



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RELACIÓN HOJA TALLO DE VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)
DESARROLLADAS CON DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO

Por:

Francisco Fernando Carrizal Arriaga

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RELACIÓN HOJA TALLO DE VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)
DESARROLLADAS CON DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO

Por:

Francisco Fernando Carrizal Arriaga

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

Dra. Catarina Loredó Osti

Proyecto parcialmente financiado por el PROMEP convenio:

PROMEP/UASLP/12/CA08

Y por la empresa Agroaldime, S.A. de C.V.

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Diciembre de 2012

El trabajo titulado “**Relación hoja tallo de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo**” fue realizado por: Francisco Fernando Carrizal Arriaga 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

Dra. Catarina Loredo Osti

Asesor

En el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. a los 16 días del mes de noviembre de 2012

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la dicha de tener vida y ser una mejor persona encaminada hacia el bien.

A MIS PADRES

Hilario Carrizal Puente y Elvira Carrizal Arriaga. Por brindarme su apoyo incondicional, educación comprensión y cariño durante mi formación profesional y humana.

A MIS HERMANOS

Claudia Patricia y Diego de Jesús por su apoyo y cariño que me brindaron durante el trascurso de mi carrera.

AMI TÍA

Elia Carrizal Puente por el apoyo brindado durante mi formación profesional, ya que sin su ayuda no hubiese sido posible este logro tan importante.

A MI ASESOR

M.C. Jesús Huerta Díaz por compartir sus conocimientos, consejos, confianza y por brindarme su apoyo le agradezco su dedicación y empeño en la elaboración de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERSIDAD Y A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por haberme dado la oportunidad de prepararme profesionalmente y adquirir conocimientos, ofreciendo mas que un recinto de estudios, un segundo hogar.

A MIS ASESORES

M.C. Felipe de Jesús Morón Cedillo y Dra. Catarina Loredó Osti por su apoyo y colaboración en el desarrollo de la tesis y por haberme compartido sus conocimientos en clases.

AI DR. FEDERICO VILLARREAL GUERRA

Por la revisión del summary del presente trabajo, muchísimas gracias Doctor.

A MIS MAESTROS

Por brindarme sus conocimientos y otorgarme apoyo en el transcurso de mi formación académica.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por brindarme su amistad y esos buenos momentos que vivimos en el transcurso de la carrera: Félix, Israel, Omar, Javier, Efraín, Alejandro, Roberto, Adalberto, Salvador y Heriberto Olvera

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e Historia de la Alfalfa.....	3
Importancia	3
Descripción Botánica	3
Características Generales del Cultivo	4
Distribución en México.....	4
Manejo de la Alfalfa	5
Preparación del terreno	5
Siembra	6
Fertilización.....	7
Riegos.....	8
Plagas	8
Enfermedades.....	9
Control de malezas.....	11
Control de plagas y prevención de enfermedades	11
Cosecha	12
Aplicación de Riego por Goteo en el Cultivo de Alfalfa.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Localización.....	19

Climatología.....	19
Temperatura	19
Precipitación.....	19
Vegetación	19
Características del Suelo	20
Material Genético.....	20
Diseño Experimental.....	20
Fertilización	21
Labores de Cultivo	21
Programación del Riego.....	21
Sistema de Riego.....	21
Cosecha	21
Evaluaciones	22
Análisis Estadístico	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Resultados del Primer Corte.....	23
Rendimiento de heno por m ²	23
Rendimiento de hoja por m ²	24
Rendimiento de tallo por m ²	26
Relación hoja/tallo	27
Resultados del Segundo Corte	29
Rendimiento de heno por m ²	29
Rendimiento de hoja por m ²	30
Rendimiento de tallo por m ²	32
Relación hoja/tallo	33
Resultados del Tercer Corte.....	34
Rendimiento de heno por m ²	35
Rendimiento de hoja por m ²	36
Rendimiento de tallo por m ²	37
Relación hoja/tallo	39
Resultados del Cuarto Corte.....	40

Rendimiento de heno por m ²	40
Rendimiento de hoja por m ²	42
Rendimiento de tallo por m ²	43
Relación hoja/tallo	45
Resultados del Quinto Corte	46
Rendimiento de heno por m ²	47
Rendimiento de hoja por m ²	48
Rendimiento de tallo por m ²	49
Relación hoja/tallo	51
Rendimiento Acumulado de Cinco Cortes.....	52
Rendimiento acumulado de heno de cinco cortes.....	52
Rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes.....	53
Rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes.....	55
Relación hoja/tallo de la producción total de los cinco cortes.....	56
Eficiencia en el uso del agua.....	58
DISCUSIÓN	60
CONCLUSIONES	70
LIERATURA CITADA	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Productos utilizados para el control de plagas en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	12
2	Características nutrimentales de la alfalfa.....	13
3	Características del suelo del sitio experimental del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	20
4	Análisis de varianza del rendimiento de heno del primer corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	24
5	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del primer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	24
6	Análisis de varianza del rendimiento de hoja del primer corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	25
7	Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del primer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	26
8	Análisis de varianza del rendimiento de tallo del primer corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	27
9	Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del primer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	27
10	Análisis de varianza de la relación de hoja/tallo del primer corte en del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	28

11	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del primer corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	28
12	Análisis de varianza del rendimiento de heno del segundo corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	30
13	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del segundo corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	30
14	Análisis de varianza del rendimiento de hoja del segundo corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	31
15	Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del segundo corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	31
16	Análisis de varianza del rendimiento de tallo del segundo corte en kg por m ² , del segundo corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	32
17	Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del segundo corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	33
18	Análisis de varianza de la relación hoja/tallo, del segundo corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	34
19	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del segundo corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	34
20	Análisis de varianza del rendimiento de heno del tercer corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	35

21	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del tercer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	36
22	Análisis de varianza del rendimiento de hoja del tercer corte en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	37
23	Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del tercer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	37
24	Análisis de varianza del rendimiento de tallo del tercer corte en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	38
25	Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del tercer corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	39
26	Análisis de varianza de la relación hoja/tallo del tercer corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	40
27	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del tercer corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	40
28	Análisis de varianza del rendimiento de heno del cuarto corte en kg por m ² , del experimento evaluación relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	41
29	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del cuarto corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	42
30	Análisis de varianza del rendimiento de hoja del cuarto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	43

31	Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del cuarto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	43
32	Análisis de varianza del rendimiento de tallo del cuarto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	44
33	Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del cuarto corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	45
34	Análisis de varianza de la relación hoja/tallo, del cuarto corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	46
35	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del cuarto para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	46
36	Análisis de varianza del rendimiento de heno del quinto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	47
37	Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del quinto corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	48
38	Análisis de varianza del rendimiento de hoja del quinto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	49
39	Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del quinto corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	49
40	Análisis de varianza del rendimiento de tallo del quinto corte en kg por m ² , del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	50

41	Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del quinto corte en kg por m ² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.....	50
42	Análisis de varianza de la relación hoja/tallo del quinto corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	51
43	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del quinto corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	52
44	Análisis de varianza del rendimiento acumulado de heno de cinco cortes en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	53
45	Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de heno de cinco cortes en heno en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	53
46	Análisis de varianza del rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	54
47	Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	54
48	Análisis de varianza del rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	55
49	Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes en kg por m ² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	56
50	Análisis de varianza de la relación hoja/tallo de la producción total de cinco cortes del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	57

51	Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo de la producción total de cinco cortes del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	57
52	Análisis de varianza de la eficiencia del uso del agua, kg de heno por m ³ de agua consumida del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	58
53	Cuadro de doble entrada de la eficiencia del uso del agua, kg de heno por m ³ de agua consumida del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	59
54	Coeficientes de correlación de las variables evaluadas en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	67
55	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	75
56	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 relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Producción de heno de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	60
2	Producción de heno por corte de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	62
3	Producción de hoja de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	63
4	Producción de hoja por corte de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	64
5	Producción de tallo de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	65
6	Producción de tallo de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	65
7	Relación hoja/tallo de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	66
8	Relación hoja/tallo en cada uno de los cortes de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	67
9	Eficiencia del uso del agua (kg de heno por m ³ de agua) de los tratamientos estudiados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011	69

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de diferentes variedades de alfalfa con tres sistemas de riego por goteo en el ciclo verano-otoño 2011. El diseño experimental fue un arreglo en parcelas divididas "AxB" con distribución en bloque al azar con cuatro repeticiones; como factor "A" se usaron: A₁.- cintillas a 0.75 m calibre 8 mil con emisores a 20 cm, A₂.- cintillas a 1.0 m calibre 10 mil con emisores a 30 cm, y A₃.- cintillas a 0.75 m calibre 10 mil con emisores a 30 cm, con caudal de 1.0 LPH; como factor "B" seis variedades de alfalfa: b₁. El camino, b₂. El camino 9 multifoliar, b₃. El camino 10, b₄. San Miguelito, b₅. Excelente 9 HQ ML Multifoliar y b₆. Altaverde gigaton. En el rendimiento acumulado de los cinco cortes los sistemas de riego solamente mostraron respuesta en la variable relación hoja/tallo, el sistema "A₂" fue el que presentó el mejor promedio con 0.95. Los genotipos mostraron respuesta en las variables: rendimiento acumulado de heno, hoja, tallo, relación hoja/tallo y en la eficiencia en el uso de agua (EUA). El genotipo que presentó el mayor rendimiento fue la variedad San Miguelito con producción de 15.50 t ha⁻¹ con EUA de 2.49 kg de heno por m³ de agua y relación hoja/tallo de 0.86. El genotipo que presentó la mejor relación hoja/tallo fue 1.-El Camino con promedio de 0.95. Se encontró efecto conjunto sistemas de riego x genotipo en las variables: rendimiento acumulado de heno, hoja, tallo, relación hoja/tallo y en la EUA. La mejor combinación sistema de riego x genotipo fue el sistema A₂ con la variedad San Miguelito con producción de 16.22 t ha⁻¹ de heno, relación hoja/tallo de 0.88 con EUA de 2.61. La relación hoja/tallo se asoció negativamente con las temperaturas medias mínimas y con las temperaturas medias. La EUA fue determinada por los genotipos y por el efecto conjunto de los factores sistemas de riego x los genotipos, presentando promedios de 1.77 a 2.61 kg de heno por m³ de agua.

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the performance of three different drip irrigation systems with six different varieties of alfalfa (*Medicago sativa* L.). An experimental design of split plot was used "A x B" in blocks random y assigned with four replications. Three as factors for A were used: A₁.- spacing between irrigation line of 0.75 m with emitters each 0.20 m, A₂.- spacing between irrigation line of 1.0 m with emitters each 0.30 m and A₃.- spacing between irrigation line of 0.75 m with emitters each 0.30 m; as factor "B" six varieties of alfalfa were used: 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, and based on the accumulated yield in five cuts, the irrigation systems showed different response in the ratio leaf/sheet; the best system was "A₂" with average of 0.95. The genotypes showed significant differences in the variables of accumulated yield of: hay, leaf, stem, rate leaf/stem and Efficiency in the Use of Water (EUW). The genotype that showed the highest yield was the variety San Miguelito with 15.50 t ha⁻¹ of hay, EUW of 2.49 kg of hay per m³ of water and rate leaf/stem of 0.86. The genotype that presented the best rate leaf/stem was 1.- El Camino with average of 0.95; joint effect of irrigation systems x genotypes was found in the variables accumulated yield of: hay, rate leaf/stem and efficiency in the use of water. The best combination of irrigation system x genotype was the A₂ system with the variety San Miguelito with a production of 16.22 t ha⁻¹ of hay, rate leaf/stem of 0.88 and EUW of 2.61. The rate leaf/stem was negatively associated with minimum average temperatures and with the average monthly temperatures. The EUW was determined by the genotypes and the joint effect of both factors (irrigation systems x genotypes), showing averages of 1.77 to 2.61 kg of hay per m³ of water.

INTRODUCCIÓN

En el centro y norte de México la alfalfa es un cultivo muy popular entre los agricultores. Las zonas de producción se ubican cerca de las cuencas lecheras o donde existen hatos o rebaños consumidores del forraje. El establecimiento de las siembras generalmente ha estado asociado al desarrollo de la ganadería además de que es una fuente de materia prima para la elaboración de concentrados alimenticios para aves, ganado de engorda y equinos. Datos de SIAP-SAGARPA (2010) indican que México no es autosuficiente en la producción de alfalfa por lo que importa heno proveniente de los Estados Unidos, especialmente en los meses de octubre a diciembre en que no se produce en nuestro país.

En el año 2008 se sembraron 389,509 hectáreas de alfalfa en México. Los estados de Chihuahua, Guanajuato e Hidalgo son los de mayor superficie sembrada, en conjunto tenían 46.6% del total nacional en el mismo año. Otros estados con superficie sembrada de alfalfa en orden de importancia son Baja California, Sonora, Durango, Coahuila, Puebla y San Luis Potosí, mismos que contaron con 36.4% de la superficie total.

San Luis Potosí tiene en promedio el 5% de la superficie sembrada a nivel nacional con rendimiento medio de 120 toneladas por hectárea de forraje verde (SIAP-SAGARPA, 2010) ocupando el 8° lugar en superficie sembrada y el segundo lugar en rendimiento por unidad de superficie. La alta demanda de este forraje para la producción pecuaria requiere que se generen nuevas alternativas tecnológicas para su producción y para aumentar los rendimientos en cantidad y calidad.

Los bajos rendimientos y el alto consumo de agua que se requiere para la producción del cultivo hacen indispensable que se trabaje en nuevas estrategias para aumentar la eficiencia en el aprovechamiento del agua. Una de estas estrategias puede ser el establecimiento del cultivo con riego localizado en lugar de riego por gravedad o aspersión en donde el consumo de agua puede llegar a ser de hasta 19,000 m³ por ha por año (Pellán, 2011) en condiciones de baja pluviometría.

Objetivos

Determinar el efecto de tres sistemas de riego por goteo en la producción de forraje de alfalfa.

Evaluar el rendimiento de seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) desarrolladas con riego por goteo.

Estudiar el efecto genotipo x sistema de riego en los componentes: producción de hoja, tallo, relación hoja/tallo y eficiencia en el uso del agua.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia de la Alfalfa

Las alfalfas cultivadas tienen su origen en dos especies con características definidas diferentes, denominadas *Medicago sativa* y *Medicago falcata*.

La especie *Medicago sativa* procede de las altiplanicies del Irán y regiones cercanas, incluyendo los oasis de la península arábiga, en donde se encuentran ecotipos muy semejantes que pudieron quedar aislados en las primeras etapas de su cultivo.

La introducción de la alfalfa en el continente americano se realizó en América del Sur (Argentina, Chile, Perú, y México) donde fue llevada por los conquistadores. En 1850 fue introducida en California como trébol de Chile y su expansión y popularidad aumentó a partir de ese momento en América del Norte (Muslera, 1991).

Importancia

La alfalfa, en sus diversas variedades, es una de las especies leguminosas más cultivadas e importantes para la ganadería, tanto por la cantidad de forraje obtenido por superficie cultivada como por su valor nutritivo, contenido en proteínas y otras sustancias minerales, siendo apetecible y comestible por un gran número de especies animales, sea en estado fresco, henificada, deshidratada, ensilada o transformada en harina.

Descripción Botánica

La alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es *Medicago sativa*. Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

Raíz. La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m. de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos.

Tallos. Son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega.

Hojas. Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.

Flores. La flor característica de esta familia es la de la subfamilia Papilionoidea. Son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas.

Fruto. Es una legumbre indehisciente sin espinas que contiene entre 2 y 6 semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm de longitud.

Características Generales del Cultivo

Adaptabilidad la alfalfa se cultiva en una amplia variedad de suelos y climas. Es una planta muy bien adaptada a suelos profundos bien drenados y alcalinos y tiene una tolerancia a la salinidad moderada. Sin embargo no se desarrolla bien en suelos con pH inferior a 5,6 debido a las limitaciones que la acidez produce en la supervivencia y multiplicación *Rhizobium meliloti* específico.

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

Es conocida la resistencia de la alfalfa a la sequía, que se origina de dos hechos fundamentales: la longitud y profundidad de sus raíces, con la que obtiene el agua de las capas más profundadas del terreno, y la capacidad de detener su crecimiento (dormancia o letargo) cuando las condiciones del medio lo hacen necesario, o las temperaturas extremas altas o bajas y/o sequía. En condiciones de secano, soporta mejor que otras especies los periodos prolongados de sequía con déficit de humedad (Llorca, 1999).

Distribución en México

En el año 2008 se sembraron 389,509 hectáreas de alfalfa verde en México. Los estados de Chihuahua, Guanajuato e Hidalgo son los de mayor superficie sembrada, en conjunto representaron el 46.6% del total nacional en el año 2008. De la superficie mencionada, la modalidad de temporal alcanzó las 1,391 has, lo que representa apenas el 0.36% de la superficie total de este cultivo. Otros estados con superficie sembrada de

alfalfa en orden de importancia son Baja California, Sonora, Durango, Coahuila, Puebla y San Luis Potosí, mismos que contaron con el 36.4% de la superficie total al cierre del año mencionado. La superficie sembrada de alfalfa verde empezó a aumentar a partir de la segunda mitad de la década pasada, de 1995 a 2009 (cifras preliminares) se observa una tendencia creciente. En este período la superficie sembrada pasó de 285.7 mil a 393.6 mil hectáreas, lo que significó un aumento de 37.8% (SIAP-SAGARPA, 2010).

Manejo de la Alfalfa

Preparación del terreno

El mejor suelo para la siembra de alfalfa es el que satisfaga mejores fuentes primarias definidoras de sus exigencias. Es decir, deberán seleccionarse los terrenos profundos y sanos, no encharcadisos. De preferencia suelos laboreados y en los que abunde y se desarrollen colonias activas de *Rhizobium*. Exentos de malezas bien aireados, fértiles. Con pH neutro o ligeramente ácido 6,5 a 7.

La preparación adecuada del terreno es determinante para lograr altos rendimientos del cultivo durante varios años. En esta labor se debe considerar:

- La profundidad de rompimiento del suelo, de manera que se favorezca el desarrollo normal de las raíces.
- La destrucción de la maleza para evitar su competencia con la alfalfa por espacio, luz, humedad y elementos nutritivos.
- La formación de una capa de suelo bien mullida en donde la semilla emerja libremente para obtener un alfalfar excelente.

A continuación se describen las labores que requiere el terreno para la siembra de alfalfa.

Subsuelo. Esta labor consiste en romper las capas más profundas del suelo, con el objetivo de mejorar las condiciones de drenaje y aumentar la capacidad de almacenamiento del agua.

Barbecho. Sirve para romper y aflojar el suelo, enterrar residuos de la cosecha anterior y eliminar parcialmente las plagas del suelo. Se sugiere hacer esta labor a una profundidad entre los 30 a 35 centímetros.

Rastreo. Después del barbecho, es necesario dar uno o dos pasos de rastra para romper los terrones y mullir el suelo; con esto, se puede obtener una cama que facilite la nacencia de la planta.

Nivelación. Cuando el terreno destinado a la siembra de alfalfa no sea plano, es conveniente realizar la nivelación para distribuir mejor el agua de riego y la de lluvia. La nivelación evita encharcamientos que provocan la asfixia de las raíces y la incidencia de enfermedades (Remón, 1985).

Siembra

Fecha de siembra. La alfalfa puede ser sembrada en cualquier época del año, pero es recomendable establecerla en el otoño e invierno, es decir, del 15 de octubre al 15 de febrero. En este período los problemas por maleza se reducen, debido a la presencia de temperaturas bajas. En la etapa de emergencia, la alfalfa es muy tolerante a las bajas temperaturas, siempre y cuando exista suficiente humedad en el suelo. (Duran, 2009).

Densidad de siembra. En un cultivo de alfalfa, el costo de la semilla equivale al 50 por ciento del costo total de establecimiento, por lo que es importante seleccionar la variedad y usar la cantidad de semilla adecuadas. Cuando el terreno está bien preparado, se requieren de 30 a 35 kilogramos de semilla por hectárea. La densidad inicial de plantas de alfalfa depende de la proporción de semilla viable y tiene efecto a largo plazo sobre la vida productiva del cultivo. Cabe señalar que si se usa una cantidad de semilla mayor a la recomendada no se aumentan los rendimientos por hectárea, pero si se elevan los costos de establecimiento del cultivo (Espinoza, 2006).

Fertilización

El análisis del suelo es una buena para decidir la cantidad de cal y fertilizantes que deben ser aplicados. Durante el establecimiento se pueden aplicar 25 kg nitrógeno/ha., 50 kg de fósforo/ha y 50 kg de potasio/ha. Después de establecido se puede aplicar analmente fosforo, y potasio en cantidades similar mente citadas anteriormente. No es

recomendable aplicar nitrógeno ya que como la alfalfa es una leguminosa que puede fijar este elemento a través de los nódulos de las raíces, cualquier adición de este puede incluso afectar su producción.

Se ha encontrado que el boro es un elemento que incide en la producción de la alfalfa, por lo tanto se recomienda su aplicación periódica como medida encaminada a suplir la deficiencia que se va presentando como fruto de las cosechas 40 kg de bórax por hectárea anualmente corrigen la deficiencia.

Con disponibilidad de riego en la finca durante las épocas secas es muy bueno y conveniente mente utilizarlo para así elevar la producción: en este caso la fertilización podrá hacerse cada seis meses incrementando un 25% en potasio, nutriente muy exigido por la planta (Duran, 2009).

La fertilización es una práctica que no se debe descuidarse, ya que el objetivo es proporcionar los nutrimentos necesarios a las plantas para una producción. La fertilidad de un suelo determina en gran parte la cantidad del forraje que se produzca.

Para los suelos pesados de la zona centro de Guanajuato, se deben aplicar al momento de la siembra 40 kg de nitrógeno y 180 kg de fósforo por hectárea posteriormente, cada 12 meses, se deben aplicar 180 kg de fósforo por hectárea.

Para los suelos ligeros de la misma zona centro, se deben aplicar en la siembra, 40 kg de nitrógeno y 270 kg de fósforo por hectárea, antes del último paso de rastra, posteriormente, cada 12 meses se deben aplicar 270 kg de fósforo por hectárea.

Para la aplicación de fertilizantes en alfalfa ya establecidas, se debe dejar agrietar el terreno para que el fertilizante pueda penetrar y así la planta lo pueda absorber mejor. Cuando el terreno se agrieta, se corta la alfalfa, luego se aplica el fertilizante y después se riega (SARH, 1985).

Riegos

Método de riego por goteo. Definir la profundidad de la cinta en función a las características del suelo. El aprovechamiento de la alfalfa mediante pastoreo directo o corte con maquinaria, deberá realizarse cuando el suelo no presente demasiada humedad, lo que puede afectar la cintilla por apisonamiento del animal o tractor, para lo cual se debe programar el riego y/o emplear cerco eléctrico (Muslera, 1991).

El riego de siembra se debe aplicar a una presión de 12 a 15 libras/pulgada cuadrada, con un tiempo aproximado de 15 horas. Los riegos posteriores cada cuatro días con una duración de tres horas hasta el primer corte o pastoreo. El siguiente riego a los siete días; los riegos de auxilio con una duración de seis horas. La lámina total debe ser de 164 cm (Espinoza, 2006).

Plagas

Las plagas por insectos, reducen los rendimientos del forraje y la vida de la alfalfa, por los daños ocasionados en sus órganos al alimentarse de ellos, por eso las lesiones que estos insectos dejan, se pueden introducir a los inóculos de enfermedades fungosas y bacterianas que son el principio del fin de un vigoroso alfalfar (Robles, 1981).

En el cultivo de alfalfa destinada a la producción de forraje, las plagas más comunes que afectan a la planta son los áfidos (pulgón verde y pulgón manchado) y el gusano soldado; sin embargo, su control químico no es recomendable, ya que al suministrar forraje con insecticidas se corre el riesgo de intoxicación del ganado.

Una medida práctica para el control de las plagas mencionadas consiste en realizar cortes prematuros, debido a que así se reduce su proliferación (Muslera, 1991).

La pulguilla (*Sminturus viridis* L.)

Los momentos de más virulencia de este insecto, es principio de la primavera. Ataca las hojas de la plantas, las hojas aparecen como taladradas y al progresar el ataque, quedan reducidas al esqueleto de sus venas.

Los pulgones (*Aphis medicaginis*, *A. laburni*, *Therioaphis maculata*)

Son insectos chupadores, que además de extraer los jugos, depositan en el vegetal toxinas elaboradas por ellos mismos capaces de necrosar los tejidos circundantes. También segregan un jugo azucarado que impregna la planta y supone un caldo de cultivos para hongos, que pueden modificar el sabor del forraje, haciéndolo poco apetecible para el ganado. Se recomienda usar malatión, a lo largo del periodo productivo se suelen aplicar entre cuatro y cinco tratamientos de insecticidas (Llorca, 1999).

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, se alimenta 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 marchites 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 fructuación 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 D.D.T o con toxafeno a razón de 1.750 a 2.500 litros por hectárea o por medio de espolvoración con dosis equivalente de material técnico (Sánchez, 2010).

Enfermedades

Las enfermedades de la alfalfa causan deterioro y muerte de las plantas y generan pérdidas económicas; sin embargo, su ocurrencia y severidad depende principalmente de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y del manejo que se de al cultivo.

Desde el punto de vista económico existen pocas opciones para el control de enfermedades, por lo tanto, es recomendable seleccionar variedades resistentes a los patógenos (Duran, 2009).

La marchites bacteriana, es causada por *Corynebacterium insidiosum*, es una de las enfermedades que determina mayores daños a la alfalfa, la planta se marchita y finalmente muere. En suelos infestados por la marchites, una variedad susceptible solo puede vivir de dos a tres años. La enfermedad se combate, cultivando variedades resistentes a la marchites (Hughes, 1981).

Mancha de la hoja causada por *Stemphylium botryosum*

Es una enfermedad foliar que puede causar defoliación significativa durante periodos calientes en verano. La infección de por hongo reduce el crecimiento de la raíz y como consecuencia el ciclo de la vida del cultivo. La enfermedad es común durante los primeros meses de la primavera en el interior de los valles y ocurre hasta el final del año en áreas costeras frías. Los síntomas por *Stemphylium botryosum* son manchas ovalares levemente hundidas, de color marrón oscuro, con centros más claros y generalmente circundados por un lado amarillo pálido. Las lesiones más viejas suelen estar concéntricamente anilladas (Joseph, 1977).

Peca de la hoja de la alfalfa por *Pseudoziza medicaginis*.

Es uno de uno de los patógenos foliares mas destructivos en el cultivo de la alfalfa y se presenta en todo el mundo. Aunque la enfermedad no llega a causar la muerte de la planta, la defoliación que causa puede reducir el vigor, la calidad del heno y el rendimiento (Josepht, 1977).

Mildiu vellosa (*Peronospora sparsa*)

Este hongo se presenta durante la época de lluvias, principalmente en los terrenos donde la planta permanece húmeda por mucho tiempo. En las hojas infestadas por esta enfermedad se observan manchas de color gris claro sobre los tejidos, los cuales se tornan de un color rojizo cuando el ataque es muy fuerte. Las hojas llegan a presentar clorosis, se arrugan y en ocasiones mueren y finalmente se desprenden de la planta.

Al igual que para la peca, no existen medidas preventivas eficaces para el control del mildiu, por lo que el corte prematuro de la alfalfa, es la práctica más común para conservar las hojas (Espinoza, 2006).

Control de malezas

Se debe de tener en cuenta que la presencia de maleza reduce el rendimiento y calidad de las cosechas, albergarían insectos y enfermedades, causan toxicidad al

ganado. Por estas y otras razones se debe de tratar de controlar la presencia de plantas indeseables. Hay varios métodos utilizados con este propósito: manual, mecánico o químico. El control manual consiste en deshierbar a mano o con azadón; es bastante eficaz pero lento y costoso. El control químico consiste en aplicar productos químicos que evitan la germinación de plantas indeseables (Duran, 2009).

Control de plagas y prevención de enfermedades

Las principales plagas que suelen presentarse y las principales enfermedades del cultivo se indican en el Cuadro 1. Es importante destacar que antes de hacer cualquier aplicación se debe determinar el umbral de infestación para realizar aplicaciones de los pesticidas.

Cuadro1. Productos utilizados para el control de plagas en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

Plagas	Producto	Dosis	Momento de aplicación
Pulgón manchado de la hoja <i>Phterioaphis maculata</i>	Afidox ^{mr} 40 C.E.	1.0 L/ha	Aplicar con mochila aspersora o mecánica 100 a 200 L de Agua
La pulguilla (<i>Sminturus viridis</i> L.)	Anafur-5% g	40-50 kg/ha	Aplíquese uniformemente aplicar un riego
Los pulgones (<i>Aphis medicaginis</i> , <i>A. laburni</i> , <i>Terioaphis maculata</i>)	Cufuran 5%	40 a 50 kg/ha 4 a 6 g/m ²	Aplíquese uniformemente y aplicar un riego
Barrenador de la raíz de la alfalfa (<i>Epicaeurus aurifer</i>).	Diagran 5 %G Furadan 350L*	40 a 50 kg/ha 4 a 6 L/ha	Aplicar al voleo antes de la siembra e incorporada con la rastra *Aplíquese uniformemente y dar un riego
La marchites bacteriana(<i>Corynacterium insidiosum</i>)	Azufer-71	2.5 L/ha	Aplíquese por riego o aspersores de mochila
Mancha de la hoja causada por <i>Stemphylium botryosum</i>	Recio 600 SL	1 a 1.5 L/ha	Aplíquese con riego o aspersores de mochila
Peca de la hoja de la alfalfa por <i>Pseudoziza medicaginis</i>	Cupravit	2 a 4 kg/ha	Dispersar uniformemente

Fuente: PLM (2009)

Cosecha

El primer corte de la alfalfa antes de la floración es el más rico en proteínas y por ende el de mejor calidad, desmereciendo esta paralelamente a su desarrollo por la pérdida de principios nutritivos y aumento del contenido de fibra y lignina. Por otra parte, el corte continuado de la alfalfa antes de florecer, como se acostumbra a hacer cuando se utiliza como alimento en estado verde, si bien es de máxima calidad biológica, hace perder en cantidad y además reduce su permanencia en el suelo y su longevidad, siendo siempre aconsejable practicar el corte al iniciar la floración o en plena eclosión floral. Además, al ser la alfalfa consumida en verde, debe sufrir la mas

ligera fermentación es susceptible de provocar diarreas y meteorismos en los terneros y corderos (Juscafresca, 1983).

El problema mayor en la cosecha de la alfalfa, al igual que en la de la mayoría de las leguminosas perennes, es que las plantas permanecen verdes mientras sus frutos mientras sus frutos están maduros. Por consiguiente el método más común de cosecha es el corte, hilerado y trilla. En general el cultivo es cortado e hilerado simultáneamente tratando que la hilera formada quede suelta, lo que permitirá un secado rápido del forraje (Carambula, 1984).

La henificación es la extracción natural del agua de los forrajes hasta un nivel humedad de 20 a 25% para asegurar su buena conservación. El heno puede ser utilizado como suplemento alimenticio en épocas de escases de forrajera, o como integrante de raciones para diferentes clases de animales. Durante la henificación se pierde materia orgánica y ciertas vitaminas. El valor nutritivo también disminuye en cierto grado, aunque también se pierden sustancias tóxicas (Berlijn, 1991).

Empacado. Es la acción final del proceso de cosecha. Para lograr un buen empaque y obtener forraje de alta calidad, es importante sincronizar las actividades de juntado y empacado, de tal forma que la alfalfa sea manejada con un contenido de humedad entre el 16 al 18 por ciento para evitar la caída de las hojas por el golpeteo de la empacadora (Espinoza, 2006).

El valor nutricional de la alfalfa se presenta en el cuadro 1, en donde destaca su alta concentración proteica tanto como forraje verde, henificado y como ensilado.

Cuadro 2. Características nutrimentales de la alfalfa

Compuesto químico	Verde	Henificado	Ensilado
Proteína cruda %	19.3	13.5	16.7
Fibra detergente neutro %	36.1	45.4	44.2
Fibra detergente ácido %	27.9	38.8	34.5
Lignina	6.3	10.2	7.3
Digestibilidad in Vitro	79.5	71.1	74.1

Fuente: Cofupro (2001).

Aplicación de Riego por Goteo en el Cultivo de Alfalfa

Con la transformación de tierras de secano a tierras de regadío se pretende la implantación de cultivos más exigentes y productivos, a los cuales se le tiene que satisfacer dichas necesidades, principal mente las hídricas (Moya, 2000).

Definición clásica del riego habla de un medio de aplicar agua artificialmente a los cultivos para completar la acción de la lluvia. De esta forma surgió una definición más concreta del riego, como un medio artificial de aplicar el agua a la zona radicular de los cultivos de forma que esta pudiera ser utilizada al máximo. En esta línea más concreta se definió posteriormente el riego por goteo como aquel sistema que para conseguir mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para la planta, aplicar el agua gota a gota. De esta forma el agua es conducida por medio de conductos serrados desde el punto de toma hasta la misma planta, a la que se aplica por medio de dispositivos que se conocen como goteadores, goteros o emisores (Medina, 1997).

La alfalfa es la principal especie forrajera que se cultiva en todo el mundo. En México se producen 338 mil ha con un rendimiento medio nacional de 75.6 t de forraje verde por hectárea por año. La baja producción y el alto consumo de agua en riego por gravedad son de los principales problemas que se tienen con este cultivo. Una estrategia para aumentar la eficiencia en el aprovechamiento del agua es la utilización de sistemas de riego mas eficientes tales como el riego por goteo (Huerta, 2011).

La alfalfa es el principal forraje sembrado en México, la lámina de riego que se usa por ciclo es muy alta (190 cm de lamina de riego), de este cultivo solamente se aprovecha alrededor del 60%, el 40% restante se pierde por conducción, infiltración y escurrimientos, derivados del mal diseño y manejo y operación del sistema de riego (Payan, 2011).

El riego por goteo sub-superficial (RGS) es definido como la aplicación del agua bajo la superficie del suelo a través de emisores con gastos uniformes. El sistema es diseñado para aplicar bajos volúmenes con altas frecuencias, con el propósito de mantener el contenido de humedad en el suelo en un nivel que permita un crecimiento óptimo de la planta (Montemayor, 2006).

Chávez (2007) define la eficiencia del uso del agua (EUA) como la producción de un cultivo por unidad de agua aplicada; y esta tiene varias implicaciones relacionadas con la sustentabilidad de la agricultura, el suelo, la conservación del agua; y consigna para la región de Ensenada B.C., que en el cultivo de maíz con riego superficial las producciones máximas se lograron con el 75% de la evapotranspiración calculada. En tomate se logran rendimientos de casi el doble con el uso del riego subsuperficial comparado con el riego por gravedad, cuando el riego se combina con prácticas de fertilización apropiadas. En el caso de alfalfa indican que en una evaluación de 18 meses después de la siembra se logró incrementar la producción de en un 22% con un ahorro del 6% de agua comparado con riego convencional (gravedad) y en los años subsecuentes la producción de materia seca se incrementó entre el 26 y 35%.

Agredano y Mesa (S/F) consignan que para la producción de alfalfa con riego por goteo se recomienda usar cintilla calibre 15 mil con goteros cada 20 cm y enterrada a 15 cm de profundidad con espaciamiento entre regantes cada 80 cm; y en cuanto a la fertilización recomiendan usar el tratamiento 100-80-00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en el riego de siembra (15 horas \pm) y la otra mitad de N a los seis meses después de sembrar. Consideran que el volumen de agua se puede reducir en más de un 40% con producciones superiores al 100% respecto a la producción de forraje comparado con los sistemas de riego convencionales.

Vuelvas (s/f) menciona que la producción de alfalfa en el bajío se hace con un consumo de agua de hasta 2.5 m anuales lo que provoca un fuerte abatimiento de los acuíferos (en el orden de 2 a 5 m) por lo que, la siembra de alfalfa en surcos y con goteo es una alternativa ya que produce alrededor 12% (380 kg de M.S./ha por corte) mas de forraje que cuando se siembra al voleo con lamina de riego anual de 71 cm, lo que representa el 72% menos agua de lo que usan los agricultores con riego por gravedad; con eficiencia biológica de 4.19 kg de M.S. vs 2.92 kg de M.S. por m³ de agua para riego por goteo y rodado respectivamente. Recomienda usar espaciamiento entre líneas regantes de 76 cm con cintilla de calibre 13 mil enterrada a 20 cm de profundidad; con una densidad de siembra a 11 kg de semilla por ha al sembrar en línea.

Rivera *et al.* (2005) indican que el uso de esta tecnología de producción permite obtener aumentos en la producción de forraje de heno del 30 y 64% en comparación con

el riego por aspersión y gravedad respectivamente; mencionan que se logran eficiencias de aprovechamiento del agua mayores del 100% y un ahorro en la lamina de riego de 37 cm vs riego por gravedad.

González (2010) estudiando el cultivo de la alfalfa con riego sub-superficial encontró rendimientos de hasta 40 t ha⁻¹ de materia seca en 10 cortes, con posibilidad de aumentar el rendimiento con 12 cortes por año a más de 45 t ha⁻¹ por año. También considera que se pueden lograr rendimientos de hasta 2.3 veces mayores a la producción media obtenida con riego rodado; con un ahorro de agua de hasta un 30%, más ahorro de mano de obra, mayor calidad del forraje y con mayor rentabilidad del sistema.

Fimbre y Navarrete (2010) estudiaron el efecto del agua y nitrógeno en alfalfa bajo riego por goteo en un suelo migajón arenoso en el campo experimental de Caborca Son., en su estudio utilizaron los tratamientos de fertilización con 0, 100 y 200 kg de N por ha y tres tratamientos de suministro de agua consistente en la aplicación de láminas de riego equivalentes a 72%, 128% y 145% de la ETo, para lo cual usaron los siguientes sistemas de riego: distancia entre líneas regantes de 1.0 m de calibre 8 mil, 10 mil y 10 mil con caudales de 0.566 LPH, 1.02 y 1.13 LPH respectivamente con la variedad Genex 9890; encontraron los siguientes resultados al evaluar la producción de forraje verde y heno: 106.09, 111.65 y 113 t por ha de forraje verde; y 18.42, 18.95 y 19.78 t de heno por ha para los tratamientos respectivos no observándose respuesta significativa a los niveles de adición de nitrógeno; habiendo encontrado diferencias significativas solamente en la altura de planta (59.5, 57.96 y 61.14 cm respectivamente). En cuanto a los distintos niveles de restitución de agua encontraron respuesta significativa en las tres variables analizadas con promedios de altura de 37.34, 71.27 y 69.99 centímetros; con producción de forraje verde de 57.02, 139.49 y 134.49 t por ha y 10.28, 23.8 y 23.01 t de heno por ha para los tratamientos respectivos. De acuerdo a los resultados de la EUA el tratamiento que presentó la mayor eficiencia fue el de 128% de ETo con promedio de 1.25 kg por m³ de agua, con rendimiento medio de 23.86 t por ha de heno y riego total de 190.40 cm en el periodo de evaluación. El tratamiento de 145% de la ETo (215.15 cm de agua) presentó una producción de heno de 23.01 t por ha con una EUA de 1.07 kg por m³ de agua. En contraste el ETo de 72% produjo los rendimientos más bajos con EUA de solamente 0.96 kg de heno por m³ y un consumo de 106.62 cm de agua en el ciclo.

Ben-Asher y Phene (1993) citados por Rivera *et al.* (2004) indican que al comparar el riego por goteo subsuperficial vs riego por goteo superficial en alfalfa, el radio de mojado es un 10% menor con el sistema subsuperficial, sin embargo el área y volumen de humedecimiento fueron un 62 y 46% mayor con el riego por goteo subsuperficial. En el caso de maíz para grano han encontrado que el ET del cultivo con riego por goteo se reduce hasta en un 13.9% vs goteo superficial con EUA de 2.87 kg por m³.

En cuanto a la EUA Neufeld *et al.* (1998) citado por Rivera *et al.* (2004) indican que con riego por goteo la EUA fue de 3.5 kg de materia seca (MS) por m³ de agua, con rendimiento de 16.4 t MS ha⁻¹ con 47.1 cm de agua equivalente a 75% de la ET.

Phene (1999) citado por Rivera *et al.* (2004) con 190 cm logró producir 16.8 t ha⁻¹ de MS con riego subsuperficial vs 12.1 con riego por gravedad, con un incremento en rendimiento equivalente a un 38.9% con EUA de 0.9 vs 0.64 para goteo SS y riego por gravedad respectivamente. Alam *et al.* (2002) con la aplicación de 61.5 cm con riego por goteo subsuperficial y 74.7 cm con riego por aspersión observaron un ahorro de 17.7% de agua con rendimiento de 21.5 t ha⁻¹ de heno en un periodo de cinco cortes y con incremento en la producción de 4.368% respecto al riego por aspersión.

Somohano (2003) con riego por goteo subsuperficial usando una lámina de riego de 128 cm reporta rendimientos de 24.7 t ha⁻¹ con EUA de 1.929. Por otra parte, Godoy y Reyes (2004) aplicando una lámina de riego de 108 cm con un sistema de riego subsuperficial en la producción de alfalfa alcanzaron rendimientos de 16.1 t ha⁻¹ de M.S. con ahorros de 29.8% de agua comparado con el riego por goteo superficial (153.8 cm) y rendimientos de 34.2% superiores a este sistema (GS); en la EUA observaron promedios de 1.5 y 0.77 para los sistemas de riego por goteo subsuperficial y riego por goteo superficial respectivamente.

Rivera *et al.* (2004b) aplicando una lamina de riego de 145.8 cm con riego por goteo subsuperficial tuvo un ahorro de 14.2% de agua con producción de 23 t ha⁻¹ de M.S., e incrementos de rendimiento de 59.7% comparado con el sistema de riego por goteo superficial; en cuanto a la EUA reporta promedios de 1.6 y 0.87 para los sistemas de riego por goteo subsuperficial y riego por goteo superficial respectivamente.

Morales *et al.* (2006) en la región de la Mixteca Oaxaqueña, estudió 14 variedades de alfalfa con fertirrigación comparado con el riego por gravedad; consigna un ahorro de

52% de agua al comparar el riego por goteo vs riego por gravedad, e indica que en los meses de febrero, marzo, septiembre y octubre se obtuvo mayor producción de materia seca durante doce cortes con intervalo entre corte de 45 días. También indica que no encontró diferencia significativa en la producción de materia seca ni en la relación hoja:tallo y sólo encontró respuesta en la altura de planta. En los meses más calurosos encontró mayor producción de materia seca, mayor altura de planta y menor relación hoja:tallo. Reporta rendimientos de 4.35 t por ha por corte (35.28 t por ha por año) para la variedad Júpiter con relación hoja:tallo de 0.635 y rendimiento de 3.92 t por ha por corte para la variedad San Pablo Huixtepec (31.36 t por ha por año) con relación hoja:tallo de 0.720, variedades que se caracterizaron por presentar el mayor y menor rendimiento de las 14 variedades evaluadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizara en la Facultad de Agronomía que se encuentra localizada en el ejido de la palma de la cruz, pertenece al municipio de soledad de graciano Sánchez, sobre la carretera 57 tramo San Luis – Matehuala a la altura del kilometro 14.5, cuyas coordenadas son 22°11'03" latitud norte y 100°56'63" longitud de Greenwich y su altitud es de 1875 m.s.n.m.

Climatología

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

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 mas frio 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 374mm, siendo los meses de mayo a septiembre cuando se presentan las lluvias con más frecuencia y abundancia. La dirección de los vientos dominantes son del noroeste – 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 (1976), corresponde a matorral desértico micrófilo, siendo el estrato dominante el arbustivo superior a dos o 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 2.

Cuadro 3. Características del suelo del sitio experimental del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

Determinación	Valor o Clase	Determinación	Valor
Da (g cm ⁻³)	1.33	C.E x 10 ³	4.97
% de Humedad a capacidad de campo	21.1	% de CO ₃ TOTALES	1.1
% de Humedad a punto de marchitamiento permanente	11.5	% de M.O.	2.49
% de humedad del suelo a saturación	29.6	N aprovechable en ppm	126.2
Textura	Migajón Arcillo arenosa	Fósforo aprovechable en ppm	83.6
pH en agua (1:2.5)	7.98	Potasio aprovechable en ppm	2632.1
pH en extracto	8.03		

Material Genético

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

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

Se utilizó un arreglo en parcelas divididas “AxB” con distribución en bloques al azar, con cuatro repeticiones. 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 cintillas de 0.75 m (51030-340) y como factor “B” seis genotipos de alfalfa de distintos niveles

de dormancia (anteriormente citadas); con distribución en campo en bloques al azar con cuatro repeticiones; cada unidad experimental constó de 20 m².

Fertilización

Se aplicó la fertilización convencional de la alfalfa 40-180-00 en la primera fertilización (a la siembra); y aplicaciones subsecuentes de 180 kg de P₂O₅ por ha por año, con aplicaciones mensuales de 18 kg de P₂O₅ y usando como fuente de fósforo el H₃PO₄ al 85% de concentración.

Labores de Cultivo

Se hicieron cinco aplicaciones de herbicida en el periodo que duro el experimento. Se aplicó con mochila con una capacidad de 20 litros. En total se ocuparon 2 mochilas por cada maniful con 54 cm³ de PIVOT. Este se aplicó después de cada corte.

Programación del 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 UACH, considerando un nivel de abastecimiento de 10% de humedad, los datos climáticos de la estación climatológica de la Facultad de Agronomía de la UASLP y considerando la fecha de siembra del 24 de febrero.

Sistema de Riego

El sistema de riego fue por goteo, y se usó la cintilla T-tape. Para el tratamiento A₁ fue de calibre 8 mil con emisores cada 20 cm, para los tratamientos A₂ y A₃ se uso 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.

Cosecha

Los cortes del forraje se realizaran cuando el cultivo muestro una floración del entre el 5 y 10% en la época de primavera-verano; en la época del otoño invierno la cosecha

se realizó cuando el rebrote alcanzó una altura de 5 cm, para evitar dañarlo con la cortadora de alfalfa.

Evaluaciones

De cada unidad experimental en cada corte se analizó:

- Rendimiento de heno
- Rendimiento de hoja
- Rendimiento de tallo
- Relación tallo/hoja
- Rendimiento acumulado de cinco cortes
 - Rendimiento de heno
 - Rendimiento de hoja
 - Rendimiento de tallo
 - Relación hoja/tallo
 - Eficiencia económica del uso de agua

Análisis Estadístico

Para efectos de la evaluación del experimento se realizaron los análisis de varianza correspondientes y las pruebas de rango múltiple de Tukey o Diferencia mínima significativa (DMS) según el caso, considerando un valor de $P \leq 0.05$ (Olivares, 1995; Reyes, 1997).

Los resultados del presente trabajo abarcan los cinco primeros cortes del segundo año de evaluación del experimento en razón de que se trata de un cultivo perenne: Este periodo de evaluación corresponde a los cortes de los meses de junio a noviembre del año de 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del Primer Corte

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 henificación se hizo a la sombra durante un periodo de 10 días. Para la determinación del peso de hoja y tallo se tomó una muestra por unidad experimental de 500 g de forraje verde por parcela, la cual posteriormente se henificó para tomar los datos de materia seca.

Rendimiento de heno por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4) la prueba de hipótesis indica respuesta significativa de los sistemas de riego en la variable rendimiento de heno por m², por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) encontrándose la formación de un solo grupo de medias con promedio dentro del rango de 0.326 a 0.364 kg de heno por m² (Cuadro 5).

Factor variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis para este factor (Cuadro 4) se encontró diferencia significativa entre los genotipos al evaluar el rendimiento de heno por m², por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de tres grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual dentro de cada grupo; destacando por su mayor producción la variedad 4.San Miguelito la cual solamente es estadísticamente igual al genotipo 3.El camino con rendimientos de 0.402 y 0.343 kg de heno por m² (Cuadro 5).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego y de las variedades en la expresión de esta variable, destacando por su mayor rendimiento de heno por m² la combinación de la variedad 4. San Miguelito con el sistema de riego A₃. Cintilla a 0.75 m (51030-340) con rendimiento de 0.405 kg de heno por m².

Cuadro 4. Análisis de varianza del rendimiento de heno del primer corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	Prob.
Bloques	3	0.013176706	0.004392235			
S. Riego (R)	2	0.022912007	0.011456003	5.624634696*	5.14325285	0.042086386
Error A	6	0.012220531	0.002036755			
Parcela Gde	11	0.048309244				
Genotipos (G)	5	0.064716227	0.012943245	4.657055695*	2.422085466	0.001645061
Inter R x G	10	0.0679	0.006785468	2.44145125*	2.048739492	0.020136105
Error B	45	0.1251	0.002779276			
Total	71	0.305947594				

Cuadro 5. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del primer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.353	0.315	0.404	0.398	0.330	0.387	0.364 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.301	0.292	0.330	0.403	0.311	0.317	0.326 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.270	0.392	0.295	0.405	0.337	0.267	0.328 A
Promedio	0.308 BC	0.333 B	0.343 AB	0.402 A	0.326 C	0.323 C	

DSHa= 0.0399809 DSHb= 0.063309 DSHa_xb= 0.108989 DSHb_xa= 0.113345

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de hoja por m²

Factor sistema de riego

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza (Cuadro 6) éste indica respuesta significativa de los sistemas de riego en el componente producción de

hoja (kg por m²) y de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 7) se encontró la formación de dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual, siendo el grupo de mayor rendimiento el conformado por los sistemas de riego A₁. Cintilla a 0.75 cm (50820-500) y el A₂. Cintilla a 1.0 m (51030-340) con promedios de 0.143 y 0.135 kg de hoja por m² respectivamente.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza (Cuadro 6) éste indica respuesta significativa en el factor variedades en el componente producción de hoja (kg por m²) y de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 7) se encontró la formación de dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual, destacando las variedades 4. San miguelito, 3. El camino y 2.El camino 9 Multifoliar por presentar los promedios más altos (0.155, 0.132 y 0.130 kg por m² respectivamente) conformando estas variedades el primer grupo con promedios estadísticamente iguales (Cuadro 7).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al ANAVA (Cuadro 6) se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego y las variedades en la expresión de esta variable, siendo la mejor combinación el sistema de riego A₂.Cintilla a 1.0 m 51030-340 con la variedad 4.San Miguelito, con producción de 0.161 kg de hoja por m²., siendo 75% mayor que la producción del sistema A₃. Cintilla a 0.75 cm (51030-340) con la variedad 6.Altaverde Gigaton.

Cuadro 6. Análisis de varianza del rendimiento de hoja del primer corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val. crítico	Prob.
Bloques	3	0.00212657	0.00070886			
S. Riego (R)	2	0.00487188	0.00243594	8.01724042*	5.14325285	0.02019042
Error A	6	0.00182303	0.00030384			
Parcela Gde	11	0.00882148				
Genotipos (G)	5	0.00675879	0.00135176	3.02888217*	2.422085466	0.01932704
Inter R x G	10	0.0116	0.00115783	2.59434742*	2.048739492	0.01411897
Error B	45	0.0201	0.00044629			
Total	71	0.04724159				

Cuadro 7. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del primer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.128	0.122	0.157	0.160	0.131	0.159	0.143 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.138	0.122	0.124	0.161	0.130	0.134	0.135 AB
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.114	0.146	0.117	0.144	0.124	0.092	0.123 B
Promedio	0.127 B	0.130 AB	0.132 AB	0.155 A	0.128 B	0.129 B	

DSHa= 0.01544205 DSHb= 0.025369 DSHaxb= 0.043475 DSHbxa= 0.044680

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de tallo por m²

Factor sistema de riego

La producción de tallo en kg por m², se comportó con diferencia significativa entre los diferentes sistemas de riego de acuerdo al ANAVA (Cuadro 8), y al proceder a la prueba de rango múltiple de Tukey se encontró la formación de dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual entre sí, siendo el sistema de riego A₁. Cintilla a 0.75 m (50820-500) estadísticamente superior a los sistemas A₃ y A₂ con 8.29% y 16.23% mayor producción de biomasa de tallo respectivamente.

Factor variedades

Las variedades estudiadas mostraron diferencia significativa al evaluar el componente producción de tallo en kg por m² de acuerdo a los resultados del ANAVA (Cuadro 8), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey encontrándose la formación de dos grupos de medias con promedios estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 9) en donde destaca el primer grupo formado por las variedades 4.San Miguelito y 3.El camino 10 con rendimientos de 0.247 y 0.211 kg de tallo por m² respectivamente.

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis se encontró efecto conjunto en la expresión del componente producción de tallo en kg por m², siendo la combinación del sistema de

riego A₃. Cintilla a 0.75 cm (51030-340) con la variedad 4.San Miguelito la de más alto promedio con 0.247 kg por m² (Cuadro 9).

Cuadro 8. Análisis de varianza del rendimiento de tallo del primer corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00471875	0.00157292			
S. Riego (R)	2	0.01133394	0.00566697	7.36530604*	5.14325285	0.02424473
Error A	6	0.00461648	0.00076941			
Parcela Gde	11	0.02066917				
Genotipos (G)	5	0.03043696	0.00608739	6.06915483*	2.422085466	0.00022449
Inter R x G	10	0.0312	0.00312239	3.11303222*	2.048739492	0.00427319
Error B	45	0.0451	0.001003			
Total	71	0.12746523				

Cuadro 9. Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del primer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.225	0.193	0.247	0.238	0.199	0.227	0.222 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.163	0.170	0.206	0.243	0.181	0.183	0.191 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.156	0.245	0.178	0.261	0.213	0.175	0.205 AB
Promedio	0.181 B	0.203 B	0.211 AB	0.247 A	0.198 B	0.195 B	

DSHa= 0.02457334 DSHb= 0.03803245 DSHaxb= 0.065669 DSHbxa= 0.027345
 DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 10) se encontró diferencia significativa en los diferentes sistemas de riego al evaluar la relación hoja/tallo, y de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Tukey se encontró la formación de dos grupos, lo cual indica que el sistema de riego A₂. Cintilla a 1.0 m (51030-340) con una relación de 0.714es estadísticamente superior a los sistemas de riego A₁ y A₃, siendo estos dos estadísticamente iguales (Cuadro 11).

Factor variedades

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA, se encontró respuesta de los genotipos al estudiar la relación producción de hoja /tallo, por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple de Tukey, resultando la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales (Cuadro 11); destacando por su mayor promedio la variedad 4.San Miguelito con una relación de 0.717.

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis (Cuadro 10) se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en la expresión de este componente, siendo la combinación del Sistema de riego A₂. Cintilla a 1.0 m (51030-340) con la variedad de 1.El camino la que presenta el más alto promedio en la relación hoja/tallo.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la relación de hoja/tallo del primer corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	3.8641E+00	1.2880E+00			
S. Riego (R)	2	1.4059E-01	7.0296E-02	24.00	5.1433	0.001371742
Error A	6	1.7574E-02	2.9290E-03			
Parcela Gde	11	4.0223E+00				
Genotipos (G)	5	6.3236E-02	1.2647E-02	15.68	2.4221	6.36609E-09
Inter R x G	10	2.2719E-01	2.2719E-02	28.16	2.0487	3.94153E-16
Error B	45	3.6303E-02	8.0673E-04			
Total	71	4.3490E+00				

Cuadro 11. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja/tallo del primer corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.571	0.631	0.635	0.672	0.656	0.702	0.645 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.850	0.717	0.598	0.661	0.722	0.735	0.714 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.731	0.595	0.655	0.552	0.583	0.527	0.607 B
Promedio	0.717 A	0.648 B	0.630 B	0.629 B	0.654 B	0.655 B	

DSHa= 0.047945

DSHb= 0.034108

DSHaxb= 0.0124127

DSHbxa= 0.0132931

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Resultados de Segundo Corte

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 hizo a la sombra durante un periodo de 10 días. Para la determinación del peso de hoja y tallo se tomó una muestra por unidad experimental de 500 g de forraje verde por parcela, la cual posteriormente se henificó para tomar los datos de materia seca.

Rendimiento de heno por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza del rendimiento de heno kg por m² del segundo corte, los sistemas de riego no mostraron diferencia significativa en la expresión de esta variable (Cuadro 12).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta de las variedades al evaluar el rendimiento de heno por m² en el segundo corte por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 13), encontrándose la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio la variedad 4. San Miguelito con promedio de 0.322 kg por m².

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al estudio de a variación para la producción de heno del segundo corte se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en la expresión de esta variable (Cuadro 13), siendo la mejor combinación la del sistema de riego A₂ con el genotipo 1. El Camino con un promedio de 0.334 kg de heno por m², seguida por la combinación del sistema A₁ con el genotipo 4. San Miguelito con rendimiento de 0.332 kg de heno por m².

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento de heno del segundo corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.01830321	0.00610107			
S. Riego (R)	2	0.00632456	0.00316228	1.51690219	5.14325285	0.29298252
Error A	6	0.01250818	0.0020847			
Parcela Gde	11	0.03713596				
Genotipos(G)	5	0.03996487	0.00799297	2.49351531*	2.42208547	0.04469324
Inter R x G	10	0.0469	0.00468563	1.46174459	2.04873949	0.18549102
Error B	45	0.1442	0.0032055			
Total	71	0.26820481				

Cuadro 13. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del segundo corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.270	0.304	0.241	0.332	0.320	0.306	0.296
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.334	0.271	0.232	0.304	0.261	0.255	0.276
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.202	0.290	0.260	0.329	0.297	0.273	0.275
Promedio	0.269 AB	0.288 AB	0.244 B	0.322 A	0.293 AB	0.278 AB	

DSHb=0.06799092

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para el factor b. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de hoja por m²

Factor sistema de riego

La variable producción de hoja por m² para el segundo corte no mostró diferencia significativa para el factor sistemas de riego de acuerdo al análisis de varianza indicado en el Cuadro 14, presentando promedio de 0.119 a 0.128 kg por m².

Factor variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis realizada a través del ANAVA (Cuadro 14) los genotipos se comportaron estadísticamente igual entre sí presentando promedios de 0.114 a 0.133 kg por m² en el rendimiento de hoja para este segundo corte (Cuadro 15).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al estudio de la variación (Cuadro 14) se observó efecto independiente de los factores sistemas de riego y los genotipos en la expresión de la variable producción de hoja por m².

Cuadro 14. Análisis de varianza del rendimiento de hoja del segundo corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00332241	0.00110747			
S. Riego (R)	2	0.0010547	0.00052735	1.30178369	5.14325285	0.33917049
Error A	6	0.00243058	0.0004051			
Parcela Gde	11	0.00680769				
Genotipos (G)	5	0.00339044	0.00067809	1.0905579	2.422085466	0.37869537
Inter R x G	10	0.0060	0.00059705	0.96022119	2.048739492	0.49009569
Error B	45	0.0280	0.00062178			
Total	71	0.04414869				

Cuadro 15. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del segundo corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.112	0.128	0.120	0.135	0.136	0.134	0.128
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.138	0.124	0.112	0.127	0.111	0.113	0.121
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.092	0.129	0.112	0.138	0.124	0.116	0.119
Promedio	0.114	0.127	0.114	0.133	0.124	0.122	

Rendimiento de tallo por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al ANAVA (Cuadro 16) la variable rendimiento de tallo en kg por m² del segundo corte, no presentó respuesta significativa a los diferentes sistemas de riego, presentando promedios de 0.155 a 0.168 kg por m² (Cuadro 17).

Factor variedades

Los genotipos respondieron con diferencias significativas al evaluar la producción de tallo (kg por m²) (Cuadro 16), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de dos grupos con promedios estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 17), siendo el genotipo de menor promedio el 3. El camino con valor de 0.130 y estadísticamente diferente al resto de los genotipos estudiados en el presente experimento.

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico la producción de tallo en kg por m², estuvo determinada por el efecto conjunto de los factores sistemas de riego y las variedades; siendo la mejor combinación el tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 1.El camino, con promedio de 0.196 kg de tallo por m².

Cuadro 16. Análisis de varianza del rendimiento de tallo del segundo corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00604263	0.00201421			
S. Riego (R)	2	0.00229001	0.00114501	1.73591677	5.14325285	0.25418597
Error A	6	0.00395759	0.0006596			
Parcela Gde	11	0.01229023				
Genotipos (G)	5	0.02176473	0.00435295	4.31699174 *	2.422085466	0.00271408
Inter R x G	10	0.0214	0.00213787	2.12021001*	2.048739492	0.04240549
Error B	45	0.0454	0.00100833			
Total	71	0.10080843				

Cuadro 17. Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del segundo corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.158	0.176	0.122	0.196	0.183	0.172	0.168
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.196	0.146	0.121	0.177	0.151	0.142	0.155
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.109	0.161	0.148	0.191	0.173	0.157	0.156
Promedio	0.155 A	0.161 A	0.130 B	0.188 A	0.169 A	0.157 A	
DSHb=	0.03813324	DSHaxb=	0.06130855	DSHaxb=	0.0671605		

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza, los sistemas de riego utilizados en el experimento no respondieron con diferencias significativas en la relación hoja/tallo (Cuadro 18), presentando promedios dentro del rango de 0.775 a 0.792 (Cuadro 19).

Factor variedades

El análisis de varianza (Cuadro 18) indica respuesta significativa de los genotipos en la expresión de la relación hoja tallo, por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) mostrando la formación de dos grupos de variedades con promedios estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio el grupo conformado por las variedades 3. El Camino 10 y 2. El Camino 9 Multifoliar con promedios de 0.895 y 0.797 respectivamente, las cuales son estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 19).

Interacción sistema de riego por variedades

El estudio de la variación a través del ANAVA indica efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en la expresión de la relación hoja/tallo, presentando el promedio más alto el tratamiento con la combinación del sistema de riego A₁ y la

variedad 3. El Camino 10 seguida por la combinación del sistema de riego A₂ y la variedad 3. El Camino 10 con promedios de 0.983 y 0.944 respectivamente (Cuadro 19).

Cuadro 18. Análisis de varianza de la relación hoja/tallo, del segundo corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	prob.
Bloques	3	0.00661894	0.00220631			
S. Riego (R)	2	0.00735682	0.00367841	0.29936425	5.14325285	0.75174919
Error A	6	0.07372448	0.01228741			
Parcela Gde	11	0.08770024				
Genotipos (G)	5	0.25001316	0.05000263	7.2556893 *	2.422085466	4.6884E-05
Inter R x G	10	0.1968	0.01968066	2.8557847 *	2.048739492	0.00771097
Error B	45	0.3101	0.00689151			
Total	71	0.84463781				

Cuadro 19. Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del segundo corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.711	0.737	0.983	0.692	0.741	0.788	0.775
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.703	0.849	0.944	0.716	0.739	0.800	0.792
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.845	0.807	0.756	0.728	0.723	0.747	0.768
Promedio	0.753 B	0.797 AB	0.895 A	0.712 B	0.734 B	0.7783 B	

DSH_b= 0.099691884 DSH_{axb}= 0.186681 DSH_{bxa}= 0.1755769

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Resultados del Tercer Corte

El corte se efectuó el día 9 de septiembre de 2011, por medio de una segadora mecánica, se evaluó la producción de forraje verde por unidad experimental y posteriormente se transformo el dato a kg por m², la henificación se hizo a la sombra durante un periodo de 10 días. Para la determinación del peso de hoja y tallo se tomó una muestra por unidad experimental de 500 g de forraje verde por parcela, la cual posteriormente se henificó para tomar los datos de materia seca.

Rendimiento de heno por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA (Cuadro 20) no se encontró respuesta significativa para los diferentes sistemas de riego, presentando promedios de 0.219 a 0.231 kg de heno por m² (Cuadro 21).

Factor variedades

Los genotipos mostraron diferente comportamiento al evaluar el rendimiento de heno en el tercer corte (Cuadro 20) y de acuerdo a la prueba de Tukey, se encontró la formación de dos grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual entre sí, destacando por su mayor producción la variedad 4.San Miguelito (0.252 kg por m²) la cual es estadísticamente diferente a la variedad 2.El Camino 9 Multifoliar (Cuadro 21).

Interacción sistema de riego por variedades

La producción de heno por m² del tercer corte presentó efecto conjunto de los factores sistemas de riego y las variedades, destacando por su mayor producción la combinación el sistema de riego A₂ con la variedad 4.San Miguelito con promedio de 0.279 kg por m² (Cuadro 21).

Cuadro 20. Análisis de varianza del rendimiento de heno del tercer corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.01332208	0.00444069			
S. Riego (R)	2	0.00196487	0.00098244	1.24225309	5.14325285	0.35365031
Error A	6	0.0047451	0.00079085			
Parcela Gde	11	0.02003205				
Genotipos (G)	5	0.02397609	0.00479522	3.66092018 *	2.422085466	0.00728782
Inter R x G	10	0.0299	0.00299213	2.28434482 *	2.048739492	0.02899988
Error B	45	0.0589	0.00130984			
Total	71	0.13287219				

Cuadro 21. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del tercer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.229	0.210	0.193	0.231	0.241	0.219	0.221
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.206	0.159	0.239	0.279	0.198	0.231	0.219
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.183	0.224	0.223	0.248	0.259	0.247	0.231
Promedio	0.206 A	0.198 B	0.219 AB	0.252 A	0.233 AB	0.232 AB	
DSHb=	0.04346221	DSHaxb=	0.073974	DSHbxa=	0.0765454		

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de hoja por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza, la variable kilogramos de hoja por m², no mostró respuesta significativa a los sistemas de riego (Cuadro 22) presentando valores dentro del rango de 0.109 a 0.117 (Cuadro 23).

Factor variedades

Después de realizar el estudio de la variación a través del ANAVA, esta variable presentó respuesta significativa de los genotipos (Cuadro 22), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey observándose la formación de dos grupos de medias con producción de hoja por m² estadísticamente igual entre sí, siendo la variedad de mayor producción la 4.San Miguelito con 0.126 kg por m² e igual estadísticamente a las variedades 5.Excelente 9 HQ ML Multifoliar, 6.Altaverde Gigaton, y 3. El Camino (Cuadro 23).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 22) se presentó efecto conjunto de los sistemas de riego y las variedades en la expresión de la variable rendimiento de hoja por m², destacando por su mayor producción la combinación el sistema de riego A₂ con la variedad 4.San Miguelito con producción de 0.144 kg por m² (Cuadro 23)

Cuadro 22. Análisis de varianza del rendimiento de hoja del tercer corte en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00337035	0.00112345			
S. Riego (R)	2	0.00084522	0.00042261	2.16879074	5.14325285	0.19552258
Error A	6	0.00116916	0.00019486			
Parcela Gde	11	0.00538473				
Genotipos (G)	5	0.00727609	0.00145522	4.57478297*	2.422085466	0.00185553
Inter R x G	10	0.0096	0.00095872	3.01394826*	2.048739492	0.00536025
Error B	45	0.0143	0.0003181			
Total	71	0.03656234				

Cuadro 23. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del tercer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.121	0.115	0.105	0.113	0.128	0.117	0.117
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.100	0.074	0.118	0.144	0.101	0.126	0.111
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.090	0.100	0.104	0.121	0.126	0.111	0.109
Promedio	0.103 B	0.097 B	0.109 AB	0.126 A	0.118 AB	0.118 AB	
DSHb=	0.02141812	DSHaxb=	0.036483	DSHbxa=	0.0377217		

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de tallo por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis el rendimiento de tallo por m², los sistemas de riego respondieron con diferencias significativas (Cuadro 24), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey (Cuadro 25) encontrándose la formación de dos grupos de medias con producción estadísticamente igual entre sí, destacando por su mayor producción el sistema A₃. Cintilla a 0.75 m (510-30-340) con promedio de 0.122 kg de tallo por m² y estadísticamente diferente a los promedios de A₂ y A₁ (0.108 y 0.104 kg por m² respectivamente).

Factor variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del ANAVA (Cuadro 24) se encontró respuesta significativa de las variedades en la variable rendimiento de tallo por m² en el tercer corte, y de acuerdo a la prueba de Tukey se encontró la formación de dos grupos de medias con promedios estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio el genotipo 4.San Miguelito con promedio de 0.126 kg por m² (Cuadro 25) y estadísticamente diferente solo a los genotipos 1. El Camino y 2. El Camino 9 Multifoliar los cuales presentaron promedios de 0.103 y 0.101 kg de tallo por m² respectivamente.

Interacción sistema de riego por variedades

Se observó efecto conjunto de los sistemas de riego y las variedades en la expresión de la variable kg de tallo por m² (Cuadro 24) destacando por presentar el mayor promedio el tratamiento con el sistema de riego A₃ con el genotipo 6.Altaverde Giganton con valor de 0.135, seguido por el sistema de riego A₂ con la variedad 4. San Miguelito (Cuadro 25).

Cuadro 24. Análisis de varianza del rendimiento de tallo del tercer corte en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00329317	0.00109772			
S. Riego (R)	2	0.00427317	0.00213658	10.5111564 *	5.14325285	0.01094678
Error A	6	0.00121961	0.00020327			
Parcela Gde	11	0.00878595				
Genotipos(G)	5	0.00500203	0.00100041	2.94963316 *	2.422085466	0.02186951
Inter R x G	10	0.0080	0.00080466	2.37247509 *	2.048739492	0.0236348
Error B	45	0.0153	0.00033916			
Total	71	0.03709686				

Cuadro 25. Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del tercer corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.108	0.094	0.088	0.117	0.113	0.102	0.104 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.106	0.085	0.121	0.134	0.098	0.105	0.108 B
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.094	0.124	0.119	0.126	0.133	0.135	0.122 A
Promedio	0.103 B	0.101 B	0.110 AB	0.126 A	0.115 AB	0.114 AB	

DSHa= 0.01263045 DSHb= 0.02211601 DSHaxb= 0.037627 DSHbxa= 0.038950

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo

Factor sistema de riego

Los sistemas de riego respondieron con diferencias significativas en los promedios de la relación hoja/tallo del tercer corte (Cuadro 26), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 27), observándose la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales entre sí, siendo el sistema A₁ y A₂ estadísticamente iguales con promedios de 1.135 y 1.024 respectivamente en la relación hoja/tallo.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del ANAVA se encontró diferencia significativa en los genotipos evaluadas al estudiar la relación hoja/tallo del tercer corte (Cuadro 26) a una probabilidad P=0.061, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de DMS ($\alpha=0.05$) encontrándose la formación de dos grupos de medias con promedios estadísticamente iguales, destacando por su mayor promedio el genotipo 6. Altaverde Giganton con 1.0606 el cual solamente fue diferente al genotipo 2. El Camino 9 Multifoliar el cual presentó un promedio de 0.970 (Cuadro 27).

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis de la interacción de los sistemas de riego x genotipos a través del ANAVA (Cuadro 26), se encontró efecto conjunto en el comportamiento de la relación hoja/tallo del tercer corte, siendo la mejor combinación el

sistema de riego A₁ con el genotipo 2. El Camino 9 Multifoliar (Cuadro 27) con promedio de 1.225.

Cuadro 26. Análisis de varianza de la relación hoja/tallo del tercer corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	prob.
Bloques	3	0.14306345	0.04768782			
S. Riego (R)	2	0.6726917	0.33634585	8.4896819 *	5.14325285	0.01780081
Error A	6	0.23770915	0.03961819			
Parcela Gde	11	1.0534643				
Genotipos (G)	5	0.06102553	0.01220511	2.289923	2.422085466	0.06153237
Inter R x G	10	0.4672	0.04671886	8.7653997 *	2.048739492	9.2204E-08
Error B	45	0.2398	0.00532992			
Total	71	1.82152474				

Cuadro 27. Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del tercer corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	1.140	1.225	1.189	0.966	1.142	1.150	1.135 A
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.946	0.875	0.982	1.083	1.050	1.207	1.024 AB
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.962	0.810	0.882	0.966	0.946	0.825	0.899 B
Promedio	1.016 AB	0.970 B	1.017 AB	1.005 AB	1.046 A	1.0606 A	

DSHa= 0.176332122 DMSb= 0.067861834 DSHaxb 0.22227263 DSHbxa= 0.154408
 DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. DMS= diferencia mínima significativa. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Resultados del Cuarto Corte

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 hizo a la sombra durante un periodo de 10 días. Para la determinación del peso de hoja y tallo se tomó una muestra por unidad experimental de 500 g de forraje verde por parcela, la cual posteriormente se henificó para tomar los datos de materia seca.

Rendimiento de heno por m²

Factor sistema de riego

Al realizar la prueba de hipótesis en la producción de heno los sistemas de riego estos mostraron diferencia significativa (Cuadro 28) por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) en donde se encontró la formación de dos grupos de medias, destacando por su mayor producción el sistema A₂ con un promedio de 0.3410 kg de heno por m², superando estadísticamente al sistema de riego A₁ con 20.92% (Cuadro 29).

Factor variedades

Al estudiar la prueba de hipótesis a través del ANAVA (Cuadro 28) se observó una respuesta significativa de los genotipos en la variable rendimiento de heno por m², del cuarto corte por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple Tukey, en donde se encontró la formación de tres grupos de medias estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mejor promedio el genotipo 4 San Miguelito con promedio de 0.355 kg por m² (Cuadro 29).

Interacción sistema de riego por variedades

Se observó en el estudio de la variación (Cuadro 28) de la interacción entre los sistemas de riego y las variedades al evaluar el rendimiento de heno un efecto independiente entre los sistemas de riego y los genotipos en la expresión de esta variable.

Cuadro 28. Análisis de varianza del rendimiento de heno del cuarto corte en kg por m², del experimento evaluación relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00079747	0.00026582			
S. Riego (R)	2	0.04253936	0.02126968	26.0500845*	5.14325285	0.00110134
Error A	6	0.00489895	0.00081649			
Parcela Gde	11	0.04823578				
Genotipos (G)	5	0.05232572	0.01046514	4.6902962*	2.422085466	0.00156717
Inter R x G	10	0.0364	0.00363784	1.63041913	2.048739492	0.12870834
Error B	45	0.1004	0.00223123			
Total	71	0.23734543				

Cuadro 29. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del cuarto corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.250	0.294	0.260	0.352	0.301	0.232	0.282 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.318	0.345	0.344	0.393	0.330	0.313	0.341 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.290	0.276	0.335	0.319	0.390	0.295	0.318 A
Promedio	0.286 BC	0.305 ABC	0.313 ABC	0.355 A	0.340 AB	0.280 C	
DSHa=	0.02531396	DSHb=	0.05672508				

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a y b. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de hoja por m²

Factor sistema de riego

Al revisar el análisis de varianza del rendimiento de hoja por m² del cuarto corte, los sistemas de riego mostraron diferencia significativa en el comportamiento de esta variable (Cuadro 30), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) encontrándose la formación de tres grupos de medias, destacando por su mayor producción el sistema de riego A₂ con un promedio de 0.19475 kg por m² de hoja y el cual superó estadísticamente a los otros dos sistemas de riego con un 9.16% (A₃) y 20.98% (A₁) (Cuadro 31).

Factor variedades

De acuerdo al análisis de varianza este presentó respuesta significativa de los genotipos (Cuadro 30) a una probabilidad ($P= 0.075$) en el rendimiento de hoja por m², por lo que se procedió a realizar la prueba de DMS ($\alpha= 0.05$), observándose la formación de dos grupos de medias con producción estadísticamente igual entre sí, siendo el genotipo 4. San Miguelito el de mejor producción de hoja con 0.1933 kg por m², el cual superó estadísticamente con un 18.15% de producción al genotipo 6. Altaverde Gigaton.

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al análisis estadístico la producción de hoja por m² del cuarto corte no presentó efecto conjunto de los sistemas de riego y las variedades en el comportamiento de esta variable (Cuadro 31).

Cuadro 30. Análisis de varianza del rendimiento de hoja del cuarto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.0017347	0.00057823			
S. Riego (R)	2	0.01369992	0.00684996	27.844810 *	5.14325285	0.00092006
Error A	6	0.00147603	0.000246			
Parcela Gde	11	0.01691065				
Genotipos (G)	5	0.00927009	0.00185402	2.1576108	2.422085466	0.07572092
Inter R x G	10	0.00900462	0.00090046	1.04791186	2.048739492	0.42088211
Error B	45	0.03866813	0.00085929			
Total	71	0.0738535				

Cuadro 31. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del cuarto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.1585	0.1681	0.1539	0.1831	0.1621	0.1401	0.160972 C
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.1859	0.1930	0.1980	0.2167	0.1928	0.1822	0.194754 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.1569	0.1575	0.1879	0.1800	0.2198	0.1684	0.178411 B
Promedio	0.1671 AB	0.1729 AB	0.1799 AB	0.1933 A	0.1915 A	0.1636 B	

DSH_a= 0.01389492

DMS_b= 0.02724803

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, y DMS= Diferencia mínima significativa para el factor b. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de tallo por m²

Factor sistema de riego

Se observó en la prueba de hipótesis en la variable rendimiento de tallo por m² (Cuadro 32) respuesta significativa en los sistemas de riego, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) en donde se encontró la formación de dos grupos de medias, destacando por su mayor producción el sistema A₂. Cintilla a 1.0 m, 51030-340 con promedio de 0.146 kg de tallo por m² y en contraste el

de menor producción fue el sistema A₁. Cintilla a 0.75 m, 50820-500 con promedio de 0.121 kg de tallo por m², tratamientos que son estadísticamente diferentes. Los sistemas A₂ y A₃ resultaron estadísticamente iguales en el comportamiento de esta variable.

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta significativa de la variedades al evaluar el rendimiento de heno por m² en el cuarto corte (Cuadro 32), por lo que se procedió a la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de tres grupos de medias estadísticamente iguales entre si, en donde destaca las variedades 4. San Miguelito y la 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar las cuales conforman el primer grupo con promedios de 0.162 y 0.149 kg de tallo por m² respectivamente (Cuadro 33).

Interacción sistema de riego por variedades

En el estudio de la variación de la interacción del factor sistema de riego x variedad se encontró efecto conjunto de ambos factores en la manifestación de esta variable; siendo la mejor combinación el tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 4. San Miguelito con promedio de 0.177 kg de tallo por m² (Cuadros 32 y 33).

Cuadro 32. Análisis de varianza del rendimiento de tallo del cuarto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00016958	5.6527E-05			
S. Riego (R)	2	0.00830035	0.00415017	28.7771404*	5.14325285	0.00084143
Error A	6	0.00086531	0.00014422			
Parcela Gde	11	0.00933524				
Genotipos (G)	5	0.01784176	0.00356835	8.54170462*	2.422085466	9.5212E-06
Inter R x G	10	0.0132	0.0013197	3.15901133*	2.048739492	0.00384787
Error B	45	0.0188	0.00041776			
Total	71	0.05917301				

Cuadro 33. Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del cuarto corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.092	0.126	0.106	0.170	0.139	0.092	0.121 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.132	0.153	0.146	0.177	0.138	0.132	0.146 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.133	0.118	0.147	0.138	0.170	0.127	0.139 A
Promedio	0.119 C	0.132 BC	0.133 BC	0.162 A	0.149 AB	0.117 C	

DSHa= 0.01063882 DSHb= 0.02454507 DSHaxb= 0.04080 DSHbxa= 0.043228

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación (Cuadro 34) de la variable relación hoja/tallo no se observó diferencia significativa entre los diferentes sistemas de riego evaluados, presentando promedios dentro del rango de 1.296 a 1.386 (Cuadro 35).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del ANAVA (Cuadro 34) se encontró respuesta significativa de las variedades en la variable relación hoja/tallo en el cuarto corte y de acuerdo a la prueba de Tukey se encontró la formación de cuatro grupos de medias con promedios estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio el genotipo 1. El camino con un promedio de 1.461 y estadísticamente igual a los promedios de los genotipos 6. Altaverde Gigaton, 3. El camino 10 y 2. El Camino 9 Multifoliar (Cuadro 35).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al estudio de la variación (Cuadro 34) de la interacción sistemas de riego x variedades, se observó efecto conjunto de los dos factores en la expresión de la variable, destacando por su mayor producción el tratamiento con el sistema de riego A₁ y la variedad 1. El camino, con promedio de 1.73 en la relación hoja/tallo.

Cuadro 34. Análisis de varianza de la relación hoja/tallo del cuarto corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.0169181	0.00563937			
S. Riego (R)	2	0.09773341	0.0488667	4.2191453	5.14325285	0.07176396
Error A	6	0.0694928	0.01158213			
Parcela Gde	11	0.1841443				
Genotipos (G)	5	0.51758259	0.10351652	5.5446059 *	2.422085466	0.00046274
Inter R x G	10	0.7937	0.07936881	4.251194 *	2.048739492	0.00034477
Error B	45	0.8401	0.01866977			
Total	71	2.3355547				

Cuadro 35. Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del cuarto corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	1.730	1.336	1.455	1.085	1.173	1.540	1.386
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.416	1.251	1.407	1.227	1.402	1.367	1.345
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.236	1.332	1.280	1.307	1.293	1.330	1.296
Promedio	1.461	1.306	1.381	1.206	1.289	1.4123	
	A	ABCD	ABC	CD	BCD	AB	

DSHb= 0.02454507 DSHaxb= 0.279696 DSHbxa= 0.2889880

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Resultados del Quinto Corte

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 transformo el dato a kg por m², la henificación se hizo a la sombra durante un periodo de 10 días. Para la determinación del peso de hoja y tallo se tomó una muestra por unidad experimental de 500 g de forraje verde por parcela, la cual posteriormente se henificó para tomar los datos de materia seca.

Rendimiento de heno por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza del rendimiento de heno por m² del quinto corte los sistemas de riego no mostraron diferencia significativa en la expresión de esta variable (Cuadro 36), presentando promedios de rendimiento de 0.204 hasta 0.189 kg por m².

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta significativa de las variedades al evaluar el rendimiento de heno por m² en el quinto corte (Cuadro 36), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple, encontrándose la formación de dos grupos de medias estadísticamente iguales entre si destacando por su mayor promedio la variedad 4 San Miguelito con 0.219 kg por m² la cual solamente fue estadísticamente diferente a la variedad 1. El Camino, habiéndola superado con un 19.67% de producción (Cuadro 37).

Interacción sistema de riego por variedades

La producción de heno por m² del quinto corte presentó efecto conjunto de los factores sistema de riego x variedades, destacando por su mayor producción la combinación con el sistema A₂ y la variedad 4.San Miguelito con promedio de 0.243 kg por m² (Cuadro 37).

Cuadro 36. Análisis de varianza del rendimiento de heno del quinto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00109727	0.00036576			
S. Riego (R)	2	0.00279331	0.00139666	1.74027224	5.14325285	0.25348596
Error A	6	0.0048153	0.00080255			
Parcela Gde	11	0.00870588				
Genotipos (G)	5	0.00975037	0.00195007	2.75846136*	2.422085466	0.029491
Inter S x G	10	0.0359	0.00358902	5.07681768*	2.048739492	6.233E-05
Error B	45	0.0318	0.00070694			
Total	71	0.08615883				

Cuadro 37. Cuadro de doble entrada del rendimiento de heno del quinto corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.205	0.201	0.234	0.177	0.186	0.194	0.199
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.188	0.164	0.200	0.243	0.161	0.179	0.189
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.156	0.220	0.175	0.239	0.218	0.215	0.204
Promedio	0.183 B	0.195 AB	0.203 AB	0.219 A	0.188 AB	0.196 AB	
DSHb=	0.03192969	DSHaxb=	0.056864	DSHbxa=	0.0562343		

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de hoja por m²

Factor sistema de riego

La variable kilogramos de hoja por m² no mostró respuesta significativa a los sistemas de riego (Cuadro 38) presentando valores de 0.096 a 105 (Cuadro 39).

Factor variedades

De acuerdo al análisis de varianza del rendimiento de hoja por m² del quinto corte (Cuadro 38), las variedades no mostraron diferencia significativa en la expresión de esta variable.

Interacción sistema de riego por variedades

En el estudio de la variación de la interacción de sistemas de riego por variedad los resultados del análisis estadístico (Cuadro 38) de la producción de hoja por m², mostró efecto conjunto de ambos factores en el comportamiento de esta variable, siendo la combinación con el sistema de riego A₁ con la variedad 3. El Camino 10 la que presentó el promedio más alto con 0.125 kg de tallo por m² (Cuadro 39).

Cuadro 38. Análisis de varianza del rendimiento de hoja del quinto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00028668	9.556E-05			
S. Riego (R)	2	0.00124151	0.00062076	2.98560811	5.14325285	0.12590383
Error A	6	0.0012475	0.00020792			
Parcela Gde	11	0.00277569				
Genotipos (G)	5	0.00122093	0.00024419	1.32626652	2.422085466	0.27034139
Inter R x G	10	0.0075	0.00075108	4.07937819*	2.048739492	0.00049844
Error B	45	0.0083	0.00018412			
Total	71	0.01979256				

Cuadro 39. Cuadro de doble entrada del rendimiento de hoja del quinto corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.113	0.100	0.125	0.094	0.101	0.096	0.105
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.097	0.087	0.097	0.114	0.090	0.090	0.096
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.089	0.111	0.087	0.124	0.107	0.110	0.105
Promedio	0.100	0.099	0.103	0.110	0.099	0.098	

DSHaxb= 0.02900610 DSHbxa= 0.02869860

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para las interacciones axb y bxa respectivamente Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento de tallo por m²

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA, en la producción de tallo por m² no se observó diferencia significativa entre los sistemas de riego (Cuadro 40) presentando promedios de 0.093 a 0.099 kg por m² (Cuadro 41)

Factor variedades

Los genotipos respondieron con diferencia significativa (Cuadro 40) al evaluar la producción de tallo (kg por m²), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey encontrándose la formación de tres grupos con promedios estadísticamente iguales entre si (Cuadro 41) siendo el genotipo de mayor producción de

tallo el 4. San Miguelito y seguido por la variedad 3. El camino, con promedios de 0.109 y 0.100 t por ha.

Interacción sistema de riego por variedades

En el estudio de la interacción sistemas de riego por variedades se encontró diferencia significativa en la producción de tallo por m², siendo la mejor combinación el tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 4. San Miguelito con promedio de 0.129 kg de tallo por m², seguido por la combinación del sistema de riego A₃ con el genotipo 4. San Miguelito (0.115 kg de tallo por m²).

Cuadro 40. Análisis de varianza del rendimiento de tallo del quinto corte en kg por m², del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.0002629	8.7632E-05			
S. Riego (R)	2	0.00046714	0.00023357	1.19636934	5.14325285	0.36537821
Error A	6	0.0011714	0.00019523			
Parcela Gde	11	0.00190143				
Genotipos (G)	5	0.00477956	0.00095591	5.60571992*	2.422085466	0.00042492
Inter R x G	10	0.0126	0.00126421	7.41367686*	2.048739492	8.2769E-07
Error B	45	0.0077	0.00017052			
Total	71	0.02699673				

Cuadro 41. Cuadro de doble entrada del rendimiento de tallo del quinto corte en kg por m² para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.092	0.101	0.109	0.083	0.085	0.098	0.095
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.090	0.076	0.103	0.129	0.071	0.088	0.093
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.067	0.109	0.088	0.115	0.111	0.105	0.099
Promedio	0.083 C	0.096 ABC	0.100 AB	0.109 A	0.089 BC	0.097ABC	
DSHb=	0.015681804	DSHaxb=	0.02794989	DSHbxa=	0.0276183		

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza de la relación hoja/tallo del quinto corte, los sistemas de riego no mostraron diferencia significativa en la expresión de esta variable (Cuadro 42), presentando promedios de 1.055 a 1.099 (Cuadro 43).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza se encontró respuesta de las variedades al evaluar la relación hoja/tallo en el quinto corte, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple, encontrándose la formación de tres grupos de medias estadísticamente iguales entre si destacando por su mayor promedio la variedad 1 El Camino con un promedio de 1.214 y la cual fue igual estadísticamente a la variedad 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar con relación de 1.136 (Cuadro 43).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico de la relación hoja/tallo (Cuadro 42), se puede inferir que esta variable estuvo determinada por el efecto conjunto de los factores sistemas de riego y las variedades, siendo la mejor combinación el tratamiento con el sistema de riego A₃ con la variedad 1 El Camino con promedio de 1.342 en la relación hoja/tallo (Cuadro 43).

Cuadro 42. Análisis de varianza de la relación hoja/tallo del quinto corte del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	8.6733E-05	2.8911E-05			
S. Riego (R)	2	0.0216959	0.01084795	1.46402397	5.14325285	0.30351783
Error A	6	0.04445809	0.00740968			
Parcela Gde	11	0.06624072				
Genotipos (G)	5	0.39511252	0.0790225	14.266245 *	2.422085466	2.2785E-08
Inter R x G	10	0.6494	0.06494493	11.724765 *	2.048739492	1.3885E-09
Error B	45	0.2493	0.00553912			
Total	71	1.36006315				

Cuadro 43. Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo del quinto corte para cada uno de los tratamientos del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	1.219	0.916	1.159	1.127	1.191	0.974	1.098
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.081	1.142	0.946	0.883	1.253	1.029	1.055
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.342	1.015	0.984	1.082	0.966	1.051	1.073
Promedio	1.214 A	1.024 C	1.030 C	1.030 C	1.136 AB	1.018 BC	

DSHb= 0.08937648 DSHaxb= 0.161778 DSHbxa= 0.1574094

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento Acumulado de Cinco Cortes

Rendimiento acumulado de heno de cinco cortes

Factor sistema de riego

De acuerdo al análisis de varianza del rendimiento acumulado de heno (kg por m²) de cinco corte (Cuadro 44), los sistemas de riego no mostraron diferencia significativa en la expresión de esta variable, presentando promedios dentro del rango de 1.350 a 1.357 .kg por m² (Cuadro 45).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza (Cuadro 44) se encontró respuesta de las variedades al evaluar el rendimiento acumulado de heno por m², por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, en donde se encontró la formación de tres grupos de medias con rendimiento estadísticamente igual entre si, destacando por su mejor promedio el genotipo 4 San Miguelito con promedio de 1.550 kg por m², siendo superior a todos los demás genotipos evaluados (Cuadro 45).

Interacción sistema de riego por variedades

En el estudio de la variación a través del ANAVA se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego y de las variedades en la expresión de esta variable (Cuadro 44), donde destaca por su mayor rendimiento la combinación de la variedad 4.San Miguelito con el

sistema de riego A₂. Cintilla a 1.0 m (51030-340) con promedio de 1.622 kg de heno por m² (Cuadro 45).

Cuadro 44. Análisis de varianza del rendimiento acumulado de heno de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.01256609	0.0041887			
S. Riego (R)	2	0.00057951	0.00028976	0.04355401	5.14325285	0.95768068
Error A	6	0.03991695	0.00665282			
Parcela Gde	11	0.05306255				
Genotipos(G)	5	0.66934181	0.13386836	20.0529305*	2.422085466	1.8169E-10
Inter R x G	10	0.3496	0.03495626	5.2363039*	2.048739492	4.5314E-05
Error B	45	0.3004	0.00667575			
Total	71	1.37237573				

Cuadro 45. Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de heno de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	1.281	1.323	1.332	1.490	1.378	1.339	1.357
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	1.346	1.230	1.345	1.622	1.262	1.295	1.350
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.101	1.401	1.288	1.539	1.501	1.297	1.355
Promedio	1.243 C	1.318 BC	1.322 BC	1.550 A	1.380 B	1.310 BC	

DSH_b= 0.09811892 DSH_{bxa}= 0.172806631

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA (Cuadro 46), en la variable rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes (kg por m²) no se observó respuesta de los sistemas de riego, presentando promedios dentro del rango de 0.633 a 0.657 kg por m² (Cuadro 47).

Factor variedades

En el estudio de la variación (Cuadro 46) los genotipos respondieron con diferencias significativas al evaluar el rendimiento acumulado de tallo (kg por m²), por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de dos grupos con promedios estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 47), siendo el genotipo de menor promedio el 1. El camino con valor de 0.611; todos los genotipos fueron superados estadísticamente por el 4. San Miguelito con 0.728 kg de hoja por m².

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico la producción de hoja en kg por m² (Cuadro 46) mostró efecto conjunto de los factores sistemas de riego y las variedades; siendo la mejor combinación el tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 4.San Miguelito, con promedio de 0.762 kg de hoja por m² (Cuadro 47).

Cuadro 46. Análisis de varianza del rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00231046	0.00077015			
S. Riego (R)	2	0.0075535	0.00377675	2.45605561	5.14325285	0.16623689
Error A	6	0.00922638	0.00153773			
Parcela Gde	11	0.01909034				
Genotipos(G)	5	0.08807392	0.01761478	9.94078032*	2.422085466	1.8779E-06
Inter R x G	10	0.0636	0.0063624	3.59057806*	2.048739492	0.00145547
Error B	45	0.0797	0.00177197			
Total	71	0.25052704				

Cuadro 47. Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de hoja de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.633	0.633	0.661	0.685	0.658	0.647	0.653
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.659	0.601	0.648	0.762	0.624	0.646	0.657
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.542	0.644	0.607	0.707	0.701	0.598	0.633
Promedio	0.611 B	0.626 B	0.639 B	0.718 A	0.661 B	0.630 B	

$$DSHb= 0.05055116 \quad DSHaxb= 0.088044 \quad DSHbxa= 0.0890304$$

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes

Factor sistema de riego

De acuerdo al ANAVA (Cuadro 48) el rendimiento acumulado de tallo en cinco cortes, no presentó respuesta significativa a los diferentes sistemas de riego (Cuadro 48), presentando promedios de 0.694 a 0.721 kg por m² (Cuadro 49).

Factor variedades

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza del rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes (Cuadro 48) se encontró respuesta significativa de las variedades por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey, la cual indica la formación de tres grupos de medias con promedios estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio el genotipo 4.San Miguelito con promedio de 0.832 kg por m² (Cuadro 49) superando estadísticamente a los otros cinco genotipos evaluados.

Interacción sistema de riego por variedades

Se observó efecto conjunto de los sistemas de riego y las variedades en la expresión de la variable rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes de tallo (Cuadro 48) destacando por presentar el mayor promedio el tratamiento con el sistema de riego A₂ con el genotipo 4. San Miguelito con promedio de 0.860 kg por m² (Cuadro 49).

Cuadro 48. Análisis de varianza del rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00546429	0.00182143			
S. Riego (R)	2	0.00909681	0.00454841	2.30058956	5.14325285	0.18129726
Error A	6	0.01186237	0.00197706			
Parcela Gde	11	0.02642347				
Genotipos(G)	5	0.25996217	0.05199243	26.8082253*	2.422085466	1.8465E-12
Inter R x G	10	0.1283	0.01283108	6.61593575*	2.048739492	3.3374E-06
Error B	45	0.0873	0.00193942			
Total	71	0.50197043				

Cuadro 49. Cuadro de doble entrada del rendimiento acumulado de tallo de cinco cortes en kg por m² del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.675	0.690	0.671	0.805	0.719	0.692	0.709
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.687	0.631	0.697	0.860	0.638	0.650	0.694
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.559	0.758	0.681	0.831	0.800	0.699	0.721
Promedio	0.640 C	0.693 BC	0.683 BC	0.832 A	0.719 B	0.680 BC	
	DSHb= 0.05288576	DSHaxb= 0.093292		DSHbxa= 0.0931421			

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Relación hoja/tallo de la producción total de los cinco cortes

Factor sistema de riego

De acuerdo al estudio de la variación (Cuadro 50) de la variable relación hoja/tallo de la producción total de los cinco cortes se observó diferencia significativa entre los diferentes sistemas de riego evaluados. Al proceder a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey se encontró la formación de cuatro grupos de medias con promedio estadísticamente igual, destacando el sistema de riego A2 el cual presentó la mayor relación de hoja/tallo con promedio de 0.95 (Cuadro 51).

Factor variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del ANAVA (Cuadro 50) se encontró respuesta significativa de las variedades en la variable relación hoja/tallo de la producción total de los cinco cortes; y de acuerdo a la prueba de Tukey se encontró la formación de cuatro grupos de medias con promedios estadísticamente iguales entre sí, destacando por su mayor promedio el genotipo 1. El camino con un promedio de 0.956 el cual es estadísticamente igual al genotipo 3. El Camino 10 y diferente a los otros cuatro genotipos evaluados (Cuadro 51). El genotipo 4. San Miguelito presentó la menor relación hoja/tallo (0.864) de todos los genotipos evaluados.

Interacción sistema de riego por variedades

Al realizar la prueba de hipótesis a través del análisis de varianza de la interacción sistemas de riego x variedades (Cuadro 50), se observó efecto conjunto de los dos factores en la expresión de esta variable, presentando mayor promedio el tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 6. Altaverde Gigaton, con promedio de 0.994 en la relación hoja/tallo (Cuadro 51).

Cuadro 50. Análisis de varianza de la relación hoja/tallo de la producción total de cinco cortes del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.00266251	0.0008875			
S. Riego (R)	2	0.05514547	0.02757274	103.94423 *	5.14325285	2.2075E-05
Error A	6	0.00159159	0.00026526			
Parcela Gde	11	0.05939957				
Genotipos(G)	5	0.06009759	0.01201952	25.959629 *	2.422085466	3.1309E-12
Inter R x G	10	0.0480	0.00479552	10.357321 *	2.048739492	8.796E-09
Error B	45	0.0208	0.00046301			
Total	71	0.18828776				

Cuadro 51. Cuadro de doble entrada de la relación hoja/tallo de la producción total de cinco cortes del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	0.937	0.919	0.984	0.852	0.916	0.936	0.924 B
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	0.961	0.950	0.930	0.887	0.978	0.994	0.950 A
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	0.971	0.850	0.890	0.852	0.877	0.857	0.883 C
Promedio	0.956 A	0.906 C	0.935 AB	0.864 D	0.923 BC	0.929 BC	

DSHa= 0.01442859 DSHb= 0.02584027 DSHaxb= 0.034860 DSHbxa= 0.045509

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores a, b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales.

Eficiencia en el uso del agua

Factor sistema de riego

De acuerdo a la prueba de hipótesis a través del ANAVA no se encontró respuesta significativa entre los sistemas de riego en la variable eficiencia en el uso del agua (EUA) (Cuadro 52), presentando promedios dentro del rango de 2.1739 a 2.1849 kg de heno por m³ de agua (Cuadro 53).

Factor variedades

De acuerdo al estudio de la variación a través del ANAVA (Cuadro 52), los genotipos mostraron diferencia significativa al evaluar la EUA, por lo que se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Tukey, encontrándose la formación de tres grupos de medias, con promedios estadísticamente iguales, destacando la variedad 4. San Miguelito con promedio de 2.4959 kg de heno por m³ de agua utilizada en el ciclo de evaluación (Cuadro 53).

Interacción sistema de riego por variedades

De acuerdo al estudio de la interacción sistemas de riego x genotipos (Cuadro 52), se encontró efecto conjunto de ambos factores en la expresión de esta variable, destacando por su mayor promedio la combinación del sistemas A₂ con la variedad 4. San Miguelito (2.6117 kg de heno por m³ de agua) (Cuadro 53).

Cuadro 52. Análisis de varianza de la eficiencia del uso del agua, kg de heno por m³ de agua consumida del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	Prob.
Bloques	3	0.03257446	0.01085815			
S. Riego (R)	2	0.00150225	0.00075112	0.04355401	5.14325285	0.95768068
Error A	6	0.10347472	0.01724579			
Parcela Gde	11	0.13755143				
Genotipos (G)	5	1.73510153	0.34702031	20.0529305*	2.422085466	1.8169E-10
Inter S x G	10	0.9062	0.09061537	5.23630392*	2.048739492	4.5314E-05
Error B	45	0.7787	0.01730522			
Total	71	3.55754145				

Cuadro 53. Cuadro de doble entrada de la eficiencia del uso del agua, kg de heno por m³ de agua consumida del experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	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	2.0617	2.1306	2.1445	2.3983	2.2184	2.1557	2.1849
A2. Cintilla a 1.0 m, 51030-340	2.1679	1.9811	2.1657	2.6117	2.0316	2.0852	2.1739
A3. Cintilla a 0.75 m, 51030-340	1.7729	2.2562	2.0745	2.4777	2.4173	2.0883	2.1811
Promedio	2.0008C	2.1227 BC	2.1282 BC	2.4959 A	2.2225 B	2.1097 BC	

DSHb= 0.1580 DSHaxb= 0.2781 DSHbxa= 0.28546

DSH=Diferencia significativa honesta de la prueba de Tukey para los factores b y las interacciones axb y bxa respectivamente. Promedios con la misma literal son estadísticamente iguales

DISCUSIÓN

Los sistemas de riego presentaron inconsistencia en la respuesta al evaluar la producción de heno por m² en los cinco cortes evaluados, solamente se presentó diferencia significativa en el primer corte y en el cuarto. Como se puede observar en la Figura 1, el rendimiento mostrado por los sistemas de riego en cada uno de los cortes, ésta inconsistencia queda de manifiesto al presentar el sistema de riego A₁ el mayor promedio con más de 3.64 t por ha en el primer corte y en el cuarto corte es superado por el Sistema de Riego A₂ en 20.92 % de su rendimiento y con una producción menor en 0.82 t por ha con respecto al corte uno.

El rendimiento acumulado de heno en los cinco cortes no mostró diferencia significativa entre los sistemas de riego, presentando promedios de 13.57, 13.35 y 13.355 t por ha de heno (Cuadro 45) para los sistemas A₁, A₂ y A₃ respectivamente, con promedio por corte de 2.708 t por ha, y un rendimiento proyectado a 10 cortes (anuales) de 27.08 t por ha.

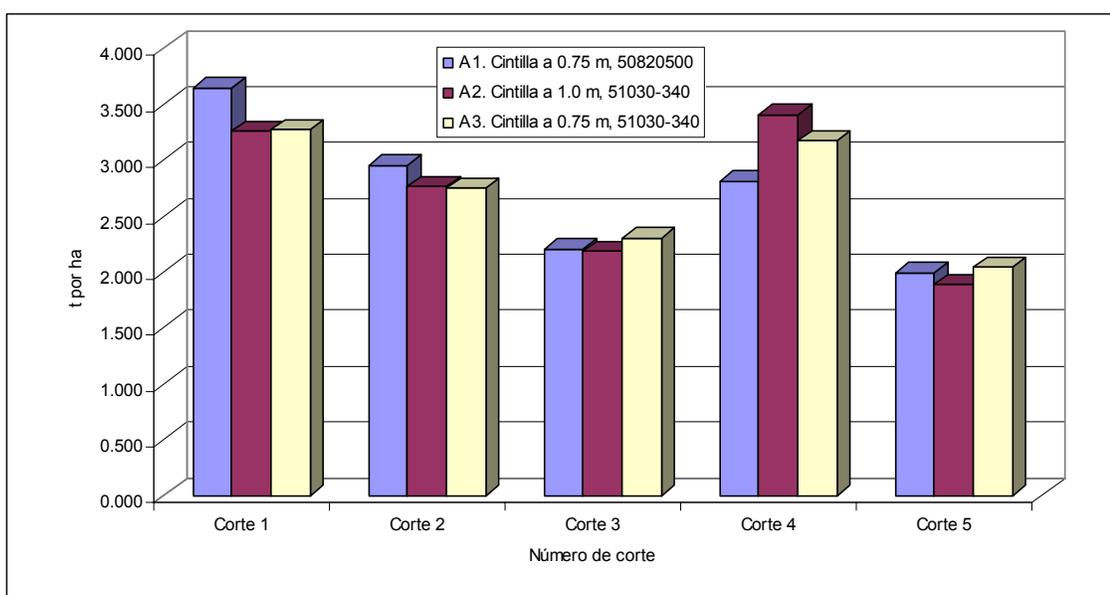


Figura 1. Producción de heno de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

Contrario a los Sistemas de Riego la respuesta de los genotipos se caracterizó por su consistencia en su respuesta al evaluar la producción de heno en cada uno de los cortes,

en el rendimiento acumulado y en la eficiencia del uso del agua. En la Figura 2 se puede observar como el genotipo 4. San Miguelito presentó los promedios mas altos en cada uno de los cortes con una producción media de 15.5 t por ha, superando con 12.31% (1.7 t por ha) en rendimiento a la variedad que ocupó el segundo lugar y con 24.69 % (3.07 t por ha) a la variedad que ocupó el último lugar. Es importante destacar que se presentó efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en esta variable en los cortes uno, tres, cinco, en el rendimiento total acumulado, por lo que es evidente que el rendimiento de las variedades esta influenciado también por del sistema de riego, tal como lo demuestra la prueba de Tukey anteriormente referenciada. Por lo anterior el tratamiento más recomendado es el Sistema de Riego “A₂” con el genotipo 4. San Miguelito con producción acumulada de 16.22 t por ha de heno (3.24 t por ha por corte) el cual solamente es estadísticamente igual a los siguientes tratamientos: A₁ con la variedad 4. San Miguelito (14.9 t por ha), A₃ con la variedad 4. San Miguelito (15.39 t por ha) y al sistema A₃ con la variedad 5. Excelente HQ ML Multifoliar (15.01 t por ha) ($DSH_{bxa}=1.728$ con $\alpha=0.05$), el rendimiento promedio del experimento fue de 2.708 t por ha el cual es inferior al reportado por González (2010) quien utilizó riego subsuperficial y obtuvo rendimientos de 4 t por ha de heno con ahorro de agua de hasta el 30% comparado con el riego por gravedad. En contraste el rendimiento medio de heno del experimento y proyectado a 10 cortes (por año) resulta 13.78% superior al encontrado por Fimbres y Navarrete (2010) quienes obtuvieron rendimientos de alfalfa de 23.86 t por ha de heno con una lámina de riego equivalente a 128 % de la ETo en la región de Caborca Son. Similar diferencia se tiene con lo referenciado por Rivera *et al.* (2004) quienes obtuvieron rendimientos de 23 t por ha de materia seca de alfalfa con una lámina de riego de 145.8 cm usando riego por goteo subsuperficial. En contraste si se considera el rendimiento del tratamiento con el sistema de riego A₂ con la variedad 4. San Miguelito (3.244 t por ha por corte) los diferenciales de rendimiento resultan 35.95% y 41.04% superiores a lo obtenido Fimbres y Navarrete, (2010) y Rivera *et al.* (2004b) en sus experimentos.

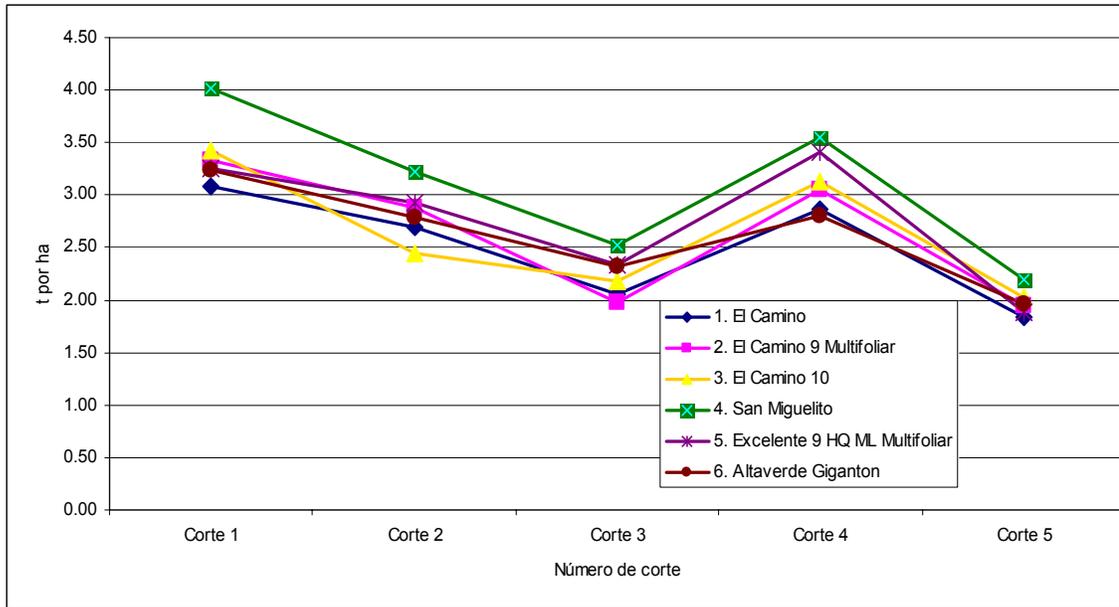


Figura 2. Producción de heno por corte de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

La producción de hoja se caracterizó por presentar respuesta a los sistemas de riego solamente en el primero y en el cuarto corte, éste ultimo corte fue el que presentó los más altos promedios durante el periodo de evaluación siendo el sistema A₂ el de mas alto promedio con 1.947 t por ha, seguido por el sistema A₃ con promedio de 1.784 t de hoja por ha. Los promedios del rendimiento acumulado de hoja para cada uno de los sistemas y para cada corte se indican en la Figura 3. El promedio de los cinco cortes varió desde 6.33 a 6.57 t por ha. El factor genotipos también se caracterizó por su inconsistencia en su respuesta al evaluar el rendimiento de hoja por m² en cada uno de los cortes en este caso solo se observó respuesta en el corte 1, corte 3 y en el rendimiento acumulado de los cinco cortes; en la Figura 4 se indica la tendencia de esta variable durante los cinco cortes, destacando por su mayor producción en el rendimiento acumulado de hoja el genotipo 4. San Miguelito con promedio de 7.18 t por ha la cual superó con un 8.62% al genotipo 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar y con 17.51% al genotipo 1. El Camino, los cuales ocuparon el segundo y sexto lugar en producción de hoja. Es importante considerar que la expresión de esta variable obedece a un efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos en tres de los cortes y en el

rendimiento acumulado de los cinco cortes; siendo la mejor combinación la del sistema de riego A₂ y el genotipo 4. San Miguelito, la cual alcanzó promedio de 7.62 t por ha. Como es de esperarse esta variable se correlacionó positivamente con el rendimiento de heno, tallo, relación/hoja tallo; y con respecto a las variables climáticas se correlaciona positivamente con las temperaturas medias máximas con un r² de 0.4207 y con las temperaturas medias mensuales con valor de “r” de 0.3594.

Respecto al rendimiento de tallo los sistemas de riego mostraron respuesta significativa en los cortes 1, 3 y 4, presentando promedios en el rendimiento acumulado de los cinco cortes de 7.09, 6.94 y 7.21 t por ha para los sistemas A₁, A₂ y A₃ respectivamente, en la Figura 5 se indica el comportamiento de los tratamientos en estudio en la expresión de esta variable.

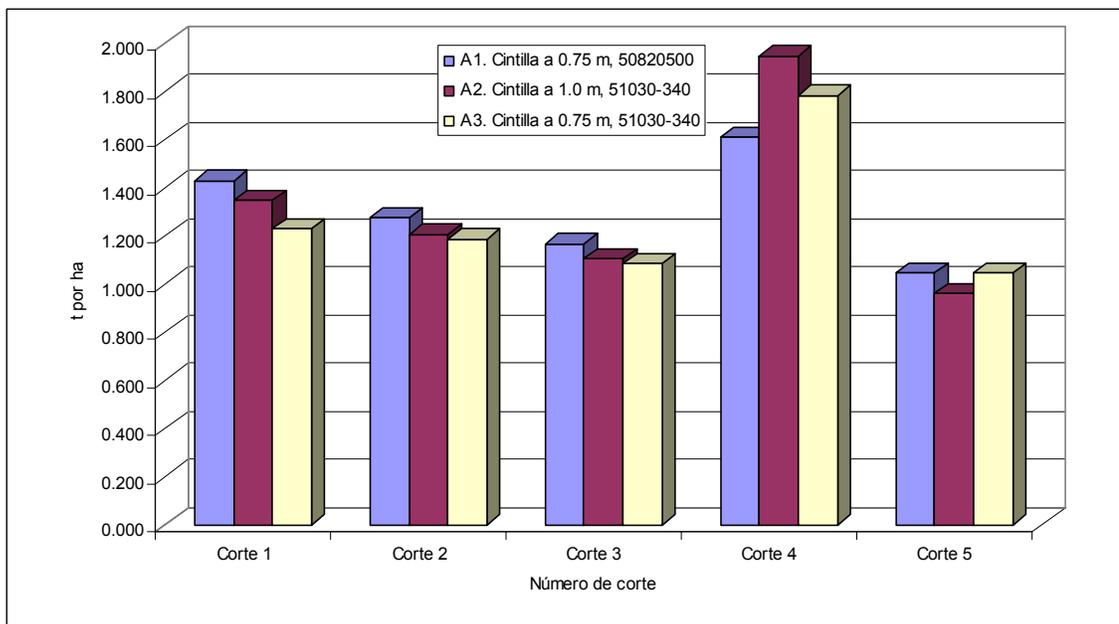


Figura 3. Producción de hoja de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

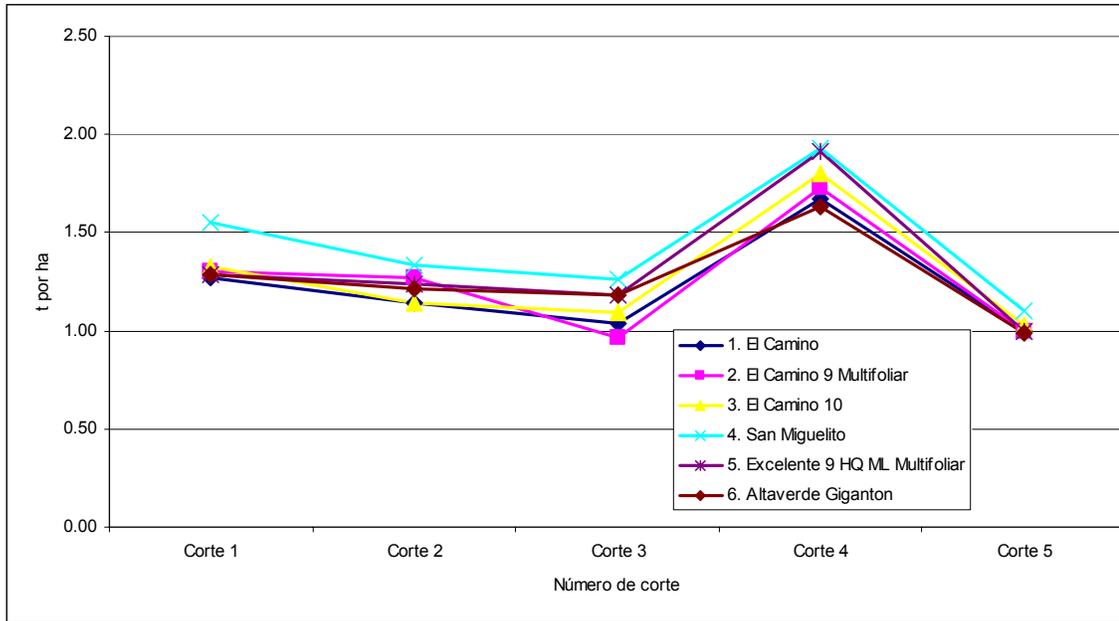


Figura 4. Producción de hoja por corte de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

Los genotipos evaluados mostraron respuesta significativa en todos los cortes y en el rendimiento acumulado de tallo de los cinco cortes, destacando por su mayor producción el genotipo 4. San Miguelito con promedio de 8.32 t por ha el cual superó con 15.71 % y 30.0% a las variedades 5. Excelente 9 HQ ML Multifoliar y 1. El Camino las cuales ocuparon el segundo y último lugar en producción de tallo; en la Figura 6 se indica la tendencia del rendimiento de esta variable en los cinco cortes evaluados.

El rendimiento de tallo de los tratamientos obtenido en el presente experimento, estuvo determinado por el efecto conjunto de los sistemas de riego y de los genotipos, siendo el tratamiento con el sistema de riego A₂ y el genotipo 4. San Miguelito el que presentó el mayor rendimiento con 8.6 t por ha, seguido por los sistemas A₃ y A₂ con el mismo genotipo.

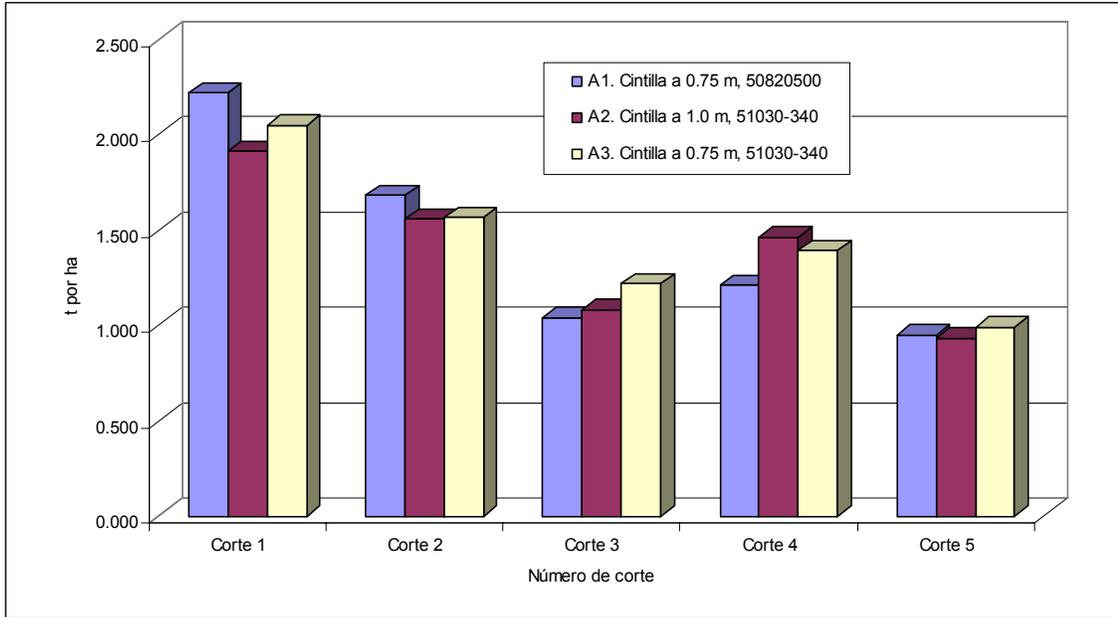


Figura 5. Producción de tallo de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

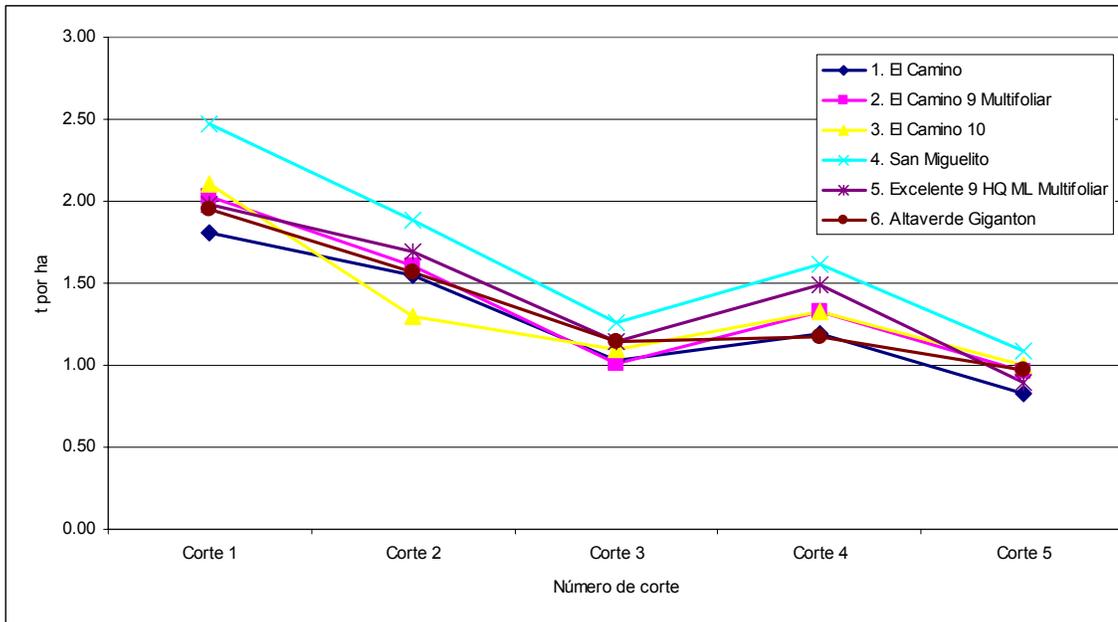


Figura 6. Producción de tallo de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

La relación hoja/tallo en el experimento solamente mostró respuesta de los sistemas de riego en los cortes 1, 3 y en la relación hoja/tallo del rendimiento acumulado de los cinco cortes, en esta última mostró promedios de 0.924, 0.950 y 0.883 para los sistemas A₁, A₂ y A₃ respectivamente, en la Figura 7 se indica el comportamiento en cada uno de los cortes en donde se puede observar que los promedios mas bajos corresponden a los cortes 1 y 2, periodos en donde las temperaturas medias mínimas ajustadas (en el periodo de crecimiento) son mayores.

En la Figura 8 se muestra el comportamiento de la relación hoja/tallo de los genotipos evaluados en cada uno de los cortes, en donde se puede observar el distinto comportamiento de los genotipos excepto en el corte 3 del experimento. La variedad 1. El Camino presentó el mayor promedio con una relación de 0.956 seguida por la variedad 3. El camino 10 con promedio de 0.935; la variedad 4. San Miguelito presentó la relación hoja/tallo más baja de todos los genotipos evaluados (0.864).

Es importante destacar que la relación hoja/tallo se asoció negativamente con la variable rendimiento de tallo ($r=-0.6896$), con las temperaturas medias mínimas ajustadas ($r=-0.5668$) y con las temperaturas medias ajustadas que se presentaron durante el desarrollo del experimento.

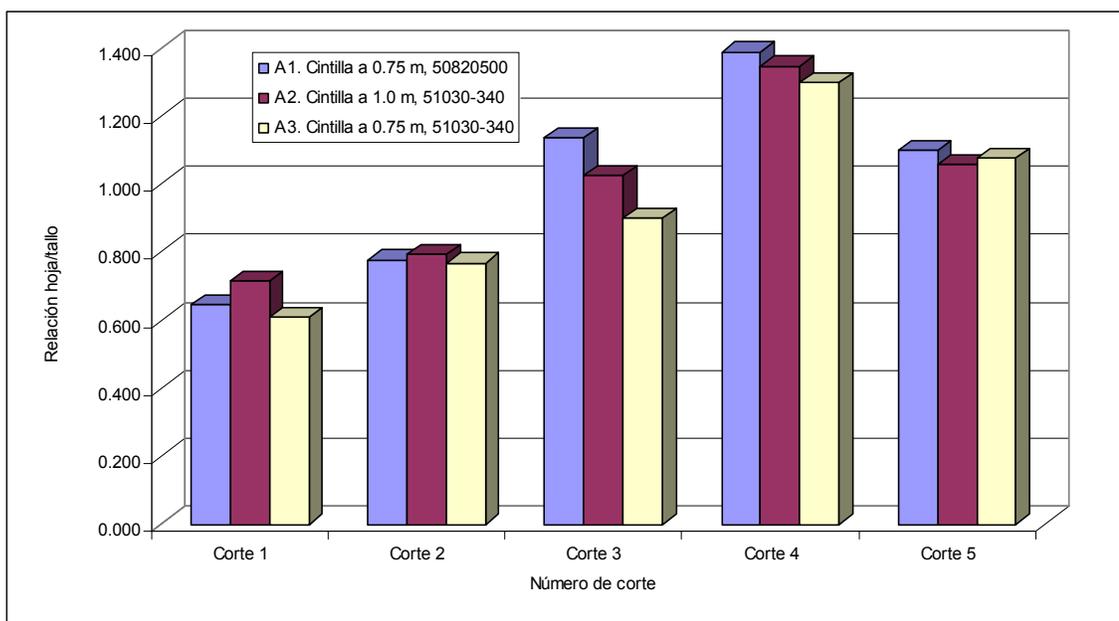


Figura 7. Relación hoja/tallo de los sistemas de riego utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

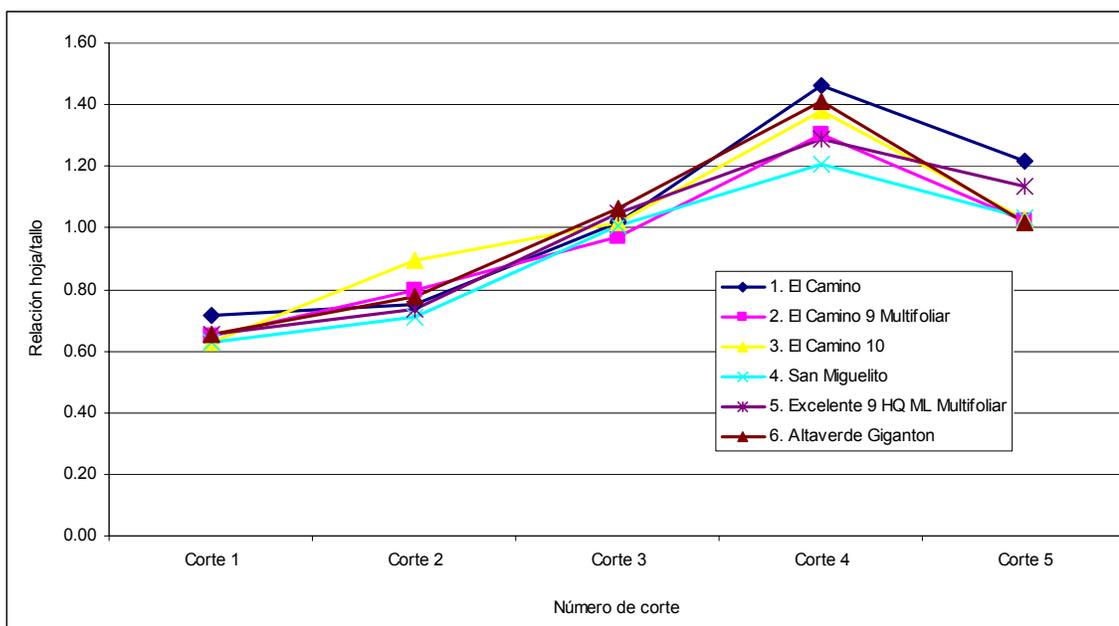


Figura 8. Relación hoja/tallo en cada uno de los cortes de los genotipos utilizados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

Cuadro 54. Coeficientes de correlación de las variable evaluadas en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

	<i>t/ha Heno</i>	<i>t por ha Hoja</i>	<i>t por ha Tallo</i>	<i>R. Hoja/tallo</i>	<i>T.Max Aj</i>	<i>T. Min Aj</i>	<i>T. Med</i>
<i>t/ha Heno</i>	1						
<i>t por ha Hoja</i>	0.75021888*	1					
<i>t po ha Tallo</i>	0.89655058*	0.3797457*	1				
<i>R. Hoja/tallo</i>	-0.30851928*	0.3852093*	-0.6896816*	1			
<i>T.Max Aj</i>	0.61632584*	0.6486223*	0.4279487*	0.05430351	1		
<i>T. Min Aj</i>	0.55770071*	0.17143062	0.6655104*	-0.5668337*	0.7330296*	1	
<i>T. Med</i>	0.60675876*	0.3594190*	0.6082479*	-0.3614620*	0.8865433*	0.9643160*	1
n=30	r(α=0.05)=0.306						

En la Figura 9 se indica la eficiencia del uso del agua (EUA) de los genotipos de acuerdo a cada uno de los sistemas de riego. Es importante destacar que los sistemas de riego no mostraron diferencia significativa en la EUA en razón de que la lámina de riego es homogénea en los tres sistemas. Como es de esperarse la EUA está determinada por los genotipos y por el efecto conjunto de los sistemas de riego y los genotipos. En

general el genotipo 4. San Miguelito presentó la mayor EUA con promedio de 2.5 kg por m³ de agua con promedios general del experimento de 2.1799 kg por m³. El tratamiento que mayor promedio mostró fue el sistema de riego A₂ con la variedad 4. San Miguelito (2.6117) y el de menor promedio fue el sistema de riego A₃ con el genotipo 1. El camino con promedio de 1.7729.

Los resultados obtenidos en la EUA en el presente experimento resultan superiores a lo obtenido por Phene (1999) quien indica EUA de 0.9 con riego subsuperficial (SS). Godoy Reyes (2004) obtuvieron EUA de 1.5 y 0.77 con el uso de riego por goteo SS y riego por goteo superficial, los cuales resultan inferiores al obtenido con el sistema A₃ con la variedad 1. El Camino (1.7729 kg de heno por m³ de agua) el cual se caracterizó por ser el promedio mas bajo del presente experimento. Fimbres y Navarrete (2010) encontraron EUA de 1.25 kg de heno por m³ de agua utilizando riego por goteo en un suelo migajón arenoso, promedio que también resulta inferior a los promedios del presente experimento.

Por otra parte los promedios de la EUA del presente experimento resultan inferiores a los obtenidos por Ben-Asher y Phene (1993) citados por Rivera *et al.* (2004) quienes obtuvieron promedio de 2.87 kg por m³ con el uso de riego por goteo SS. Neufeld *et al.* (1998) citados por Rivera *et al.* (2004) también reportan promedios de 3.5 kg por m³ de agua el cual resulta 60.55% más eficiente al promedio del EUA del presente experimento (2.1799). Por otra parte Vuelvas (s/f) menciona una eficiencia biológica 4.19 kg de M.S. de alfalfa (29.749 t por ha) con una lámina anual de 71 cm en un sistema de siembra del cultivo en surcos a 76 cm con riego por goteo usando cintilla calibre 13 mil enterrada a 20 cm de profundidad con una densidad de siembra de solo 11 kg de semilla por ha. Alam *et al.* (2002) en sus investigaciones consigna promedios de EUA de 3.5 kg de heno por m³ de agua con el uso de riego por goteo subsuperficial, valor que es superior en 60.55% al promedio obtenido en el presente estudio.

Respecto a la EUA del presente experimento no fue afectada por los sistemas de riego observando promedios de 2.18 kg de heno por m³ de agua. En contraste los genotipos mostraron diferente respuesta al evaluar la EUA con promedios de 2.00 a 2.5 siendo la mejor variedad la 4. San Miguelito; es importante destacar que la EUA estuvo determinada por el efecto conjunto de los sistemas de riego y de los genotipos, siendo el

mejor el sistema de riego A₂ con el genotipo 4. San Miguelito con EUA de 2.6117 y rendimiento de heno de 16.22 t por ha (3.244 t de heno por corte).

En general el rendimiento de hoja tiende a aumentar conforme los promedios de las temperaturas máximas ($r=0.6486$) y medias son mayores ($r=0.3594$) (Cuadro 54); en contraste la relación hoja/tallo tiende a aumentar conforme las temperaturas medias de las mínimas y las temperaturas medias mensuales son menores ($r= -0.5668$ y $r= -0.3614$) lo cual indica que cuando los promedios de las temperaturas mínimas son menores los genotipos presentaron una mayor producción de hoja que de tallo.

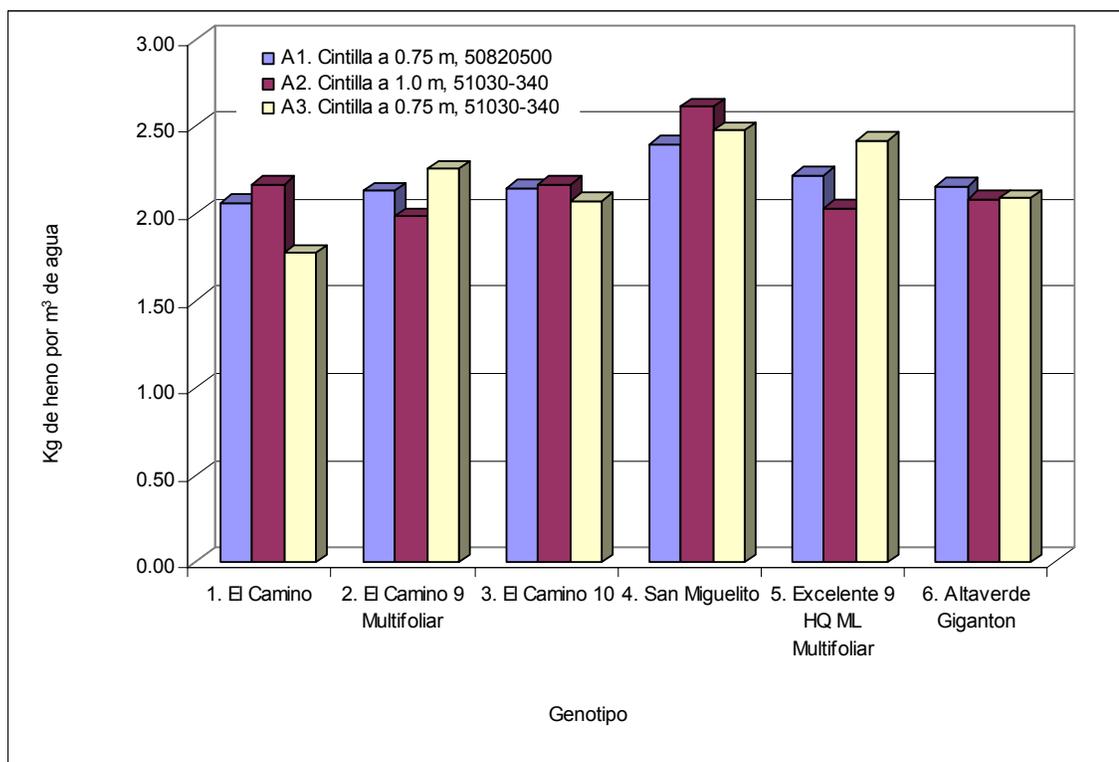


Figura 9. Eficiencia del uso del agua (kg de heno por m³ de agua) de los tratamientos estudiados en el experimento relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de las pruebas de hipótesis y a las variables evaluadas en el presente trabajo se establecen las siguientes conclusiones.

Los sistemas de riego solamente mostraron respuesta en la variable relación hoja/tallo siendo el sistema A₂ el mejor con promedio de 0.95

Los genotipos mostraron respuesta en las variables: rendimiento acumulado de heno, hoja, tallo, relación hoja tallo y en la eficiencia en el uso de agua.

El genotipo que presentó el mayor rendimiento fue la variedad San Miguelito con producción de 15.5 t ha⁻¹ con eficiencia en el uso del agua de 2.4959 kg de heno por m³ y relación hoja/tallo de 0.864.

El genotipo que presentó la mejor relación hoja/tallo fue 1. El Camino, con promedio de 0.956

Se encontró efecto conjunto de los sistemas de riego x genotipo en las variables: rendimiento acumulado de heno, hoja, tallo, relación hoja tallo y en la EUA.

La mejor combinación sistema de riego x genotipo fue el sistema A₂ con la variedad San Miguelito con producción de 16.22 t ha⁻¹ de heno, relación hoja tallo 0.887 y con EUA de 2.6117

La relación hoja/tallo se asoció negativamente con las temperaturas medias mínimas ajustadas y con las temperaturas medias ajustadas que se presentaron durante el desarrollo del experimento.

LITERATURA CITADA

- Agredano H. F. y J. A. Mesa C. S/F. Forrajes y Pastizales, Alfalfa con riego por goteo. INIFAP. CE. Todos Santos. Fichas tecnológicas por especie producto.
- Alam M., T. P. Trooien, D. H. Rogers y T. S. Dumler. 2002. An efficient irrigation technology for alfalfa. Journal de extension vol. 40 (3).
- Ben-Asaher, J. y C. J. Phene 1993. Analysis of surface and subsurface drip irrigation using a numerical model. In subsurface Drip Irrigation Theory. Practices and application-185-202 CATI, Pub. No. 92-1001. Fresno California state university.
- Berlijn, J.D. 1991. Cultivos forrajeros. Editorial trillas. México, D.F.
- Carambula M.1984.Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial agropecuaria hemisferio sur S.R.L. Montevideo Uruguay. No tiene año
- Chávez D. J. A. 2007. Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial o subterráneo. INIFAP-Fundación Produce CIRN-CE. Costa de Ensenada.
- Cofupro. 2001. La cadena de la alfalfa. Sagarpa. México.
- Durán, R.F. 2009. Cultivos y forrajes. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia.
- Espinoza B. J. Ma. 2006. El cultivo de la alfalfa y sus técnicas de manejo. INIFAP-FP. Aguascalientes, México.
- Fimbre F. A. y J. R. Navarrete M. 2010. Efecto del agua y nitrógeno en alfalfa (*medicago sativa L.*) bajo. Rev. Biotecnia. Vol. XII No. 1. URL: www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/6-Art28.pdf.
- García E. 1972. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. México, D.F.
- Godoy A. C. y J. Reyes I. 2004. Fertirriego en alfalfa. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Pag 46-51.
- González G. W. 2010. Cultivo de la alfalfa con riego subsuperficial. URL:http://Gruposemagifer.com/documento/cultivo_alfalfa_con_riego_por_goteo_subsuperficial/13583430578
- Huerta D. J., J. J. Flores R., F. de J. Morón C. y J. J. Sánchez G. 2011. Evaluación del rendimiento de variedades de alfalfa desarrolladas con riego por goteo. Memorias del XIV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad de Baja California.
- Hughes H. D., M. E. Heat. 1981. Forrajes La Ciencia de la Agricultura basada en la Producción de Pastos .Compañía Editorial Continental, S.A., México.

- Joseph H. G. et al. 1977. A compendium of alfalfa diseases. The diseases compendium series by the American. Western Nevada.
- Juscafresa, B. 1983. Forrajes y fertilizantes y valor nutritivo, editorial AEDO, Barcelona España, impresión en España.
- Llorca M. M., V. J. Masip, M. F. Olle. 1999. La alfalfa deshidratada: cultivo, transformación y consumo. Edición de la universidad de Lleida. España
- Medina A. S. J. 1997. Riego por goteo. Ediciones mundi-prensa. Madrid España.
- Montemayor J.A. 2006. Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. Técnica pecuaria México. Coahuila México. A.G. 2006. Evaluación de 14 variedades de Alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. INIFAP. Oaxaca
- Morales J.A. Jiménez J.L.V. Velasco V.A. Villegas Y.A. Enriquez J.R.V. Hernandez
- Moya T. J. A. 2000. Riego localizado y fertirrigación. Edición mundi-prensa. Madrid España.
- Muslera P. y C. Ratera G. 1991. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones mundi-prensa. Madrid.
- Neufeld J., J. Davison, D. Breazeale y G. Munk. 1998. Subsurface drip irrigation of alfalfa in Nevada. California/Nevada. Symposium, Reno Nevada.
- Olivares S. E. 1995. Diseños Experimentales con Aplicación a la Experimentación Agrícola y Pecuaria. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín Nuevo León México.
- Pellán O. S. 2011. Riego por goteo subterráneo en alfalfa (*medicago sativa* L.) para el valle de Mexicali B.C. INIFAP, CINAGUA. Mexicali B.C.
- PLM. 2009. Diccionario de especialidades agroquímicas. AMIFAC. México
- Ramírez L. M. 1995. El cultivo de la alfalfa en la región central. S.A.G., D.E.A. Chapingo, México In: Matcalf, C.L. y W.P. Flint. Insectos destructivos e insectos útiles. Traducción de la 4ta edición en ingles. C.E.C.S.A., México, D.F. 1994.
- Remón E. J. 1985. Prados y Forrajes. Editorial Aedos. Barcelona.
- Reyes C. P. 1997. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México D.F.
- Rivera E. M., J. Estrada A., I. Orana C y G. González. 2004b. Funciones de producción hídrica para la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en riego por goteo subsuperficial o subterráneo. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED pag. 642-646.

- Rivera G. M. J. Estrada A., I. Orona C. e I. Sánchez C. 2004. Alfalfa con riego por goteo subsuperficial o subterráneo: INIFAP-CENID-RASPA. Folleto Científico No. 13. Gómez Palacio, Dgo.
- Rivera G. M., J. G. Martínez R., I. Sánchez C. 2005. Tecnología de Producción de alfalfa mediante riego por goteo subsuperficial o subterráneo. ISSN. 1665-8892 Vol. 5 No. 3. URL: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo2codigo=2307073>
- Robles S. R. 1983. Producción de granos y forrajes. Ediciones Limusa Cuarta edición. México.
- Robles S. R. 1991. Producción de granos y forrajes. Ediciones Limusa Quinta edición. México.
- Rzedowski. 1976. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina. 5 (1-2): 5-291.
- Sánchez G. J. J. 2010. Evaluación del rendimiento de variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) desarrolladas con riego por goteo. Tesis profesional FA-UASLP. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.
- SARH-INIA-CIAB. 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola área de influencia del campo agrícola experimental del bajío. Celaya, Guanajuato, México.
- SIAP-SAGARPA-DGAPEAS-DEAS. 2010. Monografías de alfalfa verde. Financiera rural. México.
- Somohano M. D. 2003. Sistema de goteo con cinta enterrada para la producción de forrajes. ENGALEC. Torreón, Coah. México.
- Vuelvas C. M. A. (s/f) Producción de alfalfa con riego por goteo y en surcos INIFAP.

ANEXOS

Cuadro 55. 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 56. 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 relación hoja tallo de variedades de alfalfa desarrolladas con diferentes sistemas de riego por goteo, ciclo Verano Otoño 2011.

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	8814286	27.604286	9.7785714	18.868571	31.5					