

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre la energía neta, digestibilidad y kilogramos de leche por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

IRVIN MARTÍN RODRÍGUEZ SALCIDO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018

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

Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre la energía neta,
digestibilidad y kilogramos de leche por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

IRVIN MARTÍN RODRÍGUEZ SALCIDO

TESIS

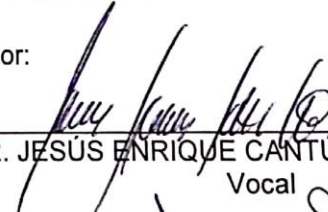
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por:



MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ
Presidente



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO
Vocal



MVZ. CUAUHTEMÓC FÉLIX ZORRILLA
Vocal



IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES
Vocal Suplen



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



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018

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

Efecto del extracto comercial de *Ascophyllum nodosum* sobre la energía neta,
digestibilidad y kilogramos de leche por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) de verano.

Por:

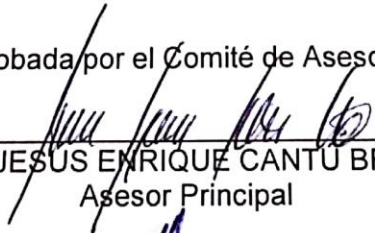
IRVIN MARTÍN RODRÍGUEZ SALCIDO

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO
Asesor Principal



DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2018



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Martin Alejandro Rodríguez Aguirre y Luz Myela Salcido Pena por el apoyo que siempre me brindaron, por inculcarme buenos valores y darme la oportunidad de tener una buena educación siempre, y sobre todo por ser un ejemplo a seguir.

A mis abuelos Martin y Elodia quienes a lo largo de mi vida también me inculcaron que el trabajar por lo que quieres y obtenerlo deja mayor satisfacción, dejaron claro que ser una persona responsable y perseverante nos lleva lejos.

Otra persona a quien quiero agradecer es Lupita, quien me apoyo desde que estamos juntos y siempre ha creído en mi, cuando sentía no poder más me animo a no desistir.

A mi hermano Carlos por ser ejemplo a seguir, a David y Paola por estar en los buenos y malos momentos.

Por último pero no menos importante a mis profesores por sus enseñanzas, confianza, apoyo y dedicación para formar excelentes Médicos Veterinarios.

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.

Le doy gracias también a la persona más importante en mi vida, mi hija Renata quien siempre ha sido la mayor motivación para poder terminar mi carrera, por ella y su bienestar estamos hoy aquí.

A mi Tío Maleno, que aunque ya no se encuentra con nosotros físicamente, siempre estará presente, gracias por haber creído en mi hasta el último momento.

RESUMEN

El objetivo consistió en evaluar la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (EAN) a diferencia de la química (comercial) en maíz forrajero de verano sobre las energías netas, digestibilidad y litros de leche por hectárea de forraje 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 con la aplicación de (EAN) para las EN netas no existieron diferencias significativas, para la digestibilidad de la FDN, los resultados obtenidos no existieron diferencias significativas a (P>0.05) el maíz forrajero tratado reportó 43% de (dFDN), mientras que el testigo se obtuvo el 42% (dFDN). Respecto a la digestibilidad *in vitro* a las 30 horas si existieron diferencias significativas (P>0.05) ya que el lote tratado reportó un 75%, mientras que el lote no tratado el 70%, Para lts/leche/Ton de MS no se registraron diferencias entre los tratamientos para esta variable, ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 1,120±25.65 kg/leche/ton MS, mientras que en el testigo se obtuvo el 1,113.7±33.31 kg/leche/ton MS. Los resultados del ANOVA para los litros por hectárea mostraron que no existieron diferencias significativas a (P>0.05) y por lo tanto se consideran las medias de los tratamientos iguales, siendo la producción en el maíz forrajero tratado de 21,962±5,03 kg/leche/ha, mientras que en el testigo se obtuvo el 21,451± 6,417 kg/leche/ha,

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 Panorama actual de la producción en la Comarca Lagunera	4 3
2.2 Entendiendo el valor nutritivo del forraje de maíz	11
2.3 Digestibilidad de la fibra	12
2.3.1 Nutrientes digestibles totales (NDT)	13
2.4 La energía neta de lactancia (ENL)	14
2.5 Historia del <i>Ascophyllum nodosum</i>	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Ubicación	22
3.2 Materiales	22
3.3 Duración del estudio	23
3.4 Metodología	24
3.4.1 Siembra, riegos y fertilización	24
3.5 Tratamientos	25
3.6 Diseño experimental.	26
3.7 Obtención de la calidad nutritiva y energías netas	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)	31
4.2 Energía neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/Kg MS)	33
4.3 Digestibilidad <i>in vitro</i> (DIV, %) y dig Fibra Detergente Neutro	35 33
4.4 Litros de leche (kg/ton MS)	37
4.5 Litros de leche/ha (Lt/ha)	39
5. CONCLUSIÓN	43
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	
Litros de leche por tonelada de materia seca y litros de leche por hectárea de híbridos de maíz forrajero y densidades de siembra en tres localidades de Wisconsin (Cusicanqui y Lauer, 1999).	8

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Producción anual de litros de leche en la Comarca Lagunera del año 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.	4
Figura 2	Inventario ganadero de ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017	5
Figura 3	Valor de la producción (Miles de \$) del ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.	6
Figura 4	Resultados de la calidad nutritiva de diferentes híbridos de maíz forrajero y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha (Walker et al., sin fecha).	9
Figura 5	Resultados de rendimiento de kilogramos de leche por tonelada de materia seca de diferentes híbridos de maíz forrajero y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha (Walker et al., sin fecha).	10
Figura 6	Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.	22
Figura 7	Panorámica general de la preparación del terreno de la siembra del cultivo de maíz forrajero de verano-otoño de 2016, en la PP “El Perú” en la Comarca Lagunera.	23
Figura 8	Panorámica general de la aplicación del riego después de la siembra del cultivo de maíz forrajero de verano-otoño de 2016, en la PP “El Perú” en la Comarca Lagunera.	24
Figura 9	Estado de madurez de las planta del cultivo de maíz (1/3 la línea de leche, grano lechoso) de verano antes de la cosecha en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.	28
Figura 10	Mazorcas en el lote tratado de las plantas del cultivo de maíz de verano antes de la cosecha (89 dds) en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.	29

Figura 11	Panorama del lote de maíz no tratado (Testigo) de maíz de verano antes de la cosecha a los 89 dds en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.	30
Figura 12	Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.	32
Figura 13	Obtención de la energía Neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/kg/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.	35
Figura 14	Obtención de la digestibilidad <i>in vitro</i> (negro) y la digestibilidad de la FDN (dig FDN, %) (gris) 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.	37
Figura 15	Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por Tonelada 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.	38
Figura 16	Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por hectárea 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.	40

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 la producción de leche de bovino tuvo un decremento en la producción de leche del orden del 1.05 por ciento anual y una baja en el valor de la producción de 1.75 por ciento (SIAP-SAGARPA, 2017).

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.

Objetivos

Evaluar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* a diferencia de la química (comercial) en maíz forrajero de verano sobre las energías netas, digestibilidad y litros de leche por hectárea de forraje en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre el aporte de Energía neta para mantenimiento (%) en maíz forrajero de verano.

2. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre el aporte de Energía neta para ganancia de peso en maíz forrajero de verano.

3. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre la digestibilidad del forraje en maíz forrajero de verano.

4. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre litros de leche por tonelada de forraje del forraje en maíz forrajero de verano.

5. Determinar el efecto de la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*, sobre litros de leche por hectárea en maíz forrajero de verano.

Hipótesis

La cantidad de energía neta para lactancia y mantenimiento, digestibilidad y litros de leche/ha en maíz forrajero de verano, varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la aplicación de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum*.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Panorama actual de la producción en la Comarca Lagunera

De acuerdo con (FIRA, 2017), la Comarca Lagunera, está integrada por 10 municipios de Durango y 5 de Coahuila, es la cuenca lechera más importante del país. Según datos de SIAP-SAGARPA (2017), contribuyó con más de 2,117 en el año 2009 y hasta 2,400 millones de litros anualmente en el 2015, mostrando un decremento en el año 2016 con 2,386 millones de litros, (Figura 1) que significan \$11,100 millones de pesos y 21% del volumen nacional.

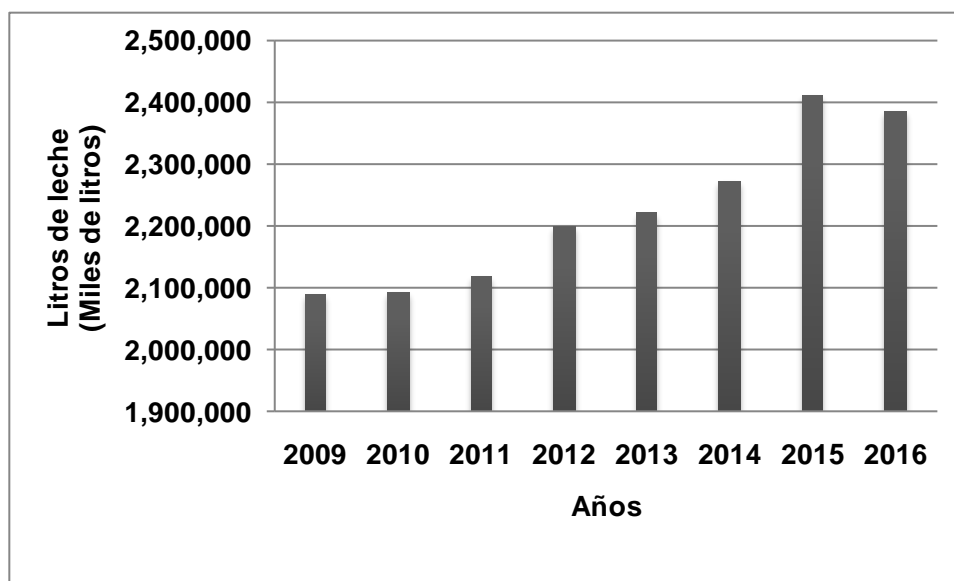


Figura 1. Producción anual de litros de leche en la Comarca Lagunera del año 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

La Laguna, que contribuye con el 95% del volumen estatal, produce con el Modelo Norteamericano, que utiliza insumos en grandes cantidades, tiene altos costos unitarios, requiere alta productividad por vaca y precios altos para tener utilidades; emplean ganado de raza Holstein especializado, instalaciones funcionales y sofisticadas, con procesos productivos mecanizados (FIRA, 2017).

La industria de leche fluida es el mercado principal de estos sistemas de producción, con estándares de calidad muy estrictos. Parte de los productores son accionistas de estas empresas y participan del valor agregado en toda la red. Existen 2,132 productores con más de 241 mil vientres en producción (FIRA, 2017). De acuerdo con datos y estadísticas de SIAP-SAGARPA (2017), reportan una breve variación respecto al número de cabezas de ganado lechero, ya que en el año 2009 se reportaron 400 mil vacas, mientras que en los años 2015 y 2016 se reportaron el mayor número de vacas en la región con 490 y 493 mil cabezas de ganado de leche, tal y como se observa en la grafica 2.

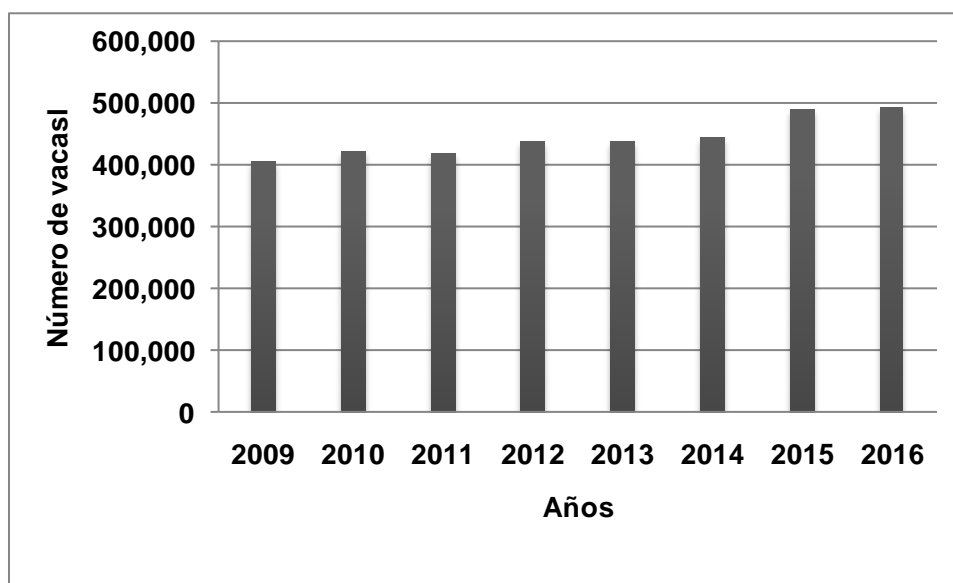


Figura 2. Inventario ganadero de ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

El balance del sector pecuario en la Comarca Lagunera en el valor de la producción arrojó un crecimiento de 2.09 por ciento, con un monto total de 32 mil 751 millones 519 mil pesos. Sin embargo, en lo que a la producción de leche se

refiere, mostró una breve disminución en la producción de leche del orden del 1.05 por ciento, (Figura 3) pero el valor de la misma se situó en los 15 mil 409 millones 089 mil pesos, ligeramente menor que lo reflejado en el año 2015 con 15 mil 683 millones 331 mil pesos (SIAP-SAGARPA, 2017).

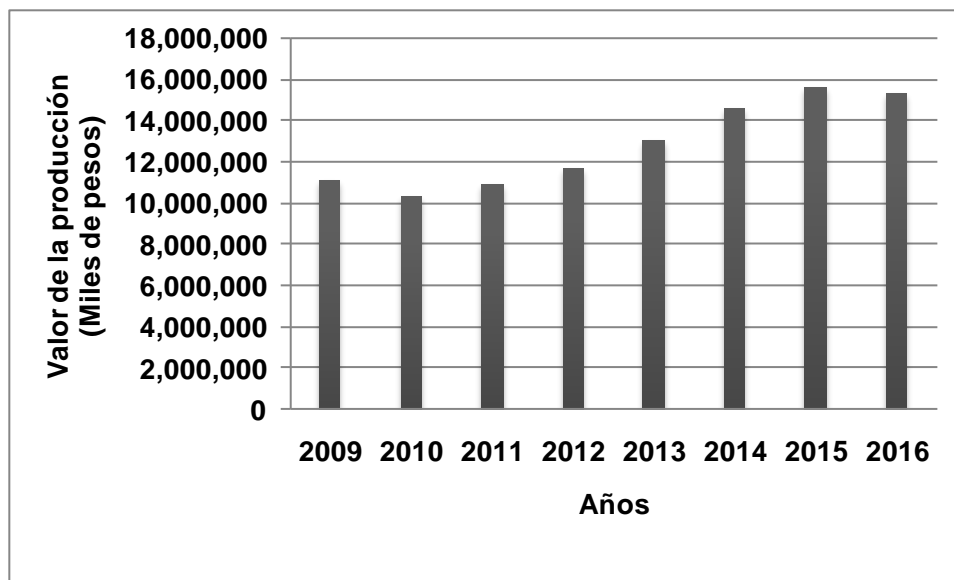


Figura 3. Valor de la producción (Miles de \$) del ganado bovino productor de leche en la Comarca Lagunera de los años del 2009 al 2016 según datos del SIAP-SAGARPA, 2017.

La región sureste y centro contribuyen con el 5% restante de la producción estatal. Esta producción se canaliza principalmente a elaboración de quesos en tres empresas regionales. La actividad lechera en esta región se desarrolla tecnológicamente de manera modesta, en empresas de tipo familiar, con poca infraestructura, escasa inversión y prácticas de manejo deficientes (FIRA, 2017).

Por otro lado, es muy importante recordar que la economía de la producción de leche esta directamente influenciada por la calidad nutritiva del forraje que consumen los animales bovinos de leche ya que alimentar vacas con forrajes verdes

en comparación con concentrados, se tienen disminuciones sustanciales en los costos de producción de leche. Para una óptima producción de leche, se requieren alrededor de 40 kg de forraje verde por animal al día (Chaudhary et al., 2014).

Figuroa et al., (2016), mencionan que la región de la Comarca Lagunera está localizada entre dos estados Durango y Coahuila, y tiene la mayor concentración de vacas lecheras en México con 493,000 cabezas de ganado bovino de leche que corresponden casi al 22 por ciento del total de cabezas de vacas lecheras en México. Debido a lo anterior, se presenta una alta demanda de forraje en esta región para poder alimentar el creciente número de vacas, reportándose que un 69% de la superficie disponible con riego es establecida con forrajes como la alfalfa, los maíces y sorgos forrajeros en los ciclos primavera-verano y los forrajes de invierno la avena, ballico y trigos forrajeros.

Los sistemas de producción lechera son manejados con sistemas agrícolas muy intensivos, que incluyen aportes y aplicaciones de estiércol de bovinos que exceden los 80 t ha⁻¹, 4 a 6 veces el promedio de aplicación de estiércol comúnmente utilizado en los Estados Unidos (Fortis et al., 2009), lo que trae como resultado que dichas prácticas propician la contaminación de mantos freáticos y del suelo.

Investigaciones realizadas por Cusicanqui y Lauer (1999), en estudios sobre densidad de plantas e híbridos de maíz sobre el rendimiento y calidad nutritiva en la localidad del sureste de Wisconsin, reportaron 1,023 kg de leche por ton de forraje con el híbrido Cargill 4327 y de 937 kg de leche con la variedad Pioneer 3417. (Cuadro 1). En ese mismo estudio pero en la localidad central de Wisconsin, reportaron 1,192 kg de leche por ton de forraje con el híbrido Pioneer 3417 y de

1,071 kg de leche con la variedad Jacques 4120, valores muy similares a los obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 1. Litros de leche por tonelada de materia seca y litros de leche por hectárea de híbridos de maíz forrajero y densidades de siembra en tres localidades de Wisconsin (Cusicanqui y Lauer, 1999).

Hibrido	Densidad de plantas (Plantas/ha)	Litros de leche/t MS (Kg ton)	Litros de leche/ha (Kg ha ⁻¹)
Southern Wisconsin			
Cargill 4327	75,800	1023	19,980
Pioneer 3417	73,200	937	17,949
Central Wisconsin			
Pioneer 3757	73,600	1192	17,694
Jacques 4120	71,900	1071	15,747
Northern Wisconsin			
Pioneer 3921	73,700	768	13,073
Pioneer 3902	74,400	749	12,825

Estimaciones realizadas por Walker et al., (Sin fecha), en donde evaluaron diferentes híbridos de maíz y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha de maíces forrajeros muestran que por cada aumento de 1% en la cosecha MS, el porcentaje de almidón en la MS se incrementó en un 2% ($P < 0,01$),

mientras que disminuciones ($P < 0,01$) fueron detectados para la FDN (1,1%), azúcar (0,7%) y cenizas (0.1%); (Figura 4).

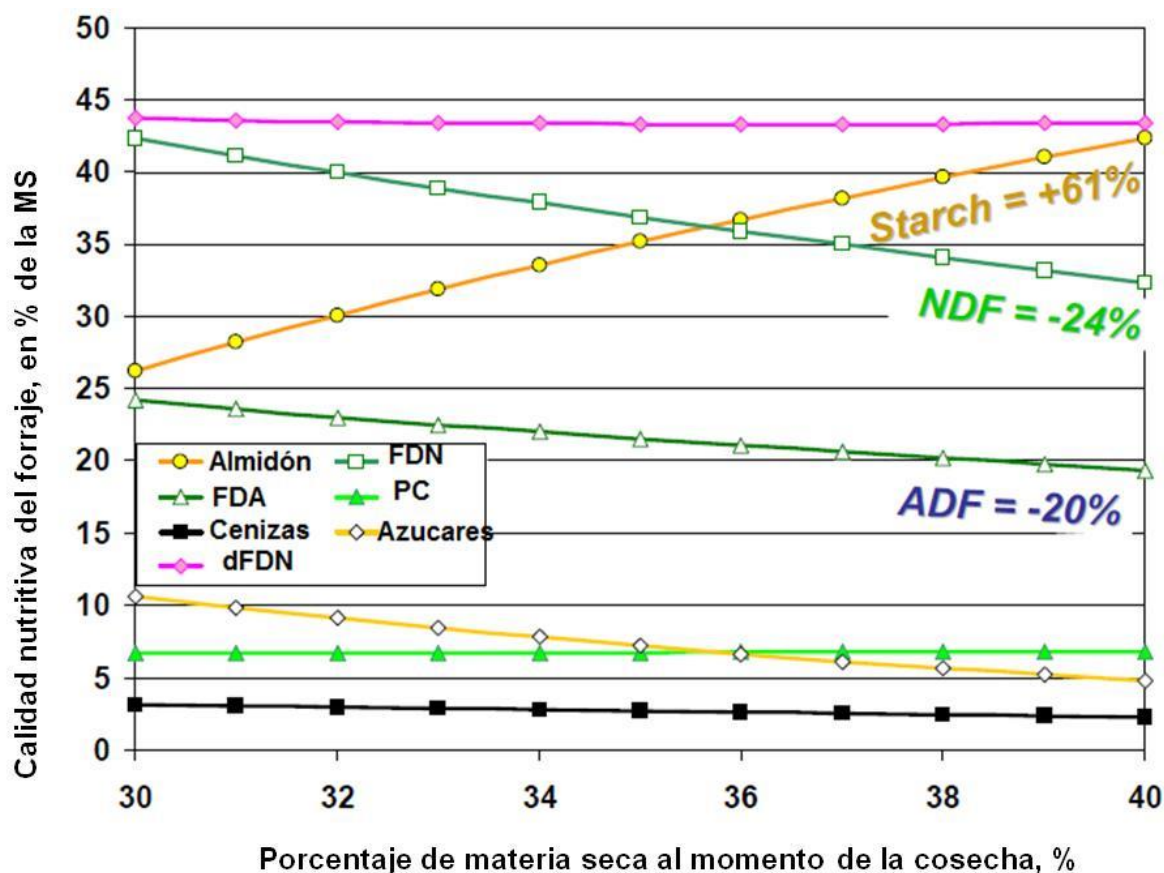


Figura 4. Resultados de la calidad nutritiva de diferentes híbridos de maíz forrajero y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha (Walker et al., sin fecha).

Paralelamente fueron observados cambios para estos mismos híbridos en el informe del año 2008. Lo anterior debido a que los híbridos diferían en cuanto a composición de nutrientes en distintas fechas de cosecha, leche por hectárea y por tonelada de leche los cuales fueron afectados por el % de MS al momento de la cosecha, haciendo que la clasificación de los híbridos cambie a medida que cambia la fecha de cosecha (Figura 5). En la figura 5 se muestran los resultados de

rendimiento de kilogramos de leche por tonelada de materia seca de diferentes híbridos de maíz forrajero y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha, los rangos de producción varían del híbrido más sobresaliente con 1,583.03 kg/leche/ton MS, mientras que el híbrido que reportó la menor cantidad de leche fue de 1,428.81.

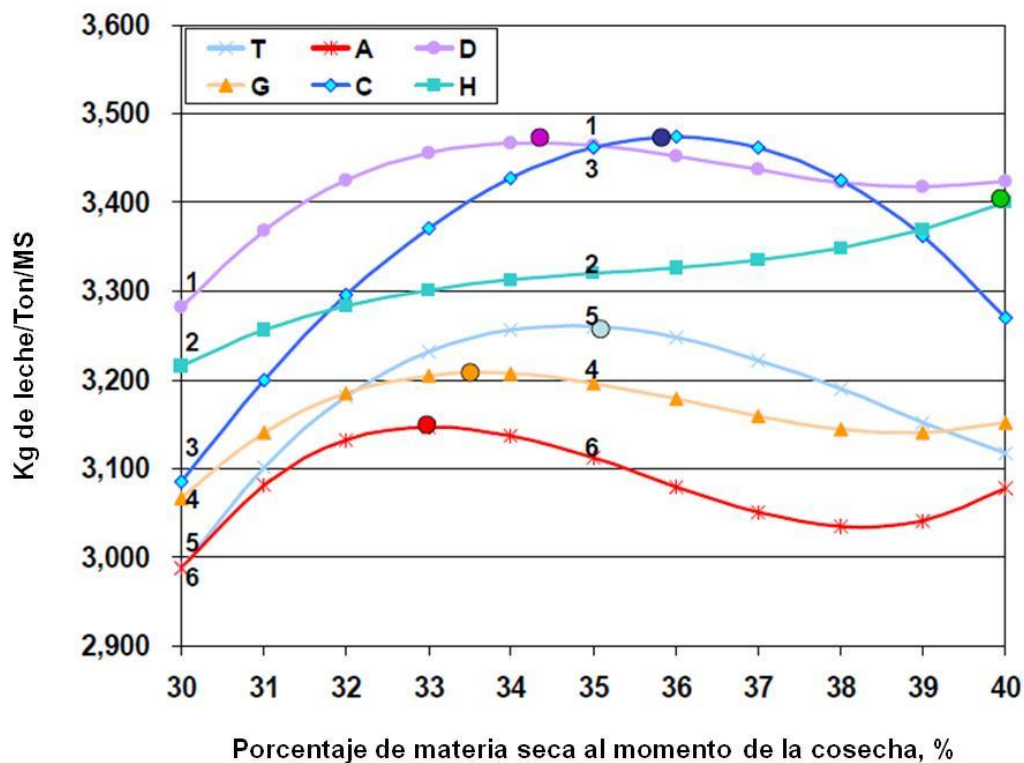


Figura 5. Resultados de rendimiento de kilogramos de leche por tonelada de materia seca de diferentes híbridos de maíz forrajero y diferentes porcentajes de materia seca al momento de la cosecha (Walker et al., sin fecha).

Para estos híbridos evaluados, calculado por tonelada de leche, esta se maximizó cuando las plantas contenían entre un 33% y el 36% de MS con un máximo de producción de leche por tonelada entre un 5 a 13% mayor y un máximo por hectárea de leche de entre 7 a 25% mayor que en el caso de un 30% de materia seca (MS). Híbridos evaluados con un 35% MS difirieron de aquellos que mostraron

un 30% de MS ($R^2 = 0,62$; NS). Debido a que la evaluación de híbridos y fechas de cosecha, por tonelada de leche depende principalmente del contenido de almidón y dFDN ($R^2 = 0,82$; 0,06), mientras que la tonelada de leche varía con almidón y proteína ($R^2 = 0,86$; 0,07) (Walker et al., Sin fecha).

2.2 Entendiendo el valor nutritivo del forraje de maíz

De acuerdo con García (2016), el valor energético del ensilado de maíz es altamente dependiente del contenido y digestibilidad del almidón y componentes de fibra. La digestibilidad de ambas fracciones en rumiantes es diferente. La fibra es mayormente fermentada en la porción del retículo-rumen y los productos de esta fermentación son utilizados por los microorganismos del rumen. Hay variedades de maíz para ensilado que tienen una mayor digestibilidad del almidón. En general, el ensilaje de maíces híbridos con más suave y más lento el secado de granos, pueden preservar mejor en el silo y tienen una mayor digestibilidad del almidón total. El almidón es mayormente fermentado en el rumen. Sin embargo, algunos almidones pueden escapar y, potencialmente, ser digeridos y sus productos finales absorbidos en el tracto digestivo inferior. Su alta resistencia al agua le permite que algunas componentes de almidón puedan escapar de la fermentación ruminal antes de que las bacterias las puedan degradar.

La "protección" de la degradabilidad también puede reducir la accesibilidad de enzimas que degradan el almidón en el intestino delgado. Con almidón de maíz para ensilado de menor digestibilidad, una parte puede acabar en el estiércol, especialmente en aquellos animales con mayores tasas de paso en alimentos de alto consumo. Por lo tanto, es importante comprender los factores que influyen en la digestión del grano (García, 2016).

2.3 Digestibilidad de la fibra

De acuerdo con García (2016), el valor nutritivo del ensilado de maíz se ve afectado por su contenido de grano, las mazorcas, los tallos, las hojas y las cenizas (minerales naturales de la planta y/o contaminantes del suelo). Las proporciones relativas de estos componentes vegetales en el ensilado de maíz determinará en gran medida la cantidad de fibra en detergente neutro (FDN), fibra, almidón y proteínas. El ensilado de maíz es bajo en proteína cruda y proporciona una cantidad de almidón fermentable, energía y las cantidades relativas de fibra efectiva (dependiendo de su tamaño de partículas). La fibra tiene un mayor impacto negativo sobre el valor nutritivo debido a su baja digestibilidad en comparación con el almidón.

Cuando se enfrenta con altos los precios del maíz, los productores pecuarios necesitan para decidir si deben cosechar el maíz para ensilaje o bien para venta como un cultivo comercial. Para abordar esta cuestión, una consideración importante es la digestibilidad del forraje. Más tonelaje significa más grano, pero también más plantas y, por lo tanto más ricas en fibra de los tallos que diluye la concentración de energía. Para sacar el máximo provecho de ensilado de maíz, es muy importante no sólo en la selección de variedades con más granos, sino también con el aumento de la digestibilidad de la fibra (FDN). Esto es particularmente importante en la dieta de vacas lecheras, donde la fibra del forraje representa la mayor fracción de nutrientes (García, 2016).

En las dietas de los rumiantes, la fracción de fibra se informa como fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). El residuo en la FDN se

correlaciona negativamente con el consumo de alimento y, por tanto, con absorción de energía (Nuñez et al., 2013).

La importancia de medir la dFDN, a las 48 hr ha sido reconocido hasta hace recientemente. La digestibilidad de la fibra difiere entre las cosechas de gramíneas y leguminosas cuando son cosechadas al mismo estado de madurez, aún y cuando esas mismas especies han sido cultivadas en diferentes condiciones de suelo y clima. Debido a que la digestibilidad de la FDN es más rápida, los rumiantes pueden mover el alimento a través del rumen más rápidamente, permitiendo así un incremento del desempeño del animal. La disminución a las 48 hr, de la dFDN a las 48 hr generalmente es un reflejo de altos contenidos de lignina en la fracción de la dFDN, medida a partir de la digestibilidad in vitro de la FDN a las 48 hr (García, 2016).

2.3.1 Nutrientes digeribles totales (NDT)

De acuerdo con García, (2016), el NDT representa la suma de proteína cruda digerible, carbohidratos digeribles, y la grasa digerible (La grasa se multiplicará por 2,25 para compensar su mayor contenido energético). Desde que los alimentos son utilizados de manera diferente por diferentes especies, por ciento NDT en un alimento es diferente para cada especie, y es altamente correlacionado con el contenido energético de los alimentos para animales. El NDT se estima en muchas maneras diferentes. Por ejemplo, el NDT en South Dakota State University, los informes de laboratorio se calculan a partir del valor de ENI, que a su vez se calcula desde el alimentador automático de documentos (FDA) con el contenido del ensilaje. La ecuación para calcular la NDT es: $NDT = 31,4 (53,1 \times ENI)$.

Otros dos términos empleados para estimar la calidad nutritiva potencial de un forraje lo representan la energía neta para lactación (ENL en Mcal/kg) y la energía neta para mantenimiento (ENm) y la energía neta para ganancia de peso (ENgp) expresada en Mcal/kg (García, 2016).

2.4 La energía neta de lactancia (ENL)

La energía neta de lactancia es el término utilizado por el NRC (National Research Council) para evaluar las necesidades de energía y los valores de alimentación para vacas en lactación. Se expresa como megacalorías por libra (Mcal/lb) o megacalorías por kilogramo (Mcal/kg). (Roth, 2015). En el ensilado de maíz ENL se calcula a partir de la FDA con la siguiente ecuación:

$$ENL = 1\,044 - (0.0124 \times ADF)$$

La energía neta para mantenimiento (ENm) y neta energía para ganancia (ENgp)

El sistema de energía neta utilizada por el NRC para el ganado vacuno asigna ambos valores de energía para cada uno de los alimentos de los animales y los subdivide igualmente en los requerimientos de energía para los animales. Alimentar por aporte de energía se utiliza de manera menos eficiente para depositar nuevos tejidos corporales que para los de mantenimiento existentes en el tejido corporal (García, 2016; Roth, 2015). La ENm es el valor de energía neta de alimentos para el mantenimiento, mientras que la ENgp es el valor de energía neta de alimentos para la deposición de tejido corporal, crecimiento, ganancia o ambos. Tanto la ENm como la ENgp son necesarias para expresar el total de las necesidades energéticas de crecimiento del ganado. Generalmente se pueden expresar como megacalorías

por libra (Mcal/lb) y también puede ser expresada como megacalorías por kilogramo (Mcal/kg). (Roth, 2015).

$$ENm = -0.508 (1,37 \times EM) - (0.3042 \times EM^2) + (0,051 \times EM^3)$$

$$ENgp = -0.7484 (1,42 \times EM) - (0.3836 \times EM^2) + (0.0593 \times EM^3)$$

$$\text{Donde EM (Energía metabolizable)} = 0.01642 \times \text{NDT}$$

Los análisis de muestras para la digestibilidad de FDN (dFDN) proporcionan una estimación de la cantidad de energía que el rumiante es capaz de obtener de ese forraje. Por ejemplo, un aumento del 1 % en la unidad dFDN puede resultar en 0,37 lb de aumento de consumo de materia seca del forraje (MS) por día (Obay y Allen, 1999). Jung et al. (2004) informaron que las vacas lecheras que consumieron 0.26 lb/día más alimento de MS, cuando dFDN in vitro del ensilaje de maíz aumentó por una unidad. Las vacas alimentadas con ensilaje de maíz con mayor dFDN son capaces de comer más y obtener más energía total. Este es el resultado de un vaciado más rápido del rumen, lo que reduce la distensión y permite la alimentación adicional para ser consumida. Como resultado, los requerimientos de energía pueden cumplirse o llenarse con menos grano.

En maíces forrajeros de (BMR) nervadura central café por sus siglas en inglés, es una mutación natural que se produce en el maíz y otros cultivos. Las variedades de nervadura central café, tienen menores concentraciones de lignina y mayor dFDN. La investigación ha demostrado que la dFDN del ensilado de maíz variedades de nervadura central café, varía de 64,4% a 72,8%, mientras que en ensilajes de maíz de variedades normales la dFDN varía de 44% a 63,8% (Hoffman y Combs, 2004). Otra preocupación, es que las variedades con BMR, pueden tener aproximadamente entre un 10% a 20% menor rendimiento de MS que las

variedades normales. Los últimos resultados mostrados por Darby et al., (2014), reportados por la Universidad de Vermont demostraron que 22 toneladas de maíz para ensilado en 35% MS por acre (44,8 ton en forraje verde) fueron obtenidos con un ensilado de maíz de variedad de nervadura central café (BMR).

Resultados de investigación ha demostrado que, a pesar de que las variedades de (NCC) tienen ligeramente menos almidón que los forrajes de calidad homólogos híbrida, pueden ser hasta 30% más digestible. Esta es la razón por la cual, los productores pecuarios deberían evaluar híbridos de maíz para ensilado no sólo por tonelaje y el rendimiento, pero lo más importante, por el rendimiento de los animales (García, 2016).

En vacas lecheras, el índice de leche por hectárea puede ayudar en esta evaluación. La Universidad de Wisconsin tiene un modelo de predicción el milk-per-acre que combina el rendimiento y calidad en un solo término, permitiendo una fácil clasificación de forrajes y la selección de híbridos. Utilizando esta información, la leche por tonelada de ensilado de maíz se calcula y, a continuación, multiplicada por el rendimiento de forraje se puede calcular la cantidad de leche producida por cada hectárea de ensilaje de maíz. Las investigaciones realizadas por la Universidad del Estado de Penn junto con el W. H. Miner Agricultural Research Institute (Roth et al., 2001) sugieren que la mejora de la digestibilidad de la planta puede compensar las reducciones en los rendimientos de MS de las variedades NCC. Los investigadores de la institución informaron que la relación entre FDN es menor en los híbridos de NCC, mientras que el contenido de almidón es mayor. Estos hallazgos sugieren que la calidad de los híbridos de NCC es mejor que el de los híbridos de maíz convencional. Esto es cierto, sin embargo, sólo cuando las

vacas responden con la producción de leche. Varios estudios han demostrado que la producción de leche puede aumentarse con variedades de maíz de NCC (BMR) lo anterior de acuerdo a Stone et al., (2012).

De acuerdo con González et al., (2016), uno de los principales factores limitantes para la obtención de altos rendimientos y la calidad nutritiva del forraje de maíz es la dosis de fertilización nitrogenada (De Menezes *et al.*, 2013). Debido a lo anterior es común que los productores apliquen dosis de nitrógeno (N) superiores a las requeridas por el cultivo. Lo anterior, trae como consecuencia el aumento de los costos de producción, disminución de la rentabilidad del cultivo e incrementando el riesgo potencial de contaminación ya que el N que no absorbe la planta, se pierde por diferentes procesos, como la volatilización, desnitrificación, y la lixiviación de nitratos entre otros (Delgado y Follett, 2010). Para reducir el riesgo de contaminación por nitratos sin disminuir significativamente los rendimientos y calidad nutritiva es necesario por un lado, conocer los requerimientos nutrimentales de los cultivos, y por otro, evaluar diferentes alternativas de fertilizantes orgánicos más amigables con el ambiente, como el *Ascohyllum nodosum* así como el tipo de fertilizantes, la forma y etapa fenológica que este insumo debe ser aplicado (Klocke *et al.*, 1999).

2.5 Historia del *Ascohyllum nodosum*

El uso de *Ascohyllum nodosum* fresco como un acondicionador de la tierra y del suelo, como fuente de oligoelementos y estimulante del crecimiento general comenzó en los primeros asentamientos de Canadá marítima. Los colonizadores europeos trajeron esta costumbre de siglos de uso en Europa. Extractos de algas marinas líquido elaborado desde 1950 y se utilizan en aspersiones de polvos como

en las pulverizaciones o nebulizadores foliares. Los extractos de este producto han demostrado propiedades quelantes que mejoran la utilización de minerales (Lynn 1972). Aplicación de extractos de semillas aumenta la germinación y el crecimiento temprano (Britton, y Naves, 1964). Las auxinas y giberelinas, como actividades son reportadas por extractos de algas marinas, pero los resultados son contradictorios. Polvos Solubles como las aspersiones foliares, aumento en el contenido de proteína de soja, sólidos solubles en los tomates y el rendimiento del sur de guisante (Asare y Harlin, 1983).

Du Jardin (2015), los clasifica como bio-estimulantes y propone ocho categorías, según las sustancias de acuerdo a su modo de acción: 1).- Sustancias húmicas, 2).- materiales orgánicos complejos, 3).- Elementos químicos benéficos, 4).- Sales inorgánicas incluyendo fosfatos, 5).- Extractos de *Ascophyllum nodosum*, 6).- Citinas y derivados de las citosininas, 7).- Antitranspirantes y 8).- Sustancias que contienen N libre de amino-acidos.

Los extractos de algas marinas y concentrados de *Ascophyllum nodosum*, son utilizados en agricultura y horticultura para sus muchos efectos beneficiosos sobre las propiedades del suelo, el crecimiento de la planta y el rendimiento de los cultivos (Khan et al., 2009). Más de 18 millones de toneladas de productos de algas son producidas anualmente, lo anterior de acuerdo a la FAO (2011), (Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas), una gran parte de los cuales se utilizan como suplementos nutritivos vegetales o bioestimulantes para aumentar el crecimiento de la planta y rendimiento (Borlongan et al., 2011; Craigie, 2011). El *Ascophyllum nodosum* es una de las algas más ampliamente investigados y utilizados para la producción de extractos comerciales (Khan et al., 2011).

Los extractos de algas marinas es sabido que contienen sustancias de crecimiento vegetal como citocininas, auxinas, indol, ácido acético y nutrientes vegetales (MacKinnon et al., 2010), pero estudios más recientes nos indican niveles biológicamente activos de reguladores de crecimiento de plantas tradicionales (Wally et al., 2013). Hay efectos beneficiosos de extracto de algas marinas aplicaciones en las plantas a comienzos de la germinación de la semilla y el establecimiento, mejora el rendimiento de las cosechas y el rendimiento, mayor resistencia a las presiones bióticas y abióticas, y mayor duración poscosecha de productos perecederos (Hurtado et al., 2012).

El concentrado de la alga Rockweed (*Ascophyllum nodosum*) es reportado que contiene diversos componentes tales como macro y micro nutrientes, aminoácidos, vitaminas, citoquininas, auxinas y ácido abscísico (parecidas a las sustancias de crecimiento) que afectan a las propiedades de desarrollo de las plantas, el crecimiento de la planta y el rendimiento de los cultivos (Craigie, 2011).

Las macroalgas (algas) comprenden casi 10.000 especies y contribuyen aproximadamente el 10% del total mundial de la productividad marina. Las grandes especies de la biomasa de estas algas puede flotar libremente en el océano como miembros del género de la alga marrón Sargassum (viz. Mar de los Sargazos), pero la mayoría son bentónicos, conectados al sustrato duro por el ventosas y ramificaciones que son quizás las más conocidas y fáciles de detectar por el observador casual en la orilla de la playa. Las algas son la quinta esencia de los miembros de los ecosistemas marinos costeros, ya que proporcionan refugio y alimento a numerosas especies 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 suplementos para los animales y también en la agricultura como mantillos, estiércol y extractos modificados, y hasta fertilizantes (Craigie 2011).

Los Bioestimulantes vegetales son generalmente aplicados a cultivos de alto valor, principalmente en cultivos de invernadero, árboles frutales, hortalizas a campo abierto, flores y ornamentales, que se utilizan para incrementar el rendimiento y la calidad nutritiva de los productos de una manera sostenible. Los productos bioestimulantes fueron inicialmente productos utilizados en la producción orgánica, pero ahora están aumentando su utilización en otros cultivos comerciales, y se ha introducido en la producción de cultivos convencionales para responder a imperativos tanto económicos como de sostenibilidad. El mercado a nivel mundial de los bio-estimulantes está creciendo año a año, razón por la cual se hace necesario evaluar dichos productos en cultivos forrajeros como la alfalfa y maíces forrajeros tanto en los ciclos de primavera-verano, sino también en el ciclo de verano- otoño y documentar su efecto sobre la calidad nutritiva como el rendimiento (Du Jardin, 2015).

De acuerdo con Colla y Rouphael (2015), una producción agrícola sustentable es esencial para llenar las demandas del consumidor. La mejor manera de lograrlo, es haciendo un incremento del uso eficiente de productos saludables. En años recientes, algunas innovaciones técnicas y tecnológicas han sido propuestas para mejorar la producción de sistemas sustentables, a través de una reducción significativa de aplicación de agroquímicos.

Una práctica muy prometedora podría ser el uso de sustancias y microorganismos que promuevan e incrementen el crecimiento de las plantas, que aumenten la resistencia de las plantas a factores desfavorables del suelo y clima, y por otro lado, incrementen la utilización más eficiente de los recursos (Colla y Rouphael, 2015).

El manejo eficiente del empleo de alternativas de los fertilizantes nitrogenados en los sistemas intensivos de producción de forrajes son fundamentales para evitar aplicaciones excesivas, evitando riesgos potenciales de contaminación al medio ambiente, sin disminuir la rentabilidad y calidad nutritiva del cultivo (Fallah y Tadayyon, 2010; Cueto *et al.*, 2013).

Debido a la importancia del N en las plantas, a las cantidades elevadas con que es demandado en el crecimiento de los cultivos y a la creciente preocupación por preservar 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 energías netas y producción de leche tanto por tonelada de forraje y por hectárea en maíz (*Zea mays* L.) forrajero de verano en la Comarca Lagunera.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación. El lote de terreno utilizado se localiza en el predio de la pequeña propiedad El Perú, aproximadamente a 5.5 km de la carretera “Ejido Ana-La Partida” contándose con un lote de terreno de 18.18 hectáreas, utilizando las tablas (T1 y T1a) con 6.89 ha y la tabla 2 con 11.29 ha, con 17 tablas o tendidas cada una, que cuenta con un sistema de riego con acequia central, que permite regar con sifones de 4 pulgadas hasta dos melgas o tendidas, las cuales tienen una superficie aproximada de un 1/4 de hectárea (Figura 6).



Figura 6. Localización del área de estudio del cultivo de maíz forrajero de verano en el año 2016 en la Comarca Lagunera.

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

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

3.3 Duración del estudio. El estudio tuvo una duración de cinco meses desde el mes de julio, desde la preparación del terreno en el momento del barbecho (Figura 7) hasta noviembre de 2016, en la cosecha total de la planta.



Figura 7. Panorámica general de la preparación del terreno de la siembra del cultivo de maíz forrajero de verano-otoño de 2016, en la PP “El Perú” en la Comarca Lagunera.

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.

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

3.4.1 Siembra, riegos y fertilización

La siembra se realizó en seco, para aplicar el primer riego antes de las 24 horas después de la siembra (Figura 8) se aplicaron en total 3 riegos de auxilio, distribuidos cada 28-30 días para disponer de una lámina total de 90 cm.



Figura 8. Panorámica general de la aplicación del riego después de la siembra del cultivo de maíz forrajero de verano-otoño de 2016, en la PP "El Perú" en la Comarca Lagunera.

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

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

3.5 Tratamientos

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

3.5.1 Variables a evaluar

1. Obtener los valores de energía neta para lactancia (Mcal kg/MS)
2. Obtención del aporte de mantenimiento y ganancia de peso en maíz forrajero después del corte en la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 9 repeticiones).
3. Obtención del aporte de la Digestibilidad *in vitro* (DIV, %) y dig Fibra

Detergente Neutro en maíz forrajero después del corte en la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 9 repeticiones).

4. Obtención de la cantidad de litros de leche por tonelada de forraje seco en maíz forrajero después de la cosecha en cada bloque y tabla tratada vs no tratada (N= 9 repeticiones).

5. Transformación de los litros de leche por Ton/MS a litros por hectárea, para lo cual se realizó utilizando el modelo Milk 2006 (Desarrollado por Shaver et al., 2002).

3.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 5 repeticiones. Los datos recolectados fueron analizados utilizando el ANOVA (Análisis de varianza) y las diferencias entre medias de los tratamientos a través de la DMS (Diferencia mínima significativa) haciendo uso del procedimiento GLM del Software Statistical Analysis System (SAS, 1997).

El inicio del experimento en los lotes T₁ y T_{2A} de la P.P. “El Perú” fue el 02/09/2016, con el objeto de evaluar dos aplicaciones de Stimplex foliar y de Acadian suelo en el cultivo de maíz de verano. En las figuras 2 y 3 se muestra el lote de terreno y la altura de las plantas al momento del inicio del experimento.

3.7 Obtención de la calidad nutritiva y energías netas

La calidad nutritiva se determinó a partir de la obtención de la parcela útil cosechando el número de plantas por metro lineal, cortando a 15 cm del suelo, pesando el forraje obtenido en verde en una báscula portátil, 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.

Otra porción de las muestras ya picadas y en estado verde se llevo al laboratorio certificado para el análisis de forrajes AGROLAB de México, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo. y utilizando el análisis de forrajes conocido como NIRS, (Near Infrared Reflectance Spectroscopy), por sus siglas en ingles, y en español conocido como el análisis el método de reflectancia en el infrarrojo cercano. Dicho método permite obtener en sus resultados de salida, una gran determinación de diferentes variables que indican la calidad del forraje analizado, entre las que se encuentran las diversas energías netas (EN lactancia, EN mantenimiento, EN ganancia de peso y EN metabolizable), Valor Relativo del Forraje, Calidad Relativa del Alimento, y litros de leche por tonelada de forraje, entre muchas otras determinaciones.

La cosecha se realizó a los 89 días después de la siembra, con un promedio de humedad del 75 % y una materia seca del 25 %, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición en un estado de madurez de 1/3 la línea de leche, tal y como se puede observar en la figura 9.

Finalmente, se obtuvo la producción de leche por toneladas de materia seca, y los litros de leche por hectárea, la cual fue calculada utilizando el programa Milk 2006, desarrollado por la Universidad de Wisconsin, Corn Silage Evaluation System (Shaver et al. 2002)



Figura 9. Estado de madurez de las planta del cultivo de maíz (1/3 la línea de leche, grano lechoso) de verano antes de la cosecha en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.

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

En las figuras 10 y 11 se puede observar el estado de madurez de las mazorcas de las plantas del cultivo de maíz forrajero del lote tratado con Acadian Suelo y Stimplex antes de llevar a cabo la obtención de la cosecha de la parcela útil.



Figura 10. Mazorcas en el lote tratado de las plantas del cultivo de maíz de verano antes de la cosecha (89 dds) en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.



Figura 11. Panorama del lote de maíz no tratado (Testigo) de maíz de verano antes de la cosecha a los 89 dds en la P.P. “El Peru” lotes T1 y T2A en el ciclo julio-noviembre de 2016 en la Comarca Lagunera.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)

El valor nutritivo de un alimento está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/MS), y la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y se clasifican en excelentes mayores a 1.5 Mcal kg^{-1} , buenos de $1.3-1.5 \text{ Mcal kg}^{-1}$, regulares de $1.1-1.3 \text{ Mcal kg}^{-1}$ y malos o pobres con valores menores de 1.1 Mcal kg^{-1} (Nuñez et al., 2005).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 1.22 ± 0.03 % de ENL, es decir, de mayor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 1.21 ± 0.01 % ENL, es decir, se considera de ligera menor calidad tal y como se muestra en el figura 12. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de ENL menores o igual a 1.1 se consideran como maíces de calidad nutricional pobre o mala.

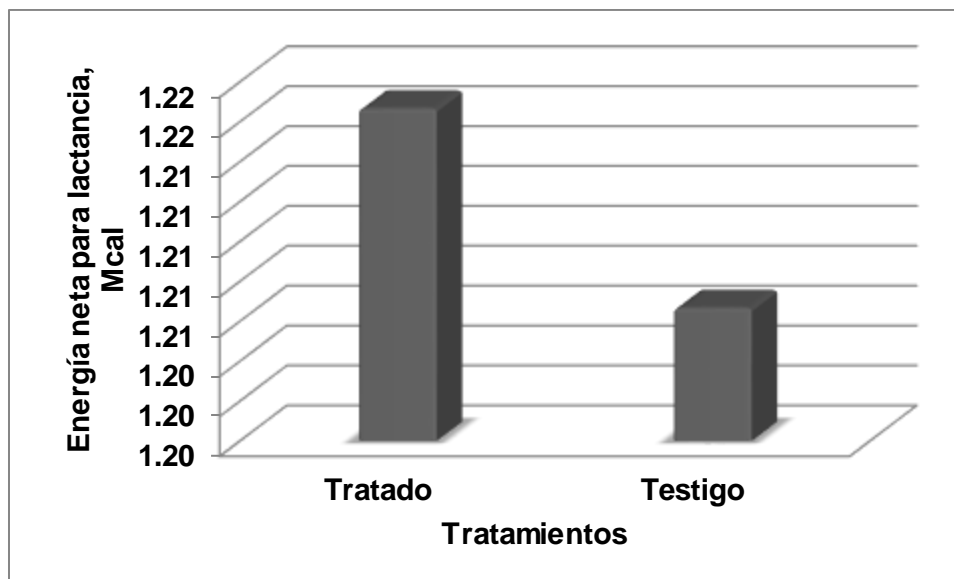


Figura 12. Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Reta et al., (2010), evaluaron sistemas de producción de forraje para incrementar la calidad del agua en la Comarca Lagunera y reportaron en maíz tanto de primavera como de verano de Enl de 5.90 y 6.65 MJ kg⁻¹ MS de Enl respectivamente, valores desde el punto de vista nutricional de mejor calidad que los obtenidos en este estudio de maíz de verano que fue de 1.22 y 1.21 Mcal.

Núñez et al., (2014) en un estudio de forrajes que incluyó tanto perennes como anuales de primavera y verano y de invierno en explotaciones de la Región Lagunera reportaron para ensilaje de maíz 1.3±0.02 % de Enl en Mcal, valores ligeramente superiores a los obtenidos en este estudio y por lo tanto de mejor calidad. Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos para Enl, el forraje producido en los dos tratamientos se considera de calidad regular.

Herrera (1999), reportó valores de energía neta de lactancia (ENI, Mcal/kg) en cuatro localidades en la Comarca Lagunera promedios de entre 1.43-1.54, siendo el híbrido ICI-GART8285 de la localidad CELALA y Providencia de 1.69, esto en maíces precoces. En maíces intermedios reportó valores promedio de rangos entre 1.39-1.52 Mcal/kg de ENI, siendo el híbrido más sobresaliente el A7573 con 1.55 Mcal/kg de ENI. Payán et al. (2013), evaluaron 13 híbridos de maíz forrajero en la región de Delicias, Chihuahua, reportando valores de ENI de entre 1.62 y 1.33 Mcal/kg, siendo el híbrido Gorila el más sobresaliente con 1.62 y el más bajo el híbrido A7573 con 1.33, valores por arriba de los encontrados en este estudio.

4.2 Energía neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/Kg MS)

El valor nutritivo de un alimento está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta para mantenimiento (ENmant, Mcal/MS), y la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y se clasifican en excelentes mayores a 1.5 Mcal kg⁻¹, buenos de 1.3-1.5 Mcal kg⁻¹, regulares de 1.1-1.3 Mcal kg⁻¹ y malos o pobres con valores menores de 1.1 Mcal kg⁻¹ (Nuñez et al., 2005).

Los resultados obtenidos para este nutriente (ENmant) muestran que no existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 0.77 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 0.79 % ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 13.

Los resultados obtenidos para la (ENmant.) muestran que no existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz

forrajero tratado fue de 0.23 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 0.26 % ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 13.

En lo que a la (ENgp) los resultados obtenidos muestran que no hubo existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 1.83 % de ENm, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 1.9% ENm, es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 13.

Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de ENm menores o igual a 1.1 se consideran como maíces de calidad nutricional pobre o mala. Los valores reportados en la literatura para energía neta para ganancia de peso son de 0.99 y de mantenimiento de 1.56 Mcal/kg/MS (NRC, 2001). De acuerdo con estas ecuaciones, ENm varía de 0.53 y 0.68 (con promedio 0.64) para alimentos de 1.8 a 3.2 Mcal EM/kg MS respectivamente; para esos mismos alimentos ENgp varía entre 0.22 y 0.47 (con promedio 0.41). Como se puede observar los datos obtenidos y reportados en este trabajo son más bajos que los reportados en la literatura, lo anterior debido, a que el estado de corte del cultivo fue ya en grano duro, muy retrasado porque se presentaron lluvias en junio de 2015 y no existió suficiente piso para realizar la cosecha.

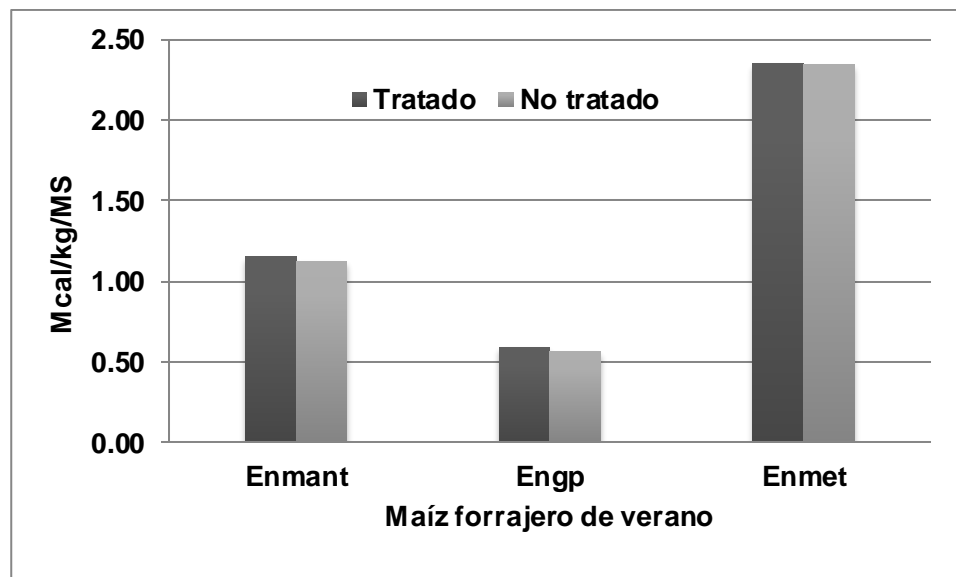


Figura 13. Obtención de la energía Neta para mantenimiento, ganancia de peso y metabolizable (Mcal/kg/MS) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

4.3 Digestibilidad *in vitro* (DIV, %) y dig Fibra Detergente Neutro

Es la fracción del alimento realmente aprovechada por el ganado y según Herrera (1999) porcentajes menores a 60 por ciento con de baja calidad, de 61 a 67 % son de mediana calidad y mayores de 68 por ciento de alta calidad.

Los resultados obtenidos para la digestibilidad *in vitro* a las 30 horas si existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) ya que el lote tratado reportó un 75%, mientras que el lote no tratado el 70%, sin embargo, de acuerdo a lo expresado por Herrera (1999), se consideran los dos de alta calidad. Gallegos, et al., 2012), reportaron en un estudio en la Comarca Lagunera valores para genotipos de 69% y muy similares a los obtenidos por Nuñez et al. (2006) en la evaluación de 15 genotipos de maíz que en el año 1997 fluctuaron entre 63.3 a 72.1 por ciento y en

el año 1999 obtuvieron genotipos desde 62.6 a 70.6%, es decir genotipos de alta calidad. En la figura 9 se muestran los resultados obtenidos para esta variable (dFDN) la digestibilidad de la FDN, encontrando en los resultados obtenidos en lo que a la (DIV, %) los resultados obtenidos muestran que no hubo existieron diferencias significativas a ($P>0.05$) ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de 43% de (dFDN), es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 42% (dFDN) es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 14.

De acuerdo con Nuñez et al., (2011), la FDA y la digestibilidad *in vitro* en cambio, no están asociadas con la producción de leche y en estudios realizados en Pabellón Ags, encontró una digestibilidad *in vitro* de 59.2-73.4 % en variables agronómicas y de calidad nutritiva de cinco grupos de poblaciones de maíz. En estudios realizados en La Comarca Lagunera se han encontrado valores de digestibilidad en forraje de maíz de 56 a 68 % (Nuñez *et al.*, 1999; Herrera, 1999), este último autor, menciona una escala de la DIVSMS (%) maíces menores a 60%, se consideran de calidad baja, de 61-67% de calidad mediana y mayores a 68 de calidad alta.

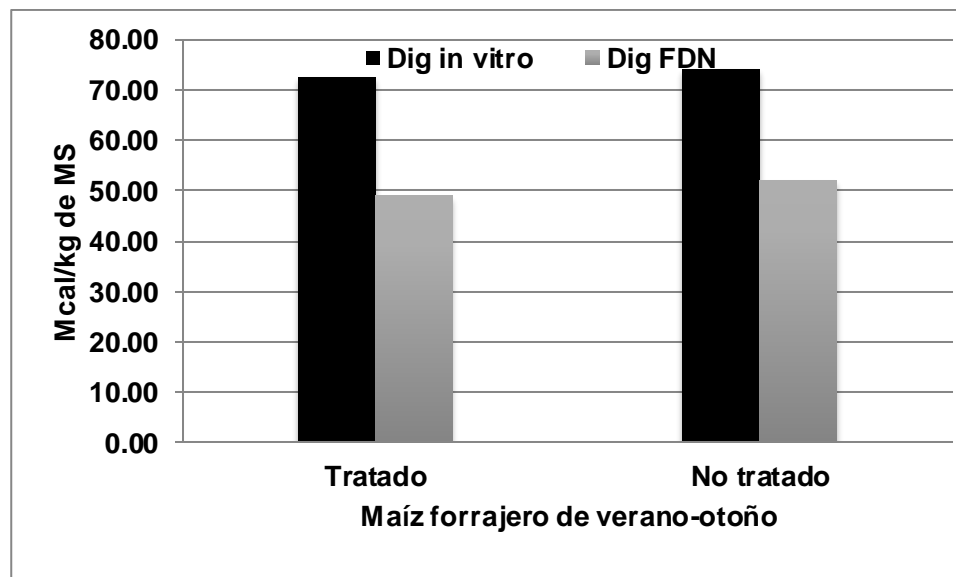


Figura 14. Obtención de la digestibilidad *in vitro* (negro) y la digestibilidad de la FDN (dig FDN, %) (gris) del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Núñez et al., (2011), reportan que respecto a la digestibilidad de la FDN (%) valores mayores a 60% se consideran maíces forrajeros de excelente calidad nutricional, valores de mayor a 50% de calidad buena, valores entre 40-50% de calidad regular y menores a 40% se consideran de calidad pobre o mala. En relación a lo anterior, los resultados obtenidos en este proyecto los maíces evaluados se consideran en cuanto a la (dig FDN, %) obtenida se sitúan en una calidad regular (42-43%).

4.4 Litros de leche (kg/ton MS)

Los resultados obtenidos para la transformación del ensilaje de maíz a litros de leche por Ton/MS obtenidos por medio del Programa Milk 2006, de la Universidad de Wisconsin, muestran que en el ANOVA que no existieron diferencias

significativas a ($P>0.05$) por lo que no registraron diferencias entre los tratamientos para esta variable, ya que la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de $1,120\pm 25.65$ kg/leche/ton MS, mientras que en el testigo se obtuvo el $1,113.7\pm 33.31$ kg/leche/ton MS, siendo los rangos mínimos y máximos de lote tratado de 1,085 y 1,170, mientras que en el testigo los rangos fueron 1,075 y 1,180 respectivamente, es decir, que se considera una diferencia de solo 7 litros, tal y como se muestra en el figura 15. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad del maíz para este compuesto, muestran que valores de kg/leche/ton MS menores o igual a 898 se consideran como maíces de calidad nutricional buena y arriba de 1,340 lt/Ton de MS como excelentes.

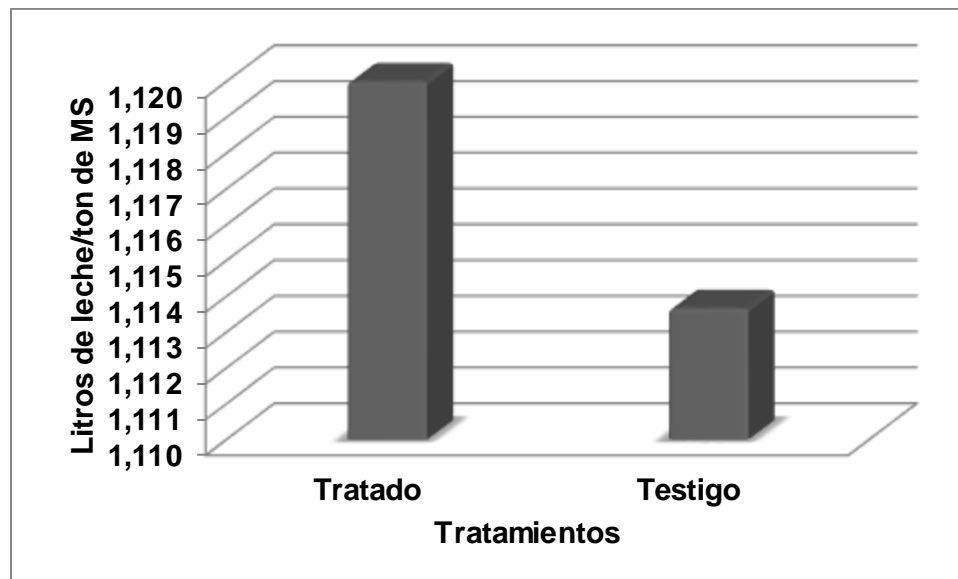


Figura 15. Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por Tonelada de Materia Seca del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Cusicanqui y Lauer (1999), en un estudio sobre densidad de plantas e híbridos de maíz sobre el rendimiento y calidad nutritiva en la localidad del sureste de Wisconsin, reportaron 1,023 kg de leche por ton de forraje con el híbrido Cargill 4327 y de 937 kg de leche con la variedad Pioneer 3417. En ese mismo estudio pero en la localidad central de Wisconsin, reportaron 1,192 kg de leche por ton de forraje con el híbrido Pioneer 3417 y de 1,071 kg de leche con la variedad Jacques 4120, valores muy similares a los obtenidos en el presente estudio. Norell (2005) en Wisconsin, evaluó híbridos para ensilajes de maíz, reportando un promedio de 1,410.67 kg de leche por tonelada de MS, siendo el híbrido Bmr (Híbrido de nervadura café) más sobresaliente con 1,546.75 y el High oil el de menor producción con 1,378.82 kg/leche/Ton MS. Estudios realizados por Sheaffer et al., (2006) en dos localidades (Rosemount y Waseca) reportaron desde producciones de 1,458 hasta 1,519 en la primera localidad y desde 1,427 hasta 1,426 en la segunda.

4.5 Litros de leche/ha (Lt/ha)

Los resultados obtenidos por el ANOVA para los litros por hectárea se muestran en la figura 16 los cuales muestran que no existieron diferencias significativas a ($P > 0.05$) y por lo tanto se consideran las medias de los tratamientos iguales, sin embargo, la cantidad obtenida para el maíz forrajero tratado fue de $21,962 \pm 5,03$ kg/leche/ha, siendo los rangos de valores mínimos y máximos de 21,270 y 22,943, mientras que en el testigo se obtuvo el $21,451 \pm 6,417$ kg/leche/ha, con rangos mínimos de 20,706 y máximos de 22,728, es decir, se considera de calidad muy similar.

Esta evaluación es la que más le interesa al productor y que al final de cuentas es la que permite definir si se quiere cosechar litros de agua o litros de leche

y es la decisión que tiene que tomar el productor en seleccionar el híbrido y la fecha de cosecha. En la Comarca Lagunera la producción de leche por hectárea varía entre 14,500 y 24,000 lt/ha y depende de muchos factores, siendo tres los más importantes; el % de MS, el rendimiento de MS/ha y la Energía Neta para Lactancia (Nuñez et al., 2003).

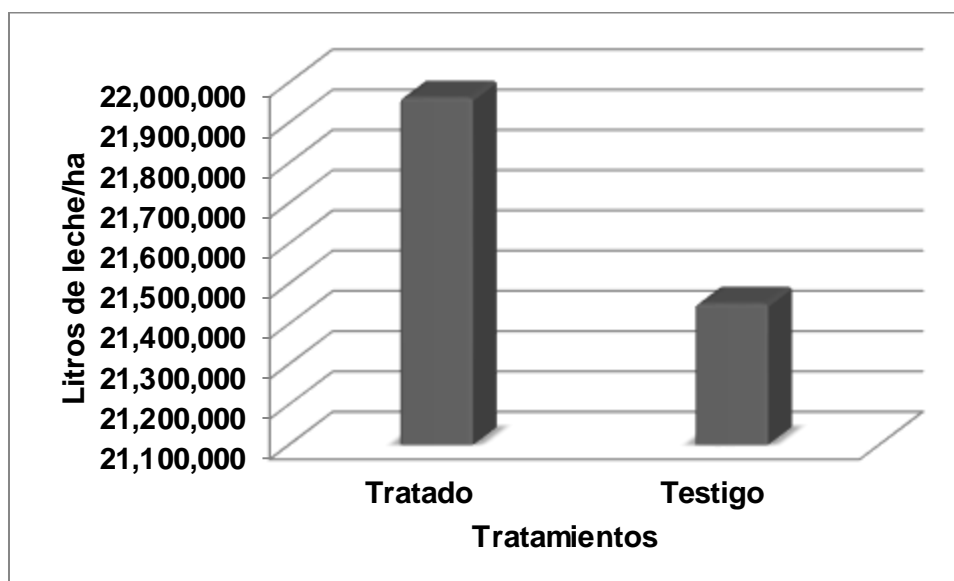


Figura 16. Evaluación del rendimiento de kilogramos de leche por hectárea del cultivo de maíz tratado con Acadian suelo+Stimplex y el testigo comercial a los 89 días a la cosecha en maíz de verano en el ciclo verano-otoño de 2016.

Cusicanqui y Lauer (1999), en un estudio sobre densidad de plantas e híbridos de maíz sobre el rendimiento y calidad nutritiva en la localidad del sureste de Wisconsin, reportaron 19,980 kg de leche por hectárea con el híbrido Cargill 4327 y de 17,949 kg de leche/ha con la variedad Pioneer 3417. En ese mismo estudio pero en la localidad central de Wisconsin, reportaron 17,694 kg de leche por hectárea con el híbrido Pioneer 3417 y de 15,747 kg de leche/ha con la variedad

Jacques 4120, valores muy por debajo a los obtenidos en el presente estudio. Seglar (1996), reportó producciones de leche ha^{-1} muy similares por las obtenidas en este estudio para cuatro híbridos siendo el más bajo de 20,372 para el híbrido más bajo y de 22,756 kg/leche/ha, lo anterior como se ha documentado es influido grandemente por la madurez a la cosecha, fecha de cosecha y sobre todo el estado fenológico de la planta, como es este caso, la etapa fenológica de corte fue de 1/3 de la línea de leche en la mazorca.

Terrazas et al., (2012) en estudios de híbridos de maíz forrajero en Chihuahua, reportaron producciones de litros de leche por hectárea de 10,867 con el híbrido 30A60 y 20,234 con el 3164 y hasta 20,688 lt/leche ha^{-1} con el híbrido 30F53. Norell (2005), en Wisconsin, evaluó híbridos para ensilajes de maíz, reportando un promedio de 27,328 kg de leche por tonelada de MS, siendo el híbrido Bt el más sobresaliente con 28,000 lt/leche ha^{-1} y el híbrido que reporta la menor cantidad fue el Bmr (Híbrido de nevadura café) con una producción de 24,080 lt/leche ha^{-1} (Shaver et al., 2002), valores superiores a los obtenidos en el presente experimento, ya que el mejor tratamiento reportó 22,943 lt/leche ha^{-1} en la repetición dos del lote tratado, seguido de la repetición tres del lote testigo con 22,728 lt/leche ha^{-1}

En otros estudios realizados por Sheaffer et al., (2006) en dos localidades (Rosemount y Waseca) reportaron desde producciones de leche por hectárea de de 21,691 hasta 25,228 en la primera localidad y desde 16,941 hasta 22,704 lt/leche ha^{-1} en la segunda, rangos de valores muy similares a los obtenidos en el presente estudio.

5. CONCLUSION

Se concluye que al respecto de las energía netas obtenidas en el presente trabajo, no existió efecto de la aplicación de los fertilizantes orgánicos ECAN, por lo que se considera que las medias de los tratamientos son iguales, igualmente para las variables de la digestibilidad *in vitro* (DIV, %) y la dig Fibra Detergente Neutro, así como para los litros de leche por tonelada de forraje, y la producción de litros de leche por hectárea, aunque se manifiestan ciertas tendencias a favor del lote tratado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asare, S. and M. Harlin, 1983 Seasonal fluctuations in tissue nitrogen for five species of perennial macroalgae in Rhode Island Sound. *J. Phycol.*, 19:254-7
- Borlongan, I., K. Tibubos, D. Yunque, A. Hurtado, and A. Critchley. 2011. Impact of AMPEP on the growth and occurrence of epiphytic *Neosiphonia* infestation on two varieties of commercially cultivated *Kappaphycus alvarezii* grown at different depths in the Philippines. *J. Appl. Phycol.* 23:615–621.
- Britton, E. F., and C. F. Naves, 1964 Effect of seaweed extract on emergence and survival of seedlings of creeping and red fescue. *Agron.J.*, 56:444-5
- Chaudhary D. P., S. L. Jat., R. Kumr. A. Kumar, and B. Kumar. 2014. Fodder quality of maize: Its Preservation. *Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses*. En línea: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1623-0_13#page-2
- Colla Giuseppe and J. Roupael. 2015. Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196 (2015) pp 1-2.
- Craigie, J. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23:371–393.
- Cueto-Wong, J. A.; Reta-Sánchez, D. G.; Figueroa-Viramontes, U.; Quiroga-Garza, H. M.; Ramos-Rodríguez, A. y Peña-Cabriales, J. J. 2013. Recuperación de nitrógeno aplicado en forma fraccionada en maíz forrajero utilizando 15N. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*. 5:11-16.
- Cusicanqui J. A. and J. G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*. 91:911-915.
- Darby, H., S. Monahan, E. Cummings, J. Post, and S. Ziegler. 2014. Brown Mid-Rib Co. University of Vermont, Extension.
- Delgado, J. A. and Follett, R. F. 2010. Advances in nitrogen management for water quality. *Soil and water conservation society*, Ankeny, IA. 1-424 pp.
- De-Menezes, L. F. G.; Ronsani, R.; Pavinato, P. S.; Biesek, R. R.; Da-Silva, C. E. K.; Martinello, C. e Da-Silveira, M. F. 2013. Produção, valor nutricional e eficiências de recuperação e utilização do nitrogênio de silagens de milho sob

- diferentes dosis de adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*. 34:1353-1362.
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.* 196, 3–14.
- Fallah, S. and Tadayyon, A. 2010. Absorción y eficiencia del nitrógeno en maíz forrajero: efectos del nitrógeno y la densidad de población. *Agrociencia*. 44:549-560.
- Figueroa-Viramontes Uriel, Jorge A. Delgado, Juan I. Sánchez-Duarte, Esmeralda Ochoa-Martínez, Gregorio Núñez-Hernández. 2016. A nitrogen index for improving nutrient management within commercial Mexican dairy operations. *International Soil and Water Conservation Research* 4 (2016) 1–5.
- FIRA (FIDEIDOMISOS INSTITUCIONALES EN RELACIÓN CON LA AGRICULTURA). 2017. Red de valor: Leche de bovino en Coahuila. FIRA Residencia Coahuila. En línea: <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=23>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. Yearbook of fishery and aquaculture statistics. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodriguez, J. A., Orona-Castillo, I., García- Hernandez, J. L., Salazar-Sosa, E., Preciado-Rangel, P., Orozco-Vidal, J.A., y Segura-Castruita, M. A. 2009. Uso de estiércol bovino en la Comarca Lagunera In: Igancio Ornoa Castillo (Ed.), *Agricultura Orgánica* (2nd ed.). Mexico: Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, and COCyTED.
- Gallegos P. A., A. Martínez R., M. Sánchez., F. Figueroa V., S. Berumen P., J. Venegas S., J. de Dios Quevedo G., D. Escobedo L y Ma. C. Silos Calzada. 2012. Calidad nutricional de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo condiciones limitadas de agua de riego. *Relación Agua Suelo Panta- AGROFAZ VOL. 12 NUMERO 1*, p 59-66

- Garcia, A. 2016. 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.
- González Torres Anselmo, Uriel Figueroa Viramontes, Pablo Preciado Rangel, Gregorio Núñez Hernández, J. Guadalupe Luna Ortega y Oralia Antuna Grijalva. 2016. Efficient use and apparent recuperation of nitrogen in fodder corn at different grounds. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* Vol.7 Núm.2 15 de febrero - 31 de marzo. Pp 301-309.
- Herrera S. R. 1999. La importancia de la calidad en los maíces y sorgos seleccionados para forraje y su efecto en la producción y costos de los alimentos. 5° Ciclo Internacional De Conferencias Sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacio, Dgo. México.
- Hoffman, P., and D. Combs. 2004. Using NDF digestibility in ration formulation. University of Wisconsin Extension.
- Hurtado, A., M. Joe, R. Sanares, D. Fan, B. Prithiviraj, and A. Critchley. 2012. Investigation of the application of Acadian Marine Plant Extract Powder (AMPEP) to enhance the growth, phenolic content, free radical scavenging, and iron chelating activities of *Kappaphycus Doty* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 24:601–611
- Jung, H.G., M., Raeth-Knight, and J. G. Linn. 2004. Forage fiber digestibility: Measurement, variability, and impact. pp 105-125 In *Proc. 65th MN Nutr. Conf.* Bloomington, MN.
- Khan, W., D. Hiltz, A. Critchley, and B. Prithiviraj. 2011. Bioassay to detect *Ascophyllum nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. *J. Appl. Phycol.* 23:409–414.
- 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 bio-stimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28:386–399.

- Klocke, N. L. Watts, D. G. Schneekloth, J. P. Davison, D. R. Todd, R. W. and Parkhurst, A. M. 1999. Nitrate leaching in irrigated corn and soybean in a semiarid climate. Transactions of the ASAE. 42:1621-1630.
- Lynn, L. B. 1972 The chelating properties of seaweed extract, Ascophyllum nodosum vs. Macrocystis pyrifera, on the mineral nutrition of sweet peppers, Capsicum annum. M.Sc. Thesis. Clemson University, South Carolina
- MacKinnon, S., D. Hiltz, R. Ugarte, and C. Craft. 2010. Improved methods of analysis for betaines in Ascophyllum nodosum and its commercial seaweed extracts. J. Appl. Phycol. 22:489–494.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Norell R. J. 2005. The Wisconsin System for Evaluating Corn Silage. Proceedings of the Idaho Alfalfa and Forage Conference 7-8 February, Twin Falls, ID. University of Idaho Cooperative Extension.
- Núñez H. G., F. González C., R. Faz C., A. Peña R. y Uriel Figueroa. 2013. Selección de híbridos de maíz forrajero y su rendimiento en producción de leche. INIFAP-SAGARPA. Taller Nacional de Maíz forrajero. Febrero de 2013. En línea http://es.slideshare.net/CIMMYT/taller-forraje2013-g-nuez-inifap-seleccion-hibridos?next_slideshow=1
- Núñez H. G., Contreras G. E., F. Faz C. R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Téc Pecu Méx 2003;41(1):37-48.
- Núñez H. G., Contreras G.E .F., Faz C. R., Herrera S. R. 1999. Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. En: Componentes Tecnológicos para la Producción de Ensilados de Maíz y Sorgo. INIFAP, SAGARPA, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental “La Laguna”. Matamoros, Coahuila p 2-8.
- Núñez G. H. G., K. Rodríguez H., J. A. Granados N., A. Anaya S y Uriel Figueroa V. 2014. Calidad nutricional y utilización de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera. AGROFAZ Volumen 14 No. 1 2014. P 33-41

- Núñez H. G., A. Peña R., F. González C. y R. Faz C. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. pp. 45-97. *In*: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.
- Núñez H. G., Ochoa M., E Sánchez D.J. 2011. El uso de nuevos análisis de la calidad nutricional (almidón y digestibilidad de la fibra) permiten un mejor selección de híbridos de maíz forrajero en la Región Lagunera. INIFAP. PIAL. SAGARPA. Fundación Produce Coahuila y Durango A.C.
- Núñez H. G., R. Faz C., F. González C. y A. Peña-Ramos. 2005. Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. *Téc. Pec. Méx.* 43: 69-78.
- Obay, M., and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:589-596.
- Payan García J. A., C. Chávez M., J. P. Zarate Mtz y Víctor Banda C. 2013. Manejo de Ganado Lechero. INIFAP. Campo Experimental Delicias. Folleto para Productores. ISBN 978-607-37-0025-2. Mayo.
- Reta-Sánchez, D. G., Figueroa-Viramontes, U., Faz-Contreras, R., Núñez-Hernández, G., Gaytán-Mascorro, A., Serrato-Corona, J. S. y Payán-García, J. A. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 33(4): 83-87.
- Roth, G. 2015. Penn State Extension. Wisconsin dairy feeding trials focus on corn silage issues. [http:// extension.psu.edu/plants/crops/grains/corn/silage/ca24](http://extension.psu.edu/plants/crops/grains/corn/silage/ca24) (Accessed 09/2016)
- Roth, G.W., C. J. Sniffen, and E. D. Thomas. 2001. Evaluation of corn hybrids grown for silage in a dairy system using CNCPS 4.0. William H. Miner Agricultural Research Institute. Research Report 01-3. www.whminer.com/Research/WHM-01-3.pdf (Accessed July 2015).
- 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. 1997.
- Seglar B. 1996. Consideraciones nutricionales en híbridos de maíz y sorgo para forraje. 2° Ciclo Internacional De Conferencias Sobre Nutrición Y Manejo. Producción y Manejo de Forrajes para Aumentar la Eficiencia del Ganado Lechero. Gómez Palacio, Dgo. México. p 72-76
- Shaver R., D. Undersander, E. Schwab, P. Hoffman, J. Lauer, D. Combs, and J. Coors. 2002. Milk: Combining Yield and Quality into a Single Term. Departments of Dairy Science¹ and Agronomy. University of Wisconsin-Madison. University of Wisconsin-Extension. En línea: <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/milk2000.htm>
- Shaver, R. D., D. J. Undersander., E. C. Schwab., P. C. Hoffman., J. G. Lauer., D. K. Combs., and J. G. Coors. 2002. Evaluating Forage Quality for Lactating Dairy Cows. Proc. Intermountain Nutr. Conf. Salt Lake City, UT.
- Sheaffer C. C., J. L. Halgerson, and H. G. Jung. 2006. Hybrid and N Fertilization Affect Corn Silage Yield and Quality. J. Agronomy and Crop Science 192, 278—283 Blackwell Verlag, Berlin. ISSN 0931-2250
- SIAP-SAGARPA. 2017. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.
- Statistical Analysis System (SAS). 1997. SAS for Windows, Release 6.12 version 4.0.1111. SAS Compus Drive, North Caroline. U.S.A.
- Stone, W. C., L. E. Chase, T.R. Overton, and K. E. Nestor. 2012. Brown midrib corn silage fed during the peripartal period increased intake and resulted in a persistent increase in milk solids yield of Holstein cows. J Dairy Sci. 95:6665–6676.
- Terrazas P. J. G., R. Mendoza S., A. Durón T., y E. Echávez Valverde. 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca de delicias, chihuahua. Publicación especial No. 19.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Agrícola Experimental Delicias. Cd. Delicias, Chihuahua, México. p 13-17.

Walker Paul, Jason M. Carmack, Leo Brown, and Fred Owens. Sin fecha. What Corn Silage Harvest Dry Matter Maximizes Milk Yields?. En línea: <http://livestocktrail.illinois.edu/uploads/dairynet/papers/What%20Corn%20Silage%20Harvest.pdf>

Wally, O. S. D., A. T. Critchley, D. Hiltz, J. S. Craigie, X. Han, L. I. Zaharia, S. R. Abrams, and B. Prithviraj. 2013. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. *J. Plant Growth Regul.* 32:324–339.