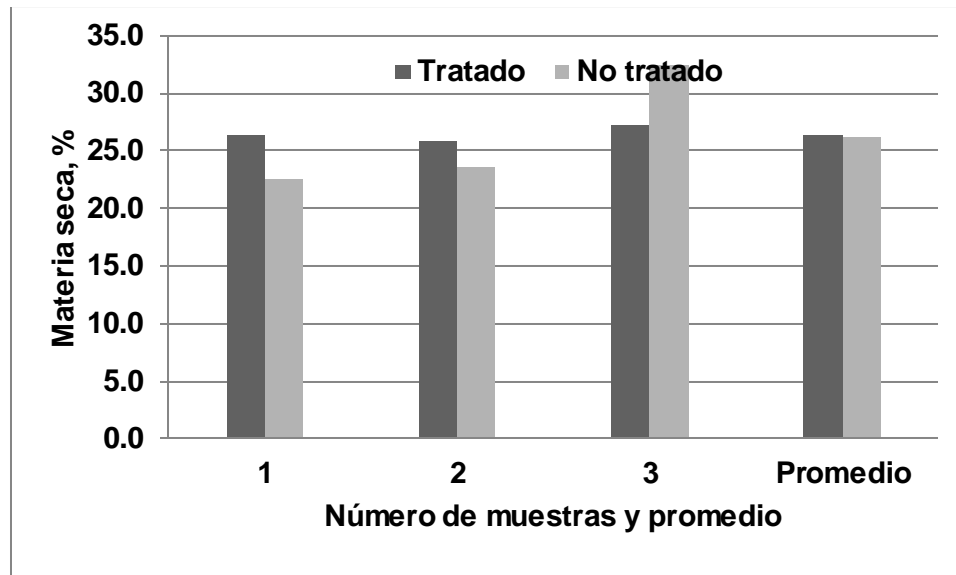


Figura 8. Resultados obtenidos del porcentaje de materia seca del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Investigadores como Cerny et al., (2012) reportaron al momento de la cosecha en maíz forrajero de un 30.6% de MS obteniendo rendimientos de 11.18 hasta 14.76 t/MS/ha, representando un 4% menos de humedad que el obtenido en este estudio. Ruiz et al., (2006), reportaron que el contenido de MS mostró diferencias significativas entre los híbridos ($P < 0.05$), las que variaron de 18.4 % en el H9403 hasta 25.1% en el híbrido EX313. Esto se debe a que el porcentaje de MS representa, en gran medida, el grado de madurez alcanzado (Cortés y Silva 1995). Es evidente que la madurez de los híbridos fue diferente en el momento del corte, aún cuando en todos ellos se consideró para realizar el corte a 1/3 de avance de la línea de leche.

De acuerdo a la clasificación sugerida por Boschini y Elizondo (2003), el ensilaje se clasifica de humedad alta, debido a que todos los tratamientos

presentan valores de $MS < 25\%$. De la misma manera Cofre y Soto (1996) sostienen que lo ideal es cosechar cuando las plantas contengan a lo menos un 30% de materia seca, para evitar pérdidas por escurrimiento líquido de materia seca de alto valor nutritivo, según Fransen (2004) con un 20% de contenido de materia seca a la cosecha se pierde aproximadamente el 10% del peso total del material ensilado, sobre el 30% la pérdidas son prácticamente nulas.

4.2 Contenido de Lignina (% FDN)

Los resultados obtenidos para el % de lignina en la FDN, se muestran en el cuadro 9, encontrando que después del análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas al ($P < 0.05$), por lo que se considera que los tratamientos son iguales a la aplicación del fertilizante orgánico y no existió efecto en el contenido de lignina. En el lote tratado se reportó una media de 8.09 ± 0.17 , mientras que el testigo reportó 7.73 ± 0.30 , con una desviación estándar de 0.34 y 0.61 respectivamente.

Cuadro 9. Porcentaje de Lignina (% de la FDN) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	Lignina (% FDN)	
1	8.3	7.3
2	8.4	8.6
3	7.6	7.3
\bar{X}	8.1	7.7
EE	0.17	0.3
Rangos	7.6-8.3	7.3-8.6
DMS (0.05)	ns	ns

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 seis y doce hojas verdaderas) a razón de $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; Rangos = Mín y Máx. EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

4.3 Contenido de Lignina (% MS)

Los resultados obtenidos para el % de lignina en la materia seca, se muestran en el cuadro 10, encontrando que después del análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas al ($P < 0.05$), por lo que se considera que los tratamientos son iguales a la aplicación del fertilizante orgánico y no existió efecto en el contenido de lignina. En el lote tratado se reportó una media de 4.03 ± 0.3 , mientras que el testigo reportó 4.1 ± 0.15 , con una desviación estándar de 0.51 y 0.26 respectivamente.

Cuadro 10. Porcentaje de Lignina (% de MS) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	Lignina (% MS)	
1	4.6	3.9
2	4.6	4.4
3	3.7	4.0
\bar{X}	4.3	4.1
EE	0.3	0.15
Rangos	3.7-4.6	3.9-4.4
DMS (0.05)	ns	ns

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 seis y doce hojas verdaderas) a razón de $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; Rangos = Mín y Máx. EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

Amador y Boschini en el año 2000, en un estudio sobre la fenología reproductiva y nutricional de maíz forrajero desde los 37 hasta los 149 días reportaron el contenido de lignina encontrado en el tallo fue bajo en los primeros 93 días fue de 5.81 %. La concentración de lignina en la hoja fue de 2.86% y en la

mazorca fue 3.13 % durante todo el periodo de crecimiento, valores muy similares a los encontrados en este estudio

4.4 Contenido de Almidón (%)

Los resultados obtenidos para el % almidón, se muestran en el cuadro 11, encontrando que después del análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas al ($P < 0.05$), por lo que se considera que los tratamientos son iguales a la aplicación del fertilizante orgánico y no existió efecto en el contenido de lignina. En el lote tratado se reportó una media de 11.0 ± 1.70 , mientras que el testigo reportó 8.93 ± 0.68 , con una desviación estándar de 2.95 y 1.19 respectivamente.

Cuadro 11. Porcentaje de Almidón (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	Almidón (%)	
1	9.0	7.6
2	9.6	9.3
3	14.4	9.9
\bar{X}	11.0	8.9
EE	1.7	0.68
Rangos	9-14.4	7.6-9.9
DMS (0.05)	ns	ns

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 seis y doce hojas verdaderas) a razón de $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; Rangos = Mín y Máx. EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

Para la FEDNA (Sin fecha), el contenido de almidón varía dependiendo del porcentaje de materia seca al momento de la cosecha, ya que reportan valores de 10.3% de almidón con menos del 20% de MS y de 20-25 de MS de 20.8% de

almidón. Martin et al., (2008), encontraron rangos de almidón desde 31% en maíces con muy poca fibra y de 15% en maíces con alto contenido de fibra. Cone et al., (2008), documentaron valores de almidón de 15.2, 18.3, 14.0 y 19.3 % en cuatro diferentes estados de madurez en maíz desde tierno hasta tardío. Mussadiq (2012), documentó que a mayor maduración de la planta el contenido de almidón se incrementa desde un 5% en estado 1/3 la línea de leche hasta 17 y 31% en maíces mazosos y duros.

4.5 Contenido de Almidón digestible (%)

La concentración de almidón es la mayor fuente de energía en el ensilaje de maíz, contribuyendo entre el 50 hasta 70% de la materia orgánica digestible y está en función de la proporción de grano en el ensilaje (Martin et al., 2008).

Los resultados obtenidos para el almidón digestible se muestran en el cuadro 12, encontrando que después del ANOVA no se reportaron diferencias estadísticas significativas (NS), por lo que se considera que las medias son iguales, sin embargo, se encontraron tendencias muy marcadas en el lote tratado con el producto ya que la digestibilidad reportada fue de 71.1 ± 8.0 %, mientras que en el testigo solo de 49.7 ± 4.25 % una digestibilidad del almidón muy inferior en un 30 %, con respecto al lote tratado con el fertilizante orgánico. Además, se observó que en las muestras del lote tratado existieron valores muy altos de digestibilidad de hasta 87.0% que es lo más deseable para la producción de leche. Por otro lado, el lote testigo en dos de las muestras reportó una digestibilidad muy baja de 44 y 47 %.

Cuadro 12. Porcentaje de Almidón Digestible (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	Almidón digestible (%)	
1	60.0	47.0
2	68.0	58.0
3	87.0	44.0
\bar{X}	71.7	49.7
EE	8	4.25
Rangos	60-87	44-58
DMS (0.05)	ns	ns

T1 = Acadian suelo [inoculación a la semilla (100 mL•20 kg⁻¹ semilla) y aplicación al suelo en 2do y 3er riego de auxilio (0.5 L•ha⁻¹•riego⁻¹)] + Stimplex foliar [dos aplicaciones al follaje (cuando las plantas presentaron seis y doce hojas verdaderas) a razón de 0.5 L•ha⁻¹] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; Rangos= Mín y Máx. EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

De acuerdo con investigadores como Martin et al., (2008), reportaron valores de almidón digestible entre 65 y 85% dependiendo del porcentaje de la línea de leche en el grano, rango de valores muy similares obtenidos en el lote tratado, sin embargo, en el lote control reportó valores muy por debajo siendo este de 49.7% como los obtenidos en el lote testigo. Smart (2015) por otro lado, en 348 muestras frescas de maíz encontraron promedios de digestibilidad del almidón de entre 68% y los rangos de las muestras individuales variaron de entre 58 y 78%. Cook and Bernard (2005), reportaron valores de digestibilidad del almidón de entre 79.4 hasta 87.7%, más elevados a los obtenidos en este estudio.

Ebling and Kung (2004), evaluaron la digestibilidad del almidón procesado y sin procesar de maíz convencional y maíz de nervadura café reportando valores de entre 73.9 hasta 97.4 % de digestibilidad.

4.6 Contenido de Cenizas (%)

Los resultados obtenidos para el % de Ce, se muestran en el cuadro 13, obteniendo después del ANOVA que no existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), por lo tanto, no existió efecto del producto sobre los lotes de maíz forrajero de verano, ya que el lote aplicado con el fertilizante orgánico reportó 6.2 ± 0.7 mientras que el testigo fue de 7.4 ± 0.41 , observándose variaciones de valores de 4.87 hasta 7.07 y de 6.6 a 7.97 en el lote tratado y testigo respectivamente.

Cuadro 13. Porcentaje de Cenizas (%) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Variable	T ₁	T ₂
No. de muestra	Cenizas (%)	
1	7.1	8.0
2	6.8	6.6
3	4.8	7.7
\bar{X}	6.2	7.4
EE	0.7	0.41
Rangos	4.83-7.07	6.6-7.97
DMS (0.05)	ns	ns

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 seis y doce hojas verdaderas) a razón de $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$] y T2 = Testigo comercial del productor; \bar{X} = Promedio; Rangos = Mín y Máx. EE = Error estándar; Literales diferentes en renglones difieren significativamente; ns=no significativa

Castillo et al., (2009) reportaron un contenido de cenizas para los distintos tratamientos que fluctuó entre 5.8% y 7.5%. Contenidos mayores a 12% de Ce, son asociados a contaminación con suelo durante la cosecha o elaboración del ensilaje (Chaverra y Bernal 2000), contenidos muy similares a los encontrados en

este estudio. La FEDNA (Sin fecha) reporta un 7.8% de cenizas con menos del 20% de MS, hasta 4.01 con una materia seca mayor al 35%.

Amador y Boschini en el año 2000, en un estudio sobre la fenología reproductiva y nutricional de maíz forrajero desde los 37 hasta los 149 días reportaron el contenido de cenizas en tallos, hojas y mazorca reportando a los 93 días valores de cenizas de 7.43, 11.20 y 7.33 % en tallos, hojas y mazorca respectivamente, rangos muy similares a los obtenidos en este estudio.

Otros investigadores como Amanat et al., (2016), encontraron valores más elevados de entre 9% en el lote testigo y desde 11.1 hasta 14.6% de cenizas en los diferentes tratamientos de primers utilizados en la semilla para incrementar el vigor de la misma. Amodu et al., (2014) en una evaluación de variedades de maíz forrajero sobre la composición y rendimiento del ensilaje, documentaron que en los 91 y 105 días después de la siembra, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de cenizas de las dos variedades de maíz que oscilaba entre puntos 4.9-4.5% de WASA1 y 5.1-4.0% en SHIMAZ, respectivamente, valores en un porcentaje menores a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, respecto a los valores de cenizas reportados en el ensilaje por esos mismos autores, la WASA1 obtuvo 10.8 ± 0.41 , mientras que en la SHIMAZ fue de 7.6 ± 0.37 , esta última muy similar a los resultados de esta investigación.

Martin et al., (2008), relacionaron la composición típica de los ensilajes variando el contenido de cinco niveles de fibra sobre el contenido de cenizas (Ce), mostrando que el nivel de fibra se describe en términos inversos a medida que la fibra es menor, menor cenizas y viceversa, documentando valores de 4.1 con muy

poca fibra hasta 6.2 con elevado contenido de fibra, reportando con fibra normal un 5.1 % de cenizas.

5. CONCLUSION

El uso de los productos orgánicos de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* como fertilizante en maíz forrajero de verano no incrementó significativamente a ninguna de las variables evaluadas, por lo que se considera que la aplicación del producto Acadian Suelo y Stimplex no tuvo efecto sobre % de MS, lignina, % FDN, % de almidón, el almidón digestibles, las cenizas y la lignina en % de la materia seca, por lo que las medias obtenidas en ambos tratamientos son iguales, lo anterior, en parte debido a la etapa fenológica del cultivo al momento de la cosecha, a los 89 días después de la siembra.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aello, M.** y Di Marco, O. 2003. Calidad nutritiva de la planta de maíz para ensilaje. (On Line). Unidad Integrada Balcarce. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/ensilaje/silajemaiz.htm> (15 Agos. 2008)
- Amador R.** Ana Lorena y Carlos Boschini F. 2000. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. Nota Técnica. Agronomía Mesoamericana 11(1): 171-177. 2000
- Amanat Ali** Asad, Asif Iqbal and Muhammad Aamir Iqbal. 2016. Forage Maize (*Zea mays* L.) germination, growth and yield gets triggered by different seed invigoration techniques. World Journal of Agricultural Sciences 12 (2): 97-104, ISSN 1817-3047.
- Amodu J. T.**, T. T. Akpensuen, D. D. Dung, R. J. Tanko, A. Musa, S. A. Abubakar, M. R. Hassan, J. O. Jegede and I. Sani. 2014. Evaluation of maize accessions for nutrients composition, forage and silage yields. Journal of Agricultural Science; Vol. 6, No. 4; 2014.
- Amodu, J. T.**, and Abubakar, S. A. 2004. Forage conservation practices. In J. O. Gefu, and J. T. Amodu (Eds.), *Forage Production and Management in Nigeria*. A Training Manual. Published by National Animal Production Research Institute, Shika, Zaria.
- Andrae**, J. G., C. W. Hunt, G. T. Pritchard, L. R. Kennington, J.L. Harrison, W. Kezar and W. Mahanna. 2001. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. J. Animal. Sci. 79:2268-2275.
- Bilal, K.**, Hakki, A., Ibrahim, H. Y., & Nizamettin, T. 2005. Yield and quality of forage (*Zea mays*) as influenced by cultivar and nitrogen rate. *Agronomy Journal*, 4(2), 138-141. <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2005.138.141>
- Boschini C. y Elizondo** J. 2003. Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes. Serie Agrotecnológica 1. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. p. 3-29.
- Boudet A.** 2000. Lignins and lignification: Selected issues. Plant Physiology and Biochemistry 38: 81-96.
- Castillo Jiménez** Marianela, Augusto Rojas-Bourrillón, y Rodolfo WingChing-Jone. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense 33(1): 133-146. ISSN:0377-9424 / 2009
- Chaverra G.** y Bernal E. 2000. Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. IICA. Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia. p. 65-123.

- Cofre, P.** y Soto, P. 1996. Ensilaje de maíz. Asegure un óptimo resultado. Tierra Adentro (Chile). Julio-Agos. (9). 20-23.
- Colla Giuseppe and J. Roupael. 2015. Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196 (2015) pp 1-2.
- Cone J.** W., A. H. Van Gelder, H. A. Van Schouten and J. A. M. Groten. 2008. Effects of forage maize type and maturity stage on in vitro rumen fermentation characteristic. *NJAS*, Volume 55, Issue 2, March 2008, Pages 139-154
- Cooke, K. M.**, and J. K. Bernard. 2005. Effect of length of cut and kernel processing on use of corn silage by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:310-316.
- Cortés, B. C.** and Silva, M. 1995. Evaluación de híbridos de maíz para ensilaje en la X región. Resultados de dos temporadas. *Avances en Producción Animal* 20:229. Universidad de Chile.
- DAFM** (Department of Agriculture, Food and the Marine). 2016. Forage Maize Varieties. Irish Recommendend List 2016. En línea: <https://www.agriculture.gov.ie/media/migration/publications/2016/ForageMaizeRecListVarIreland16150316.pdf>
- Ebling, T.L.**, and L. Kung Jr. 2004. A comparison of processed conventional corn silage to unprocessed and processed brown midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2519-2527
- FEDNA.** Sin fecha. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Ensilado de maíz forrajero. En línea: <http://www.fundacionfedna.org/>
- Ferraretto, L. F.**, K. Taysom, D. M. Taysom, R. D. Shaver, and P. C. Hoffman. 2014. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. *J. Dairy Sci.* 97:32213227
- Ferreira, G.** 2002. Nutritive evaluation of corn silage: Factors affecting corn silage digestibility and their effects on performance by lactating cows. MS Thesis. University of Wisconsin, Madison, WI, USA.
- Francesa Umberto.** 2017. La Fibra en Forrajes Tropicales. Parte 1.- Factores que afectan su Digestibilidad. En línea: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fibra-forrajes-tropicales-parte-t40551.htm>
- Fransen, S.** 2004. Effect of moisture content on corn silage effluent. *In*: Bittman, S and Kowalenko, C.G. (eds.) *Advanced Silage Corn Management*. Pacific Field Corn Association, British Columbia, Canadá. p: 137.

- Fredin, S. M.**, L. F. Ferraretto, M. S. Akins, P. C. Hoffman, and R. D. Shaver. 2014. Fecal starch as an indicator of total tract starch digestibility by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:1862-1871
- García Alvaro.** 2016a. Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. College of Agriculture & Biological Sciences de SDSU, South Dakota State University. En línea: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/E xE x4002.pdf>
- Garcia, A.** 2016b. Chapter 18: Corn Silage Production and Utilization. In Clay, D.E., S.A., Clay, and E. Byamukama (eds). *iGROW Corn: Best Management Practices*. South Dakota State University.
- Gebauer, A.** 1994. Evaluación de 10 híbridos de maíz forrajero (*Zea mayz L.*) en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 71pp.
- Gutierrez, M.** 1993. Evaluación de 10 híbridos de maíz forrajero (*Zea mayz L.*) en la provincial de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 72 pp.
- Iqbal, M. A. and** M. M. Ahmad, 2015. Boosting spring line planted irrigated maize (*Zea mays L.*) grain yield with planting patterns adjustment. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 15(3): 315-319.
- Iqbal, M. A.,** Z. Ahmad, Q. Maqsood, S. Afzal and M.M. Ahmad, 2015. Optimizing nitrogen level to improve growth and grain yield of spring planted irrigated maize (*Zea mays L.*). *J. Adv. Bot. Zool.*, 2(3): 1-4.
- Ishler A. V.** 2017. Managing starch digestibility changes in corn silage. Penn State University Extension. En línea: <https://extension.psu.edu/managing-starch-digestibility-changes-in-corn-silage>. *J. Appl. Phycol.* 24:601–611.
- Černý, J. J. Balík, M.** Kulhánek, F. Vašák, L. Peklová, O. Sedlář. 2012. The effect of mineral N fertiliser and sewage sludge on yield and nitrogen efficiency of silage maize. *Plant Soil Environ.*, 58, 2012 (2): 76–83
- Karsten, H.** D., Roth, O. W., & Mueller, L. D, 2003. Evaluation of corn hybrids at two stages of development for grazing heifers. *Agronomy Journal*, 95, 870-877. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2003.0870>

- 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
- Martin Neal** P., D. R. Mertens Mary B. Hall and Joe G. Lauer. 2008. Fiber digestibility and starch content of corn silage. Idaho Alfalfa and Forage Conference, 26-27 February, 2008.
- Mena** Villar Felipe Ignacio. 2010. Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (zea mays l.) en la comuna de Futrono. Tesis Prof. Universidad Austral de Chile. Escuela de Agronomía. Valdivia, Chile.
- Mussadiq** Zohaib. 2012. Performance of Forage maize at high latitudes. Plant development, agronomy and nutritive value. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Umeå 2012.
- National Research** Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Penn State Extension.** 2017. Considerations in Managing Cutting Height of Corn Silage. En línea:<https://extension.psu.edu/considerations-in-managing-cutting-height-of-corn-silage>. Consultado el 14 de agosto de 2017.
- Rodríguez-Ramírez** María Rosario, González-Sotelo Alfredo Yáñez-Muñoz Alejandro, Silva-Luna Manuel, Gómez-Escobar Claudia Irette. 2013. Composición química de recursos forrajeros para la alimentación de ovinos en Colima. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro Campo Experimental Tecomán, Colima. Tecomán. Colima. MAYO, 2013.
- Ruiz, O.; Beltrán,** R.; Salvador, F.; Rubio, H.; Grado, A.; Castillo, Yamicela Valor nutritivo y rendimiento forrajero de híbridos de maíz para ensilaje. 2006. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 1, 2006, pp. 91-96
- SAGARPA. 2015.** Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Delegación en la Región Lagunera. Subdelegación de Ganadería. www.sagarpa.gob.mx/dlg/laguna/ANUARIO%202007.pdf. Consultado 11 abril, 2015.
- SAS Institute** Inc. 2007. SAS/STAT 9.22. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 8444 p. Consultado mayo 2007. Disponible en:

<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/PDF/default/statug.pdf>.

Shaver R. D. and P. C. Hoffman. 2006. Degree of Starch Access (DSA): Starch Digestibility in Forages and Grains fed to Dairy Cattle. Focus on Forage. Vol. 8: No.3. Wisconsin Team Forage. University of Wisconsin Board of Regents, pp 1-3.

SIAP-SAGARPA. 2018. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria delegación en la Región Lagunera. (Durango-Coahuila). En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.

Smart Stacey. 2015. How digestible is the starch in your corn silage. Dairy Herd Management. En línea: <https://www.dairyherd.com/article/how-digestible-starch-your-corn-silage>

Staples. R. C. 2010. *Corn silage for dairy cows.* Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Retrieved July 8, 2010, from <http://edis.ifas.edu>

Sulc, R. 2004. Timing harvest of silage corn. In: Bittman, S. y Kowalenko, C. (eds). Advanced Silage Corn Management. Pacific Field Corn Association, British Columbia, Canadá. pp: 118 – 120

Swensson, C., Hetta, M. & Mussadiq, Z. 2008. Phenological development of maize and its importance for the nutritive for dairy cows under Swedish conditions. European Grassland Federation (EGF), General meeting, Biodiversity and Animal Feed. Uppsala, 9–12 June, Book of Abstracts for the 22nd General meeting of the EGF. pp. 94–95.

Vargas Romero Juan M. 2016. Calidad de los Forrajes para Rumiantes. BM Editores. 2017. Calle Xicoténcatl85-102, Colonia Del Carmen, Coyoacán, México D.F. En Línea: <http://bmeditores.mx/calidad-forrajes-para-rumiantes/>