



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DE VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) A TRES
DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEJO, VERANO OTOÑO 2011
EN EL C.A.E.F.A.**

Por:

Félix Francisco Rocha Saldaña

**Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Julio de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DE VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) A TRES
DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO, VERANO OTOÑO 2011
EN EL C.A.E.F.A.**

Por:

Félix Francisco Rocha Saldaña

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Asesores

**M.C. Jesús Huerta Díaz
M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo
M.C. José Carmen Soria Colunga**

**Proyecto parcialmente financiado por el PROMEP Convenio:
PROMEP/UASLP/12/CA08.**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Julio de 2012

El trabajo titulado “Respuesta de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a tres diferentes sistemas de riego por goteo, verano-otoño 2011 en el C.A.E.F.A.” fue realizado por: Félix Francisco Rocha Saldaña como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis:

M.C. Jesús Huerta Díaz

Asesor Principal

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo

Asesor

M.C. José Carmen Soria Colunga

Asesor

En el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. a los 19 días del mes de junio de 2012.

DEDICATORIA

A Dios

A Dios por la vida, la familia que me ha dado y los logros alcanzados hasta la fecha

A Mis Padres

Félix Rocha Rocha y Ma. Del Carmen Saldaña Hernández que me han dado la oportunidad de nacer en una familia llena de valores morales donde me llenaron de amor, me educaron y me apoyaron en toda mi formación y principalmente en mi formación profesional.

A Mis Hermanas y Hermano

Lupita, Chuy, Lety, Paty y Martin. Por su gran cariño brindado, su apoyo incondicional y su gran comprensión a lo largo de mi carrera.

A Mis Tíos y Tía

Por brindarme su techo, comprensión, sus consejos y su gran amor incondicional durante mi formación profesional.

A Mis Mejores Amigas

Cecilia, Elena, Concepción. Por impulsarme y estar a mi lado a lo largo de mi vida y mi profesión y por los momentos llenos de alegría que hemos pasado.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Porque fue como mi segundo hogar, por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente. Donde adquirí conocimientos y una amplia visión hacia la vida.

A Mis Maestros

Por brindarme sus conocimientos así como sus experiencias para fortalecer más ampliamente mi formación académica.

A Mi Asesor Principal

M.C. Jesús Huerta Díaz, por brindarme su apoyo incondicional, conocimiento, liderazgo, confianza y sobre todo su valiosísimo tiempo para desarrollar este proyecto.

A Mis Asesores

M. C. Felipe de Jesús Morón Cedillo y M. C. José Carmen Soria Colunga por brindarme su colaboración y su experiencia para la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Pedro Pérez Martínez por su apoyo y colaboración en la ejecución de este proyecto.

A Mis Compañeros

Por los buenos momentos que pasamos a lo largo de la carrera.

A Mis Amigos y Equipo de Fútbol

Efraín, Heriberto, Fernando, Israel Roberto, Yarel, Charre, Adalberto, Heriberto, Omar, Javier y Alejandro por su amistad, apoyo que fueron parte de la formación educativa, deportiva y sobre todo por los buenos momentos compartidos.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e Historia de la Alfalfa.....	3
Importancia del Cultivó.....	3
Distribución.....	4
Descripción Botánica	4
Requerimientos Ecológicos.....	5
Control de Melazas	5
Plagas y Enfermedades	6
Características Generales	7
Adaptabilidad	7
Suelo.....	8
Preparación del terreno	8
Época de siembra	8
Fertilización.....	9
Nitrógeno	9
Fósforo	9
Potasio.....	10
Otros elementos.....	10

Riego por goteo	10
Aplicación de Riego Goteo en el Cultivo de alfalfa	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Localización	12
Climatología.....	12
Temperatura	12
Precipitación.....	12
Vegetación.....	12
Características del Suelo	13
Material Genético.....	13
Diseño Experimental.....	13
Sistemas de Riego	14
Fertilización.....	14
Programación de Riego	14
Labores de Cultivó	14
Cosecha	14
Evaluaciones	15
RESULTADOS.....	16
Resultados del Primer Corte.....	16
Altura de la planta	16
Producción de forraje verde	18
Producción de heno	19
Resultados del Segundo Corte	20
Altura de la planta	21
Producción de forraje verde	22
Producción de heno	24
Resultados del Tercer Corte	25
Altura de la planta	26
Producción de forraje verde	27
Producción de heno	28

Resultados del Cuarto Corte.....	29
Altura de planta.....	30
Producción de forraje verde	31
Producción de heno.....	33
Resultados del Quinto Corte	34
Altura de planta.....	34
Producción de forraje verde	36
Producción de heno.....	37
Resultados del Sexto Corte	39
Altura de planta.....	39
Producción de forraje verde	40
Producción de heno.....	42
Producción Total de Forraje Verde de Seis Cortes	43
Producción Total de Heno de Seis Cortes por m ²	45
DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES	55
LIERATURA CITADA	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características del suelo del sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	13
2	Análisis de varianza de altura de planta en cm del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	17
3	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del primer corte para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	17
4	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	19
5	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del primer corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	19
6	Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m ² , del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	20
7	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del primer corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	20
8	Análisis de varianza de altura de planta en cm del segundo corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	22
9	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del segundo corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A... ..	22
10	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del segundo corte del experimento evaluación de variedades de	

	alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	23
11	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del segundo corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	24
12	Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m ² , del segundo corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	25
13	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del segundo corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	25
14	Análisis de varianza de altura de planta en cm del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	26
15	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del tercer corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	27
16	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	28
17	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del tercer corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	28
18	Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m ² , del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	29
19	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del tercer corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	29

20	Análisis de varianza de altura de planta en cm del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	31
21	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del cuarto corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	31
22	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	32
23	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del cuarto corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	32
24	Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m ² , del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	33
25	Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m ² , del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	34
26	Análisis de varianza de altura de planta en cm del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	35
27	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del quinto corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	35
28	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	37
29	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del quinto corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	37

30	Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m ² , del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	38
31	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del quinto corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	38
32	Análisis de varianza de altura de planta en cm del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	40
33	Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del sexto corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	40
34	Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m ² del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	41
35	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del sexto corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	41
36	Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m ² del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	43
37	Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del sexto corte en Kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	43
38	Análisis de variación de producción total de forraje verde en Kg por m ² de seis cortes del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	44
39	Cuadro de doble entrada con los promedios de rendimiento total de forraje verde en Kg por m ² de seis cortes para cada tratamiento del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	44

40	Análisis de variación de producción total de heno en Kg por m ² de seis cortes del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	46
41	Cuadro de doble entrada con los promedios de rendimiento total de heno en Kg por m ² de seis cortes para cada tratamiento del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	46
42	Coefficientes de correlación de las variables climáticas y las variables evaluadas en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Rendimiento de forraje verde por corte de los genotipos evaluados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	48
2	Rendimiento de forraje verde por corte de los tres sistemas de riego evaluados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	48
3	Rendimiento de heno por corte de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	49
4	Rendimiento de heno por corte de los tres sistemas de riego utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	50
5	Rendimiento acumulado de forraje verde en los seis cortes de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	52
6	Rendimiento acumulado de heno en seis cortes de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	53
7	Rendimiento de forraje verde de los genotipos estudiados de acuerdo a cada sistema de riego en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.	54
8	Rendimiento de heno de los genotipos estudiados de acuerdo a cada sistema de riego en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.....	54

ANEXOS

Cuadro		Página
43	Promedio de las variables climáticas de la estación climatológica del INIFAP, Campus San Luis Potosí, Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 2011	60
44	Promedio de las variables climáticas de la estación del INIFAP Campus San Luis, intervalo de corte (IC) y temperaturas ajustadas de acuerdo a cada periodo de crecimiento del cultivo de alfalfa en cada corte en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.	60
45	Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de forraje verde en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A....	61
46	Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de forraje verde en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A....	61
47	Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de heno en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.....	61
48	Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de heno en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.....	61
Figura		
9	Rendimiento de forraje verde y heno por corte de la variedad San Miguelito, producida con riego por aspersión del lote comercial contiguo al sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.....	62
10	Promedio de la altura de planta por corte de la variedad San Miguelito, producida con riego por aspersión del lote comercial contiguo al sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.....	62

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el C.A.E.F.A. de la Facultad de Agronomía con la finalidad de evaluar el rendimiento de tres sistemas de riego con diferentes variedades de Alfalfa *Medicago sativa* L. Se utilizaron seis variedades de alfalfa, siendo estas: El camino, El camino 9 multifoliar, El camino 10, San Miguelito, Excelente 9 HQ ML Multifoliar y Altaverde Gigaton. El diseño experimental fue un arreglo en parcelas divididas AxB; como factor A se usaron tres sistemas de riego: A₁.- Espaciamiento entre cintillas de 0.75 m (50820-500), A₂.- Espaciamiento entre cintillas de 1.0 m (51030-340) y A₃.- Espaciamiento entre cintilla de 0.75 m (51030-340) y como factor B los seis genotipos de alfalfa. La distribución en campo fue en bloque al azar con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que los sistemas de riego presentaron diferente comportamiento en la producción de forraje verde en los primeros cinco cortes, no así en el sexto corte y en el rendimiento acumulado (de seis cortes) presentando el promedio más alto el tratamiento A₁ (81.52 t por ha); en la producción de heno los sistemas de riego mostraron respuesta en tres de los cortes (1, 5 y 6) pero no en la producción acumulada de los seis cortes. Los genotipos mostraron diferente comportamiento en la producción de forraje verde en cuatro de los cortes y en la producción acumulada de los seis cortes, siendo el mejor el San Miguelito (87.948 t por ha). Con respecto a la producción de heno los genotipos presentaron diferente comportamiento excepto en el primer corte; el mejor fue el San Miguelito con 16.338 t por ha; en la producción de heno el mejor tratamiento fue la combinación del sistema de riego A₃ con el genotipo San Miguelito (17.671 t por ha).

SUMMARY

This research was conducted in the C.A.E.F.A. of the Agronomy Faculty of the U.A.S.L.P. in order to evaluate the performance of three different drip irrigation systems whit six different varieties of alfalfa (*Medicago sativa* L.). An experimental design of divided parcels was used “AxB” in random blocks. As factor “A” was used: A₁. spacing between streaks of 0.75 m (50820-500), A₂ spacing between streaks of 1.0 m (51030-340) and A₃ spacing between streaks of 0.75 m (51030-340); field distribution was split plot design with four replications; as factor “B” was used six varieties of alfalfa: B₁. El camino, B₂. El camino 9 multifoliar, B₃. El camino 10, B₄. San Miguelito, B₅. Excelente 9 HQ ML Multifoliar and B₆. Altaverde Gigaton. According to the results obtained were found that the irrigation systems showed different response in the production of green forage in the first five cuts; but the irrigations systems did not affect green forage yield in the six cut and yield accumulated of six cuts, the best system was A₁ with 81.52 t ha⁻¹ of green forage. The systems irrigations showed significant difference in three cuts (1, 5 y 6) but not in the accumulated production of the six cuts in the hay yield. The genotypes showed significant difference in four cuts and the accumulated yield in six cuts green forage, the best genotype was the San Miguelito (87.948 t ha⁻¹). The hay production was different in all cuts whit exception in the first cut; in this variable the best genotype was the San Miguelito (16.338 t ha⁻¹). In the hay yield the best treatment was the system irrigation A₃ with the genotype San Miguelito (17.671 t ha⁻¹).

INTRODUCCIÓN

La alfalfa conocida desde la antigüedad como la reina de las plantas forrajeras, es un cultivo muy extendido en los países de clima templado. Se encuentra ampliamente distribuida en México, y se cultiva desde que los conquistadores españoles la introdujeron a nuestro país hace 467 años aproximadamente.

La alfalfa es una de las especies leguminosas más cultivadas e importantes para la ganadería, tanto por la calidad de forraje obtenido así como por superficie cultivada por su valor nutritivo, contenido en proteínas y otras sustancias minerales, siendo apetecible y digestible por un gran número de especies animales, ya sea en estado fresco, henificado, deshidratada y ensilada (Juscafresa, 1983).

En México debido al crecimiento de la ganadería lechera en estabulación y el uso relativamente reciente del agua de bombeo del subsuelo y de presas para regar, la alfalfa es ahora cultivada todo el año en una gran diversidad de regiones. La explotación se hace en forma intensiva teniéndose desde 8 hasta 12 cortes de forraje por año, dependiendo de la frecuencia de riego y clima. Normalmente la alfalfa tiene una persistencia que va desde los dos años hasta los seis años, dependiendo de la variedad y el manejo que reciba (Hughes y Maurice, 1981).

Las crecientes demandas de consumo de agua para el uso doméstico, industrial y agrícola han generado la necesidad de investigar y adoptar nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de este recurso. En los últimos años se ha trabajado para adoptar una nueva tecnología de riego, llamado sistema de riego por goteo subsuperficial (RGS), que se define como la forma de aplicar agua a los cultivos en forma subterránea mediante emisores con gastos uniformes, que ha reducido el gasto hasta en un 40 % comparado con otros sistemas de riego, y emplea cintas de goteo enterradas en el suelo, lo cual permite conservar el agua e incrementar significativamente la producción y calidad de los cultivos. Este sistema de riego, evita la saturación del agua en el suelo y el estrés por déficit de humedad al cultivo antes de la aplicación del siguiente riego (Rodríguez, 1982).

Objetivos

Evaluar el rendimiento de diferentes variedades de Alfalfa *Medicago sativa* L. desarrolladas con tres diferentes sistemas de riego por goteo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia de la Alfalfa

Se cree que la alfalfa es nativa del suroeste de Asia, de una región comprendida entre Mesopotamia, Persia, Turkestan y Siberia. Se menciona como probable centro de origen el Asia Occidental o Asia Central, las regiones montañosas de la India. Varios autores indican que la alfalfa fue llevada a Grecia por los persas en el año 490 A. de C., y que fue usada por los romanos en su conquista a Grecia como alimento para sus caballos y llevada a Italia en el año 146 A. de C. Esta especie fue cultivada en el viejo mundo por más de 20 siglos. Los griegos la llamaron “Medike” y los romanos “hierba medica” debido a su origen. En Europa se conoció como Luzerne, por cultivarse con éxito en Lucerna, al norte de Italia Díaz citado por Gómez informa que los árabes la llamaron “Alfafacah” que significa el mejor forraje. De Italia se extendió a otros países europeos incluso España. Los conquistadores hispanos se encargaron de traerla a América, siendo México, Perú y Chile los países donde primero se cultivó. Posteriormente, en 1854 fue llevada a Norteamérica, a los estados de California, Nuevo México y Arizona (Robles, 1983).

Importancia del Cultivo

La alfalfa (*Medicago sativa* L) es una planta universal y bien conocida; se cultivó en todo el mundo y en todas partes recibe la máxima atención; por algo está considerado como “reina de las plantas forrajeras” por sus excepcionales cualidades, el cultivo se ha extendido extraordinariamente, y hoy se configura como una de las alternativas más realistas ante la crisis proteica (incluso para uso humano) (Remon, 1985).

Las zonas productoras de alfalfa en nuestro estado son: Zona altiplano (Moctezuma, Villa de Reyes, Villa de Arista, Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí) y Zona Media (Cerritos, Río Verde y CD. Fernández) (SAGARPA, 2010).

La alfalfa es un recurso fundamental para la producción agropecuaria en las regiones templadas del mundo. Su calidad nutritiva, producción de forraje, hábito de crecimiento, perennidad, plasticidad y capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, la convierten en una especie esencial para muchos sistemas de producción agropecuaria,

desde los intensivos a corral que la incluyen en la dieta animal como forraje cosechado y procesado (4), hasta los pastoriles que la utilizan en pastoreo directo (Mendoza y pinto, 1985).

Distribución

Tiene una amplia distribución en el mundo debido a su notable adaptabilidad a climas y suelos. Se adapta a climas templados, cálidos y secos, en los estados unidos se siembra desde el nivel del mar hasta alturas aproximadamente de 2440 metro (Robles, 1990).

El cultivo de alfalfa en México ha ocupado, en los últimos 12 años, un promedio de 220,000 hectáreas anuales bajo condiciones de riego, los principales estados productores son: Guanajuato, Hidalgo, Baja California, México, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Puebla y Querétaro. 26 estados de la república reportan alfalfa dentro de su estructura agrícola. En el año 2001 la superficie sembrada fue de 246,000 ha con una producción en verde de 18.4 millones de toneladas y un valor de 5,747.6 millones de pesos; convirtiendo el valor a precios constantes, (deflactados con el índice nacional de precios al consumidor base 1994), en 1996 se registró el mayor valor que fue de 2,509.1 millones de pesos, el cual resulta superior en un 48% al valor constante del 2001(SAGARPA, 2010).

Descripción Botánica

Pertenece a la familia de las leguminosas y su nombre botánico es (*Medicago sativa* L). Es una planta herbácea perenne. Su promedio de vida varia de 5 a 7 años de pendiendo de la variedad, clima, agua y suelo (Ramírez, 1995).

Raíz: La raíz de la alfalfa penetra más que la de ninguna otra herbácea cultivada. Las plantas nuevas desarrollan una raíz principal pivotante que penetra rápidamente, llegando a una profundidad de 1.5 a 2 m durante su primera estación de crecimiento. Se ha estimado que para el segundo año la raíz puede alcanzar una profundidad de 3 a 3,5 metros y con el tiempo puede llegar a una profundidades de 7.5 a 9 metros o mas esto de pende de la variedad, profundidad del suelo y la raíz principal con u diámetro de 2 a 3 centímetros. Tallo: tiene tallos herbáceos, delgados, erectos y muy ramificados, de

60 a 90 cm de altura. Hojas: trifoliadas con un pedicelo intermedio más largo que los laterales. Flores: las flores son amarilla, blancas o algunas veces moradas esta dependerá de la variedad en racimos más pequeños legumbres en forma de media luna. Frutos: el fruto maduro es una vaina curvada de color café. Cada vaina lleva varias semillas en forma de arriñonada. Semillas: las semillas son aproximadamente ovaladas o de aspecto de riñón (Robles, 1983).

Requerimientos Ecológicos

Al pretender hablar de la ecología de la alfalfa, se requiere hacer un rápido recorrido a aquellos factores que especialmente limitan su desarrollo. El agricultor necesita conocer estos condicionantes de sus cultivos para saber cuándo y dónde puede introducir con posibilidades de éxito o en qué forma debe actuar sobre ese medio para que, modificándolo favorablemente, pueda llegar a obtener mayores rendimientos (Del Pozo, 1977).

La alfalfa se adapta a una amplia variedad de suelos y climas. Es una planta muy adaptada a suelos profundos bien drenados y alcalinos y tiene una tolerancia a la salinidad moderada. Sin embargo no se desarrolla en suelos con un pH inferior a 5,6 de debido a las limitaciones que la acidez produce.

La temperatura óptima para su crecimiento está entre 15°C y 25°C durante el día y por la noche de 10°C y 20°C. Las temperaturas por encima de los 30°C reducen el crecimiento por el aumento de la respiración de la planta (Muslera y Ratera, 1991).

Control de Melazas

El control de malezas tiene directa relación en la competencia de éstas con el cultivo de alfalfa por el aprovechamiento del agua de riego, nutrientes del suelo y luz, lo que ocasiona en los primeros estados del cultivo pérdidas de plantas, menor desarrollo de corona, con frecuencia las melazas disminuyen el rendimiento y la calidad de las cosechas. El control de las malezas es un gran problema en el cultivo de las leguminosas (Robles, 1983).

Plagas y Enfermedades

Los insectos plagas reducen los rendimientos de forraje y la vida de la alfalfa, por los daños ocasionados en sus órganos al alimentarse de ellos. Por las lesiones que dejan estos insectos, se pueden introducir enfermedades bacterianas y fungosas que son el principio del fin de un vigoroso cultivo de alfalfa. Por estas consideraciones, se justifica el combate de las plagas cuando estas se presentan en alta proporción, aplicando el tratamiento específico correspondiente a cada una de ellas (Robles, 1983). La permanencia de varios años de la alfalfa en el mismo terreno ayuda a la multiplicación y proliferación de plagas y enfermedades y si no son debidamente tratados se ve reducida su producción. La rotación de cultivos con la alfalfa ayuda combatir a muchos de estos parásitos y romper ciclos biológicos (Muslera y Ratera, 1991).

La pulguilla de la alfalfa (Sminthurus viris L.)

Es particularmente en todo el sur de España, tanto sobre alfalfa como sobre los diferentes Medicagos anuales, es la de color verde amarillenta de tamaño 1 a 2.5 mm y se trata de una plaga invernal y de comienzos de primavera, desapareciendo en los primeros calores, el daño es en las hojas mediante un orificio como si fueran picas con un alfiler (Muslera, 1991).

La gardama (Laphigma exigua)

Ataca a muchos y diversos cultivos, pasando la primavera en estado latente en praderas y alfalfas de riego. En estos forrajes se propaga de forma paulatina, pasando varias generaciones y causando daños en los cultivos (Mendoza y Pinto, 1985).

Pulgón manchado de la alfalfa (Therioapfis maculata)

Es un insecto de 1.5 a 2.0 milímetros de largo, de forma oval; color gris con manchas café oscuro en el abdomen. Este insecto se alimenta chupando la savia del envés de las hojas, al mismo tiempo que inyecta con su aparato bucal sustancias tóxicas, las cuales producen amarillamiento de las hojas en un principio, y posteriormente su secado y su caída. Una característica muy especial de este insecto es la producción de mielecilla en

las plantas, la cual es un medio propicio para el desarrollo de hongos saprofitos que le dan al cultivo un color negro (Ramírez, 1995).

Barrenador de la raíz de la alfalfa (*Epicaeurus aurifer*)

Esta plaga está ampliamente distribuida en la región central. El daño lo causan las larvas del pequeño picudo, que se alimentan de las raíces primarias, produciendo lesiones, por las que se introducen enfermedades fungosas y bacterianas, ocasionando la pudrición de la parte central de las raíces. El síntoma característico es la marchitez progresiva de las plantas, que culmina con la muerte de estas. El combate de esta plaga consiste en matar al adulto a base de aplicaciones de insecticidas y destruir los huevecillos por medio de cortes o pastoreo (Ramírez, 1995).

Chinche de la alfalfa (*Lygus elisus*)

Este insecto daña el crecimiento interno o las partes de fructificación de la alfalfa, perforando el tejido con su aparato bucal chupador con el fin de alimentarse, se presentan un revenamiento de yemas, excesiva caída de flor y semilla color café. Para combatir esta plaga se ha obtenido excelentes resultados asperjando el cultivo con Toxafeno a razón de 1.750 a 2.500 kilos por hectárea o por medio de espolvoreación con una dosis equivalente de material técnico (Mendoza y Pinto, 1985).

Características Generales

Adaptabilidad

La alfalfa se adapta notablemente bien a un amplio margen de condiciones de clima y de suelos. No tolera suelos con pH inferior a 5.6, debido a las limitaciones que la acidez produce en la supervivencia, la temperatura óptima para la alfalfa es de 15°C y 25°C por el día y por la noche de 10°C y 20°C. La alfalfa se cultiva y produce en muchos lugares de México, en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 3 859 metros (Hughes y Maurice, 1981).

Suelos

La alfalfa crece en una gran variedad de suelos, pero sus rendimientos son mejores, en los margosos profundos, en los arcillosos, o en la marga arenosa que están bien drenados y tienen un contenido relativamente alto de materia orgánica, puede crecer sobre suelos moderadamente alcalinos. La alfalfa parece ser que presenta su mejor desarrollo en suelos limo-arenoso calcáreos con alto contenido de fósforo y potasio (Robles, 1983).

Preparación del terreno

Se obtienen buenos rendimientos si la alfalfa cuenta con un terreno bien preparado; para esto debemos practicar: una preparación del suelo mediante el subsoleo; un barbecho profundo; rastrear las veces que sean necesarias hasta dejar el suelo libre de terrones; la nivelación nos favorece una mejor distribución tanto de las semillas como el agua; y la cama de siembra que estará determinada por el tipo de suelo y la cantidad de agua disponible; se recomiendan las melgas o tendido para suelos livianos (arenosos y francos) y la cama melonera para suelos pesados (Valdez, 1968; Ramos, 1976)

Época de siembra

La alfalfa se siembra en primavera o en otoño. Trabajos realizados en el SIA de Zaragoza (Delgado y Ben Chabane) mostraron que la siembra de primavera permite mejor instalación del cultivo y mayor vigor de las plántulas. En zonas cálidas, la siembra de primavera debe hacerse temprano para lograr un completo establecimiento de las plántulas antes del rebrote de las malas hierbas y de la aparición de las altas temperaturas estivales; mientras que en clima frío hay que retrasarla cuando existan posibilidades de heladas tardías de primavera. En cuanto a la siembra de otoño y en climas fríos, se siembra muy temprano para que las plántulas estén establecidas cuando lleguen las heladas de invierno (Llorca y Masip, 1999).

Fertilización

La alfalfa es una planta creadora de fertilidad, en ocasiones se le da a esto una mala reputación, pensando que si la alfalfa aumenta estos elementos nutritivos del suelo no es necesario agregarlos o se fertiliza escasamente (Del Pozo, 1977).

La calidad y cantidad de forrajes dependen de la fertilidad del suelo, fósforo y potasio principalmente, el nitrógeno es necesario en las primeras fases del crecimiento, una vez desarrolladas las plantas pueden tomarlo del aire por medio de las bacterias que están en la simbiosis con las raíces (Valdéz, 1968).

Nitrógeno

La alfalfa obtiene directamente el nitrógeno por medio del *Rhizobium* que se encuentra en los nódulos y que utiliza la energía suministrada por la planta. En suelos de buena fertilidad, en siembras realizadas en épocas del año en que hay buena temperatura y la nitrificación del nitrógeno orgánico es, por tanto, abundante, si todos los procesos de desarrollo de la planta transcurren con rapidez, puede sembrarse la alfalfa sin fertilización nitrogenada. En suelos pobres de materia orgánica después de varios años de cultivo, y en explotación de alfalfa con gramíneas mediante siega, es recomendable la aplicación de nitrógeno; al menos en aquellas épocas del año en que conviene forzar la producción en base a la contribución de la gramínea, como es a finales de invierno y otoño (Hughes y Maurice, 1981).

Fósforo

La aplicación del fósforo es necesaria para el buen establecimiento de la alfalfa y para que mantenga una alta producción durante los años que dure su explotación. No requiere de grandes cantidades de fósforo, pero necesita un empleo preciso, este elemento se escasea en casi todos los suelos, si bien la alfalfa es una planta muy eficiente para la movilización del fósforo. Las pérdidas de fósforo por solubilización serán máximas en terrenos arenosos (Duran, 2009).

Como el fósforo se desplaza lentamente en el suelo es aconsejable que la aplicación del abono fosfatado se haga en profundidad, mediante la distribución al voleo por todo el terreno y enterrado antes de la siembra con un pase de granada a 8 o 12 cm. También

puede localizarse una parte en el momento de la siembra con la semilla (Muslera y Ratera, 1991) Los abonos fosfóricos más empleados son el superfosfato de cal y el fosfato bicálcico.

Potasio

El potasio es regulador de la presión osmótica de las células, lo que determina la turgencia y tersura de los tejidos de las hojas y juega un papel importante en varias funciones vitales, y afecta su comportamiento y resistencia al frío, a la sequía, y a la formación y almacenamiento de reservas (Muslera y Ratera, 1991). El potasio se aplica en forma de cloruro potásico o sulfato potásico, aunque lo más habitual es aplicarlo como cloruro (Llorca, 1999).

Otros elementos

La alfalfa, por la profundidad que alcanzan sus raíces, puede obtener nutrientes de capas fuera del alcance de las raíces de otras plantas y, por tanto, aparece menos carencias de ciertos elementos como el azufre. Los factores que afectan el contenido de materia orgánica contribuyen a bajar la disponibilidad del azufre. (Sánchez, 1977).

Entre los microelementos esenciales para las plantas, el boro es frecuentemente mencionado como una carencia que aparece en la alfalfa, ocasionando detención de crecimiento, amarillamiento de hojas terminales y crecimiento entre nudos escaso (Muslera y Ratera, 1991).

Riego por Goteo

El riego por goteo es el sistema de llevar el agua necesaria para los cultivos por medio de tuberías especiales a través de una red diseñada en el terreno, llevando el agua a la base de la planta por “emisores” que funcionan como goteros (Rodríguez, 1982).

Las mangueras que distribuyen el riego por goteo pueden ir colocadas sobre la superficie del suelo o enterradas, en cuyo caso se habla de riego por goteo subterráneo. Un sistema de riego por goteo consta de tubos de conductores, tubos laterales, filtros, reguladores de presión y goteros.

La tubería se dejan en su lugar durante toda la temporada del cultivo el agua se suministra diariamente. Ya que en este sistema se presta para la aplicación de fertilizantes en solución (Lesur, 2006).

La principal ventaja de este sistema es su excelente control del agua, que se aplica diariamente, tiene una evaporación mínima. El riego por goteo tiene una eficiencia del agua hasta el 90%, el agua que se utiliza para este sistema debe estar libre de impurezas, tales como sales químicas y bicarbonatos que pueden bloquear el flujo. Así que la limpieza del agua por medio de filtros es una parte muy importante del funcionamiento del sistema (Medina, 1997).

Aplicación de Riego por Goteo en el Cultivo de Alfalfa

La alfalfa es considerada la principal especie forrajera que se cultiva en el mundo, en México, el área que se cultiva es alrededor de 338,000 ha con rendimiento promedio nacional de 75.6 t de forraje verde por hectárea por año. Las crecientes demandas de consumo de agua para el uso doméstico, industrial y agrícola han generado la necesidad de investigar y adoptar nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de este recurso. En los últimos años se ha trabajado para adoptar una nueva tecnología de riego, llamado sistema de riego por goteo subterráneo (RGS), que se define como la forma de aplicar agua a los cultivos en forma subterránea mediante emisores con gastos uniformes, que ha reducido el gasto hasta en un 40 % comparado con otros sistemas de riego, y emplea cintas de goteo enterradas en el suelo, lo cual permite conservar el agua e incrementar significativamente la producción y calidad de los cultivos (García y Briones, 2007).

El riego por goteo subterráneo (RGS) es una tecnología bien establecida y es una alternativa viable que ofrece el potencial para reducir la cantidad de agua utilizada para irrigar la alfalfa y han aumentado la eficiencia en el uso del agua, abatiendo los costos de energía eléctrica hasta en un 40% y aumentando el rendimiento de forraje de una 10 al 15% (Rodríguez, 1982).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía que se encuentra localizada en el ejido de Palma de la Cruz, perteneciente al municipio de Soledad de Graciano Sánchez, sobre la carretera 57 tramo San Luis – Matehuala a la altura del kilómetro 14.5, cuyas coordenadas son 22° 11'03" latitud Norte y 100° 56'63" longitud Greenwich y su altitud es de 1835 m.s.n.m.

Climatología

De acuerdo a la clasificación de Koepen (1948) modificado por Enriqueta García (1972) el clima para esta zona corresponde a la fórmula BS o KW" (1'), que equivale a un clima seco estepario frío.

Temperatura

La temperatura media anual es de 19.6°C, con una máxima de 35.5°C, y una mínima de 7.5°C, correspondiendo a los meses de abril, mayo y junio como los más calurosos; el periodo más frío es de octubre a abril, presentándose las heladas generalmente a fines del mes de octubre y principios de abril.

Precipitación

La precipitación media anual en la región es de 374 mm, siendo los meses de mayo a septiembre cuando se presentan las lluvias con más frecuencia y abundancia. La dirección de los vientos dominantes del noreste al suroeste, que son vientos moderados a débiles provenientes del Golfo de México.

Vegetación

La vegetación predominante en la zona, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1965) corresponde al matorral desértico micrófilo, siendo el estrato dominante el arbustivo superior a dos o a tres metros de altura, las especies dominantes son: el Huizache (*Acacia tortuosa*); el mezquite (*Prosopis juliflora*) y el nopal (*Opuntia* spp).

Características del Suelo

Las características del suelo del sitio en donde se estableció el experimento se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características del suelo del sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

Determinación	Valor o interpretación	Determinación	Valor o interpretación
Da (g cm^{-3})	1.33	C.E. $\times 10^3$	4.97
% de Humedad a Capacidad Campo	21.1	% de CO_3 totales	1.10
% de Humedad a punto de marchites permanente	11.5	% de M.O.	2.49
% de Humedad del suelo a saturación	29.6	N aprovechable ppm	126.20
Textura	Arcillo arenosa	Fósforo aprovechable ppm	83.60
pH en agua (1:25)	7.98	Potasio aprovechable ppm	632.10
pH en extracto	8.03		

Material Genético

Se usaron seis variedades de alfalfa, con diferentes características de dormancia, siendo las siguientes:

1. El camino
2. El camino 9 multifoliar
3. El camino 10
4. San Miguelito
5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar
6. Alta verde Gigaton

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un parcelas divididas de dos factores “AxB”, como factor “A” se consideraron tres diferentes sistemas de riego siendo estos: A₁. Espaciamiento entre cintillas de 0.75 m (50820-500), A₂. Espaciamiento entre cintillas de 1.0 m (51030-340) y A₃. Espaciamiento entre cintilla de 0.75 m (51030-340); y como factor “B” se consideraron seis genotipos de alfalfa de distinto nivel de dormancia

(anteriormente citadas) con distribución en bloque al azar con cuatro repeticiones y cada unidad experimental constó de 20 m².

Sistema de Riego

El sistema de riego fue por goteo, y se utilizó cintilla T-tape. Para el tratamiento A₁ fue de calibre 8 mil con emisores cada 20 cm, para los tratamientos A₂ y A₃ se usó cintilla calibre 10 mil, con goteros cada 30 cm y con un gasto de 1.0 LPH en todos los casos; la cintilla se enterró a una profundidad de 25 cm, antes de la siembra de la semilla.

Fertilización

Por tratarse de la evaluación del segundo año de cultivo la fertilización que se utilizó fue con base en el tratamiento de fertilización 00-190-00 por año; distribuyéndose en 10 partes (19 kg de pentoso de fósforo (P₂O₅) en cada corte) y se usará H₃PO₄ al 85%.

Programación de Riego

Se realizó el calendario de riegos, usando el método de Blaney y Cridle con la modificación de Phelan para determinar el U.C. utilizando el Software Raspawin de la U.A.CH., considerando un nivel de abatimiento de 10% en función de la humedad proporcionados por los datos climáticos de la Estación Climatológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P.

Labores de Cultivo

Se realizaron los cortes de maleza con azadón, talache y manualmente deshierbando cada vez que fue necesario, se hizo una aplicación de herbicida en el periodo que duró el experimento. Se aplicó con mochila aspersora manual con una capacidad de 20 litros

Cosecha

Los cortes de forraje se realizaron cuando el cultivo mostró una floración entre el 5% y 10% en la época de primavera-verano; y para la época de otoño-invierno la cosecha se realizó cuando el brote mostró una altura de cinco cm, para evitar daños con la cortadora al momento del corte

Evaluaciones

De cada unidad experimental de cada corte se evaluó:

Altura de planta en cm en cada corte

Producción de forraje verde Kg m^{-2}

Producción de heno en Kg m^{-2} por corte

Producción total de heno de los seis cortes en t ha^{-1}

Para efectos de la evaluación del experimento se realizó el análisis de varianza correspondiente y las pruebas de rango múltiple de Tukey considerando un valor de $P \leq 0.05$.

Los resultados del presente trabajo abarcan los seis primeros cortes del segundo año de evaluación del experimento en razón de que se trata de un cultivo perenne, el cual comprende el periodo de junio a diciembre del año de 2011. Por lo que, de manera secuencial se trata de la evaluación de los cortes 11 a 16, desde que se estableció el experimento en el mes de febrero de 2010.

RESULTADOS

Resultados del Primer Corte

Los datos de altura se tomaron el 06 de junio del 2011 y el corte se efectuó el día 07 de junio de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por m². La henificación se realizó tomando una muestra por unidad experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se secó a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de planta

Factor sistema de riego

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta significativa en los tres sistemas de riego en la variable altura de planta (Cuadro 2), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de medias (Cuadro 3), destacando por su mayor altura el sistema de riego A₂ con promedio de 69.125 cm el cual fue estadísticamente igual al promedio de altura del sistema A₁, y presentando un valor 11.49% mayor que el promedio del tratamiento A₃ (Cuadro 3).

Factor variedades

El análisis de varianza para el factor variedades para la variable altura de planta mostró respuesta significativa en los genotipos evaluados (Cuadro 2), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de tres grupos de medias; destacando por su mayor altura los genotipos 4. San Miguelito, 2. El camino 9 Multifoliar y el 1. El camino (Cuadro 3) los cuales conforman el primer grupo, en contraste el genotipo 6. Altaverde Gigaton presentó el menor promedio con 63.583 cm de altura el cual es estadísticamente igual al promedio del genotipo 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar.

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción Sistemas de riego x Variedades se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 2); presentando el mejor promedio las combinaciones del sistema de riego A₂ con las variedades 1. El camino y 2. El camino 9 Multifoliar.

Cuadro 2. Análisis de varianza de altura de planta en cm del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	Prob.
Bloques	3	21.375	7.125			
S. Riego (R)	2	755.194444	377.597222	50.8168224*	5.14325285	0.00017322
Error A	6	44.5833333	7.43055556			
Parcela Gde	11	821.152778				
Genotipos (G)	5	252.402778	50.4805556	10.9322238*	2.422085459	6.3326E-07
Inter R x G	10	238.3056	23.8305556	5.16081813*	2.048739492	5.267E-05
Error B	45	207.7917	4.61759259			
Total	71	1519.65278				

Cuadro 3. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del primer corte para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	69.750	69.000	71.000	69.750	66.000	66.000	68.583 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	72.250	72.250	65.250	71.000	69.250	64.750	69.125 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	58.750	64.000	62.750	66.500	60.000	60.000	62.000 B
Promedio	66.917	68.417	66.333	69.083	65.083	63.583	
	ABC	AB	B	A	C	C	
DSHa=	2.41487553	DSHb=2.58053952	DSHaxb=4.769	DSHbxa=	4.544		

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza los sistemas de riego respondieron con diferencias significativas al evaluar la producción de forraje verde (Cuadro 4), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), observándose la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales (Cuadro 5), destacando por su mayor producción el sistema de riego A₂ con promedio de 1.534 kg por m², superando con 24.11 % y 24.61% al rendimiento obtenido con los sistema de riego A₃ y A₁ respectivamente.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se encontró que el rendimiento de forraje verde de los seis genotipos evaluados fue con diferencias no significativas, observándose promedios dentro del rango de 1.282 a 1.407 kg por m², valores que corresponden a las variedades 3. El camino 10 y la 2. El camino 9 Multifoliar respectivamente (Cuadro 5).

Interacción sistema de riego por variedades

Al evaluar el efecto de interacción de los sistemas de riego y de las variedades, no se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 4), en el cuadro cinco se indica el rendimiento de cada una de las combinaciones estudiadas en el presente experimento.

Cuatro 4. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.22173469	0.07391156			
S. Riego (R)	2	1.44404069	0.72202035	7.77668513*	5.14325285	0.02157288
Error A	6	0.55706538	0.09284423			
Parcela Gde	11	2.22284077				
Genotipos (G)	5	0.18517259	0.03703452	0.79115852	2.422085459	0.56166041
Inter R x G	10	0.9421	0.09420666	2.01251183	2.048739492	0.05434198
Error B	45	2.1065	0.04681049			
Total	71	5.45655203				

Cuatro 5. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del primer corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo , Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	1.470	1.381	1.071	1.250	1.167	1.048	1.231 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.524	1.714	1.589	1.458	1.411	1.506	1.534 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.101	1.125	1.185	1.375	1.405	1.223	1.236 B
Promedio	1.365	1.407	1.282	1.361	1.327	1.2586	
DSHa=	0.26993647						

Producción de heno

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación para la variable Kg de heno por m² se encontró diferencia significativa entre los tres sistemas estudiados (Cuadro 6) por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), resultando la formación de dos grupos de medias con rendimientos estadísticamente iguales (Cuadro 7), siendo el sistema A₂ el de mejor rendimiento con 0.3230 Kg de heno por m² y estadísticamente diferente a los sistemas A₁ y A₃.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el efecto de las variedades, se encontró que el rendimiento de heno de los genotipos evaluados fueron con diferencias no significativas,

obteniendo promedios dentro de un rango de 0.282 a 0.256 Kg de heno por m², correspondiendo los valores a las variedades “ 3.El camino “ y “3.El camino 10” respectivamente (Cuadro 7).

Interacción sistema de riego por variedades

En cuanto al efecto de la interacción de los sistemas de riego y las variedades, en rendimiento de heno no se encontró efecto de interacción de ambos factores esto significa que el efecto de los factores es independiente (Cuadro 7).

Cuadro 6. Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m², del primer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.01310612	0.00436871			
S. Riego (R)	2	0.0928508	0.0464254	14.5172459*	5.14325285	0.00502304
Error A	6	0.01918769	0.00319795			
Parcela Gde	11	0.12514461				
Genotipos (G)	5	0.00551912	0.00110382	0.55543535	2.422085459	0.73338177
Inter. R x G	10	0.0347	0.00346633	1.74422661	2.048739492	0.09995052
Error B	45	0.0894	0.00198731			
Total	71	0.25475609				

Cuadro 7. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del primer corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.282	0.270	0.208	0.196	0.253	0.220	0.238 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.321	0.335	0.322	0.322	0.309	0.331	0.323 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.245	0.234	0.239	0.301	0.278	0.270	0.261 B
Promedio	0.282	0.280	0.256	0.273	0.280	0.273	
DSHa=	0.05009793						

Resultados del Segundo Corte

Los datos de altura se tomaron el 19 de julio del 2011 y el corte se efectuó el día 20 de julio de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por

m². La henuficación se realizo tomando una muestra por unidad experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se seco a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de planta

Factor sistema de riego

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta significativa en los tres sistemas de riego en la variable altura planta (Cuadro 8), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de medias (Cuadro 9), destacando por su mayor altura el sistema de riego A₂. Cintilla

a 1.0 m (51030-340) con un promedio de 73.043 cm el cual fue estadísticamente igual al promedio de altura del sistema A₁. Cintilla a 0.75 cm (50820-500) (Cuadro 9).

Factor variedades

El análisis de varianza para esta variable mostró respuesta significativa en los genotipos evaluados (Cuadro 8) para esta variable, por lo que precedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de medias; destacando por su mayor altura el genotipo 6. Altaverde Gigaton el cual fue estadísticamente diferente solo con el genotipo 4. San Miguelito, con promedios de 73.25 y 70.083 cm respectivamente (Cuadro 9).

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedades se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 8), presentando el mejor promedio las combinaciones del sistema de riego A₂ con las variedad 2. El Camino 9 Multifoliar, seguido por el sistema A₁ con la variedad 6. Altaverde Gigaton, ocupando el tercer lugar la combinación A₂ con la variedad 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar (Cuadro 9).

Cuadro 8. Análisis de varianza de altura de planta en cm del segundo corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	4.70833333	1.56944444			
S. Riego (R)	2	168.777778	84.3888889	41.0540541*	5.14325285	0.0003158
Error A	6	12.3333333	2.05555556			
Parcela Gde	11	185.819444				
Genotipos (G)	5	77.2361111	15.4472222	3.67386038*	2.422085459	0.00714534
Inter R x G	10	111.3889	11.1388889	2.64919621*	2.048739492	0.01243264
Error B	45	189.2083	4.20462963			
Total	71	563.652778				

Cuadro 9. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del segundo corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	71.500	70.500	73.500	69.750	73.000	75.000	72.208 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	70.500	75.750	71.250	72.500	74.500	73.750	73.042 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	70.750	69.250	68.250	68.000	69.500	71.000	69.458 B
	70.917	71.833	71.000	70.083	72.333	73.250	
Promedio	AB	AB	AB	B	AB	A	
	DSHa= 2.46244524	DSHb= 1.27013159	DSHaxb= 4.148	DSHbxa= 4.336			

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza los sistemas de riego se comportaron con diferencias significativas al evaluar la producción de forraje verde (Cuadro 10), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), observándose la formación de dos grupos de medias (Cuadro 11), destacando por su mayor producción el sistema de riego A₁ con promedio de 1.923431 Kg por m², superando con el 12.77 % y con el 15.35% al rendimiento obtenido con los sistemas de riego A₂ y A₃ respectivamente.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se encontró que el rendimiento de forraje verde de los seis genotipos evaluados fue con diferencias significativas, observándose los promedios más altos con los de genotipos 4.San Miguelito con promedio de 1.969 Kg por m², seguido por el genotipo y el 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar con promedio de 1.872 de Kg por m², siendo el genotipo 1. El camino el de promedio más bajo (1.542 kg por m²) y solo estadísticamente diferente a la variedad 4.San Miguelito (Cuadro 11).

Interacción sistema de riego por variedades

Al evaluar el efecto de interacción de los sistemas de riego x variedades a través del ANAVA, para la variable producción de forraje verde, éste mostró respuesta significativa, por lo que se infiere efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 10). Destacando por su mayor producción la combinación del sistema de riego A₁ con el genotipo 3.El camino 10 con promedio de 2.148 Kg por m², seguido por la combinación A₁ con el genotipo 4. San Miguelito con rendimiento de 2.052 Kg por m² (Cuadro 11). El genotipo 6. Altaverde Gigaton presentó el menor rendimiento con el sistema de riego A₃ con rendimiento de tan sólo 1.356 Kg por m² de forraje verde.

Cuatro 10. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del segundo corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.37209751	0.1240325			
S. Riego (R)	2	0.91539683	0.45769841	8.92592866*	5.14325285	0.01591795
Error A	6	0.3076644	0.0512774			
Parcela Gde	11	1.59515873				
Genotipos (G)	5	1.2740325	0.2548065	3.29504047*	2.422085466	0.012786
Inter R x G	10	1.8819	0.18819085	2.43359757*	2.048739492	0.02050681
Error B	45	3.4799	0.07733031			
Total	71	8.23096372				

Cuatro 11. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del segundo corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	1.689	1.582	2.148	2.052	2.076	1.993	1.923431 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.439	1.606	1.625	1.911	1.862	1.790	1.705556 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.499	2.029	1.499	1.945	1.677	1.356	1.667460 B
Promedio	1.542 B	1.739 AB	1.757 AB	1.969 A	1.872 AB	1.713 AB	
DSHa=	0.33394703	DSHb=	0.20060747	DSHaxb=	0.571	DSHbxa=	0.580

Producción de heno

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del análisis de varianza a una $P < 0.05$, para la variable Kg de heno por m², no se encontró diferencia significativa entre los tres sistemas de riego (Cuadro 12), presentando promedios de 0.2885 a 0.3022 Kg por m².

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se encontró que el rendimiento de heno de los genotipos evaluados fue con diferencia significativa (Cuadro 12), por lo que se requirió realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) destacando por su mejor producción de heno los genotipos 4. San Miguelito, 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar (Cuadro 13), las cuales conforma el primer grupo de promedios junto con las variedades 3, 2, y 6; teniendo como el de menor rendimiento el genotipo 1. El camino con un promedio de 0.263 Kg de heno, siendo éste último genotipo el que presentó distinto rendimiento a la variedad 4. San Miguelito.

Interacción sistema de riego por variedades

Al analizar el efecto de la interacción sistemas de riego x variedades, se observó efecto conjunto de ambos factores; presentando el mejor promedio de las combinaciones estudiadas el sistema A₁ con las variedades 3. El camino 10 con un promedio de 0.339992 y la 4. San Miguelito con 0.314777 Kg de heno por m² (Cuadro 13).

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m², del segundo corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.0089694	0.0029898			
S. Riego (R)	2	0.00238985	0.00119493	0.76269985	5.14325285	0.50683318
Error A	6	0.00940023	0.0015667			
Parcela Gde	11	0.02075948				
Genotipos (G)	5	0.03655487	0.00731097	3.4419747*	2.422085459	0.01019322
Inter R x G	10	0.0484	0.00483719	2.27732842*	2.048739492	0.02947573
Error B	45	0.0956	0.00212406			
Total	71	0.20126912				

Cuadro 13. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del segundo corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.283505	0.271997	0.339992	0.314777	0.313540	0.289682	0.302249
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.251993	0.256241	0.273864	0.332346	0.299348	0.317310	0.288517
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.253845	0.349750	0.265694	0.367164	0.301378	0.251372	0.298201
Promedio	0.263114	0.292662	0.293184	0.338096	0.304755	0.286121	
	B	AB	AB	A	AB	AB	
DSHb=	0.05534603	DSHaxb=	0.095		DSHbxa=	0.097	

Resultados del Tercer Corte

Los datos de altura se tomaron el 09 de agosto del 2011 y el corte se efectuó el día 10 de agosto de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por m². La henificación se realizó tomando una muestra por unidad experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se secó a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de Planta

Factor sistema de riego

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza este mostró con respuesta significativa en los tres sistemas de riego en la variable altura de planta (Cuadro 14), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) destacando por su mayor altura el sistema A₂ con promedio de 77.54 cm el cual es estadísticamente igual al promedio del sistema A₁, pero estadísticamente diferente al promedio del sistema A₃ (Cuadro 15).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se encontró que la altura de los seis genotipos evaluados fue con diferencias no significativas, observándose promedios dentro de un rango de 74.500 a 78.417 cm valores que corresponden a las variedades 6.Altaverde Gigaton y 4.San Miguelito respectivamente (Cuadro 15).

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedad se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de la variable (Cuadro 14); obteniendo como el mejor promedio las combinaciones del sistema de riego A₂ con la variedad 4.San Miguelito.

Cuadro 14. Análisis de varianza de altura de planta en cm del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	71	23.6666667			
S. Riego (R)	2	99.75	49.875	10.115493*	5.14325285	0.01196768
Error A	6	29.5833333	4.93055556			
Parcela Gde	11	200.333333				
Genotipos (G)	5	121.833333	24.3666667	2.05369128	2.422085459	0.08908843
Inter R x G	10	331.9167	33.1916667	2.79748712*	2.048739492	0.00882133
Error B	45	533.9167	11.8648148			
Total	71	1188				

Cuadro 15. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del tercer corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	77.250	78.000	77.000	73.750	76.500	75.250	76.292AB
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	77.500	77.750	76.500	81.750	74.750	77.000	77.542A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	69.500	74.250	75.500	79.750	77.750	71.250	74.667B
Promedio	74.750	76.667	76.333	78.417	76.333	74.500	
DSHa=	1.96712536		DSHaxb=	6.921	DSHbxa=	7.2851	

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación para la variable rendimiento de forraje verde se encontró diferencia significativa entre los sistemas de riego, por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), destacando por su mejor producción el sistema A₁ con un promedio de 1.680 Kg de forraje verde por m² superando a los otros sistemas con 26.03 % y 27.17 % (A₂ y A₃ respectivamente) en la producción de forraje verde (Cuadro 17).

Factor variedades

De acuerdo al análisis de varianza para el factor de variedades, se encontró que el rendimiento de forraje verde de los genotipos evaluados mostraron diferencias no significativas, siendo los mejores genotipos 4.San Miguelito, 5.Excelente 9 HQ ML Multifoliar y 2.El Camino 9 Multifoliar (Cuadro17). Mostrándose con la menor producción de forraje el genotipo 3.El camino 10.

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar el efecto de interacción de los sistemas de riego y de las variedades, no se encontró efecto independiente de los dos factores en la expresión de esta variable (Cuadro16).

Cuatro 16. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.4741484	0.15804947			
S. Riego (R)	2	1.98845805	0.99422902	22.5854661*	5.14325285	0.00161207
Error A	6	0.26412446	0.04402074			
Parcela Gde	11	2.72673091				
Genotipos (G)	5	0.95752834	0.19150567	2.2940429	2.422085466	0.0611358
Inter R x G	10	0.9921	0.09921202	1.18845895	2.048739492	0.32382168
Error B	45	3.7566	0.08347955			
Total	71	8.43295918				

Cuatro 17. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del tercer corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	1.464	1.713	1.523	1.827	1.892	1.660	1.680 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.558	1.356	1.035	1.458	1.350	1.243	1.333 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.999	1.487	1.314	1.470	1.451	1.207	1.321 B
Promedio	1.340C	1.519B	1.290D	1.585A	1.564B	1.370C	
DSHa=	0.1858715	DMSb=	0.0224				

Producción de heno

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de variación para ésta variable, se muestra que no hay diferencia significativa entre los sistemas de riego (Cuadro 18), los rendimientos obtenidos están dentro de un rango de 0.253253 a 0.282073 Kg m⁻², correspondiendo estos promedios los sistemas A₂ y A₁ respectivamente (Cuadro 19).

Factor variedades

El análisis de varianza del factor variedades para la variable producción de heno mostró una respuesta significativa en los genotipos evaluados (Cuadro 18), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de variedades con promedios estadísticamente iguales entre sí

(Cuadro 19), en donde se puede observar que solamente los genotipos 4.San Miguelito y 1.El camino son estadísticamente diferentes.

Interacción sistema de riego por variedades

En el estudio de la variación a través del ANAVA (Cuadro 18), la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedades, indica que el efecto de los factores es independiente.

Cuadro 18. Análisis de varianza del rendimiento de heno en kilogramos por m², del tercer corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.01396625	0.00465542			
S. Riego (R)	2	0.01002156	0.00501078	1.82568577	5.14325285	0.24026286
Error A	6	0.0164676	0.0027446			
Parcela Gde	11	0.0404554				
Genotipos (G)	5	0.0516142	0.01032284	3.553388*	2.422085459	0.00859044
Inter R x G	10	0.0394	0.00394327	1.35737397	2.048739492	0.23086706
Error B	45	0.1307	0.00290507			
Total	71	0.26223039				

Cuadro 19. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del tercer corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.233117	0.347990	0.247005	0.289748	0.303518	0.271058	0.282073
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.267606	0.264322	0.216571	0.296833	0.224429	0.249754	0.253253
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.200791	0.277929	0.259164	0.329619	0.298906	0.250637	0.269508
Promedio	0.233838	0.296747	0.240913	0.305400	0.275617	0.257149	
	B	AB	AB	A	AB	AB	

DSHb= 0.06472633

Resultados del Cuarto Corte

Los datos de altura se tomaron el 08 de septiembre del 2011 y el corte se efectuó el día 09 de septiembre de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por m². La henificación se realizó tomando una muestra por unidad

experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se secó a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de Planta

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del análisis de varianza (Cuadro 20) en la variable altura de planta en cm se obtuvo diferencia significativa entre los tres sistemas de riego por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), destacándose por su mayor altura el sistemas de riego A₁ con un promedio de 64.250 cm, sistema que es estadísticamente igual al A₂, pero diferente estadísticamente al sistema A₃.

Factor variedades

El análisis de varianza para el factor variedades para la variable altura de planta mostró respuesta significativa en los genotipos estudiados (Cuadro 20) por lo que se realizó lo prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), observándose la formación de cuatro grupos de medias; destacando por su mayor altura los genotipos 5.Exelente 9 HQ ML Multifoliar y 4.San Miguelito, siendo estos dos estadísticamente diferentes, en contraste el genotipo 1.El camino fue el de menor promedio y estadísticamente diferente a todos los demás genotipos evaluados (Cuadro 21).

Interacción sistema de riego por variedades

En cuanto a la interacción entre los sistemas de riego x variedades se mostró que si hay efecto conjunto de ambos (Cuadro 20), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); presentando como mejor promedio de combinaciones del sistema de riego A₁ con las variedades 6.Altaverde Gigaton y 5.Exelente 9 HQ ML Multifoliar.

Cuadro 20. Análisis de varianza de altura de planta en cm del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	14.375	4.79166667			
S. Riego (R)	2	75.3611111	37.6805556	7.12073491*	5.14325285	0.0260452
Error A	6	31.75	5.29166667			
Parcela Gde	11	121.486111				
Genotipos (G)	5	455.402778	91.0805556	55.6689304*	2.422085459	3.771E-18
Inter R x G	10	444.1389	44.4138889	27.1460102*	2.048739492	7.8667E-16
Error B	45	73.6250	1.63611111			
Total	71	1094.65278				

Cuadro 21. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del cuarto corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	53.000	64.000	65.250	66.000	68.500	68.750	64.250 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	62.000	61.500	60.750	64.000	67.000	58.500	62.292 AB
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	59.500	60.500	62.250	62.500	64.000	62.750	61.917 B
Promedio	58.167 D	62.000 B	62.750 C	64.167 B	66.500 A	63.333 BC	
DSHa=	1.53606327	DSHb=	2.03788817	DSHaxb=	3.169	DSHbxa=	2.7053

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza los sistemas de riego mostraron diferencias significativas al analizar la producción de forraje verde (Cuadro 22), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de tukey ($\alpha \leq 0.05$), destacando por su mayor producción el sistema de riego A₃ con un promedio de 1.029 Kg m⁻² de forraje verde, siendo estadísticamente diferente su promedio a los obtenidos con los sistemas A₁ y A₂.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se mostró que el rendimiento de forraje verde de los seis genotipos evaluados fue con diferencia

significativa (Cuadro 22), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), destacando por su mayor producción de forraje verde los genotipos 4.San Miguelito con un promedio de 1.150 Kg por m² y 5.Exelente 9 HQ ML Miltifoliar con un promedio de 0.983 Kg por m².

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza para la interacción sistemas de riego x variedades en el rendimiento de forraje verde no se encontró diferencia significativa (Cuadro 22), por lo que se infiere que el efecto de ambos factores es independiente.

Cuadro 22. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.26165785	0.08721928			
S. Riego (R)	2	0.16829239	0.0841462	5.17074477*	5.14325285	0.04949699
Error A	6	0.09764109	0.01627352			
Parcela Gde	11	0.52759133				
Genotipos (G)	5	0.47896321	0.09579264	3.71123927*	2.422085466	0.00674961
Inter R x G	10	0.2106	0.0210623	0.81600439	2.048739492	0.6149005
Error B	45	1.1615	0.0258115			
Total	71	2.37869489				

Cuadro 23. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del cuarto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.960	0.965	0.930	1.150	1.031	0.977	1.002 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.888	0.745	0.954	1.132	0.805	0.970	0.916 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.900	0.995	0.975	1.168	1.114	1.021	1.029 A
Promedio	0.916 B	0.902 B	0.953 B	1.150 A	0.983 AB	0.9833 AB	
DSHa=	0.19293424	DSHb=	0.11301206				

Producción de heno

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA, en la variable producción de heno en Kg por m² no se presentó diferencia significativa en los sistemas de riego evaluados (Cuadro 24).

Factor variedades

El análisis de varianza para el factor variedades para la variable producción de heno mostró una respuesta significativa en los genotipos evaluados (Cuadro 24), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de variedades con promedios estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 25), en donde se puede observar que el primer grupo de medias estuvo conformado por los genotipos 4.San Miguelito y el 6. Altaverde Gigaton los cuales fueron estadísticamente iguales con promedios de rendimiento de 0.203653 y 0.177298 Kg de heno por m².

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedades se observó que no hay diferencia significativa en este factor por lo que se infiere efecto independiente en la manifestación de esta variable (Cuadro 24); en el cuadro 25 se indican los promedios para cada una de las combinaciones estudiadas.

Cuadro 24. Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m², del cuarto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.00736452	0.00245484			
S. Riego (R)	2	0.00470864	0.00235432	4.7902851	5.14325285	0.05710889
Error A	6	0.00294887	0.00049148			
Parcela Gde	11	0.01502203				
Genotipos (G)	5	0.02133641	0.00426728	5.18475151*	2.422085459	0.00076868
Inter R x G	10	0.0040	0.00040438	0.4913201	2.048739492	0.88676161
Error B	45	0.0370	0.00082304			
Total	71	0.07743923				

Cuadro 25. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del cuarto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.161474	0.157218	0.147587	0.192930	0.156602	0.172515	0.164721
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030- 340	0.156677	0.131999	0.157503	0.207260	0.138750	0.178188	0.161730
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030- 340	0.165552	0.175986	0.176367	0.210770	0.171233	0.181193	0.180183
	0.161234	0.155068	0.160486	0.203653	0.155528	0.177298	
Promedio	B	B	B	A	B	AB	
DSHb=	0.034452						

Resultados del Quinto Corte

Los datos de altura se tomaron el 10 de octubre del 2011 y el corte se efectuó el día 11 de octubre de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por m². La henificación se realizó tomando una muestra por unidad experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se secó a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de Planta

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se mostró con respuesta significativamente en los tres sistemas de riego en la variable altura de planta (Cuadro 26), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), encontrándose la formación de dos grupos de medias (Cuadro 27), destacando por su mayor promedio el sistema A₂ con 67.00 cm y distinto estadísticamente a los otros dos sistemas de riego.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el factor variedades, se encontró que la altura de los seis genotipos evaluados fue con diferencia significativa (Cuadro 26), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de tres grupos de medias; destacando por su mayor altura el genotipo 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar. Presentando el menor promedio de altura el genotipo 1. El camino, el cual es estadísticamente diferente al genotipo 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar.

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedad, se encontró efecto de ambos factores en la expresión de la variable (Cuadro 26). Obteniendo como el mejor promedio las combinaciones del sistema de riego A₂ con la variedad 2. El Camino 9 Multifoliar.

Cuadro 26. Análisis de varianza de altura de planta en cm del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	15.1527778	5.05092593			
S. Riego (R)	2	184.694444	92.3472222	38.7320388*	5.14325285	0.0003715
Error A	6	14.3055556	2.38425926			
Parcela Gde	11	214.152778				
Genotipos (G)	5	136.236111	27.2472222	6.7446711*	2.422085459	9.0969E-05
Inter R x G	10	420.8056	42.0805556	10.4164566*	2.048739492	8.096E-09
Error B	45	181.7917	4.03981481			
Total	71	952.986111				

Cuadro 27. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del quinto corte para uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	58.750	62.750	62.750	64.750	70.000	64.750	63.958 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	63.000	72.000	64.750	68.500	66.750	67.000	67.000 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	66.250	63.000	64.750	62.250	63.750	60.000	63.333 B
	62.667	65.917	64.083	65.167	66.833	63.9166	
Promedio	C	AB	BC	AB	A	BC	
DSHa=	2.41370081	DSHb=	1.3679204	DSHaxb=	4.103	DSHaxb=	4.250

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

Al realizar el estudio de la variación para la variable rendimiento de forraje verde, ésta se mostró con diferencia significativa entre los sistemas de riego, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), destacando por su mayor producción el sistema A₂ con un promedio de 1.481 Kg de forraje verde por m² superando al sistema A₁ con un 15.70 % en la producción de forraje verde, siendo los sistemas A₂ y A₃ estadísticamente iguales (Cuadro 29).

Factor variedades

De acuerdo al análisis de varianza para el factor variedades se observó que el rendimiento de forraje verde de los genotipos evaluados fue con diferencia significativa, (Cuadro 28), por lo que procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de tres grupos de medias; destacando por su mejor producción los genotipos 4.San Miguelito y 5.Exelente 9 HQ ML Multifoliar (Cuadro 29) los cuales conforman el primer grupo, teniendo al genotipo 6.Altaverde Gigaton como el de menor rendimiento.

Interacción sistema de riego por variedades

Al estudiar el efecto de interacción de los sistemas de riego y de las variedades no se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variables (Cuadro 28), siendo la combinación del sistema A₃ con el genotipo 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar la cual se caracterizó por presentar el rendimiento con mayor producción de forraje.

Cuatro 28. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.01528849	0.00509616			
S. Riego (R)	2	0.61002457	0.30501228	18.2812765*	5.14325285	0.00280137
Error A	6	0.10010645	0.01668441			
Parcela Gde	11	0.7254195				
Genotipos (G)	5	0.77938398	0.1558768	3.48747411*	2.422085466	0.00950461
Inter R x G	10	0.7679	0.07679044	1.71805345	2.048739492	0.10597471
Error B	45	2.0113	0.04469619			
Total	71	4.28403628				

Cuatro 29. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del quinto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	1.237	1.279	1.267	1.410	1.374	1.112	1.280 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.463	1.618	1.529	1.636	1.362	1.279	1.481 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.302	1.225	1.612	1.570	1.773	1.326	1.468 A
Promedio	1.334 ABC	1.374 ABC	1.469 ABC	1.538 A	1.503 AB	1.237 C	
DSHa=	0.25388553	DSHb=	0.1144299				

Producción de heno

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA, para la variable Kg heno por m² del quinto corte, se encontró diferencia significativa entre los sistemas (Cuadro 30); por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de medias, en donde destaca el sistema A₃ con promedio de 0.275232 en producción de Kg de heno por m², superando al sistema A₁ con un 27.59 % de producción los cuales son estadísticamente diferentes; siendo los sistemas A₂ y A₃ estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 31).

Factor variedades

Al estudiar la respuesta de las diferentes variedades, se encontró que el rendimiento de heno de los genotipos evaluados fue con diferencia significativa (Cuadro 30) y al

realizar la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) se encontró la formación de cuatro grupos de medias, sobresaliendo por su mejor producción el primer grupo que lo conforma el genotipo 4.San Miguelito (Cuadro 31); y las variedades 3, 5 y 2, las cuales son estadísticamente iguales y conforman el segundo grupo de medias, pero diferentes a la variedad 1. El camino, siendo ésta última la que presentó la menor producción de heno por m² y estadísticamente igual a la variedad 6. Altaverde Gigaton.

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza para la interacción sistema de riego x variedades, en el rendimiento de heno no se encontró efecto de interacción entre los sistemas de riego y los genotipos, esto significa que los efectos de los factores son independientes (Cuadro 30).

Cuadro 30. Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m², del quinto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.00062989	0.00020996			
S. Riego (R)	2	0.05465833	0.02732916	46.272654*	5.14325285	0.00022571
Error A	6	0.00354367	0.00059061			
Parcela Gde	11	0.05883189				
Genotipos (G)	5	0.04395823	0.00879165	5.31311271*	2.422085459	0.00064072
Inter R x G	10	0.0333	0.00332899	2.01182742	2.048739492	0.05442744
Error B	45	0.0745	0.00165471			
Total	71	0.21054179				

Cuadro 31. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del quinto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m. 50820500	0.182057	0.217093	0.214124	0.256090	0.222936	0.201921	0.215704 B
A2. Cintilla a 1.0 m. 51030-340	0.249563	0.306923	0.276431	0.306348	0.254512	0.244269	0.273008 A
A3. Cintilla a 0.75 m. 51030-340	0.214879	0.217288	0.312488	0.317779	0.320669	0.268288	0.275232 A
	0.215500	0.247101	0.267681	0.293406	0.266039	0.238159B	
Promedio	D	BC	B	A	B	CD	

DSHa=0.04884986

DSHb= 0.02152956

Resultados del Sexto Corte

Los datos de altura se tomaron el 15 de noviembre del 2011 y el corte se efectuó el día 16 de noviembre de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformó el dato a Kg por m². La henificación se realizó tomando una muestra por unidad experimental de un Kg de forraje verde por parcela, la cual se secó a la sombra por un periodo de 10 días y se procedió a obtener el rendimiento de heno por unidad experimental y en Kg de heno por m².

Altura de Planta

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del ANAVA de la variable altura de planta en cm, ésta no mostró diferencia significativa entre los sistemas de riego (Cuadro 32) por lo cual se infiere que los promedios de los tres sistemas de riego son estadísticamente iguales (Cuadro 33).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis para el efecto de las variedades se observó que para la variable altura de planta, si hay diferencia significativa entre los genotipos evaluados (Cuadro 32), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple Tukey ($\alpha \leq 0.05$), arrojando ésta la formación de dos grupos de medias (Cuadro 33), destacando por su mayor altura el genotipo 4.San Miguelito el cual es estadísticamente igual a los genotipos 1, 2, 3 y 5, teniendo como el genotipo de menor altura el 6.Altaverde Gigaton (Cuadro 33).

Interacción sistema de riego por variedades

Al estudiar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedades a través del ANAVA, para la variable altura de planta, ésta mostró respuesta significativa por lo que se deduce efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 32), destacando por su mayor promedio el sistemas de riego A₃ con el genotipo

5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar con altura de 56 cm y el sistema de riego A₁ con el genotipo 4 San Miguelito con altura de 56 cm (Cuadro 33).

Cuadro 32. Análisis de varianza de altura de planta en cm del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	Prob.
Bloques	3	6.15277778	2.05092593			
S. Riego (R)	2	3.08333333	1.54166667	0.34942288	5.14325285	0.71854475
Error A	6	26.4722222	4.41203704			
Parcela Gde	11	35.7083333				
Genotipos (G)	5	90.625	18.125	4.71119134*	2.422085459	0.00152016
Inter R x G	10	151.4167	15.1416667	3.93574007*	2.048739492	0.00068055
Error B	45	173.1250	3.84722222			
Total	71	450.875				

Cuadro 33. Cuadro de doble entrada con los promedios de la altura de planta en cm del sexto corte para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	52.500	53.750	55.000	56.000	50.750	51.000	53.167
A2. Cintilla a 1.0 m, 5103 0-340	53.750	54.250	50.000	52.500	54.250	51.750	52.750
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	54.750	53.500	52.000	53.250	56.000	49.750	53.208
Promedio	53.667 A	53.833 A	52.333 AB	53.917 A	53.667 A	50.833 B	
DSHb=	2.35546331		DSHaxb=	4.199	DSHbxa=	4.148	

Producción de forraje verde

Factor sistema de riego

Al realizar el estudio de la variación a través de ANAVA (Cuadro 34) no se encontró respuesta significativa para los diferentes sistemas de riego presentando promedios de 0.987 a 1.069 Kg de producción de forraje verde por m² (Cuadro 35).

Factor variedades

Los genotipos estudiados mostraron diferentes comportamientos al evaluar el rendimiento de forraje verde en el sexto corte (Cuadro 34) por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, en donde se encontró la formación de dos grupos de medias con rendimientos estadísticamente iguales; siendo los genotipos 4.San Miguelito y el 3. El camino, los que conforman el primer grupo con rendimientos de 1.19 y 1.038 Kg por m² de forraje verde (Cuadro 35).

Interacción sistema de riego por variedades

La producción de forraje verde por m² presentó efecto conjunto de los factores sistemas de riego y las variedades, destacando por su mayor producción la combinación del sistema A₂ con el genotipo 4.San Miguelito con un promedio de 1.286 Kg de forraje verde por m² (Cuadro 35).

Cuatro 34. Análisis de varianza del rendimiento de forraje verde en Kg por m² del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

FV	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.02623457	0.00874486			
S. Riego (R)	2	0.08249874	0.04124937	1.86995836	5.14325285	0.23376959
Error A	6	0.13235387	0.02205898			
Parcela Gde	11	0.24108718				
Genotipos (G)	5	0.39121945	0.07824389	4.01811418*	2.422085466	0.00424179
Inter R x G	10	0.4355	0.04354529	2.23621219*	2.048739492	0.03242399
Error B	45	0.8763	0.01947279			
Total	71	1.94403502				

Cuatro 35. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de forraje verde del sexto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.994	1.065	1.149	1.071	0.976	0.964	1.037
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.911	0.845	1.060	1.286	0.905	0.917	0.987
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.083	1.077	0.905	1.214	1.089	1.048	1.069
Promedio	0.996 B	0.996 B	1.038 AB	1.190 A	0.990 B	0.9756 B	
DSHb=	0.16757792		DSHaxb= 0.298		DSHbxa= 0.2951		

Producción de heno

Factor sistema de riego

Al realizar el estudio de la variación a través de ANAVA (Cuadro 36) se observa respuesta significativa entre los sistemas de riego por lo que se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), encontrándose la formación de dos grupos de medias con promedios estadísticamente iguales, siendo los sistemas A_3 y A_1 estadísticamente iguales con promedios de 0.206744 y 0.185135 Kg de heno por m^2 , superando el sistema A_3 al A_2 con un 16.40 % en rendimiento de heno (Cuadro 37).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de los genotipos estudiados se encontró que hay diferente comportamiento al evaluar el rendimiento de heno (Cuadro 36), por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple de Tukey; mostrando la formación de dos grupos de medias con rendimientos estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor producción la variedad 4. San Miguelito con promedio de 0.220238 Kg por m^2 y estadísticamente diferente a las variedades 1, 2, 3, 5 y 6 las cuales son estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 37). La variedad 4. San Miguelito presentó un incremento en rendimiento de heno de: 17.18 % respecto a la variedad 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar, la cual ocupó el segundo lugar y de 21.74% respecto a la variedad 2. El Camino 9 Multifoliar, la cual ocupó el último lugar en producción de heno.

Interacción sistema de riego por variedades

La producción de heno por m^2 presentó efecto conjunto de los factores sistemas de riego x las variedades, destacando por su mayor producción de heno la combinación con el sistema A_3 con la variedad 4 San Miguelito con un promedio de 0.2409 Kg de heno por m^2 (Cuadro 37).

Cuadro 36. Análisis de varianza del rendimiento de heno en Kg por m² del sexto corte del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.00074615	0.00024872			
S. Riego (R)	2	0.01098018	0.00549009	7.6684597*	5.14325285	0.0222361
Error A	6	0.00429559	0.00071593			
Parcela Gde	11	0.01602192				
Genotipos (G)	5	0.01373088	0.00274618	3.84391529*	2.422085459	0.00551757
Inter R x G	10	0.0185	0.00185159	2.5917261*	2.048739492	0.0142051
Error B	45	0.0321	0.00071442			
Total	71	0.08041762				

Cuadro 37. Cuadro de doble entrada con los promedios del rendimiento de heno del sexto corte en Kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	0.182345	0.187274	0.210762	0.186405	0.174452	0.169571	0.185135 AB
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.161374	0.153548	0.178583	0.233405	0.174667	0.164071	0.177608 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.201357	0.201893	0.167405	0.240905	0.214714	0.214190	0.206744 A
Promedio	0.181692	0.180905	0.185583	0.220238	0.187944	0.182611	
	B	B	B	A	B	B	
DSHa=	0.0237039	DSHb=	0.03209815	DSHaxb=	0.057	DSHbxa=	0.0565

Producción Total de Forraje Verde de Seis Cortes

Factor de sistema de riego

Al realizar el análisis de varianza para la variable producción total de forraje verde por m² de los seis cortes, no se observó diferencia significativa para los sistema de riego (Cuadro 38), reportando promedios dentro del rango de 7.790873 a 8.152778 Kg por m² de forraje verde (Cuadro 39).

Factor de variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del ANAVA los genotipos estudiados mostraron diferencia significativa en el rendimiento (Cuadro 38) por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) dando como resultado la

formación de tres grupos de medias, destacando por su mejor producción el genotipo 4. San Miguelito con un promedio de 8.79489 Kg de forraje verde por m² el cual fue superior estadísticamente a todos los demás genotipos evaluados en el presente experimento, superando con un 17.35% y 16.54% en la producción a los genotipos 1. El Camino y 6. Altaverde Gigaton respectivamente, los cuales se caracterizaron por ocupar el último y penúltimo lugar en producción de forraje verde en los seis cortes evaluados (Cuadro 39).

Interacción de sistemas de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción sistemas de riego x variedades a través del ANAVA para la variable producción de forraje verde por m² de los seis cortes, no se presentó efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable (Cuadro 38), en el Cuadro 39, se indican los promedios para cada una de las combinaciones para cada sistema de riego y para cada genotipo.

Cuadro 38. Análisis de variación de producción total de forraje verde en Kg por m² de seis cortes del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.97060721	0.32353574			
S. Riego (R)	2	1.57553288	0.78776644	2.24004867	5.14325285	0.18765399
Error A	6	2.11004283	0.35167381			
Parcela Gde	11	4.65618292				
Genotipos (G)	5	14.3150189	2.86300378	12.4347295*	2.422085459	1.3344E-07
Inter R x G	10	4.0280	0.40280197	1.74946799	2.048739492	0.09878353
Error B	45	10.3609	0.23024255			
Total	71	33.3601361				

Cuadro 39. Cuadro de doble entrada con los promedios de rendimiento total de forraje verde en Kg por m² de seis cortes para cada tratamiento del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	7.814286	7.985714	8.086905	8.760714	8.515476	7.753571	8.152778
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	7.783333	7.884524	7.790476	8.880952	7.694048	7.704762	7.956349
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	6.884524	7.938095	7.489286	8.742857	8.509524	7.180952	7.790873
Promedio	7.494048	7.936111	7.788889	8.794841	8.239683	7.546428	
	C	BC	BC	A	B	C	
DSHb=	0.52535651						

Producción Total de Heno de Seis Cortes por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA para la variable producción de heno de los seis cortes por m², no mostró diferencia significativa entre los sistemas de riego (Cuadro 40) los rendimientos obtenidos están dentro de un rango de 1.38806 a 1.491017 Kg de heno por m², correspondiendo los promedios a los sistemas A₁ y A₃ (Cuadro 41). Al realizar la prueba de rango múltiple de DMS ($\alpha=0.05$) se encontró que el sistema de riego A₃ superó solamente al sistema A₁ con un aumento en rendimiento de 1.029 t por ha (Cuadro 40).

Factor de variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza (Cuadro 40) en los genotipos estudiados se observó diferente comportamiento al evaluar la producción total de heno de los seis cortes, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de tres grupos de medias, destacando por su mayor producción el genotipo 4. San miguelito con un promedio de 1.6338 Kg de heno por m² (Cuadro 41) el cual es estadísticamente diferente a los otros cinco genotipos evaluados, presentando un rendimiento 22.13% superior al genotipo 1. El camino, el cual presentó el rendimiento más bajo.

Interacción sistemas de riego por variedades

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA, el rendimiento de heno por m² acumulado de los seis cortes, se caracterizó por presentar efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en la expresión e esta variable (Cuadro 40), teniendo como la mejor combinación el sistema de riego A₃ con la variedad 4. San Miguelito con una producción de 1.7671 Kg de heno por m² (Cuadro 41), promediando una producción de 2.945 toneladas de heno por ha en los seis cortes evaluados.

Cuadro 40. Análisis de variación de producción total de heno en Kg por m² de seis cortes del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.04114826	0.01371609			
S. Riego (R)	2	0.14997791	0.07498895	4.35023883	5.14325285	0.06799225
Error A	6	0.10342736	0.01723789			
Parcela Gde	11	0.29455353				
Genotipos (G)	5	0.60153772	0.12030754	15.9468282*	2.422085459	5.0285E-09
Inter R x G	10	0.2706	0.02705603	3.58629075*	2.048739492	0.00146942
Error B	45	0.3395	0.00754429			
Total	71	1.50614471				

Cuadro 41. Cuadro de doble entrada con los promedios de rendimiento total de heno en Kg por m² de seis cortes para cada tratamiento del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	1. El Camino	2. El Camino 9 Multifoliar	3. El Camino 10	4. San Miguelito	5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar	6. Altaverde Gigaton	Promedio
A1. Cintilla a 0.75 m, 50820500	1.324285	1.451878	1.367161	1.435731	1.424320	1.325138	1.388086B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.407982	1.447932	1.424800	1.698664	1.400475	1.484144	1.477333AB
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.281001	1.457187	1.420175	1.767176	1.585284	1.435280	1.491017 A
Promedio	1.337756	1.452333	1.404045	1.633857	1.470026	1.414854	
	C	BC	BC	A	B	BC	
DMSa	0.0959	DSHb=	0.116312	DSHaxb=	0.202	DSHbxa=	0.1837

DISCUSIÓN

Los resultados de altura de planta de los seis cortes mostraron diferencia significativa en los sistemas de riego, los genotipos, así como efecto de interacción entre los sistemas de riego x variedades (R x G), con excepción del sexto corte. Los promedios de altura variaron desde 53.04 cm hasta 76.16 cm (Figura 1) correspondiendo el valor más bajo al sexto corte el cual se efectuó en el mes de noviembre cuyo periodo de crecimiento corresponde a la época en que las temperaturas fueron más bajas, siendo el corte tres el que mayor promedio presentó (76.16) el cual se realizó durante el mes de agosto del periodo evaluado y que corresponde a la época en donde las temperaturas fueron más elevadas.

La producción de forraje verde presentó correlación positiva y significativa con la variable altura de planta “ $r=0.7145$ ” ($n=36$) con un coeficiente de determinación de 0.5105, esta variable se caracterizó por presentar diferencia significativa en los sistemas de riego en los primeros cinco cortes evaluados no así en el sexto corte, este último caracterizado por presentar el penúltimo lugar en el rendimiento con 10.05 t por ha.

El factor genotipos para la variable producción de forraje verde mostró diferencia significativa entre los cortes, pero mostró inconsistencia en cada uno de los seis cortes, mostrando diferencias significativas entre los genotipos en cuatro de los cortes evaluados; no observándose diferencias en este factor en los cortes uno y tres. En contraste el efecto de interacción sistema de riego por genotipo, solamente se observó en el segundo y sexto corte, los cuales presentaron promedios de producción de 17.65 y 10.05 t por ha de forraje verde; en la Figura 1, se indican el comportamiento de la producción para cada uno de los genotipos y en la Figura 2 los promedios de rendimiento para cada uno de los sistemas de riego estudiadas y su tendencia en los diferentes cortes.

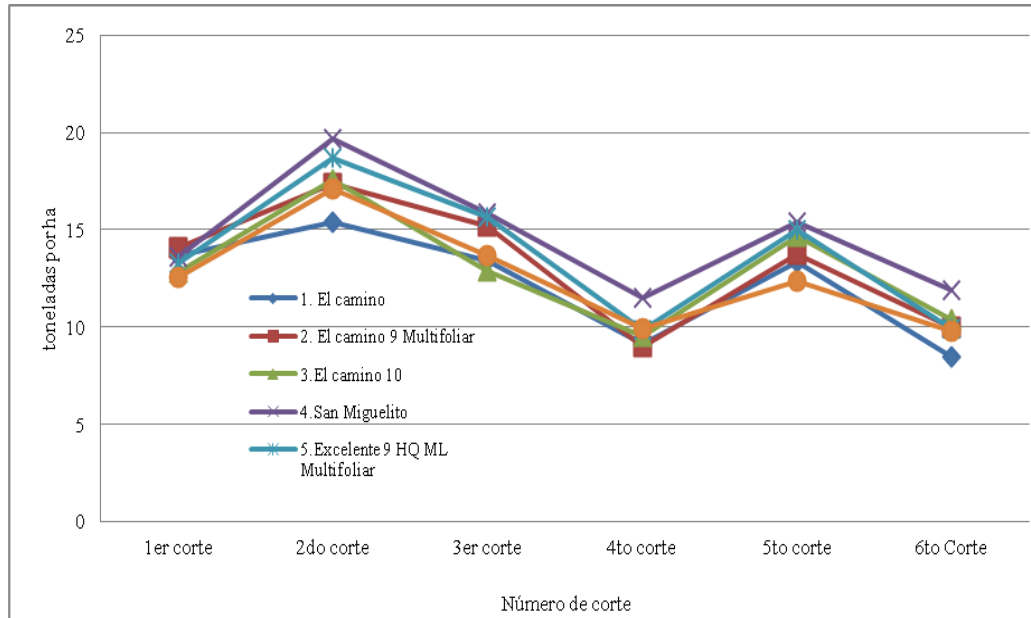


Figura 1. Rendimiento de forraje verde por corte de los genotipos evaluados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

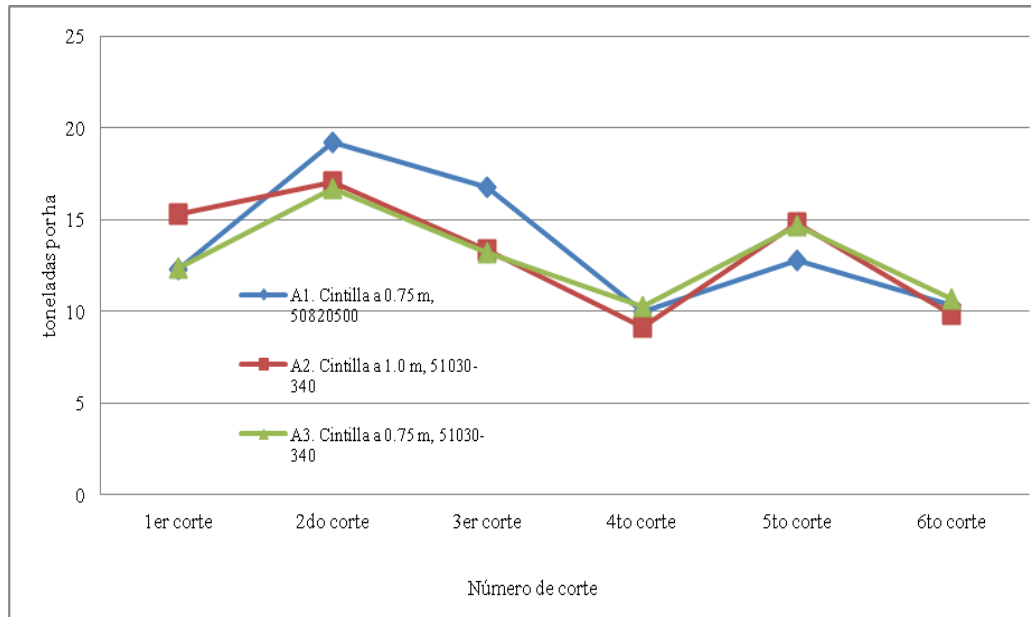


Figura 2. Rendimiento de forraje verde por corte de los tres sistemas de riego evaluados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

La producción de heno mostró diferencia significativa entre los cortes evaluados, con promedios de 1.898 a 2.963 t de heno por ha (Figura 3) correspondiendo el promedio más bajo al sexto corte el cual se dio en el periodo con temperaturas más bajas. Como es de esperarse esta variable presentó correlación positiva significativa con las variables altura de planta y producción de forraje verde con valores de “r” de 0.6828 y 0.9263 respectivamente (n=36). Es importante destacar que esta variable solamente presentó respuesta en tres de los cortes evaluados, en contraste el factor genotipos mostró respuesta significativa en cinco de los cortes evaluados, siendo el corte número uno el que presentó diferencias no significativas en los genotipos.

Los promedios de producción de heno que presentaron los genotipos varió de 1.6887 a 2.963 t de heno por hectárea por corte, los cuales corresponden a los cortes 4 y 2 respectivamente, en la Figura 4 se indica la tendencia de producción de los sistemas de riego en cada uno de los cortes.

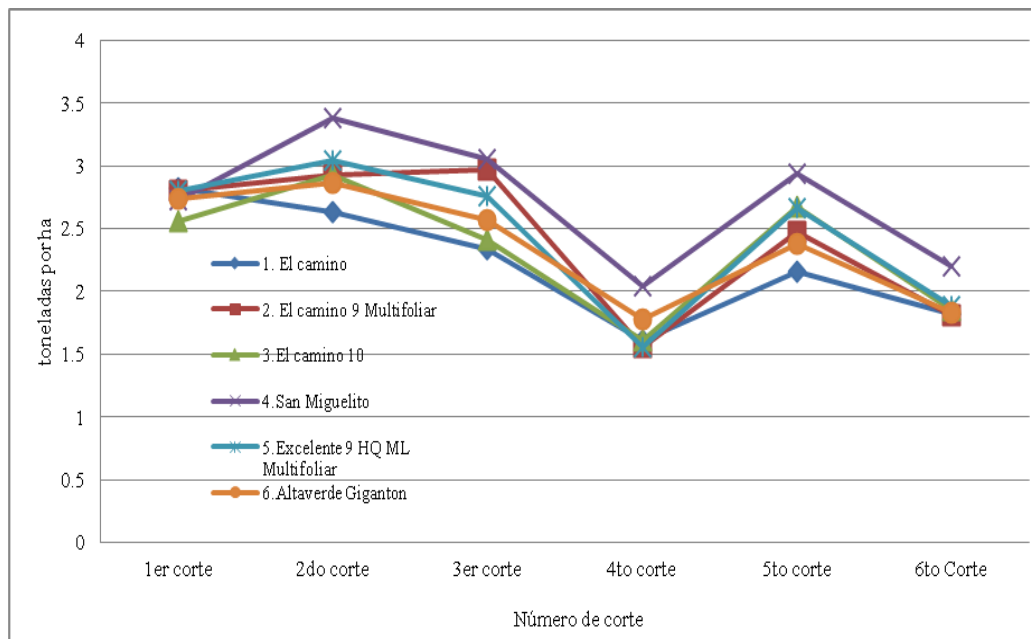


Figura 3. Rendimiento de heno por corte de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

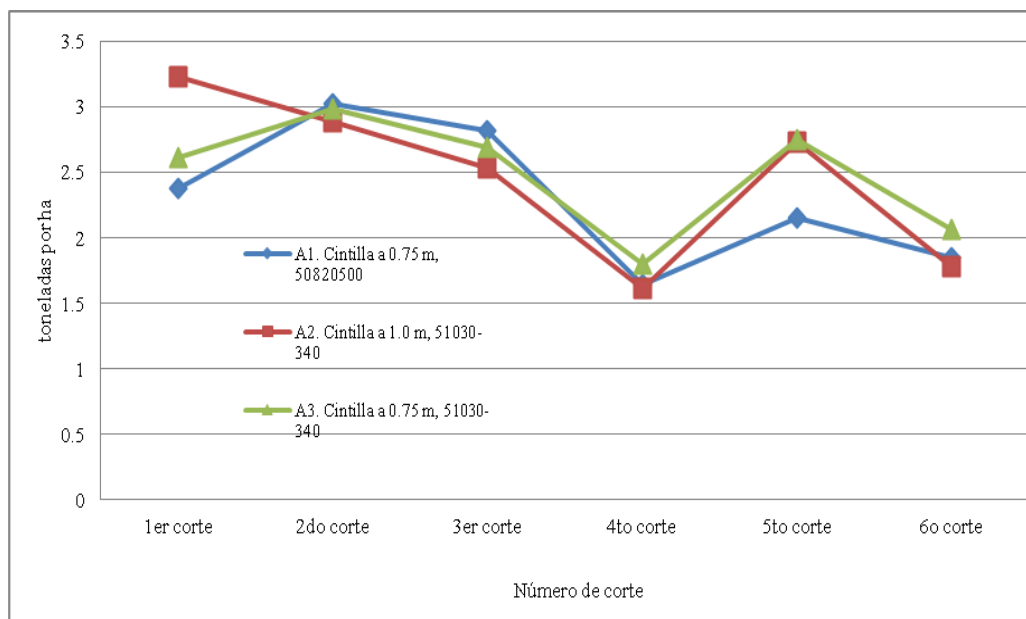


Figura 4. Rendimiento de heno por corte de los tres sistemas de riego utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

En términos generales los promedios de altura de planta, la producción de forraje verde y producción de heno tiende a incrementarse en los periodos en donde las temperaturas medias y mínimas mensuales son mayores, tal como lo demuestran los coeficientes de correlación entre éstas variables (Cuadro 42).

Cuadro 42. Coeficientes de correlación de las variables climáticas y las variables evaluadas en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

	Altura de planta	FV t por ha	Heno t por ha	T.Max Aj	T. Min Aj	T. Med
Altura de planta	1					
FV t por ha	0.714506045*	1				
Heno t por ha	0.682836412*	0.926374263*	1			
T.Max Aj	0.296709235	0.207629133	0.399159887*	1		
T. Min Aj	0.872411817*	0.535210682*	0.465057009*	0.426526294*	1	
T. Med	0.677761722*	0.426682212*	0.497315196*	0.850086747*	0.83813564*	1
n=36	r($\alpha=0.05$)=0.325		*= Indica correlación positiva significativa			

El rendimiento de forraje verde en el periodo evaluado y para cada uno de los genotipos se indica en la Figura 5, en donde destaca la variedad 4. San Miguelito, con un promedio de 14.658 t por ha por corte y un rendimiento acumulado de 87.948 t por ha

en tan solo seis cortes, este rendimiento superó el promedio de producción reportado por la fundación Produce y Cofupro (2006) quienes reportan para la región de la Zona Centro Este del Estado de San Luis Potosí en condiciones de riego la siembra de 1,270 ha con un rendimiento medio de forraje verde de 70 t por ha. Por otra parte, los rendimientos son superiores a lo indicado por Rivera *et al.*, (2001) quienes indican que en México se cultivan alrededor de 338 mil ha de alfalfa con un rendimiento medio nacional de 75.6 t de forraje verde por ha al año.

De acuerdo a los rendimientos medios obtenidos en el presente periodo de evaluación se espera una producción anual mínima de 146.58 t por ha en el segundo año de evaluación de éste experimento, la cual puede ser mayor si se considera que en el corte cuatro los rendimientos pudieron haber sido mayores debido a que el cultivo no recibió agua de riego en el periodo que abarca dicho corte, por una descompostura del pozo que suministra el agua de riego en el sitio del experimento. Este pronóstico resulta relevante si se toma en cuenta los resultados de algunas investigaciones para las zonas áridas y semiáridas del país como los indicados por el INIFAP (2007) quienes reportan rendimientos de alfalfa con riego por goteo de 120 t por ha (100 t y 70 t por ha con aspersión y riego por gravedad), lo cual representa incrementos de 47.8 y 21.5 t/ha/año de forraje verde en comparación con el riego por gravedad y aspersión, repercutiendo en un ahorro de agua de 3700 y 1320 m³/ha/año. Quienes también indican que este rendimiento aproximadamente es equivalente a 22 toneladas por ha de heno con un promedio de 10 cortes.

La producción de heno acumulado en los seis cortes de cada uno de los genotipos utilizados en el presente experimento se indica en el Figura 6, en donde destaca el genotipo 4. San Miguelito por su mayor producción (16.3385 t por ha) y un rendimiento promedio por corte de 2.723 t por ha, considerando un rendimiento potencial anual de cuando menos 27.23 t por ha de heno. El rendimiento de estos seis cortes representa el 71.5 % del que se obtiene anualmente en la zona centro del Estado de San Luis Potosí de acuerdo a lo reportado por la SAGARPA (2010) y un 19.42 % mayor al promedio por corte.

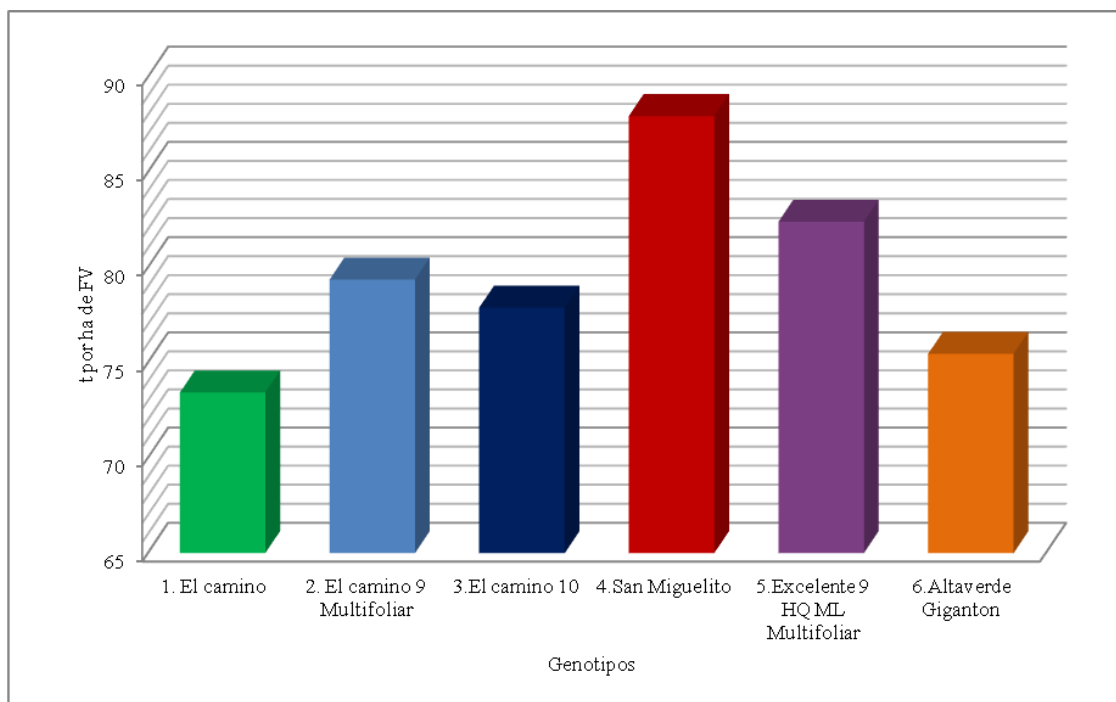


Figura 5. Rendimiento acumulado de forraje verde en los seis cortes de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

En general los sistemas de riego por goteo no mostraron respuesta en la producción total acumulada en los seis cortes tanto para la producción de forraje verde y heno, pero si se manifiesta el efecto de interacción entre los sistemas de riego y los genotipos destacando por su mayor producción la combinación del genotipo 4. San Miguelito con el sistema de riego A₂. Cintilla 51030-340 con separación entre regantes de 1.0 m, con rendimiento acumulado de 88.809 t por ha y rendimiento de 14.8182 t por ha por corte (Figura 7 y 8), siendo superior a lo reportado por el INIFAP (2007), con un sistema de riego por subirrigación desarrollado en la región de municipio de Gómez Palacio Durango quienes indican promedios de 12 t por ha y 2.2 t por ha de forraje verde y heno por corte respectivamente (Promedio de 10 cortes). En la Figura 8 se indica el rendimiento de cada uno de los tratamientos utilizados en el presente experimento y su rendimiento de heno por ha en donde también desatacó el genotipo 4. San Miguelito con los sistemas A₃ y A₂ con rendimientos de 17.671 y 16.986 t por ha de heno respectivamente.

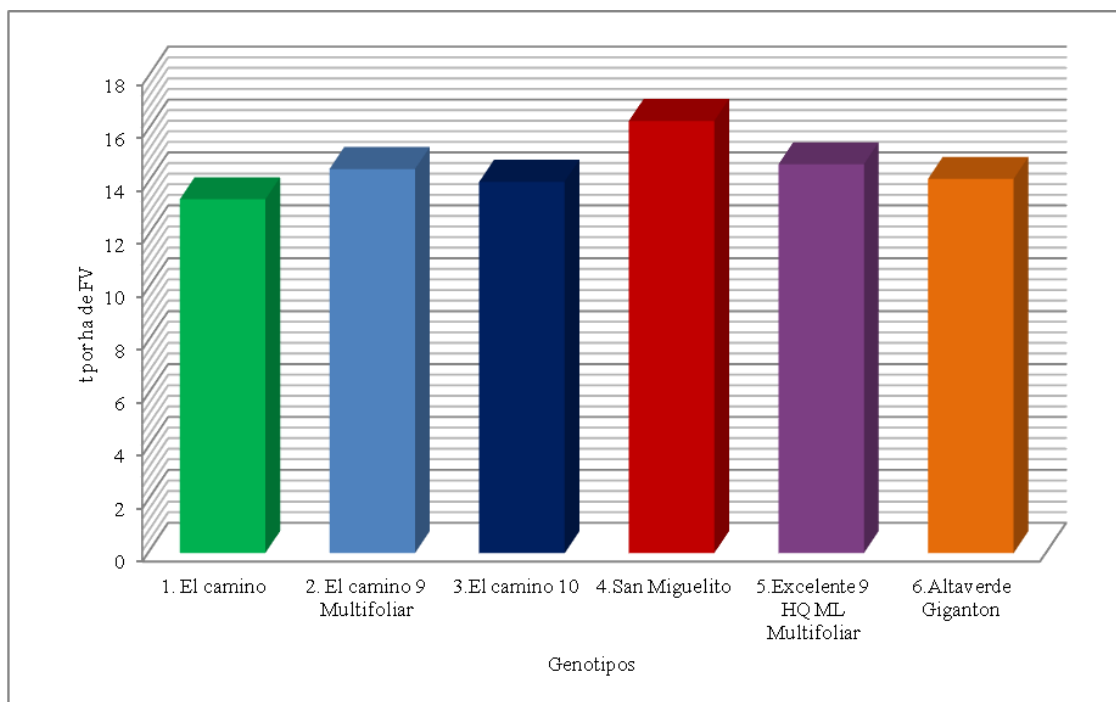


Figura 6. Rendimiento acumulado de heno en seis cortes de los genotipos utilizados en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

Es importante destacar que los rendimientos observados son muy superiores a los obtenidos con la alfalfa regada por aspersión de la siembra comercial de la Facultad de Agronomía e indicadas en la Figura 9 de los anexos y que no formaron parte de los tratamientos a evaluar en el presente experimento. En donde se puede observar que la producción de forraje verde y heno fue en promedio de 4.554 y 1.5299 t por ha respectivamente y que solo representan 31.073% y el 63.21% respecto a la producción de forraje verde y heno que en promedio se obtuvo en el experimento con riego por goteo; o desde otra perspectiva, se puede inferir que con el sistemas de riego por goteo, los promedios de forraje verde y heno del experimento representan una producción de 291.5% y 159.23% respecto al que se obtuvo en promedio con el riego por aspersión en el lote comercial del C.A.E.F.A.

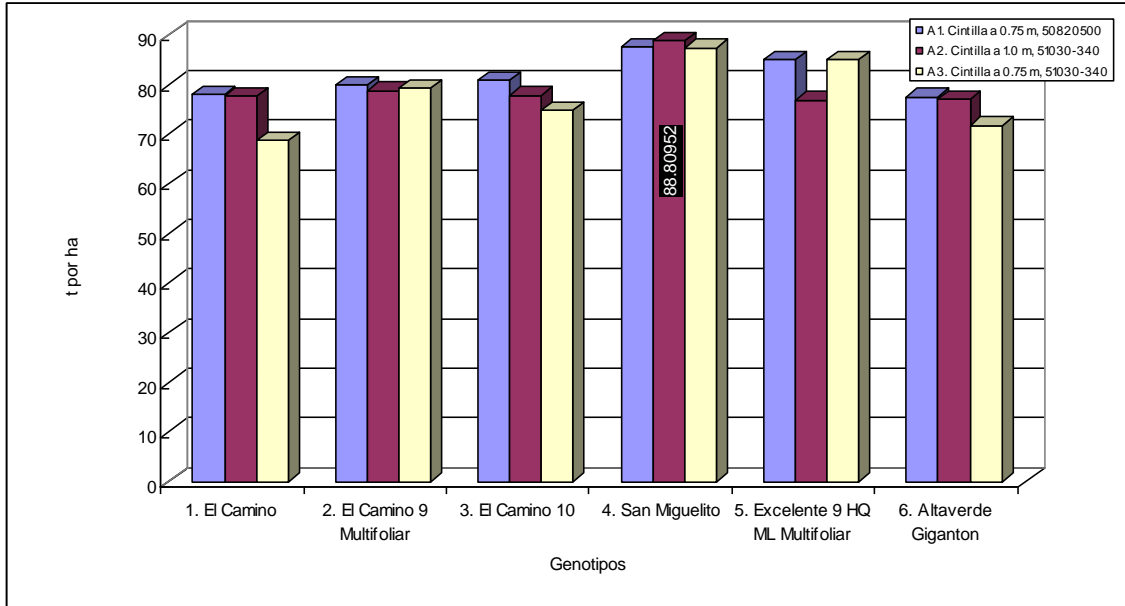


Figura 7. Rendimiento de forraje verde de los genotipos estudiados de acuerdo a cada sistema de riego en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

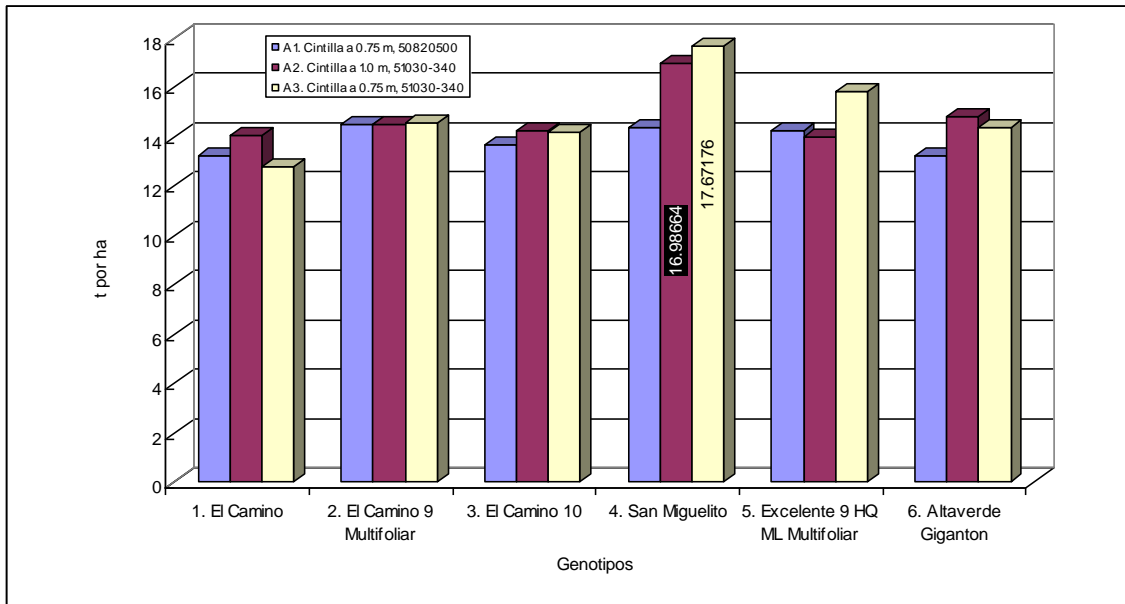


Figura 8. Rendimiento de heno de los genotipos estudiados de acuerdo a cada sistema de riego en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño 2011 en el C.A.E.F.A.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de las pruebas de hipótesis y los objetivos planteados en el presente experimento se concluye lo siguiente:

Los sistemas de riego presentaron diferente comportamiento al evaluar la producción de forraje verde en los primeros cinco cortes, no así en el sexto corte y en el rendimiento acumulado de los seis cortes, presentando el promedio más alto el tratamiento A₁ cintilla a 0.75 m, 50820-500 (81.52 t por ha) superando con 1.964 y 3.619 t por ha a los sistemas A₂ y A₃ respectivamente.

Los genotipos mostraron diferente comportamiento en la producción de forraje verde en cuatro de los cortes y en la producción acumulada de los seis cortes, siendo el mejor el 4. San Miguelito con un rendimiento acumulado de 87.948 t por ha con promedio por corte de 14.658 t por ha.

Los sistemas de riego mostraron respuesta en la producción de heno en tres de los cortes (1, 5 y 6) pero no en la producción acumulada de los seis cortes, presentando promedios de 13.88 a 14.91 t por ha.

Los genotipos presentaron diferente comportamiento en la producción de heno excepto en el primer corte siendo el mejor genotipo el 4. San Miguelito con 16.338 t por ha en los seis cortes, promediando 2.723 t de heno por ha por corte.

De acuerdo al efecto conjunto de los sistemas de riego por genotipos los mejores tratamientos fueron: el sistema de riego A₃.Cintilla 0.75 m 51030-340 con el genotipo 4. San Miguelito con promedio de 17.671 t por ha (2.945 t por ha por corte), seguida por la combinación del sistema de riego A₂. Cintilla a 1.0 m, 51030-340 con el genotipo 4. San Miguelito con rendimiento de 16.986 t por ha en los seis cortes.

La producción de forraje verde y heno fue diferente en cada uno de los cortes, siendo el corte uno el que presentó los promedios más altos (13.33 y 2.74 t por ha respectivamente).

Con respecto a las temperaturas se observó que conforme el promedio de las temperaturas medias mínimas es mayor en los meses evaluados, la producción de forraje

verde, de heno y la altura de planta alcanzan promedios mayores; en contraste los promedios de las temperaturas máximas no se asocian al comportamiento de estas variables.

LITERATURA CITADA

- Del Pozo. M. 1977. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Duran R. F. 2009. Cultivo de pastos y forrajes. Editorial grupo Latino.
- García C. I. y Briones S.G. 2003. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Primera edición. Editorial Trillas.
- Fundación Produce. 2006. Producción de alfalfa con riego por goteo Superficial o Supterranea. [En línea] URL: <http://simorg.geoyt.com/pdfs/ESTABLECIMIENTO>.
- Hughes H. D, Maurice E. H. 1981. FORAGES. The Science of Grassland Agriculture Second Edition. Editorial Continental. S.A., MEXICO.
- INIFAP. 2007. Catálogo de productos y servicios, Gómez Palacio Durango. URL: <http://www.inifap.gob.mx>.
- Juscafresca B. 1983. Forrajes. Segunda Edición. Editorial Aedos Barcelona, España.
- Lesur L. 2006. Manual del riego agrícola. Primera edición. Editorial Trillas, S.A de C.V.
- Llorca M. J. y Masip F. O. 1999. La alfalfa deshidratada. Edicions de la Universitat de Lleida.
- Mani L. R. 1980. Evaluación del comportamiento agronómico de doce variedades de alfalfa. Tesis profesional. México.
- Medina S. J. 1997. Riego por goteo. Cuarta edición. Editorial Mundi-prensa.
- Mendoza Z. C y Pinto C. B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades caudadas por Hongos. Universidad Autónoma de chapingo. México.
- Montemayor T. J., A. Aguirre A. H. W., Huerta R. A., Olague R. J. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa* L.) con riego por goteo subsuperficial. Rev. Mex. Ciencias pecuarias.
- Muslera P. E., y Ratera G.C.1991. Praderas y forrajes. Segunda edición. Editorial Mundi presa. Madrid.
- Ramírez, L. M. 1995. El cultivo de la alfalfa en la región central. S.A.G., D.E.A. Chapingo, México.
- Ramos S. Á. y E. Fernández. 1976. Ecología de la alfalfa en México. Chapingo México, Colegio de postgraduados, ENA.
- Remón E. J. 1985. Prados y Forrajes. Primera edición. Editorial Aedos Barcelona.
- Robles S. R. 1983. Producción de granos y forrajes. Cuarta Editorial Limusa, S.A. de C.V.

- Robles S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Quinta Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Rodríguez S. F. 1982. Riego por Goteo. Primera edición. Editorial AGT, S.A
- SAGARPA. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [En línea]) URL: [http:// www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) (Revisado 21de mayo 2012).
- Sánchez H. M. D. 1977. Proyecto para el establecimiento de una planta deshidratadora de alfalfa en el municipio de villa de Arista. Trabajo recepcional. San Luis Potosí. México.
- Valdez D. J. L. 1968. Comportamiento de 25 variedades de alfalfa Medicago sativa L. y diferentes métodos de siembra para dos variedades en Apodaca N. L. Tesis profesional ITESM. México.

ANEXOS

Cuadro 43. Promedio de las variables climáticas de la estación climatológica del INIFAP, Campus San Luis Potosí, Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 2011.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DVV max.	VV	DV	HR	ET	EP
Enero	0.4	23.75	0.04	11.72	29.5	263.5(O)	5.56	281.36(O)	49.59	114	126.08
Febrero	0	26.59	1.22	14.33	39.9	259.1(O)	6.9	148.83(SE)	44.59	136.9	133.48
Marzo	0.3	28.85	3.67	17.18	42.6	53.8(NE)	7.64	335.84(NO)	41.34	181.9	154.39
Abril	0.6	31.85	8.93	21.21	42.1	120.1(SE)	7.71	170.91(S)	39.62	195.3	148.17
Mayo	5.6	32.63	10.86	22.32	38.1	115.5(SE)	8.55	149.01(SE)	46.08	210.1	156.41
Junio	27.1	29.44	12.42	21.15	31.4	97(E)	9.15	330.22(NO)	57.36	185	139.57
Julio	19.1	26.06	13.66	19.3	29.2	66(NE)	7.32	308.86(NO)	68.95	144.1	108.59
Agosto	0	28.04	12.62	20.28	26.8	113.8(SE)	6.88	14.44(N)	64.67	167.7	121.13
Septiembre	6	26.81	10.47	18.91	29.6	104.3(E)	6.75	196.56(S)	61.87	148.9	116.4
Octubre	2.3	25.47	5.44	15.9	28.6	148.7(SE)	6.68	269.91(O)	59.5	136.4	119.33
Noviembre	1.6	24.78	2.98	14.22	38.9	117.4(SE)	6.06	178.78(S)	56.42	116.6	112.64
Diciembre	0	24.05	2.39	12.85	27.8	281.8(O)	5.57	258.21(O)	58.63	107.8	112.61
TOTALES	63+	27.36*	7.06*	17.45*	--	--	7.06*	246.12(SO)*	54.05*	1844.7+	1548.8+

Cuadro 44. Promedio de las variables climáticas de la estación del INIFAP Campus San Luis, intervalo de corte (IC) y temperaturas ajustadas de acuerdo a cada periodo de crecimiento del cultivo de alfalfa en cada corte en el experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

Mes	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	IC (ddca)	T.Max Aj	T. Min Aj	T. Med	Ant	Post
Mayo	5.6	32.63	10.86	22.32	30	31.885	11.224	22.047	23	7
Junio	27.1	29.44	12.42	21.15	43	27.553	13.112	20.117	19	24
Julio	19.1	26.06	13.66	19.3	22	26.96	13.187	19.745	12	10
Agosto	0	28.04	12.62	20.28	29	27.700	12.026	19.902	21	8
Septiembre	6	26.81	10.47	18.91	31	28.064	9.3606	19.061	22	11
Octubre	2.3	25.47	5.44	15.9	34	25.165	4.3547	15.158	19	15
Noviembre	1.6	24.78	2.98	14.22						
Promedio	8.814286	27.604286	9.7785714	18.868571	31.5					

Cuadro 45. Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de forraje verde en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

FV	GL	SC	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Genotipos	5	22.5733847	4.51467694	7.91243779	0.00013938	2.6029874
Cortes	5	260.902151	52.1804303	91.4515953	3.0539E-15	2.6029874
Error	25	14.2644943	0.57057977			
Total	35	297.74003				

Cuadro 46. Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de forraje verde en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

FV	GL	SC	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Sist de Riego	2	1.09412006	0.54706003	0.26544916	0.77209884	4.10282102
Cortes	5	125.819224	25.1638448	12.2102168	0.00053737	3.32583453
Error	10	20.6088435	2.06088435			
Total	17	147.522188				

Cuadro 47. Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de heno en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

FV	GL	SC	CM	F	P	VAL. CRIT
GENOTIPOS	5	0.74966834	0.14993367	5.21337475	0.00318258	2.71088984
CORTES	4	5.78222118	1.4455553	50.2637041	3.7104E-10	2.8660814
ERROR	20	0.57518853	0.02875943			
TOTAL	29	7.10707804				

Cuadro 48. Análisis de varianza simple de dos factores de la producción de heno en t por ha del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

FV	GL	SC	CM	F	P	VAL. CRIT
SISTEMAS DE RIEGO	2	0.10415133	0.05207566	0.82981918	0.4640605	4.10282102
CORTES	5	3.87187341	0.77437468	12.3395638	0.00051449	3.32583453
ERROR	10	0.62755434	0.06275543			
TOTAL	17	4.60357907				

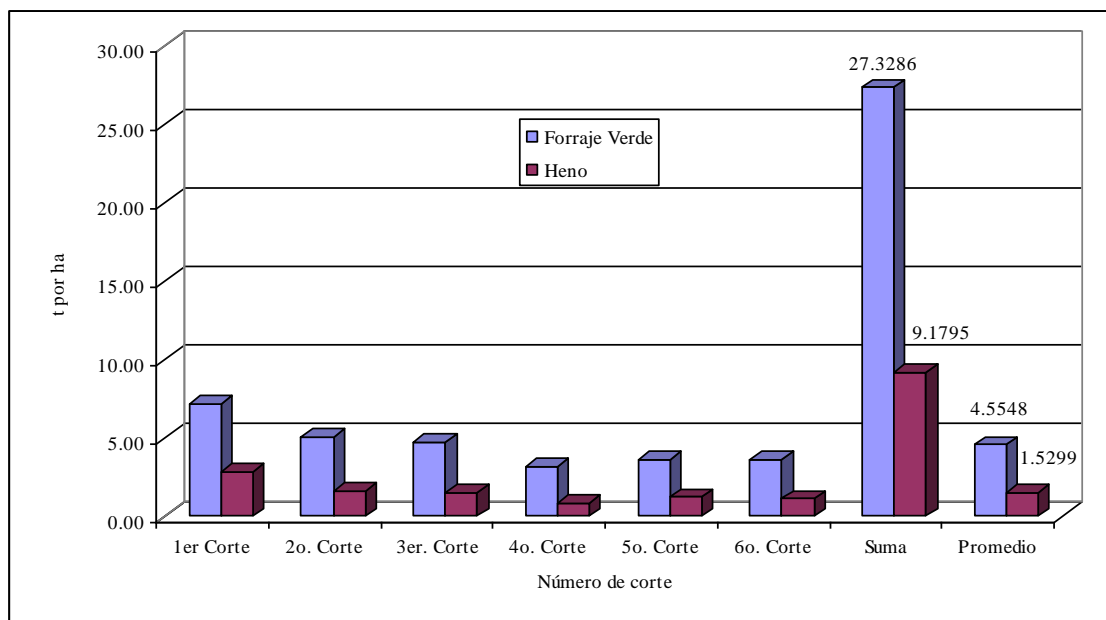


Figura 9. Rendimiento de forraje verde y heno por corte de la variedad San Miguelito, producida con riego por aspersión del lote comercial contiguo al sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.

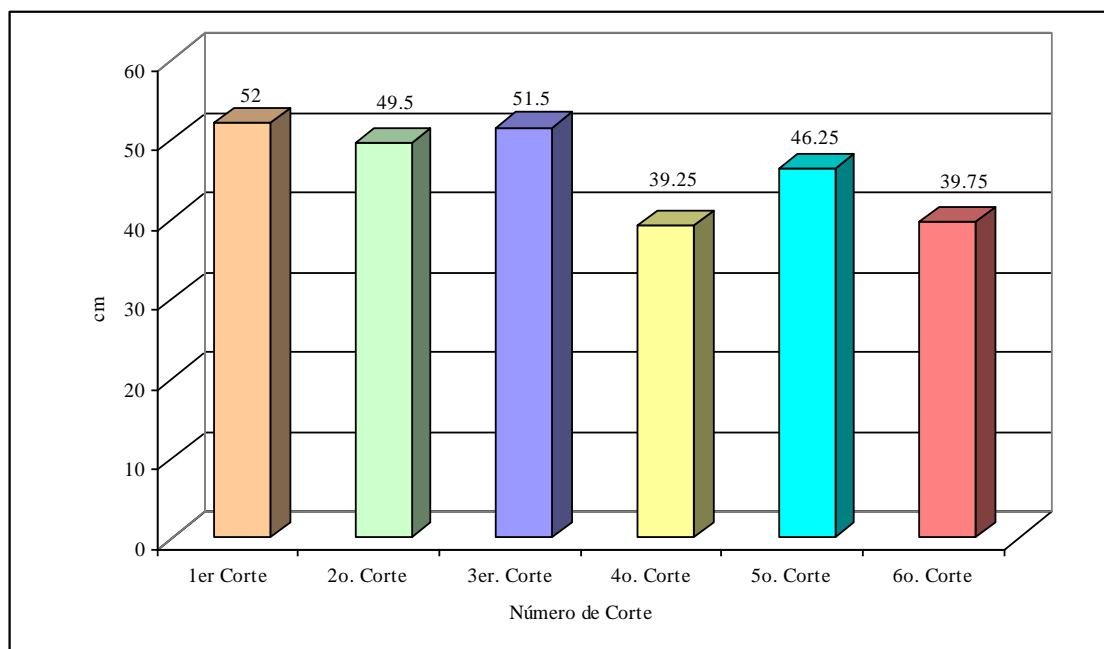


Figura 10. Promedio de la altura de planta por corte de la variedad San Miguelito, producida con riego por aspersión del lote comercial contiguo al sitio del experimento evaluación de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo, Verano – Otoño, 2011 en el C.A.E.F.A.