AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

LA FERTILIZACION ORGANICA: UN ÁREA DE OPORTUNIDAD SUSTENTABLE PARA INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS FÍSICOS Y ECONOMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA *(Medicago sativa L)*

Ávila-Cisneros, R[1]., Rocha-Valdez J. L., González-Torres A., Ogaz A.R[2] y González-Avalos R.

Organic Fertilization: An Area of Sustainable Opportunity to Increase the Physical and Economic Performance in the Alfalfa Production (*Medicago sativa* L.)

ABSTRACT

The paper that is presented below was carried out in the autumn - winter cycle of 2017 in the San Antonio de los Bravos experimental field of the UAAAN - UL, in Torreón Coahuila, Mexico. Under a randomized complete block method experiments designs; establishing 6 fertilization treatments with 5 repetitions each. These were as follows: 3 organic sources; vermicompost, leachate of vermicompost and hydroponic nutrient solution, 2 inorganic sources; MAP (phosphorus) and Magnesium Sulfate; and finally a control block in which no fertilizer was applied. It was an arrangement of 30 plots of 3 X 10 m = 30 m^2 for each of the blocks. For the statistical analysis of the ANOVA, the Olivares software of FAUANL v.2012 was used for an α of 5%, and the marginal utility was analyzed by the Palencia method (2012). We took 3 variables to study these were: height of green forage plant, weight of green forage per m^2, and the generation of % dry matter.

The hypothesis proposed was that organic fertilization generates increases in the variables mentioned above. For the three measurement characteristics analyzed, no significant statistical difference was obtained, and in the analysis of the marginal utility it was the check control who generated a profit per hectare of $4,380 pesos, followed by the MAP inorganic source with $2,240 pesos; and finally, the source of organic fertilization that was the vermicompost leach with only $ 860 pesos of marginal profit per hectare. The proposed hypothesis is rejected and the new lines of research should be directed to reduce the doses of application of organic sources; because with those applied in this experiment, they punish production costs enough.

Keywords: Alfalfa, organic fertilization, vermicompost, nutritive solution and marginal utility.

RESUMEN

El trabajo de investigación que a continuación se presenta se realizó en el ciclo otoño - invierno del 2017 en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila México. Bajo un diseño de experimentos del método de bloques al azar; estableciendo 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones cada uno. Estos fueron de la siguiente forma: 3 fuentes orgánicas; vermicomposta, lixiviado de vermicomposta y solución nutritiva hidropónica, 2 fuentes inorgánicas; MAP (fósforo) y Sulfato de Magnesio; y finalmente un bloque testigo en el cuál no se le aplicó ningún fertilizante. Fue un arreglo de 30 parcelas de 3 x 10 m = 30 m^2 para cada uno de los bloques. Para el análisis estadístico del ANOVA se utilizó el software de Olivares de la FAUANL v.2012 para un α de 5%, además se realizó el análisis de la utilidad marginal por el método de Palencia (2012). Se tomaron 3 variables a estudiar estas fueron: altura de planta de forraje verde, peso del forraje verde por m^2, y la generación del % de materia seca.

[1] Profesores e Investigadores del Departamento de Ciencias Básicas de la División de Carreras Agronómicas de la UAAAN Unidad Laguna e integrantes del Cuerpo Académico UAAAN-CA-34. Dirección: Carretera a Santa Fe y Periférico Raúl López Sánchez (s/n), Colonia Valle Verde, Torreón, Coahuila, México. Email: raavci2003@yahoo.com.mx. Móvil: 87 17 34 56 20.

[2] Profesor e Investigador del Departamento de Suelos de la División de Carreras Agronómicas de la UAAAN Unidad Laguna e integrantes del Cuerpo Académico UAAAN-CA-34.

La hipótesis propuesta fue que la fertilización orgánica genera incrementos en las variables mencionadas Para las tres características de medición analizadas no se obtuvo diferencia estadística significativa, y en el análisis de la utilidad marginal fue el testigo el que generó una utilidad por hectárea de $4,380 pesos, seguido de la fuente inorgánica MAP con $2,240 pesos; y finalmente la fuente de fertilización orgánica que fue el lixiviado de vermicomposta con solo $860 pesos de ganancia marginal por hectárea. La hipótesis planteada se rechaza y las nuevas líneas de investigación se deben encaminar a disminuir las dosis de aplicación de fuentes orgánicas; pues con las aplicadas en este experimento castigan bastante a los costos de producción.

Palabras Clave: Alfalfa, fertilización orgánica, vermicomposta, solución nutritiva y utilidad marginal.

INTRODUCCIÓN

En la década de 1980 surge el paradigma del desarrollo sustentable como resultado de un grupo de análisis de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas; en éste documento que lleva por nombre Nuestro Futuro Común se define el principio básico de la sustentabilidad: "Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza". Entre sus postulados básicos podemos encontrar: a) La satisfacción de las necesidades básicas de la población de alimento, vestido, vivienda y salud, b) La necesaria limitación del desarrollo impuesto por el estado actual de la organización tecnológica y social; su impacto sobre los recursos naturales y por la capacidad de la biosfera para resistir dicho impacto (Badii, 2004).

Tomando como base estas premisas esta investigación que se presenta a continuación tiene como ejes rectores los 2 incisos anteriores: en el primero de ellos aportar a la cadena alimenticia cultivos de alfalfa sin efectos secundarios a la salud basado esto en la fertilización orgánica, y en la segunda; disminuir los impactos de contaminación y lograr la regeneración del suelo en sus constituyentes minerales a partir de productos amigables con el medio ambiente. Al realizar éste trabajo investigativo relacionado con plantas y animales es aceptar de manera implícita que la agricultura y la ganadería son actividades complementarias que permiten un desarrollo con más certidumbre en las comunidades rurales de nuestro país; y en éste trabajo interesa por su naturaleza; alinear que no sólo se debe producir forraje, sino que, además interesa ver la potencialidad de los mismos para incrementar la actividad ganadera; y por ende contribuir con la responsabilidad que tienen las actividades agropecuarias en la generación de alimentos para la humanidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Molina y Córdova (2006), en un estudio presentado dan a conocer que de las 229 especies cultivadas en México; 179 son cultivos introducidos, 108 de ciclo anual y 71 perennes, con 9 mil 694 millones de hectáreas; en donde por supuesto está ubicada la alfalfa (*Medicago sativa* L). Pero además en la mayoría de los países latinoamericanos y del mundo, los forrajes constituyen aproximadamente el 80% del alimento consumido por los rumiantes durante su vida productiva. En México la alfalfa es la leguminosa forrajera más utilizada para la alimentación del ganado lechero en las regiones árida, semiárida y templada. Su importancia radica en la cantidad de forraje obtenido por unidad de superficie cultivada, valor nutritivo, aceptabilidad y consumo animal, ya sea en estado fresco, heno o ensilado. En México en 1968 se sembraron 160,000 hectáreas con una producción de 9 millones de toneladas de materia verde. Mientras que para 2006 la superficie cultivada con alfalfa fue de 379,103 hectáreas y se cosecharon 28 millones de toneladas de forraje verde con un rendimiento promedio anual de 75.24 ton /ha (Mendoza *et al.*, 2010).

La alfalfa forrajera es muy importante en la alimentación del ganado en especial de producción lechera se cultiva en una amplia variedad de suelos y climas. Se adapta a altitudes comprendidas entre 700 y 2800 msnm y se adapta a suelos profundos, bien drenados, alcalinos y tolera la salinidad moderada; sin embargo, su desarrollo es limitado en pH inferior a 5.0. La temperatura óptima de crecimiento fluctúa entre los 15 y 25 ºC durante el día y de 10 a 20 ºC en la noche. Por la longitud y profundidad de sus raíces,

es resistente a la sequía, ya que obtiene agua de las capas profundas del suelo. Pertenece a la familia de las Fabaceae y tiene un notable consumo de Ca y Mg que, de contenerlos el suelo en proporciones suficientes para satisfacer sus requerimientos, es necesario solamente el agregar fertilizantes fosfatados y potásicos. La alfalfa es una planta perenne, de crecimiento erecto, tallo poco ramificado de 60 a 100 cm de altura; tiene hojas trifoliadas, con un pedicelo intermedio más largo que los laterales, foliolos ovalados, generalmente sin pubescencia, con márgenes lisos y bordes superiores ligeramente dentados (Muslera y Ratera, 1991).

La alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mejorar la ganancia en peso, el rendimiento en producción individual de leche. Además, se constituye en la base de la oferta forrajera con un forraje de calidad, es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita a los sistemas de alta productividad, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción, bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como el nitrógeno edáfico, sino que, por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo (Cárdenas, 2016). Además, es capaz de producir un buen por ciento de materia seca tal como lo muestra en el Cuadro 1 de Núñez (2000), que es tan importante para lograr un buen metabolismo en los grandes rumiantes.

Cuadro 1. Contenido de materia seca (MS), producción de leche y contenido de grasa de la alfalfa en diferentes presentaciones

Referencia	Presentación de la alfalfa	Contenido de MS (%)	Leche kg/día	Grasa %
Dhiman y Satter, 1997	Alfalfa ensilada (100%)	20.9	31.01	3.53
Nuñez et al, 1997	Alfalfa heno (100%)	19.4	28.3	2.9
Nuñet et al., 1998	Alfalfa (100%)	23.7	30.3	3.5

Relacionado con las deficiencias en cuanto a nutrientes se refiere; y en particular la presencia del fósforo; Montemayor *et al.* (2012), reportan que las inyecciones del mencionado elemento aplicado después de cada corte incrementa la producción de forraje hasta un 36% más con respecto a la no aplicación del elemento; pero es menester mencionar que la diferencia estadística significativa que resultó en ese incremento porcentual se logró hasta en el tercer corte de alfalfa que coincide con los 206 días después de la siembra.

Ahora bien, la propuesta de trabajo que se está poniendo sobre la mesa será detonada en la Comarca Lagunera; y la información generada sobre la producción de alfalfa en esta área geográfica tal como lo dan a conocer Ríos *et al*. (2008), que entre 1990 y 2005 casi se duplicó la producción de alfalfa en la región mencionada anteriormente; esto significó un aumento del 94%, ya que en los años de 1990 – 1992 se cosechaban 17 mil 248 hectáreas anuales; mientras que en 2003 – 2005 se cosecharon 33 mil 480 hectáreas, su tasa de crecimiento anual fue del 4.2%, inferior al ritmo en que crecieron la producción física y su valor anual, que aumentaron al 5.4 y 6.9% respectivamente. La producción creció desde 1,166 hasta 2,718 millones anuales de toneladas, así mismo el valor de la producción aumentó desde $201.7 hasta $584.8 millones de pesos. Los autores mencionados destacan que el valor de la producción; es la multiplicación de la producción física anual por el precio; y en el caso de los precios reales de la tonelada de alfalfa, encontraron que estos crecieron desde $171.9 en 1990 – 1992 hasta $215.3 pesos por tonelada de forraje verde en 2003 – 2005; lo que representa un alza del 25% en el período analizado.

Éste 25% de incremento en el precio sería una noticia de gran importancia para la región y para los productores que por medio del cultivo de la alfalfa hacen de su actividad agropecuaria una actividad rentable; pero no hay que perder de vista que la Comarca Lagunera es un foco rojo en el entorno nacional por la sobreexplotación de sus mantos acuíferos y por el uso de fertilizantes sintéticos que año con año contaminan el recurso suelo. Por lo que hay que profundizar en los estudios que buscan aportar métodos sustentables para la producción de alimentos.

En 1983 la Organización de las Naciones Unidas establece la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo que lidera la Primera Ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland. Este grupo de trabajo inició una serie de debates y audiencias públicas alrededor del mundo los cuales finalizaron con la publicación en 1987 con el documento Nuestro Futuro Común, también llamado el reporte Brundtland en donde se define al desarrollo sustentable "como aquel tipo de desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades" (Badii, 2004). Y con este trabajo colegiado surge el paradigma del desarrollo sustentable como un modelo de desarrollo alternativo después del informe Bruntland; hoy en día existe consenso mundial para alcanzar el desarrollo sustentable ya que éste permite la mejora de las condiciones de vida de los seres humanos mediante el manejo racional y respetuoso de la naturaleza (Castelón *et al.*, 2014).

Desde ésta perspectiva de la sustentabilidad y buscando contaminar menos el recurso suelo y teniendo en mente que las generaciones venideras también lo utilizarán; la actual propuesta de estudio busca validar la fertilización orgánica como una antítesis de la fertilización sintética que por años ha contaminado agua y suelo en detrimento de la calidad de los alimentos que día con día consumimos; y por eso en las últimas décadas el uso de abonos orgánicos ha cobrado importancia por diversas razones; entre ellas: desde el punto de vista ecológico, se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del medio ambiente; y el uso de abonos orgánicos que mejoran las condiciones de suelo que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y por la sobreexplotación de los recursos naturales(Moreno-Reséndez 2014, Nieto Garibay 2002). Por lo que validando éstas teorías sobre la forma de hacer sustentabilidad en las actividades agropecuarias se aplicarán estas nuevas tecnologías de fertilización en el cultivo de la alfalfa confrontándolas con métodos de fertilización sintética.

Sin embargo en un entorno de carácter técnico; es necesario el análisis económico y la prospectiva histórica de conocer mejor el papel que ha jugado la alfalfa en el entorno agropecuario de la Comarca Lagunera; y sobre el aspecto económico como es la utilidad mínima esperada (Palencia, 2012), en sus aportaciones y en la forma más simple de definir la utilidad marginal nos dice que "la contribución marginal es igual a los ingresos por ventas menos todos los costos variables de producción y de operación. Pero no hay que dejar de lado la utilidad marginal total; donde hay que restarle a la utilidad marginal los costos fijos para llegar a una utilidad antes de impuestos". Con estas sencillas fórmulas es posible hacer un breve análisis de los resultados económicos generados en la actividad agrícola. Referente a los antecedentes históricos inmediatos del porqué de la producción de este forraje citamos a Valdes (2016), quien menciona relacionado con la información de cultivos perennes de La Laguna en el año 2016 lo siguiente: "En perennes 2016 destaca la producción de alfalfa verde. Se sembraron 39 mil 628 hectáreas y se cosecharon 39 mil 291. La producción en toneladas sumó 3 millones 397 mil 125, con un valor de producción de mil 953 millones 201 mil pesos. Su peso dentro del total es de 71.66%" de todo el espectro agrícola de la Comarca Lagunera; es decir la alfalfa para La Laguna representa un negocio de cerca de 2 millones de pesos o 100 mil dólares a tasa promedio de cambio de 20 pesos. Y utilizando fertilización sintética los costos de producción tal como lo reporta Hernández y Cuellar (2015), en sus trabajos publicados son del orden de los 11 mil pesos anuales.

Planteamiento del problema.

La fertilización inorgánica de los forrajes que se producen en la Comarca Lagunera ha tenido impactos negativos hacia el medio ambiente; y han deteriorado la productividad de los suelos y el agua en detrimento de la producción agrícola y pecuaria que dio origen a esta región

Objetivo General.
Evaluar el contenido de variables bromatológicas del forraje de alfalfa obtenido con la fertilización orgánica e inorgánica y evaluar su costo – beneficio.

Objetivo Específico 1.
Cuantificar los efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción de forraje verde, altura de planta y por ciento de materia orgánica en la alfalfa.

Objetivo Específico 2.
Determinar los costos de producción, los ingresos brutos y la utilidad marginal que se llevan a efecto al fertilizar con fuentes orgánicas e inorgánicas a la alfalfa en la Comarca Lagunera.

Hipótesis: La fertilización orgánica en la alfalfa llevada a efecto con la aplicación de vermicomposta y lixiviado de vermicomposta es competitiva en utilidad marginal y presenta efectos positivos en las variables altura de planta, rendimiento de forraje verde y por ciento de materia seca al comparar con la fertilización inorgánica tradicional basada en la aplicación de fósforo y magnesio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Mediante un diseño de experimentos con bloques al azar se evaluaron 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones cada uno con arreglos de parcelas de 3 m x 10 m para una superficie de 30 m^2 c/u en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna de Torreón, Coahuila, México para el cultivo de la alfalfa de la variedad Sundor; el análisis bromatológico y de mineralización se realizó en el laboratorio comercial AGROLAB® mismo que se encuentra en la 2ª sección de la zona industrial de Gómez Palacio Durango, el análisis de varianza se efectúo por medio del software de Olivares (2012), de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) versión 1.1 para una α del 5%. El experimento se realizó en el tercer trimestre del año 2017 y la definición de los tratamientos se presenta a continuación:

A= Fertilización con vermicomposta a razón de 1 kg/m^2
B= Lixiviado de vermicomposta a razón de 1 litro/m^2
C= Fertilizante sintético MAP (11-52-00) de constituyente a razón de 1.2 kg/m^2
D= Sulfato de Magnesio a razón de 1.5 kg/m^2
E= Solución nutritiva mineralizada a razón de 20 litros por cada 30 m^2
F= Testigo.
Precios de mercado de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el tercer trimestre de 2017, dosis de aplicación y proyecciones para 1 hectárea.

Fertilizantes orgánicos.

a) Lixiviado de vermicomposta: Precio: $1.0 peso por litro; se aplicó a razón de 1 litro/m^2 ; para una hectárea son $10,000 pesos.
b) Vermicomposta: Costal con 40 Kg a $60 pesos; se aplicó a razón de 1 kg/m^2; el precio por kg es de $1.5 x 10,000 m^2 = $15,000 pesos/ha.

Fertilizantes inorgánicos.

a) MAP = Fósforo (11-52-00): Precio de un costal de 50 kg a $592 pesos; ($592/50 = $11.84 el kg) y se aplicó a razón de 400 kg/ha; lo que significa: 400 kg x $11.84 = $4,736 pesos/ha.
b) Testigo: Nada de fertilizante: $0.00.
En lo relativo al análisis de la utilidad marginal se utilizó la fórmula de Palencia (2012), la cual es la forma más simple de definir la utilidad marginal.

RESULTADOS

Los resultados que a continuación se presentan tienen el siguiente orden: en primer lugar, están los análisis técnico-estadísticos de la variable peso en gramos de forraje verde para cada uno de los bloques, luego se realiza el reporte de la variable altura promedio de plantas de cada una de las parcelas, posteriormente la tercera variable bromatológica que es el % de materia seca; y finalmente el análisis de costos, ingresos y utilidad marginal. Como lo reporta en el Cuadro 2, relacionado con el peso promedio proyectado para cada uno de los bloques; en ella se puede observar el comportamiento del tratamiento B con una respuesta de peso mayor a los demás tratamientos.

Cuadro 2. Distribución en campo de los bloques al azar y resultados de peso en gramos de forraje verde por metro cuadrado en la alfalfa en un arreglo de 6 tratamientos con 5 repeticiones

F=288.8	E=284.6	D=460	C=291	B=702
E=358	D=369	C=358	B=360.2	A=209
D=468	C=481.4	B=482	A=434.4	F=352.
C=280	B=451.4	A=544	F=295	E=446.4
B=575	A=352	F=484	E=383	D=474
A=434.4	F= 344.4	E= 609	D=315.6	C=187

En el Cuadro 3 se puede observar el análisis de varianza para el peso de forraje verde de la alfalfa, en ella se plasma una diferencia mínima entre la F calculada y la F tabulada; siendo esta última ligeramente mayor lo que se interpreta como diferencia estadística no significativa.

Cuadro 3. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de forraje verde de alfalfa por metro cuadrado en gramos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > F	F Tabulada
Tratamientos	5	111378.7	22275.7	2.08	0.1110	2.71
Bloques	4	67493.6	16873.4	1.57	0.2201	2.87
Error	20					

En el Cuadro 4 se realiza una proyección del peso/m^2 convertido a toneladas/hectárea y la generación de ingresos para 10 cortes de alfalfa a un precio actual de la alfalfa en verde proporcionado por SNIIM (2018). En ella podemos observar como el tratamiento B (orgánico) se acerca a los $20 600 pesos anuales de ingresos, y el tratamiento D (inorgánico) que más se le acerca es el MAP a base de fósforo con casi $16,700 pesos.

Cuadro 4. Proyección e ingresos previstos de forraje verde en ton/ha a precio de $400.00 por tonelada*

Media de producción de forraje verde en ton/ha ordenadas de menor a mayor	No de cortes en promedio por año	Proyección de producción anual de forraje verde en ton/ha	Ingresos proyectados anuales a razón de $400.00 pesos por tonelada/ha. de forraje verde de alfalfa
B= 5.14	10	51.4 a	$20,560
D= 4.17	10	41.7 a	$16,680
E= 4.1	10	41.6 a	$16,640
A= 3.94	10	39.4 a	$15,760
F= 3.52	10	35.2 a	$14,080
C= 3.19	10	31.9 a	$12,760

*Fuente: Sistema nacional de información e integración de mercados (SNIIM) de fecha 03 de Enero de 2018.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis técnico-estadístico de la variable altura de planta que en promedio se generó para cada uno de los bloques; en ella podemos ver el buen comportamiento del tratamiento E (Sulfato de Magnesio, inorgánico) donde una de las mejores alturas de la alfalfa fue de 47 cm.

Cuadro 5. Distribución de campo de los 6 tratamientos y sus 5 repeticiones de campo y generación de altura de planta en centímetros de la alfalfa

F=38.8	E=41.7	D=41	C=41.8	B=38.6
E=32	D=35.6	C=38.6	B=33.4	A=45.6
D=30.6	C=31	B=35.5	A=29.2	F=23.2
C=31.5	B=31.6	A=31.5	F=33.3	E=29.4
B=32.8	A=35	F=38.4	E=38.2	D=34.2
A=43	F=37.6	E=47	D=32.8	C=34.6

Podemos observar en el Cuadro 6 el análisis de varianza para la variable altura de planta en cm; y al igual que en cuadros anteriores la Pr (probabilidad) es mayor de 0.01 tanto para los tratamientos como para los bloques, en lo relativa a la prueba F también observamos que la F de tablas en mayor que las F calculadas.

Cuadro 6. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura promedio de la planta en cm de alfalfa en los 30 bloques

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > F	F Tabulada
Tratamientos	5	84.7	16.94	0.47	0.7907	2.71
Bloques	4	37.3	9.33	0.26	0.8990	2.87
Error	20					

En el Cuadro 7 encontramos la no significancia para los 6 tratamientos aplicados; ésta viene a reafirmar el comentario anterior relacionado con los valores de probabilidad que son mayores al 1% tanto para fuente de variación de los tratamientos y de los bloques al azar.

Cuadro 7. Comparación e interpretación de la prueba F para los tratamientos de altura de planta en centímetros

Fc = 0.47	<	Ft= 2.71

Por lo tanto No hay diferencia estadística entre los tratamientos relacionado con la variable altura de planta promedio de la alfalfa.

Mientras que en el Cuadro 8 se pueden realizar las comparaciones con la prueba de medias con el método Tukey donde se observa el no cambio de letra lo que significa que todos los tratamientos relacionado con altura de planta se comportaron de manera similar.

Cuadro 8. Prueba Tukey en la comparación de medias para la variable altura promedio de planta en centímetros de la alfalfa

Medias de altura de planta en cm	Tratamiento y su letra representativa
37.66 a	E= Sulfato de magnesio.
36.86 a	A= Vermicomposta
34.84 a	D= MAP= Fósforo
34.38 a	B= Lixiviado de vermicomposta
33.50 a	C= Solución nutritiva = Solución hidropónica
33.06 a	F= Testigo

En el Cuadro 9 se muestran las comparaciones del análisis bromatológico con el apoyo de un laboratorio comercial; en ella podemos observar que el Sulfato de Magnesio (fertilizante inorgánico) presenta lecturas ligeramente mayores a los demás tratamientos.

Cuadro 9. Distribución de campo para los 6 tratamientos y las 5 repeticiones del % de Materia Seca (MS) para los 30 bloques de alfalfa

F=22.2	E=25.5	D=24.9	C=25.3	B=24.8
E=27.4	D=28.1	C=24.4	B=24.6	A=26.3
D=25.7	C=26	B=25.7	A=23.6	F=22.9
C=28	B=27.6	A=26.1	F=22.3	E=28.3
B=27.8	A=26.9	F=26	E=25.5	D=25.2
A=24.9	F=24.6	E=24.5	D=26	C=23.4

El análisis de varianza para el por ciento de materia seca lo podemos sensibilizar en la tabla 10; donde podemos apreciar que una vez más la Pr (probabilidad) es mayor al .01 tanto para los tratamientos como para los bloques y los grados de libertad del error coinciden con el producto de tratamientos por bloques.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para él % de materia seca (MS) con los 30 bloques de alfalfa

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > F	F Tabulada
Tratamientos	5	11.38	2.27	1.22	0.3343	2.71
Bloques	4	19.6	4.91	2.64	0.0641	2.87
Error	20					

Mientras que en el Cuadro 11 se da una reconfirmación de la prueba F en la comparación de medias y se genera una reconfirmación de que no hay diferencia estadística entre los tratamientos por el valor menos de la F calculada al compararla contra la F de tablas para un alfa de 5%.

Tabla 11. Comparación del % de materia seca e interpretación de la prueba F

Fc = 1.22	<	Ft= 2.71

Por lo tanto no hay diferencia estadística entre los tratamientos relacionado con la variable % de materia seca en alfalfa.

Terminando con el grupo de Cuadros relacionadas con el análisis bromatológico se presenta en el Cuadro 12, en el cual se ha ordenado de mayor a menor los porcentajes de materia seca donde el tratamiento inorgánico Sulfato de Magnesio presenta un valor de 26.4% y abajo de él un fertilizante orgánico lixiviado de vermicomposta con un 26.1%. Así mismo el tratamiento testigo se fue hasta la parte final.

Cuadro 12. Prueba Tukey para las medias del % de Materia Seca de los 30 bloques de alfalfa

Medias (% de Materia Seca)	Tratamiento y su letra representativa.
26.40 a	E= Sulfato de magnesio
26.10 a	B= Lixiviado de vermicomposta
25.98 a	D= MAP = Fósforo
25.56 a	A= Vermicomposta
25.42 a	C= Solución nutritiva hidropónica
24.40 a	F= Testigo

Análisis del impacto económico entre la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos de más impacto en la producción de forraje de alfalfa.

En el Cuadro 13 se muestra un análisis de costos de producción publicado por fuentes oficiales del agro nacional que conoce la Comarca Lagunera y complementado con información generada en la utilización de fertilización de fuentes orgánicas e inorgánicas: En esta se puede encontrar que los gastos de producción del testigo son de solo $9,700.00 pesos por hectárea, para fuentes inorgánicas de $14,436; y las fuentes orgánicas son las más caras con un costo de $22,200 por hectárea.

Cuadro 13. Análisis de costos de producción de alfalfa de riego para fertilización orgánica e inorgánica más representativa: Testigo (F), Lixiviado de vermicomposta(B), Vermicomposta (A) y Aplicación de fósforo MAP (11-52-00) D

Actividad	Testigo (F)	Lixiviado de vermicomposta (B)	Vermicomposta (A)	MAP = Fósforo (11 – 52 – 00) D.
Barbecho	700	700	700	700
Limpia de terreno	500	500	500	500
Rastreo	400	400	400	400
Bordeo	300	300	300	300
Nivelación	500	500	500	500
Riego de presiembra	250	250	250	250
Siembra y fertilización	400	400	400	400
Riegos de auxilio	1200	1200	1200	1200
1ª Aplicación herbicida	350	350	350	350
1er Cultivo mecánico	350	350	350	350
1ª Aplicación de insecticida	350	350	350	350
1er Deshierbe manual	600	600	600	600
2ª Aplicación de insecticida	350	350	350	350
Corte	600	600	600	600
Compra de semilla (35 kg/ha)	1200	1200	1200	1200
Herbicida 2 l	600	600	600	600
Insecticida 1 l	150	150	150	150
Costo del Fertilizante	0.00	$10,000	$15,000	$4736.00
COSTOS TOTALES	$9,700	$19,700	$24,700	$14, 436

Fuente: Hernández y Cuellar (2015), complementado con datos de costos generados en el proyecto.

Se puede apreciar en el Cuadro 14 que el testigo es el que genera la mejor utilidad marginal a pesar de tener los ingresos de producción más bajos, en orden descendente la siguen la utilidad de las fuentes inorgánicas con una utilidad de $2,244 pesos por hectárea y finalmente una fuente orgánica (lixiviado de vermicomposta) logró una utilidad a favor de solo $860 pesos por hectárea.

Cuadro 14. Proyección de utilidad marginal por hectárea entre fertilización orgánica e inorgánica más representativos: Testigo (F), Lixiviado de vermicomposta(B), Vermicomposta (A) y Aplicación de fósforo MAP (11-52-00) D

Concepto	Testigo (F)	Lixiviado de vermicomposta (B)	Vermicomposta (A)	MAP = Fósforo (11 – 52 – 00) D
Ingresos Esperados	$14,080	$20,560	$15,760	$16,680
Costos Totales	$9,700	$19,700.	$24,700	$14,436
Utilidad Marginal Esperada.	$4,380.00	$ 860.00	$ - 8,940.00	$ 2,244.00

DISCUSION Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las disertaciones sobre 4 variables: Peso de forraje verde de alfalfa, altura de planta, por ciento de materia seca y utilidad marginal; es menester mencionar que para las tres primeras no se generó diferencia estadística significativa; y para la utilidad marginal la de mejor comportamiento fue para el testigo; es decir para las parcelas donde no se les aplicó fertilizante.

Relacionado con el peso de forraje verde; el dato mayor fue para las parcelas fertilizadas con lixiviado de vermicomposta con una producción promedio proyectado de 51.4 toneladas ha^{-1} mismo que al compararlo con el testigo cuya producción en verde fue de 35.2 toneladas ha^{-1} es decir; una diferencia de 16.2 toneladas ha^{-1} .Ambas muy por abajo de las 75.24 toneladas ha^{-1} que Mendoza *et al.* (2010), reportan como una producción total anual y también abajo de las 84 toneladas ha^{-1} mencionadas por COFUPRO (2002) para el estado de Hidalgo. En términos económicos la diferencia de 16.2 toneladas/ha. entre el lixiviado de vermicomposta y el testigo a un precio de $400 pesos por tonelada en verde representan $6480 pesos; pero se pulverizan ante los $10 000 pesos de costo que hay que aplicar para una hectárea fertilizada con lixiviado de vermicomposta.
En lo relativo a la altura de planta de alfalfa misma que Muslera y Ratera (1991), obtuvieron en sus investigaciones y que son del orden de 60 a 100 cm; debemos mencionar que la variable no se acercó a éste dato en ningún momento pues la mayor altura de logró con el fertilizante inorgánico Sulfato de Magnesio y fue de 37.66 cm y comparado con el testigo que fue de 33.06 cm se obtiene una diferencia de poco más de 4 cm.

En lo que se refiere a la tercera variable que es el por ciento de materia seca (MS) Nuñez (2000), menciona que para el 100% de alfalfa su porcentaje de materia seca se debe encontrar por el 23.7%. Es en esta variable donde todos los tratamientos resultaron por encima de este dato; el mayor porciento de ms fue para el Sulfato de Magnesio con un 26.4% y el menor que fue el testigo generó un % de ms del orden del 24.4%.

Por último en el análisis de utilidad marginal entre la fertilización orgánica e inorgánica; fue el inorgánico MAP (11-52-00) que generó una utilidad de $2,244 pesos/ha y el inorgánico lixiviado de vermicomposta con una utilidad de $860 pesos/ha; y ninguno se pudo acercar a la utilidad marginal del testigo de $9700 pesos/ha. y es que es importante recordar que la alfalfa en una fijadora natural de nitrógeno atmosférico lo que la convierte en uno de los pocos cultivos cuyas necesidades de fertilizante son mínimas.

CONCLUSIONES

El experimento llevado a efecto en el tercer trimestre del 2017 con alfalfa de por lo menos 5 cortes anteriores no generó los resultados esperados. La fertilización inorgánica basada en vermicomposta y lixiviado de vermicomposta presentaron un incremento de producción de forraje verde en relación al testigo con una diferencia de 16.2 toneladas/ha.; pero comparados con los fertilizantes inorgánicos tradicionales para la alfalfa basados en la aplicación de fósforo y magnesio la diferencia se reduce para el MAP (11-52-00) a solo 9.7 toneladas/ha; que en términos económicos representa alrededor de $3,880

pesos por ha.; esto reconfirma la no diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados en el experimento; pues esa cantidad se pulveriza con los $10,000 pesos de costo/ha. que se requiere al fertilizar con lixiviado de vermicomposta, mientras que fertilizar con MAP (inorgánico) solo cuesta $4,736 pesos/ha. realizando una sustracción entre los costos de fertilizar con lixiviado de vermicomposta y MAP hay una diferencia de $5,264 pesos/ha, lo que no permite ser competitivo al fertilizante orgánico aplicado. Esto llevándolo a la utilidad marginal resulta con datos favorables hacia los inorgánicos y castiga en los fertilizantes orgánicos a un nivel de hacer a la solución nutritiva hidropónica en valores en rojo de $-8,940 pesos/ha. En lo relacionado a la altura de planta tampoco hubo diferencia estadística significativa; y en lo referente al por ciento de materia seca; es esta variable la que mejor comportamiento generó con datos por encima de los 23.7% recomendados por Nuñez (2000), en sus estudios de alfalfa en la Comarca Lagunera; aun así, no se generó diferencia estadística significativa. Por los resultados obtenidos declaramos que la hipótesis propuesta se rechaza; más sin embargo los objetivos fueron cumplidos en su totalidad; y nos da la oportunidad de generar líneas investigativas en las cuales la fertilización orgánica maneje dosis por hectárea menores a las aplicadas que permitan costos más competitivos; y al menos así se espera producciones que se acerquen a la media.

REFRENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Badii, M. A. 2004. Desarrollo sustentable; fundamentos, perspectivas y limitaciones. Innovaciones en Negocios 1(2). UANL, San Nicolás de Los Garza, Nuevo León México. pp 199-227.

Cárdenas G. L. O. 2016. Importancia de los bancos proteicos en los sistemas de producción de leche. Monografía de licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá Cundinamarca Colombia.

Castelón, V. R., V. Tamariz F., J. Ruíz C. y G. Linares F. 2014. Evaluación de la sustentabilidad de la actividad agrícola de tres localidades campesinas en Pahuatlán, Puebla. Ecosistemas y Recursos Agropecuarias. 1(3):219-231.

COFUPRO A. C. 2002. La cadena de la alfalfa. Coordinadora Nacional de la Fundación Produce A. C. www.cofupro.org.mx/cofupro/poblaciones/archivos/penit3.pdf. Tehuantepec No 155, Col. Roma, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F. Consultado el 03 de Enero de 2018.

Hernández, R. P. y J. Cuellar V. 2015. Costos de producción en alfalfa para la Comarca Lagunera. Agenda técnica agrícola de Coahuila. 2ª edición. SAGARPA/SENASICA/INIFAP. pp 19-22.

Mendoza, P. S. I., A. Hernández G. A., J. Pérez P., A. R. Quero C., J. A. S. Escalante E., J. L. Zaragoza R. y O. Ramírez R. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1(3).

Molina, M. J. C y L. Córdova T. 2006. Informe nacional sobre el estado de los recursos filogenéticos para la agricultura y la alimentación. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sociedad Mexicana de Filogenética. Chapingo, Estado de México.

Montemayor, T. S. A., J. L. Woo R., J. Munguía L., R. López-A., M. A. Segura C., P. Yescas C. y E. Frías-R. 2012. Producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivada con riego subsuperficial y diferentes niveles de fósforo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(7).

Moreno, R. A., L. García G., P Cano R., V. Martínez-C., C. Márquez H. y N. Rodríguez D. 2014. Desarrollo del cultivo del melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarias. 1(2):163-173.

Muslera, P. y C. Ratera. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2a Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.

Nieto, Garibay A., B. Murillo A., E. Troyo D., J. A. Larriñaga M. y J. L. García H. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sustentable de chile (*Capsicum annuum L*.) en zonas áridas. Interciencia. 27(8):417-421.

Nuñez, H. G. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa. Producción y utilización de la alfalfa en el norte de México. SAGARPA/INIFAP. Libro técnico No 2, 1ª edición. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México.

Olivares, S. E. 2012. FAUANL.Versión 1.1, Prueba. San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, México.
Palencia, G. C. V. 2012. Costos II, Capítulo 1. Contribución marginal. FCA-UNAM. México D.F. fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/2012/contaduría/5/1459.pdf. Consultado el 22 de Marzo de 2016.

Ríos, F. J. L., J. Ruiz T., J. M. Cisneros V., J. E. Cantú B., M. Torres M. y M. Quiñones A. 2008. Producción, productividad y rentabilidad de la alfalfa (*Medicago sativa L*) irrigada por bombeo en la Comarca Lagunera de 1999 a 2005. Revista Chapingo- Serie Zonas Áridas VII(2).

Valdés, Q. M. 2016. Sector Agropecuario 2015. Resumen económico y compendio noticioso 2015 Comarca Lagunera. Suplemento especial. El siglo de Torreón; periódico regional. Cía. Editora de la Laguna S.A. de C.V. 01 de Enero de 2016. Torreón, Coahuila, México.

*** Artículo recibido el día 12 de agosto de 2017 y aceptado para su publicación el día 28 de mayo de 2018**