

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación se presentan a continuación:

4.1 ALTURA DE PLANTAS

4.1.1. ALTURA DE PLANTAS AL PRIMER CORTE

Los datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

Cuadro 4. Análisis de varianza para Altura de plantas de Rye grass a los 93 días después de la siembra. San Gabriel, 2007.

F de V	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	1264.31	35				
Bloques	134.53	3	44.84	3.75*	3.10	4.94
Tratamientos	843.06	8	105.38	8.82**	2.45	3.56
Fuentes de cal(F)	81.28	1	81.28	6.80*	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	75.60	3	25.2	2.11 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	291.84	3	97.28	8.14**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	394.34	1	394.34	33.01**	4.35	8.10
E Exp	286.72	24	11.946			
Promedio (cm)	97.36					
CV (%)	3.55					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 4), detectó diferencias significativas al 5% para Bloques y Fuentes de cal. Diferencias significativas al 1% para Tratamientos, interacción Fuentes de cal por Niveles y la comparación Testigo vs Resto. Para Niveles de cal no hubo diferencia significativa. La Altura promedio del pasto indicador Rye Grass fue de 97.36 cm, con un coeficiente de variación de 3.55%.

Cuadro 5. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Altura de plantas de Rye Grass al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGO	
F2N3	106.25	A	
F1N2	101.0	A	B
F1N1	99.0	A	B
F2N2	99.0	A	B
F2N4	98.25	A	B
F2N1	97.0		B
F1N4	94.25		B C
F1N3	93.50		B C
TEST	88.50		C

En el Cuadro 5, se aprecia que la altura máxima corresponde al tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas de cal /hectárea). La prueba presenta tres rangos en el primer rango se ubicaron los tratamientos F2N3, F1N2, F1N1, F2N2 y F2N4; en el segundo rango se encuentran F1N2, F1N1, F2N2, F2N4, F2N1, F1N4, F1N3; y el tercer rango F1N4, F1N3 y el Testigo. Esto significa que los tratamientos que se encuentran en cada rango, son estadísticamente iguales.

El incremento en altura de plantas entre el mejor tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas por hectárea) y el de menor altura testigo (sin cal) fue de 17.75cm. Por lo tanto la acidez del suelo afecta de diversas maneras el crecimiento de la planta. Como señala Espinosa (1987): “Cuando el pH es bajo (la acidez es alta), uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo”. Entonces, la aplicación de cal al suelo incrementa la altura de forraje

indicador (Rye grass) ya que la disponibilidad de nutrientes crece cuando mejora la acidez del suelo mediante el encalado.

Cuadro 6. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Altura de plantas al primer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (cm)	RANGOS
DOLOMITA	100.13	A
CALCITA	96.94	B

El Cuadro 6, indica que la dolomita favorece de mejor forma al mayor crecimiento del pasto Rye grass por que en su composición existe el elemento Mg que es parte de la molécula central de la clorofila. Esto concuerda con lo expresado por Gutiérrez (1992) quien señala que “Conforme se aumentan las dosis de cal aplicadas, los contenidos de Ca incrementan apreciablemente, mientras que el Mg intercambiable disminuye. Por ello, al momento de recomendar la aplicación de CaCO_3 , resulta necesario aplicar ciertas cantidades de Mg o usar cal dolomita”.

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para Interacción FxN, variable Altura de plantas al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGOS
F2N3	106.25	A
F1N2	101.00	A B
F1N1	99.00	A B
F2N2	99.00	A B
F2N4	98.25	A B
F2N1	97.00	B
F1N4	94.25	B
F1N3	93.50	B

El Cuadro 7, indica que la altura máxima corresponde al tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas de cal /hectárea). La prueba presenta dos rangos, el primer rango esta conformado por los siguientes tratamientos F2N3, F1N2, F1N1,

F2N2 y F2N4; y en el segundo rango se encuentran F1N2, F1N1, F2N2, F2N4, F2N1, F1N4y F1N3. Entre el tratamiento F2N3 (106.25 cm) y el F1N3 (93.50cm) existe una diferencia de 12.75cm. Por lo tanto se deduce que la acidez del suelo afecta de diversas maneras el crecimiento de la planta. Como señala Gutiérrez (1992).“Los valores de pH se aumentan a medida que se incrementan las cantidades de cal (CaCO_3) aplicados”. Entonces la aplicación de cal al suelo incrementa la altura de forraje y por consiguiente la cantidad de biomasa, ya que la disponibilidad de nutrientes crece cuando mejora la acidez del suelo mediante el encalado.

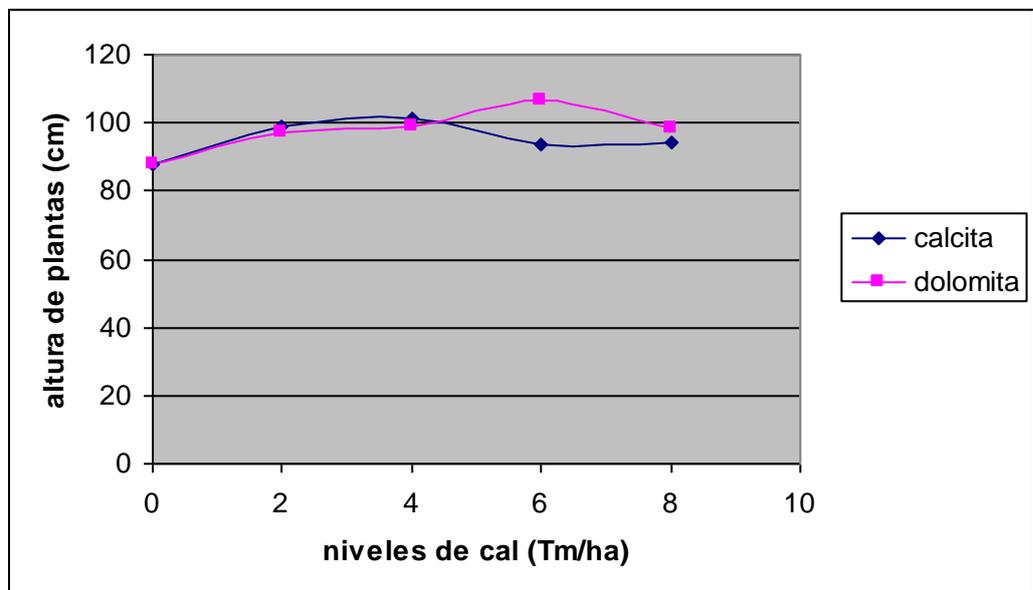


Fig. 1. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal para la altura de Plantas.

En la Fig. 1, se puede apreciar que la fuente de calcita incrementa la altura del Rye grass desde las 2 hasta las 4 toneladas por hectárea y de aquí en adelante empieza un descenso con los niveles de 6 y 8 toneladas por hectárea. Para la fuente de dolomita incrementa la altura del rye grass desde las 2 , 4 y 6 toneladas por hectárea y sufre una baja en el nivel de 8 toneladas por hectárea. Por lo tanto los mejores niveles para obtener un mayor tamaño del Rye grass de cada fuente

son la calcita con 4 toneladas por hectárea, y la dolomita fue con 6 toneladas por hectárea: el mismo que es el que presenta el mayor rendimiento de las dos fuentes y niveles.

4.1.2. ALTURA DE PLANTAS AL SEGUNDO CORTE

Estos datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

Cuadro 8. Análisis de varianza para Altura de plantas de Rye Grass en cm en el segundo corte a los 142 días después de la siembra. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	58.22	35				
Bloques	2.89	3	0.96	0.53 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	12.22	8	1.53	0.85 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal(F)	0.03	1	0.03	0.02 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	3.85	3	1.28	0.71 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	7.09	3	2.36	1.31 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	1.25	1	1.25	0.70 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	43.11	24	1.79			
Promedio(cm)	98.78					
CV (%)	1.36					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 8), no detectó diferencias significativas en Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. Por lo tanto, no se realiza las pruebas respectivas. La Altura promedio alcanzada por el pasto indicador Rye grass fue de 98.78 cm, con un coeficiente de variación de 1.36%. En este corte, los resultados de Altura de plantas indican que las dosis y fuentes de cal aplicadas no influyeron en el crecimiento de las plantas de Rye grass.

4.1.3. ALTURA DE PLANTAS AL TERCER CORTE

Los datos se registraron a los 179 días después de la siembra.

Cuadro 9. Análisis de varianza para Altura de plantas de Rye grass. Tercer corte, a los 179 días después de la siembra. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	124.75	35				
Bloques	27.42	3	9.14	4.27*	3.10	4.94
Tratamientos	46.00	8	5.75	2.69*	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	2.53	1	2.53	1.18 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	5.35	3	1.78	0.83 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	8.09	3	2.70	1.30 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	30.03	1	30.03	14.04**	4.35	8.10
E Exp	51.33	24	2.138			
Promedio (cm)	99.08					
CV (%)	1.48					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 9), detectó diferencias significativas al 5% en Bloques y Tratamientos. Diferencias significativas al 1% en la comparación Testigo vs Resto. Y no hubo diferencia significativa para Fuentes de cal, Niveles de cal y la interacción de Fuentes de cal con Niveles. La Altura promedio del pasto indicador Rye grass fue de 99.08 cm, con un coeficiente de variación de 1.48%.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Altura de plantas al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cm)	RANGO TUKEY	
F2N3	101.00	A	
F1N4	99.75	A	
F2N2	99.75	A	
F2N4	99.25	A	B
F1N1	99.00	A	B
F1N3	99.00	A	B
F1N2	98.75	A	B
F2N1	98.75	A	B
TEST	96.00		B

En el cuadro 10, se distingue dos rangos: en el primer rango se encuentran los tratamientos F2N3, F1N4, F2N2, F2N4, F1N1, F1N3, F1N2 y F1N1; y el segundo rango lo ocupan F2N4, F1N1, F1N3, F1N2, F1N1 y el testigo. Se observa tres tratamientos en los que se destacan (F2N3, F1N4, F2N2) como los tratamientos que mejores alturas obtuvieron, dejando a los demás en un segundo plano y al testigo como el tratamiento mas bajo. Estos resultados corroboran que la aplicación de cal al suelo influye directamente sobre la altura de forraje.

4.2. RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FRESCO

4.2.1. RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FRESCO AL PRIMER CORTE

Estos datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

Cuadro 11. Análisis de varianza para Rendimiento de forraje en fresco al primer corte de la mezcla forrajera en a los 93 días después de la siembra. San Gabriel, 2007.

FV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	11363.93	35				
Bloques	27.14	3	9.05	0.88 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	11089.44	8	1386.18	134.50**	2.45	3.56
Fuentes decal(F)	4344.05	1	4344.05	421.50**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	1601.21	3	533.74	51.79**	3.10	4.94
Lineal	1443.12	1	1443.12	140.02**	4.35	8.10
Cuadrática	11.47	1	11.47	1.11 ^{ns}	4.35	8.10
Cúbica	146.61	1	146.61	14.23**	4.35	8.10
(FxN)	2239.15	3	746.38	72.42**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	2905.03	1	2905.03	281.87**	4.35	8.10
E Exp	247.35	24	10.30			
Promedio (Tm/ha)	72.95					
CV (%)	4.40					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 11), no detectó diferencias significativas en Bloques. Demostró diferencias significativas al 1% para Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de Fuentes de cal por Niveles y en comparación Testigo vs Resto. En el análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal indica una tendencia lineal.

El rendimiento promedio de forraje en fresco fue de 72.95 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 4.40%.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de forraje en fresco al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY
F2N3	101.50	A
F1N4	87.00	B
F2N2	83.75	B
F2N1	83.25	B
F2N4	82.50	B
F1N3	61.25	C
F1N2	55.50	C D
F1N1	54.04	C D
TEST	47.75	D

El cuadro 12, indica que el mayor rendimiento se alcanzó con el F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea). Que ocupa el primer rango; en el segundo rango se ubicaron los tratamientos F1N4, F2N2, F2N1 y F2N4; a continuación el tercer rango lo ocupan F1N3, F1N2 y F1N1; y en el cuarto rango se encuentran F1N2, F1N1 y el tratamiento testigo. El incremento en el rendimiento de forraje en fresco entre el tratamiento testigo (sin cal) y la aplicación de 6 Tm/ha de dolomita (F2N3) fue de 53.75 Tm/ha, equivalente a 112.56%. En los primeros rangos se observan a los niveles altos de cal con la fuente de dolomita, en los últimos rangos se ubican los tratamientos testigo (sin cal) y los niveles bajos de calcita.

Por lo tanto la cal incrementa el rendimiento del forraje en suelos ácidos ya que también se evidencia un incremento del pH de 4.8 a 6.36, y la

disponibilidad de nutrientes va a ser mejor que por ende se ve reflejado en los rendimientos.

Cuadro 13. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de forraje en fresco al primer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	87.75	A
CALCITA	64.45	B

El Cuadro 13, indica que las parcelas tratadas con cal dolomita incrementó los rendimientos de forraje en fresco que la de calcita. Ya que la dolomita aparte de incrementar el pH del suelo reduce la concentración de Al^{+3} en la solución del suelo y mejora la disponibilidad de nutrientes, tiene en su composición el calcio y adicionalmente el magnesio que no contiene la calcita, el mismo que forma parte de la molécula de clorofila para su proceso fotosintético.

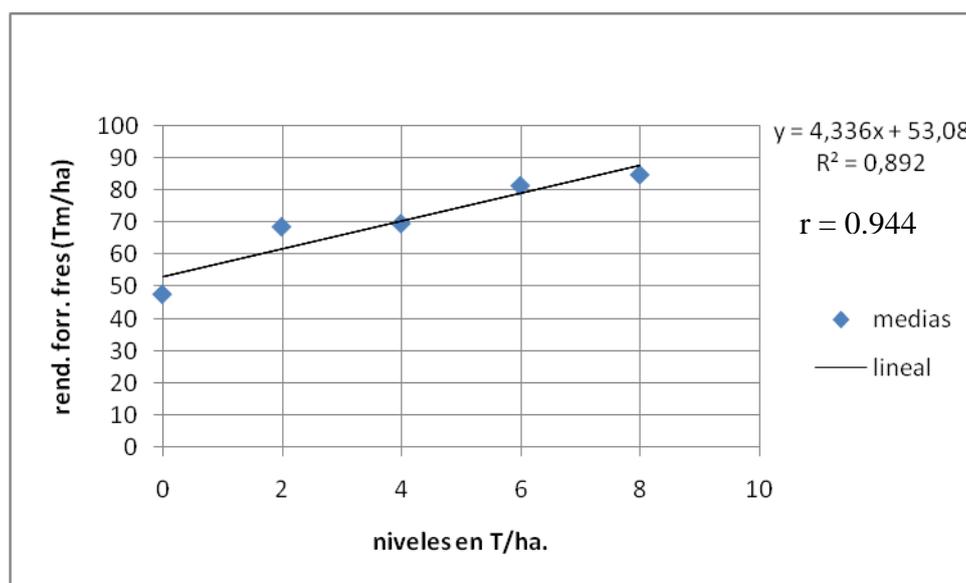


Fig. 2. Efecto de niveles de cal sobre el rendimiento de forraje en fresco al Primer corte.

La Fig. 2, indica que conforme se va incrementando las dosis de cal el rendimiento del forraje crece, esto se debe a que la cal incrementa el pH de un suelo ácido en donde los nutrientes se liberan para poder ser absorbidos de mejor manera por el pasto. Con 2 Tm/ha de cal incrementó 20.9 Tm/ha de forraje

fresco, con 4 Tm/ha de cal incrementó 21.88 Tm/ha de forraje fresco, con 6 Tm/ha de cal incrementó 33.63 Tm/ha de forraje fresco, y con 8Tm/ha de cal incrementó 37 Tm/ha de forraje fresco con relación al testigo. El pH también se incrementó: con 2 Tm/ha de cal incrementó el pH de 4.81 a 6.48, con 4 Tm/ha de cal incrementó el pH de 4.81 a 6.46, con 6 Tm/ha de cal incrementó el pH de 4.81 a 6.29, y con 8 Tm/ha de cal incrementó el pH de 4.81 a 6.17. Por lo tanto también podemos deducir que el Rye grass y el trébol rojo rinden muy bien en pH que oscilan de 6 a 6.5.

Cuadro 14. Prueba de Tukey al 5% para interacción. Variable rendimiento de forraje en fresco al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS(Tm/ha)	RANGOS
F2N3	101.50	A
F1N4	87.00	B
F2N2	83.75	B
F2N1	83.25	B
F2N4	82.50	B
F1N3	61.25	C
F1N2	55.50	C
F1N1	54.04	C

El cuadro 14, indica que el tratamiento que presentó mejores rendimientos en fresco es F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea); el cuadro indica tres rangos: el primer rango lo conforma el tratamiento F2N3; en el segundo rango están los tratamientos F1N4, F2N2, F2N1 y F2N4; y en el tercer rango se encuentran F1N3, F1N2 y F1N1. El incremento en rendimiento de forraje entre el tratamiento que mejores rendimientos en fresco presentó F2N3 y el que menos forraje en fresco produjo F1N1 sin tomar en cuenta el testigo fue de 47.46Tm/ha. Por lo tanto, se deduce que la cal aplicada al suelo en sus diferentes niveles incrementó el rendimiento de forraje, esto concuerda con lo que dijo Sánchez (1981) “La aplicación de cal al suelo incrementa la disponibilidad de varios nutrientes”.

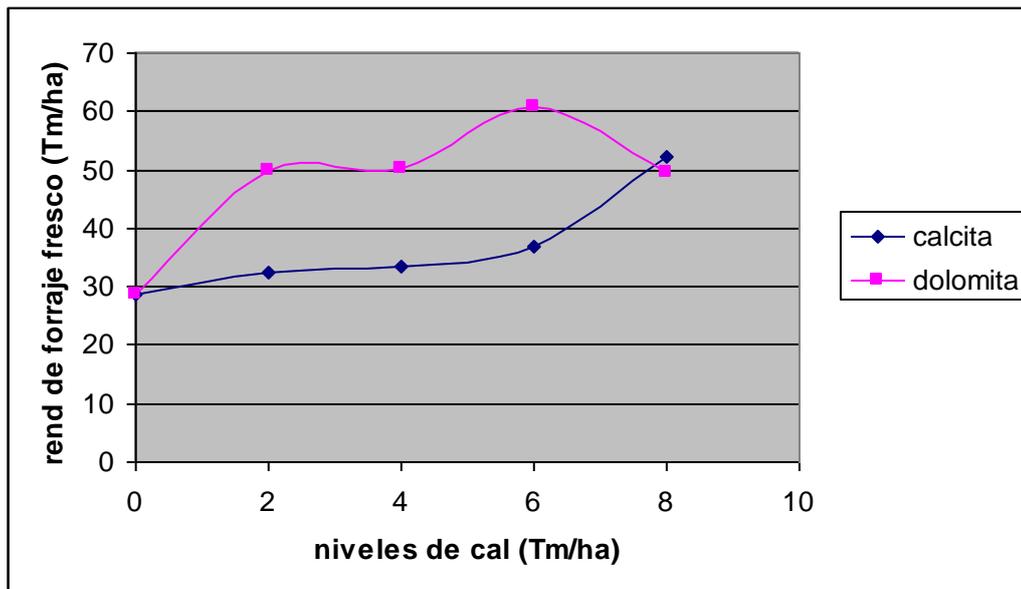


Fig. 3. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al rendimiento de forraje en fresco.

La Fig. 3, indica que para la fuente de calcita el rendimiento de forraje en fresco aumenta gradualmente conforme se incrementa los niveles de cal; para la fuente de dolomita el rendimiento de forraje en fresco incrementa con los niveles 2, 4, 6 toneladas por hectárea, y sufre una baja en el nivel de 8 toneladas por hectárea. Para la fuente de calcita el máximo rendimiento de forraje en fresco se obtuvo con las 8 toneladas por hectárea y para la fuente de dolomita el máximo rendimiento de forraje en fresco se obtuvo con el nivel de 6 toneladas por hectárea, el mismo que es el que presenta el mayor rendimiento de las dos fuentes y niveles.

4.2.2. RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FRESCO AL SEGUNDO

CORTE

Los datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el Rendimiento de forraje en fresco al segundo corte, a los 142 días después de la siembra. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	2864.40	35				
Bloques	317.66	3	105.89	9.59**	3.10	4.94
Tratamientos	2281.70	8	285.21	25.83**	2.45	3.56
Fuentes de cal(F)	325.13	1	325.13	29.44**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	606.26	3	202.09	18.30**	3.10	4.94
Lineal	187.71	1	187.71	17.00**	4.35	8.10
cuadratica	408.55	1	408.55	37.00**	4.35	8.10
cubica	10.00	1	10.00	0.91 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	485.72	3	161.91	14.66**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	864.59	1	864.59	78.29**	4.35	8.10
E Exp	265.04	24	11.04			
Promedio (Tm/ha)	59.11					
CV (%)	5.62					

** = significativo al 1%

^{ns} = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 15), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de Fuentes de cal por Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia cuadrática.

El rendimiento promedio fue de 35.38 kg/PN con un coeficiente de variación de 5.76%

Cuadro 16. Pruebas de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de forraje en fresco al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIA (Tm/ha)	RANGO
F2N3	75.42	A
F1N2	64.34	B
F2N4	62.83	B
F2N2	60.83	B
F1N4	57.71	B C
F1N3	57.08	B C
F2N1	57.04	B C
F1N1	51.50	C D
TEST	45.25	D

El Cuadro 16, indica que el tratamiento que presentó el más alto rendimiento en fresco fue el F2N3 (dolomita con 6 toneladas/ hectárea); se encontraron cuatro rangos: en el primer rango se ubica el tratamiento F2N3. En el segundo rango están F1N2, F2N4, F2N2, F1N4, F1N3 y F2N1. El tercer rango lo conforman F1N4, F1N3, F2N1 y F1N1. Y en el cuarto rango se encuentran F1N1 y el testigo. La diferencia en rendimiento de forraje entre el tratamiento F2N3 (75.42 Tm/ha) y el testigo (45.25 Tm/ha) fue de 30.17 Tm/ha, por lo tanto la aplicación de cal al suelo mejora el rendimiento de forraje, según Espinosa (1987) menciona que “Cuando el pH es bajo (la acidez es alta), uno o varios factores perjudiciales pueden deprimir el crecimiento del cultivo”. Entonces la aplicación de cal al suelo mejora el rendimiento de forraje ya que la disponibilidad de nutrientes crece cuando se reduce la acidez del suelo mediante el encalado mientras tanto la disponibilidad del Aluminio se reduce.

Explicando en términos porcentuales tomando en cuenta el mejor tratamiento F2N3 y el testigo (sin cal), el forraje se incrementó en un 66.67%.

Cuadro 17. Prueba de DMS al 5% para Fuentes, variable Rendimiento de forraje en fresco al segundo corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	64.03	A
CALCITA	57.66	A

El cuadro 17, indica que la fuente de dolomita es estadísticamente igual que la calcita. Es decir que las dos fuentes actuaron de forma similar en el rendimiento de forraje en fresco al segundo corte.

Cabe recalcar que la Dolomita presenta un mayor valor de la media estadística que la Calcita.

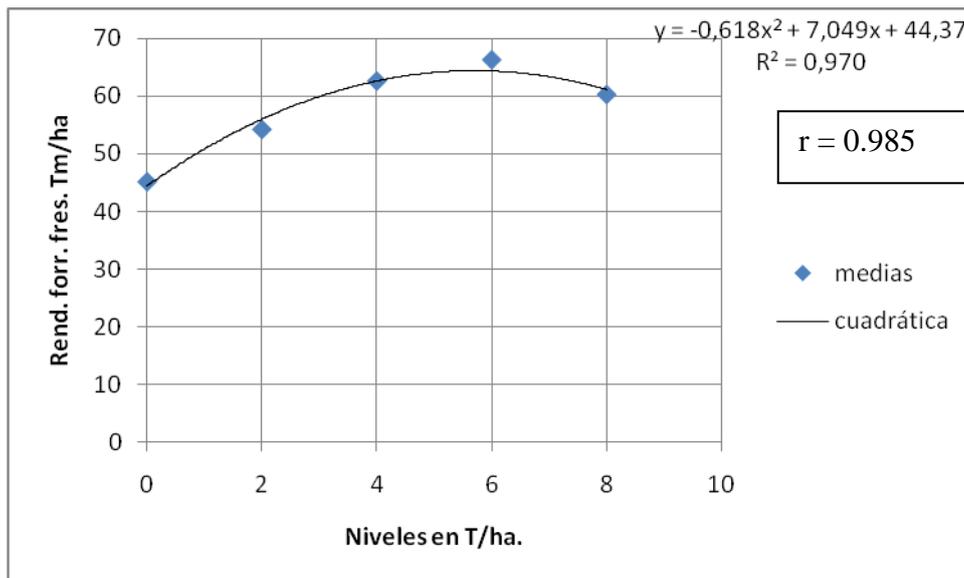


Fig. 4. Efecto de niveles de cal sobre el rendimiento de forraje en fresco al segundo corte.

La Fig. 4, indica que el rendimiento de forraje en fresco se incrementa hasta una dosis de cal de 6 toneladas por hectárea y posteriormente decae la curva de rendimiento. Con 2 T/ha de cal incrementó 9.02 Tm/ha de forraje fresco, con 4 T/ha de cal incrementó 17.33 Tm/ha de forraje fresco, con 6 T/ha de cal incrementó 21 Tm/ha de forraje fresco, y con 8T/ha de cal incrementó 15.02 Tm/ha de forraje fresco con relación al testigo

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes con Niveles, variable Rendimiento de forraje en fresco al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
F2N3	75.42	A
F1N2	64.34	B
F2N4	62.83	B
F2N2	60.83	B
F1N4	57.71	B C
F1N3	57.08	B C
F2N1	57.04	B C
F1N1	51.50	C

El Cuadro 18, indica tres rangos: en el primer rango se encuentra el tratamiento que mayor forraje en fresco presentó al segundo corte F2N3 (dolomita con 6 Tm/ha). En el segundo rango están F1N2, F2N4, F2N2, F1N4, F1N3 y F2N1. Y el tercer rango lo conforman F1N4, F1N3, F2N1 y F1N1. El incremento en rendimiento de forraje en fresco entre el tratamiento F2N3 y el F1N1 sin tomar en cuenta el testigo fue de 23.92 Tm/ha. Por lo tanto, la cal mejora el rendimiento de forraje ya que modifica su pH para la liberación de nutrientes que se van a observar en las cantidades de forraje producidos.

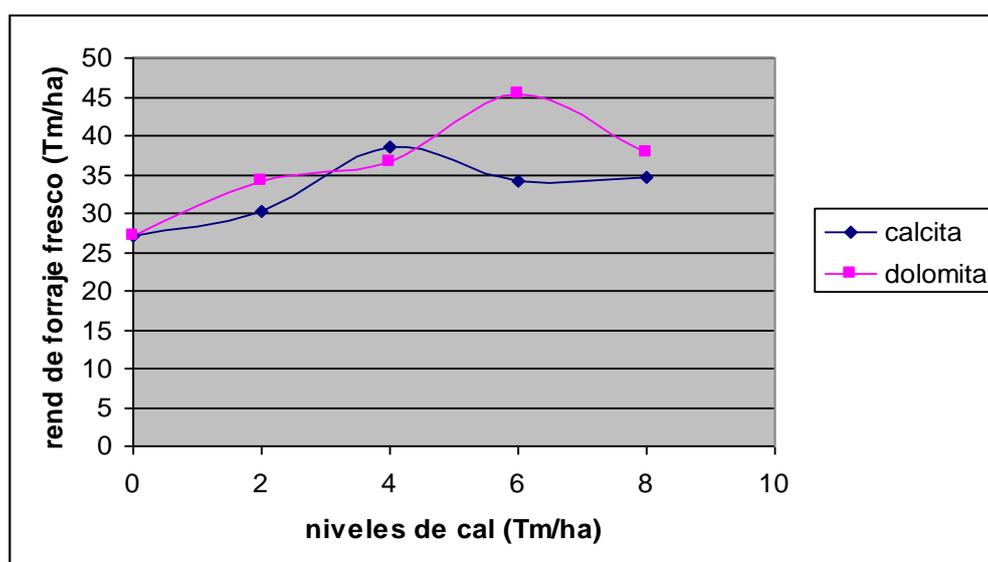


Fig. 5. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al rendimiento de forraje en fresco.

La Fig. 5, indica que el rendimiento de forraje en fresco en base a la calcita se incrementa con 2, 4 toneladas por hectárea, luego tiende a bajar con 6 toneladas por hectárea y se conserva con 8 toneladas por hectárea. Para la dolomita el incremento del rendimiento en fresco es con 2, 4, 6 toneladas por hectárea y luego decrece con 8 toneladas por hectárea. En conclusión para alcanzar el mayor rendimiento de forraje en fresco con la calcita se utiliza 4 toneladas por hectárea y con la dolomita 6 toneladas por hectárea, siendo esta última la que alcanzó el mayor rendimiento en fresco.

4.2.3. RENDIMIENTO DE FORRAJE EN FRESCO AL TERCER CORTE.

Los datos se tomaron a los 179 días después de la siembra.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el Rendimiento de forraje en fresco al tercer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	2604.97	35				
Bloques	68.51	3	22.84	3.28*	3.10	4.94
Tratamientos	2369.10	8	296.14	42.48**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	453.75	1	453.75	65.07**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	344.03	3	114.68	16.45**	3.10	4.94
lineal	293.01	1	293.01	42.02**	4.35	8.10
cuadrática	8.86	1	8.86	1.27 ^{ns}	4.35	8.10
cúbica	42.17	1	42.17	6.05*	4.35	8.10
(FxN)	735.93	3	245.31	35.18**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	835.39	1	835.39	119.80**	4.35	8.10
E Exp	167.36	24	6.973			
Promedio (Tm/ha)	63.38					
CV (%)	4.17					

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 19), detectó diferencias significativas al 5% en Bloques. Detectó diferencias significativas al 1% en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción Fuentes por Niveles y la comparación Testigo

vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia lineal.

El promedio de rendimiento en forraje fresco fue de 38.03 kg/PN, con un coeficiente de variación de 4.17%.

Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de forraje en fresco al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO
F2N3	76.34	A
F2N4	74.00	A
F2N2	67.08	B
F1N2	64.50	B
F1N4	64.25	B C
F1N1	62.00	B C
F2N1	57.96	C D
F1N3	54.50	D E
TEST	49.75	E

El Cuadro 20, indica que los tratamientos que alcanzaron los mayores rendimientos en fresco fueron F2N3 (dolomita con 6 Tm/ha) y el tratamiento F2N4 (dolomita con 8 Tm/ha) por lo tanto, se ubican en el primer rango. En el segundo rango están F2N2, F1N2, F1N4 y F1N1. En el tercer rango se encuentran los tratamientos F1N4, F1N1 y F2N1. El cuarto rango está conformado por F2N1 y F1N3. Y en el quinto rango se ubican los tratamientos F1N3 y el Testigo). La diferencia de rendimiento de forraje en fresco entre F2N3 (76.34 Tm/ha) y el testigo (49.75 Tm/ha) fue de 26.59 Tm/ha. Por lo tanto se deduce que la cal elevó el pH de ese suelo ácido para liberar los nutrientes y que sean receptados por el forraje para obtener mayores rendimientos. Entonces la aplicación de cal al suelo mejora el rendimiento de forraje ya que la disponibilidad de nutrientes crece cuando se reduce la acidez del suelo mediante el encalado mientras tanto la disponibilidad del aluminio se reduce.

Explicando en términos porcentuales tomando en cuenta el mejor tratamiento F2N3 y el testigo (sin cal), el rendimiento de forraje se incrementó en un 53.45%.

La tendencia se mantiene en los tres cortes, la corrección de la acidez del suelo por el encalado se observa en los tres cortes realizados.

Cuadro 21. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de forraje en fresco al tercer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS Kg/PN	RANGOS
DOLOMITA	68.84	A
CALCITA	61.31	B

El Cuadro 21, indica que la dolomita produjo mejores rendimientos de forraje en fresco. La dolomita aparte de incrementar el pH del suelo reduce la concentración de Al en la solución del suelo y mejora la disponibilidad de nutrientes, tiene en su composición el calcio y magnesio que no contiene la calcita.

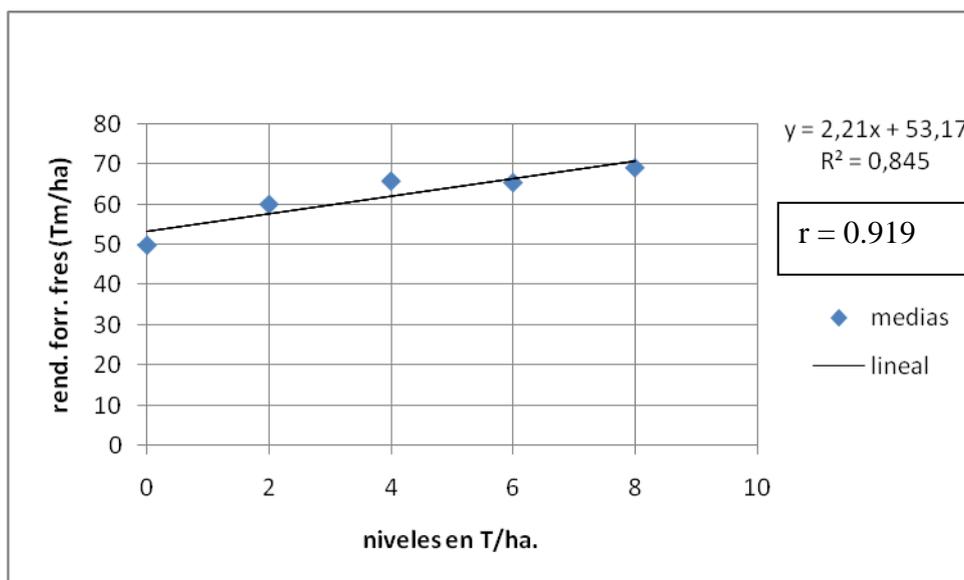


Fig. 6. Efecto de Niveles de cal sobre el Rendimiento de forraje en fresco al tercer corte.

La Fig. 6, indica que el rendimiento de forraje se incrementa a medida que aumentan los niveles de cal. Con 2 T/ha de cal incrementó 6.14 Tm/ha de forraje fresco, con 4 T/ha de cal incrementó 9.63 Tm/ha de forraje fresco, con 6 T/ha de cal incrementó 9.40 Tm/ha de forraje fresco, y con 8T/ha de cal incrementó 11.63 Tm/ha de forraje fresco con relación al testigo (sin cal).

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes con Niveles, variable Rendimiento de forraje en fresco al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
F2N3	76.34	A
F2N4	74.00	A
F2N2	67.08	B
F1N2	64.50	B
F1N4	64.25	B C
F1N1	62.00	B C
F2N1	57.96	C D
F1N3	54.50	D

El Cuadro 22, indica que los tratamientos que alcanzaron los mayores rendimientos en fresco fueron F2N3 (dolomita con 6 Tm/ha) y el tratamiento F2N4 (dolomita con 8 Tm/ha) por lo tanto se ubican en el primer rango. En el segundo rango están F2N2, F1N2, F1N4 y F1N1. En el tercer rango se encuentra los tratamientos F1N4, F1N1 y F2N1. Y el cuarto rango está conformado por F2N1 y F1N3. La diferencia de rendimiento de forraje en fresco entre el tratamiento F2N3 (76.34 Tm/ha) y el F1N3 (54.60 Tm/ha) sin tomar en cuenta el testigo fue de 21.84 Tm/ha. por lo tanto se deduce que la cal incrementó el pH de ese suelo ácido para liberar los nutrientes y que sean receptados por el forraje para obtener mayores rendimientos.

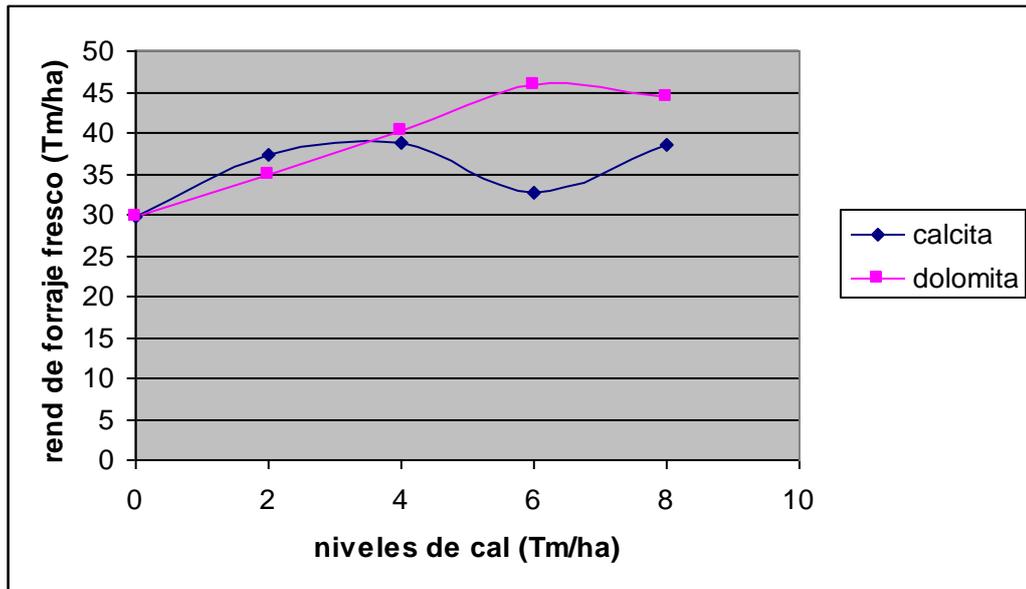


Fig. 7. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al Rendimiento de forraje en fresco.

La Fig. 7, indica que en el tercer corte para la fuente de calcita el rendimiento de forraje en fresco aumenta con los niveles 2, 4 toneladas por hectárea, en el nivel de 6 toneladas por hectárea se reduce el rendimiento pero en el nivel de 8 toneladas por hectárea se vuelve a incrementar. En base a la dolomita el incremento de forraje es continuo con 2, 4, 6 toneladas por hectárea y decrece con 8 toneladas por hectárea. En conclusión para incrementar el rendimiento en fresco la calcita trabaja mejor con 4 toneladas por hectárea y la dolomita con 6 toneladas por hectárea siendo esta última la que mayor rendimiento obtuvo.

4.2.4. RENDIMIENTO TOTAL DE FORRAJE FRESCO EN LOS TRES CORTES.

Los datos se registraron en base a la suma total de cada unidad experimental en los tres cortes.

Cuadro 23. Análisis de varianza para el Rendimiento de forraje en fresco total en los tres cortes de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	35897.55	35				
Bloques	654.60	3	218.20	7.12**	3.10	4.94
Tratamientos	34507.64	8	4313.46	140.79**	2.45	3.56
Fuentes de cal(F)	11262.38	1	11262.38	367.60**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	5396.88	3	1798.96	58.72**	3.10	4.94
lineal	4898.80	1	4898.80	159.89**	4.35	8.10
cuadrática	427.85	1	427.85	13.96**	4.35	8.10
cubica	70.21	1	70.21	2.29 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	5423.59	3	1807.86	59.01**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	12424.79	1	12424.79	405.54**	4.35	8.10
E Exp	735.31	24	30.637			
Promedio (Tm/ha)	195.30					
CV (%)	2.83					

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

^{ns}= no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 23), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, en los Niveles de cal, en la interacción Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia lineal.

El rendimiento promedio total fue de 117.18 kg/PN, con un coeficiente de variación de 2.83%.

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de forraje en fresco total en los tres cortes. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY
F2N3	253.25	A
F2N4	219.33	B
F2N2	211.67	B
F1N4	208.96	B C
F2N1	198.25	C
F1N2	184.34	D
F1N3	172.83	D E
F1N1	166.29	E
TEST	142.75	F

El Cuadro 24, indica que el tratamiento que mayor rendimiento de forraje obtuvo fue F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea), ubicándose en el primer rango. En el segundo rango se encuentran F2N4, F2N2 y F1N4. En el tercer rango están F1N4 y F2N1. En el cuarto rango se ubican los tratamientos F1N2 y F1N3. El quinto rango lo conforman F1N3 y F1N1. Y en el sexto rango esta el testigo. La diferencia de rendimiento de forraje en fresco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el testigo fue de 110.50 Tm/ha. por lo tanto se deduce que la cal modifico el pH de ese suelo ácido para liberar los nutrientes y que sean receptados por el forraje para obtener mayores rendimientos. Entonces la aplicación de cal al suelo mejora el rendimiento de forraje ya que la disponibilidad de nutrientes crece cuando se incrementa el pH del suelo y mientras tanto la disponibilidad del Aluminio se reduce.

Explicando en términos porcentuales tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el testigo (sin cal), el forraje se incrementó en un 77.41%, por lo tanto podemos afirmar que la cal incrementa el rendimiento del forraje en suelos ácidos ya que mejora la fijación biológica de Nitrógeno por parte de las leguminosas, por lo tanto la disponibilidad de nutrientes va a ser mejor y por ende se ve reflejado en los rendimientos.

Cuadro 25. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de forraje en fresco total. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	220.62	A
CALCITA	183.10	B

El Cuadro 25, indica que la fuente que mayor rendimiento de forraje en fresco produjo fue la dolomita. Ya que la dolomita aparte de incrementar el pH del suelo reduce la concentración de Al en la solución del suelo y mejora la disponibilidad de nutrientes, tiene en su composición el calcio y adicionalmente el magnesio que no contiene la calcita, el mismo que forma parte de la molécula de clorofila para su proceso fotosintético.

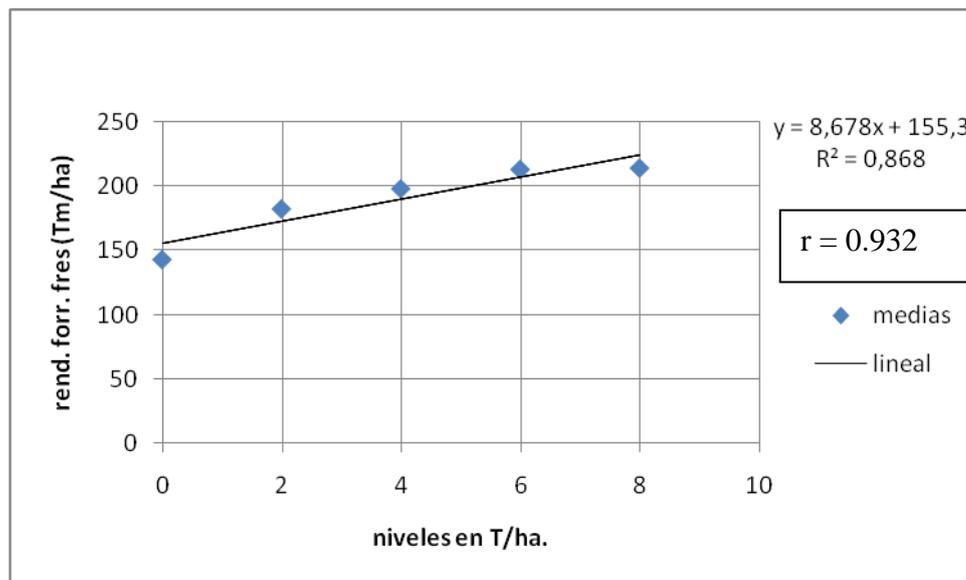


Fig. 8. Efecto de dosis de cal sobre el rendimiento de forraje en fresco total.

La Fig. 8, indica que a medida que aumentan los niveles de cal el rendimiento del forraje en fresco se incrementa, porque la cal eleva el pH del suelo ácido para que los nutrientes se liberen, por tal motivo los rendimientos crecen. Con 2 Tm/ha de cal incrementó 39.52 Tm/ha de forraje fresco, con

4Tm/ha de cal incrementó 55.25 Tm/ha de forraje fresco, con 6 T/ha de cal incrementó 70.29 Tm/ha de forraje fresco, y con 8T/ha de cal incrementó 71.4 Tm/ha de forraje fresco. El pH también se incrementó; por lo tanto, la cal incrementa el pH del suelo ácido para que los nutrientes sean más disponibles para las plantas y por ende se vean reflejados en los rendimientos.

Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal con Niveles, variable Rendimiento de forraje en fresco total en los tres cortes. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO
F2N3	253.25	A
F2N4	219.33	B
F2N2	211.67	B
F1N4	208.96	B C
F2N1	198.25	C
F1N2	184.34	D
F1N3	172.83	D E
F1N1	166.29	E

El Cuadro 26, indica que el tratamiento que mayor rendimiento de forraje en fresco obtuvo fue el F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea), ubicándose en el primer rango. En el segundo rango se encuentran F2N4, F2N2 y F1N4. En el tercer rango están F1N4 y F2N1. En el cuarto rango se ubican los tratamientos F1N2 y F1N3. Y el quinto rango lo conforman F1N3 y F1N1. La diferencia de rendimiento de forraje en fresco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea) y F1N1 (calcita con 2 toneladas / hectárea) sin tomar en cuenta el testigo fue de 86.96 Tm/ha. por lo tanto se deduce que la cal modificó el pH de ese suelo ácido para liberar los nutrientes y que sean receptados por el forraje para obtener mayores rendimientos.

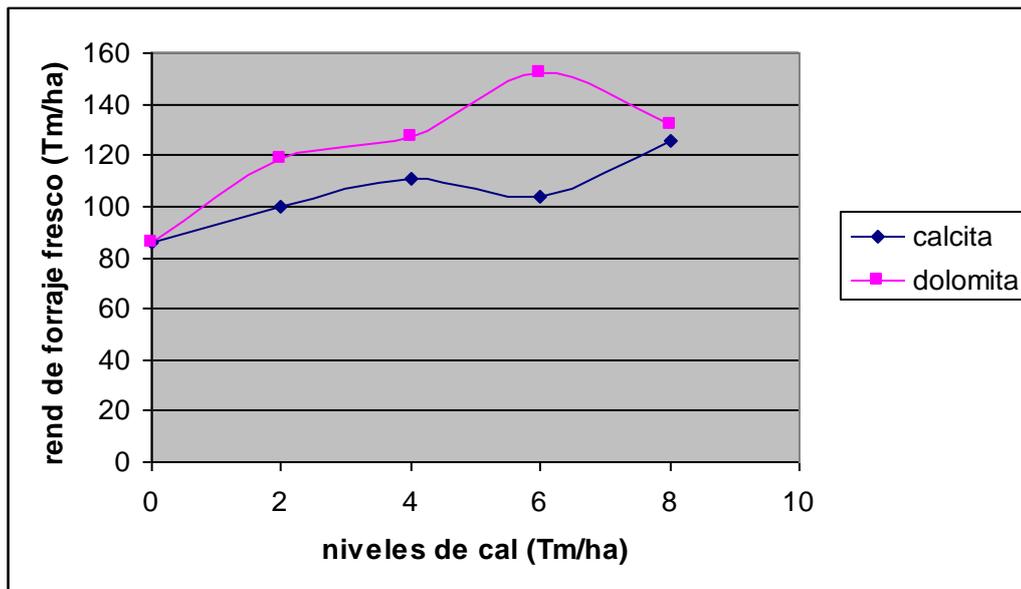


Fig. 9. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al rendimiento de Forraje en fresco total.

La Fig. 9, indica en los tres cortes realizados que la calcita presenta una tendencia de incremento en el rendimiento de forraje en fresco que va desde 2, 4, 6, 8 toneladas por hectárea; en cambio la dolomita incrementa los rendimientos en fresco con 2, 4, 6 toneladas por hectárea y decrece con 8 toneladas por hectárea. Por lo tanto la dosis recomendada para mejorar los rendimientos en fresco con calcita es de 8 toneladas por hectárea y con dolomita es de 6 toneladas por hectárea siendo esta última la que mejor rendimiento obtuvo.

4.3. PORCENTAJE DE MATERIA SECA (%MS)

4.3.1. PORCENTAJE DE MATERIA SECA AL PRIMER CORTE.

Los datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el Porcentaje de materia seca en %MS al primer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	91.05	35				
Bloques	1.52	3	0.51	1.45 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	81.14	8	10.14	29.01**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	7.37	1	7.37	21.08**	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	27.63	3	9.21	26.35**	3.10	4.94
lineal	6.87	1	6.87	19.65**	4.35	8.10
cuadrática	20.46	1	20.46	58.53**	4.35	8.10
cubica	0.29	1	0.29	0.83 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	28.13	3	9.38	26.83**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	18.01	1	18.01	51.52**	4.35	8.10
E Exp	8.39	24	0.349			
Promedio (%MS)	10.38					
CV (%)	5.7					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 27), no detectó diferencias significativas entre Bloques. Detectó diferencia significativa al 1% en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. También presenta una tendencia cuadrática.

El rendimiento promedio fue de 10.38 %MS con un coeficiente de variación de 5.7%.

Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Porcentaje de materia seca al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (%)	RANGO TUKEY		
F1N1	12.79	A		
TEST	12.38	A		
F1N4	11.42	A	B	
F1N2	10.33		B	C
F2N1	10.23		B	C
F2N3	10.09		B	C
F2N4	9.28			C D
F2N2	8.99			C D
F1N3	7.89			D

El Cuadro 28, indica cuatro rangos: en el primer rango están los tratamientos F1N1, Testigo, F1N4; que corresponden a los tratamientos con menores rendimientos de forraje en fresco en los tres cortes evaluados. El segundo rango lo conforman F1N4, F1N2, F2N1 y F2N3. En el tercer rango están F1N2, F2N1, F2N3, F2N4 y F2N2. En el cuarto rango encontramos los tratamientos F2N4, F2N2 y F1N3. La diferencia del porcentaje de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento con mayor porcentaje de materia seca el F1N1 (calcita con 2 toneladas / hectárea) y el que tuvo menor porcentaje de materia seca F1N3 (calcita con 6 toneladas / hectárea) fue de 4.90% por lo tanto se deduce que la cal no incide en el porcentaje de materia seca porque la cal favorece al desarrollo de las leguminosas las mismas que poseen un alto porcentaje de humedad que las caracterizan.

Cuadro 29. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Porcentaje de materia seca al primer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (%)	RANGOS
CALCITA	10.61	A
DOLOMITA	9.65	B

El Cuadro 29, indica que la fuente de calcita presentó mayores porcentajes de materia seca. Esto se debe a que la dolomita mejora las condiciones químicas del suelo para la nodulación de las leguminosas (variable nodulación por planta),

por ende el desarrollo de las leguminosas es mayor y como consecuencia presenta un alto porcentaje humedad y un bajo porcentaje de materia seca que es menor que la fuente de calcita.

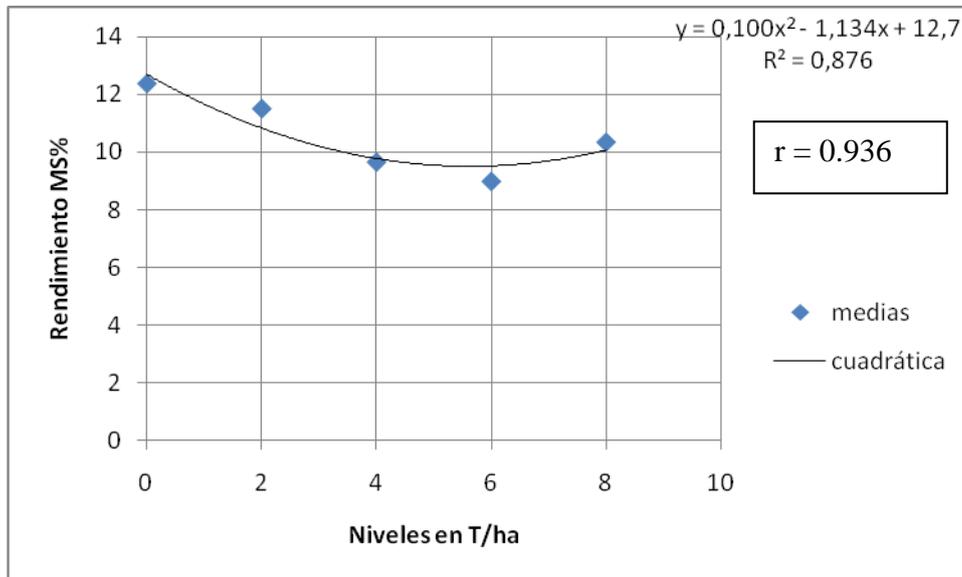


Fig. 10. Efecto de los Niveles de cal sobre el Porcentaje de materia seca al primer corte.

La Fig. 10, indica que a medida que se incrementa los niveles de cal al suelo el porcentaje de materia seca disminuye, esto se debe a que la cal favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad que es lo que las caracterizan, el porcentaje de materia seca disminuye.

Cuadro 30. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal por Niveles, variable Porcentaje de materia seca al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS%	RANGO		
F1N1	12.79	A		
F1N4	11.42	A	B	
F1N2	10.33		B	C
F2N1	10.23		B	C
F2N3	10.09		B	C
F2N4	9.28			C D
F2N2	8.99			C D
F1N3	7.89			D

El Cuadro 30, indica cuatro rangos: En el primer rango están los tratamientos F1N1, Testigo, F1N4; que corresponden a los tratamientos con menores rendimientos de forraje en fresco en los tres cortes evaluados. El segundo rango lo conforman F1N4, F1N2, F2N1 y F2N3. En el tercer rango están F1N2, F2N1, F2N3, F2N4 y F2N2. En el cuarto rango se ubican los tratamientos F2N4, F2N2 y F1N3. La diferencia del porcentaje de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento que mejores porcentajes de materia seca presentó F1N1 y el que menor porcentaje de materia seca obtuvo (F1N3) sin tomar en cuenta el testigo fue de 4.90% por lo tanto se deduce que la cal no incide en la cantidad de materia seca porque la cal favorece al desarrollo de las leguminosas las mismas que poseen un alto porcentaje de humedad que las caracterizan.

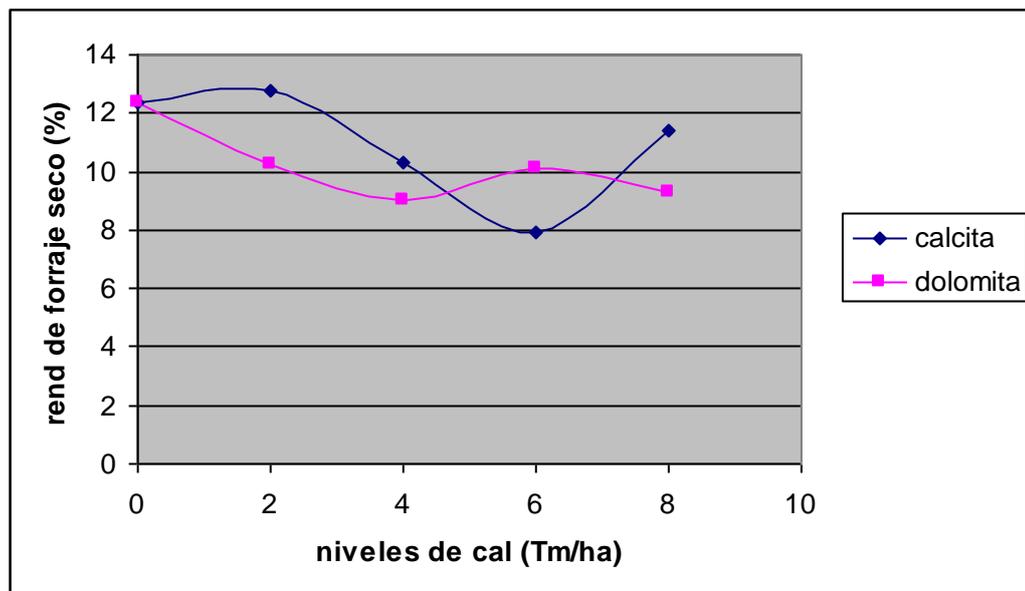


Fig. 11. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al Porcentaje de forraje en seco.

La Fig. 11, indica que la calcita mantiene su porcentaje de materia seca con 2 toneladas por hectárea y luego se disminuye dicho porcentaje con los niveles de 4, 6 toneladas por hectárea; en cambio la dolomita bajo su porcentaje de materia seca con 2 y 4 toneladas por hectárea para luego mantenerse en un mismo nivel con los niveles de 6 y 8 toneladas por hectárea. Por lo tanto la

aplicación de cal al suelo no influye para aumentar el porcentaje de materia seca de la mezcla forrajera.

4.3.2. PORCENTAJE DE MATERIA SECA AL SEGUNDO CORTE.

Los datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

Cuadro 31. Análisis de varianza para el Porcentaje de materia seca al segundo corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	122.38	35				
Bloques	25.29	3	8.53	14.39**	3.10	4.94
Tratamientos	82.56	8	10.32	17.41**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	8.75	1	8.75	14.76**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	19.31	3	6.44	10.86**	3.10	4.94
lineal	2.03	1	2.03	3.42 ^{ns}	4.35	8.10
cuadrática	11.91	1	11.91	20.09**	4.35	8.10
cubica	5.38	1	5.38	9.07**	4.35	8.10
(FxN)	54.43	3	18.14	30.59**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	0.07	1	0.07	0.12 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	14.23	24	0.592			
Promedio (%MS)	15.53					
CV (%)	4.96					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 31), detectó diferencias significativas al 1% en Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, en los Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. No demostró diferencia significativa entre Testigo vs el Resto. También presenta una tendencia cuadrática.

El rendimiento promedio fue de 15.53%MS, con un coeficiente de variación de 4.96%.

Cuadro 32. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Porcentaje de materia seca al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS(%)	RANGO	
F1N3	17.25	A	
F1N4	17.02	A	
F2N2	16.46	A	B
F2N3	15.95	A	B
F2N1	15.87	A	B
TEST	15.41	A	B
F1N1	15.05		B
F1N2	14.98		B
F2N4	11.82		C

El Cuadro 32, indica tres rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F1N3, F1N4, F2N2, F2N3, F2N1 y el Testigo. En el segundo rango están F2N2, F2N3, F2N1, Testigo, F1N1 y F1N2. Y en el tercer rango esta el tratamiento F2N4. La diferencia del porcentaje de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento que mayor cantidad de materia seca obtuvo F1N3 (calcita con 6 toneladas / hectárea) y el de menor cantidad de materia seca F2N4 (dolomita con 8 toneladas / hectárea) fue de 5.43%.

Cuadro 33. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Porcentaje de materia seca al segundo corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (%)	RANGOS
CALCITA	16.07	A
DOLOMITA	15.02	B

El Cuadro 33, indica que la calcita presentó mejores porcentajes de materia seca. Esto se debe a que la dolomita actúan de mejor forma en la nodulación de leguminosas (variable nodulación por planta), por ende el desarrollo de las leguminosas va a ser mayor y como presentan un alto contenido de humedad que las caracterizan, el porcentaje de materia seca será menor que la fuente de calcita.

Estadísticamente son diferentes pero cabe recalcar que la diferencia en este corte de de 1.05%.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal por Niveles, variable Porcentaje de materia seca al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (%)	RANGO TUKEY	
F1N3	17.25	A	
F1N4	17.02	A	
F2N2	16.46	A	B
F2N3	15.95	A	B
F2N1	15.87	A	B
F1N1	15.05	B	
F1N2	14.98	B	
F2N4	11.82	C	

El Cuadro 34, indica tres rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F1N3, F1N4, F2N2, F2N3 y F2N1. En el segundo rango están F2N2, F2N3, F2N1, F1N1 y F1N2. Y en el tercer rango esta el tratamiento F2N4. La diferencia de porcentaje de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F1N3 (calcita con 6 toneladas / hectárea) y el tratamiento F2N4 (dolomita con 8 toneladas /hectárea) sin tomar en cuenta el testigo fue de 5.43%.

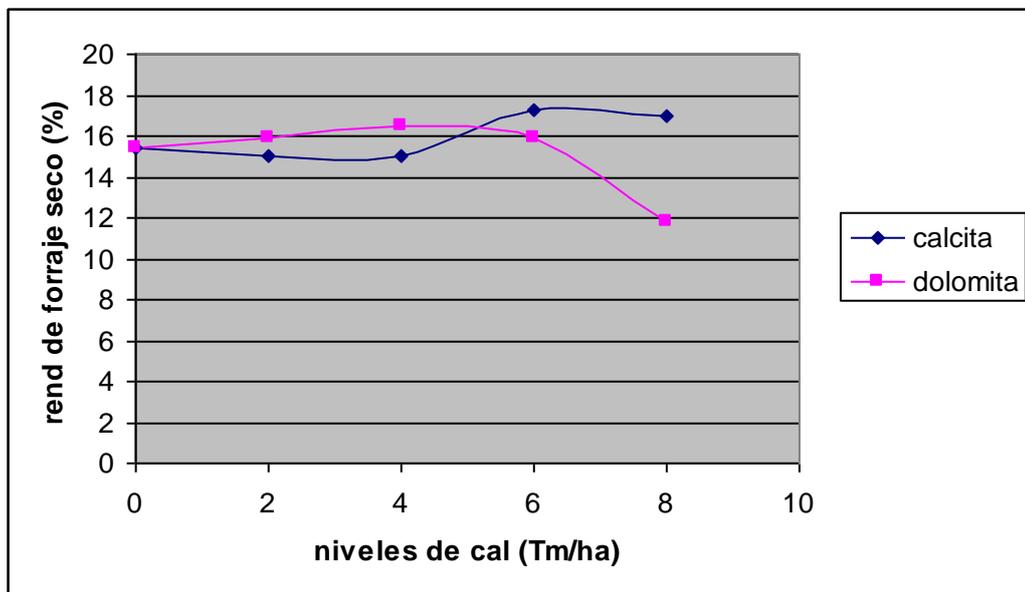


Fig. 12. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al porcentaje de materia seca al segundo corte.

La Fig. 12, indica que en el segundo corte la calcita mantuvo el porcentaje de materia seca con 0, 2, 4 toneladas por hectárea y se incrementó con 6 y 8 toneladas por hectárea. Para la fuente de dolomita el porcentaje de materia seca se mantuvo con 0, 2, 4, 6 toneladas por hectárea y con el nivel de 8 toneladas por hectárea empieza a descender. Por lo tanto en el segundo corte la calcita ayudó a mejorar el porcentaje de materia seca.

4.3.3. PORCENTAJE DE MATERIA SECA AL TERCER CORTE.

Los datos se tomaron a los 179 días después de la siembra.

Cuadro 35. Análisis de varianza para el Porcentaje de materia seca al tercer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	165.66	35				
Bloques	75.02	3	25.01	10.30**	3.10	4.94
Tratamientos	32.37	8	4.05	1.67 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	1.06	1	1.06	0.44 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	21.05	3	7.02	2.89 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	7.12	3	2.37	0.98 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	3.14	1	3.14	1.29 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	58.27	24	2.427			
Promedio (%MS)	15.70					
CV (%)	9.92					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 35), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques. No demostró diferencia significativa en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El rendimiento promedio de materia seca fue de 15.70%, con un coeficiente de variación de 9.92%.

4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Para el análisis estadístico de esta variable se realizó un análisis correspondiente para gramíneas y otro análisis correspondiente solo para leguminosas.

4.4.1. COMPOSICIÓN BOTÁNICA AL PRIMER CORTE.

Los datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

a) Gramíneas

Cuadro 36. Análisis de varianza para Composición botánica en gramíneas al primer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM.	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	19.56	35				
Bloques	0.45	3	0.15	0.19 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	0.56	8	0.07	0.09 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.03	1	0.03	0.04 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	0.35	3	0.12	0.16 ^{ns}	3.10	4.94
(F x N)	0.09	3	0.03	0.04 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	0.09	1	0.09	0.12 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	18.55	24	0.77			
Promedio (%)	97.11					
CV(%)	0.91					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 36), no detectó diferencias significativas entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. Por lo tanto no se realizó ninguna de las pruebas respectivas. El promedio en gramíneas al primer corte fue de 97.11 %, con un coeficiente de variación de 0.91%.

Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de fuentes y niveles de cal no influyeron significativamente en el porcentaje de gramíneas, el que en

general es alto; predominando en la mezcla forrajera; esto concuerda con las cantidades de semilla utilizada a la siembra.

b) Leguminosas

Cuadro 37 . Análisis de varianza para la composición botánica en leguminosas en el primer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	10.31	35				
Bloques	3.64	3	1.21	4.75*	3.10	4.94
Tratamientos	0.56	8	0.07	0.27 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.28	1	0.28	1.10 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	0.10	3	0.03	0.12 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	0.09	3	0.03	0.12 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	0.09	1	0.09	0.35 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	6.11	24	0.2545			
Promedio (%)	1.36					
CV(%)	37.1					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 37), detectó diferencia significativa al 5% entre Bloques. No detectó diferencia significativa en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. Por lo tanto no se realizaran las pruebas respectivas. El promedio en leguminosas al primer corte fue de 1.36 %, con un coeficiente de variación de 37.1%, el que es alto para este tipo de investigaciones.

Con el tiempo y de acuerdo al manejo se espera que el porcentaje de leguminosas se vaya incrementando debido a la buena nodulación observadas en las primeras etapas de crecimiento de la leguminosa.

4.4.2. COMPOSICIÓN BOTÁNICA AL SEGUNDO CORTE.

Los datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

a) Gramíneas

Cuadro 38. Análisis de varianza para la Composición botánica en gramíneas en el segundo corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	62.56	35				
Bloques	10.78	3	3.59	2.52 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	17.56	8	2.20	1.54 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.78	1	0.78	0.55 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal N)	4.10	3	1.37	0.96 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	9.34	3	3.11	2.18 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	3.34	1	3.34	2.34 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	34.22	24	1.425			
Promedio (%)	94.39					
CV (%)	1.27					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 38), no detectó diferencias significativas entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de Fuentes por Niveles de cal y en la comparación Testigo vs Resto. El promedio en gramíneas al segundo corte fue de 94.39 %, con un coeficiente de variación de 1.27%.

b) Leguminosas

Cuadro 39. Análisis de varianza para la Composición botánica en leguminosas en el segundo corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	73.89	35				
Bloques	5.00	3	1.67	1.08 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	31.89	8	3.99	2.59 *	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.5	1	0.5	0.32 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	8.5	3	2.83	1.84 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	13.5	3	4.5	2.92 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	9.39	1	9.39	6.09 *	4.35	8.10
E Exp	37.00	24	1.541			
Promedio (%)	3.94					
CV(%)	31.5					

ns = no significativo

* = significativo al 5%

El análisis de varianza (Cuadro 39), no detectó diferencia significativa entre Bloques, Fuentes de cal, niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. Demostró diferencia significativa al 5% entre Tratamientos y en la comparación Testigo vs Resto. El promedio en leguminosas al segundo corte fue de 3.94 %, con un coeficiente de variación de 31.5%.

Cuadro 40. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Composición botánica en leguminosas al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS %	RANGO TUKEY	
F1N1	5.50	A	
F1N4	5.00	A	B
F2N1	4.50	A	B
F2N2	4.25	A	B
F2N3	4.25	A	B
F1N2	3.25	A	B
F1N3	3.25	A	B
F2N4	3.00	A	B
TEST	2.50	B	

El Cuadro 40, indica dos rangos: el primer rango está conformado por F1N1, F1N4, F2N1, F2N2, F2N3, F1N2, F1N3 y F2N4. En el segundo rango se encuentran F1N4, F2N1, F2N2, F2N3, F1N2, F1N3, F2N4 y el testigo. La diferencia del porcentaje en leguminosas de la mezcla forrajera tomando en cuenta el tratamiento con mayor porcentaje de leguminosa F1N1 (calcita con 2 toneladas / hectárea) y el de menor porcentaje de leguminosa testigo (sin cal) fue de 3.00% por lo tanto se deduce que la cal influye en el desarrollo de las leguminosas.

4.4.3. COMPOSICIÓN BOTÁNICA AL TERCER CORTE.

Los datos se tomaron a los 179 días después de la siembra.

a) Gramíneas

Cuadro 41. Análisis de varianza para la Composición botánica en gramíneas al tercer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM.	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	34.22	35				
Bloques	2.00	3	0.67	0.61 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	5.72	8	0.72	0.65 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.03	1	0.03	0.03 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	3.60	3	1.20	1.09 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	2.09	3	0.70	0.63 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	0.003	1	0.003	0.003 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	26.5	24	1.1041			
Promedio (%)	95.78					
CV (%)	1.10					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 41), no detectó diferencias significativas entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El promedio en gramíneas al tercer corte de la mezcla forrajera fue de 95.78 %, con un coeficiente de variación de 1.10%.

b) Leguminosas

Cuadro 42. Análisis de varianza para la Composición botánica en leguminosas en el tercer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	30.89	35				
Bloques	1.56	3	0.52	0.51 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	4.89	8	0.61	0.60 ^{ns}	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.03	1	0.03	0.03 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	4.10	3	1.37	1.35 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	0.59	3	0.20	0.20 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	0.17	1	0.17	0.17 ^{ns}	4.35	8.10
E Exp	24.44	24	1.018			
Promedio (%)	2.56					
CV(%)	39.4%					

ns = no significativo

El análisis de varianza (Cuadro 42), no detectó diferencia significativa entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El promedio en leguminosas al tercer corte de la mezcla fue de 2.56 %, con un coeficiente de variación de 39.4%, el que es alto para este tipo de investigaciones.

4.5. VARIACIÓN DE pH DEL SUELO.

4.5.1. VARIACIÓN DE pH DEL SUELO AL PRIMER CORTE.

Cuadro 43. Análisis de varianza para la Variación de pH al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	16.88	35				
Bloques	4.48	3	1.49	10.94 **	3.10	4.94
Tratamientos	9.13	8	1.14	8.37**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.04	1	0.04	0.29 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	0.52	3	0.17	1.25 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	0.09	3	0.03	0.22 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	8.48	1	8.48	62.24**	4.35	8.10
E Exp	3.27	24	0.136			
Promedio	6.18					
CV (%)	5.97					

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 43), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, y en la comparación Testigo vs Resto. No detectó diferencia significativa en Fuentes de cal, Niveles de cal y en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. El valor promedio de pH al primer corte fue de 6.18, con un coeficiente de variación de 5.97%.

Cuadro 44. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable pH del suelo al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (pH)	RANGO
F2N1	6.53	A
F1N2	6.51	A
F1N1	6.42	A
F2N2	6.41	A
F2N3	6.36	A
F2N4	6.24	A
F1N3	6.23	A
F1N4	6.09	A
TEST	4.81	B

El Cuadro 44, indica que a todos los tratamientos que se les incorporó cal un mes antes de la siembra, elevaron su valor de pH con relación al testigo (sin cal). La variación de pH tomando en cuenta entre el tratamiento que presentó un mayor pH F2N1 (dolomita con 2 toneladas/ha) y el testigo (sin cal) fue de 1.72. Por lo tanto se deduce que la cal aumenta el valor de pH “El contenido de Ca CO₃ aumenta el pH, en función de la titulación se ha observado que en suelos andinos el 63% necesitan más de 10 TM/ha de cal y más del 93% más de 6TM/ha de cal, a medida que aumenta la aplicación de cal, aumenta la producción” (García, 2002).

4.5.2. VARIACIÓN DE pH DEL SUELO AL SEGUNDO CORTE.

Cuadro 45. Análisis de varianza para el pH del suelo al segundo corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	19.27	35				
Bloques	5.37	3	1.79	16.33 **	3.10	4.94
Tratamientos	11.27	8	1.41	12.87**	2.45	3.56
Fuentes de cal(F)	0.11	1	0.11	1.00 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	1.21	3	0.40	3.65 *	3.10	4.94
lineal	1.02	1	1.02	9.31**	4.35	8.10
cuadrática	0.01	1	0.01	0.09 ^{ns}	4.35	8.10
cubica	0.18	1	0.18	1.64 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	0.69	3	0.23	2.10 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	9.26	1	9.26	84.50**	4.35	8.10
E Exp	2.63	24	0.109			
Promedio	6.23					
CV (%)	5.31					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 45), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, y en la comparación Testigo vs Resto. Detectó diferencia significativa al 5% en los Niveles de cal. Y no hubo diferencia

significativa para Fuentes de cal y en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. El análisis de polinomios ortogonales presenta una tendencia lineal.

El pH promedio al segundo corte fue de 6.23, con un coeficiente de variación de 5.31%.

Cuadro 46. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable pH del suelo al segundo corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (pH)	RANGO	
F2N4	6.97	A	
F1N2	6.53	A	B
F1N3	6.44	A	B
F2N2	6.38	A	B
F2N3	6.38	A	B
F1N4	6.37	A	B
F2N1	6.16	A	B
F1N1	6.08		B
TEST	4.80		C

El Cuadro 46, indica tres rangos: en el primer rango están F2N4, F1N2, F1N3, F2N2, F2N3, F1N4 y F2N1. En el segundo rango se encuentran F1N2, F1N3, F2N2, F2N3, F1N4, F2N1 y F1N1. Y el tercer rango lo conforma el testigo. La diferencia de pH del suelo entre el tratamiento F2N4 (dolomita con 8 toneladas / hectárea) y el testigo (sin cal) fue de 2.17. Se evidencia una marcada diferencia entre el testigo y los tratamientos que se les incorporó cal, también se recalca que los tratamientos con mayores dosis de cal ocupan el primer rango, por lo tanto se deduce que a medida que se aumenta la cantidad de cal al suelo, el pH de este aumenta.

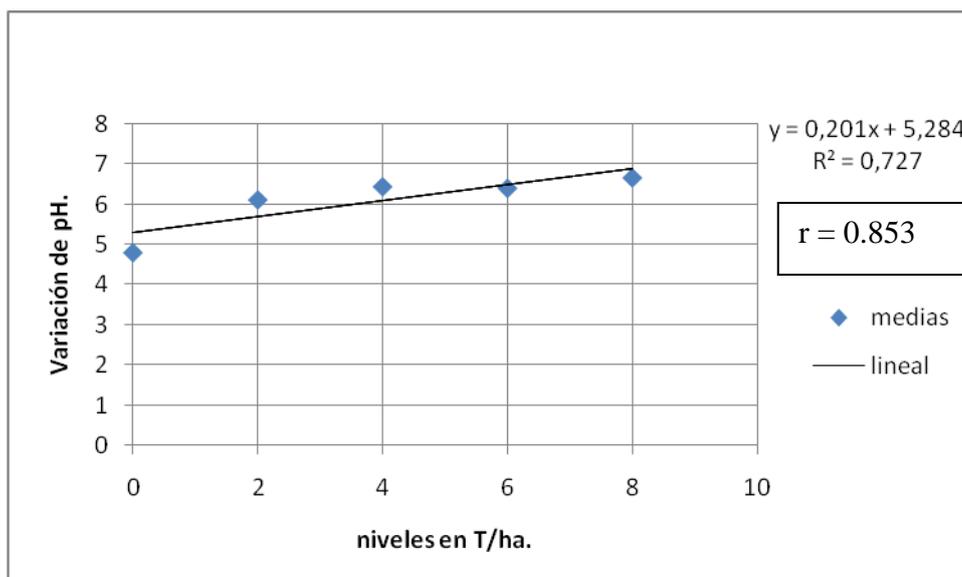


Fig. 13. Efecto de los Niveles de cal sobre el pH del suelo al segundo corte.

La Fig. 13, indica que conforme se aumenta la cantidad de cal el valor de pH se incrementa. Por lo tanto la cal aumenta el valor de pH “El Ca CO_3 aumenta el pH, en función de la titulación se ha observado que en suelos andinos el 63% necesitan más de 10 TM/ha de cal y más del 93% más de 6TM/ha de cal, a medida que aumenta la aplicación de cal, aumenta la producción” (García, 2002).

4.5.3. VARIACIÓN DE pH DEL SUELO AL TERCER CORTE.

Cuadro 47. Análisis de varianza para la variación de pH al tercer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	14.80	35				
Bloques	0.69	3	0.23	1.38 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	10.12	8	1.27	7.64**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	0.04	1	0.04	0.24 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	0.85	3	0.28	1.68 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	0.29	3	0.10	0.60 ^{ns}	3.10	4.94
Testigo vs Resto	8.94	1	8.94	53.77**	4.35	8.10
E Exp	3.99	24	0.1662			
Promedio	6.20					
CV (%)	6.58					

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 47), detectó diferencias significativas 1% entre Tratamientos y en la comparación Testigo vs Resto. No detectó diferencia significativa en Bloques, Fuentes de cal, en los Niveles de cal y en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. El pH promedio al tercer corte de la mezcla forrajera fue de 6.20, con un coeficiente de variación de 6.58%.

Cuadro 48. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Variación de pH al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (pH)	RANGO TUKEY
F1N3	6.66	A
F2N4	6.59	A
F1N4	6.49	A
F1N2	6.40	A
F2N3	6.39	A
F2N1	6.24	A
F2N2	6.14	A
F1N1	6.10	A
TEST	4.79	B

El Cuadro 48, indica que todos a los tratamientos que se les incorporó cal sin importar la dosis y fuente al suelo son estadísticamente iguales en base a la determinación de pH del suelo. La diferencia de pH entre el tratamiento con mayor pH F1N3 (calcita con 6 toneladas / hectárea) y el testigo (sin cal) fue de 1.87. Por lo tanto la cal aumenta el valor de pH como se evidencia en el cuadro 48 ya que las diferencias entre los tratamientos encalados y el testigo son marcadas.

4.6. NODULACIÓN POR PLANTA

4.6.1. NODULACIÓN POR PLANTA AL PRIMER CORTE.

Los datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

Cuadro 49. Análisis de varianza para la Nodulación por planta al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	392.31	35				
Bloques	6.09	3	2.03	1.73 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	358.06	8	44.76	38.15**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	128.00	1	128.00	109.09**	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	64.13	3	21.38	18.22**	3.10	4.94
lineal	60.03	1	60.03	51.16**	4.35	8.10
cuadratica	0.50	1	0.50	0.43 ^{ns}	4.35	8.10
cubica	3.60	1	3.60	3.07 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	24.25	3	8.08	6.89**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	141.68	1	141.68	120.75**	4.35	8.10
E Exp	28.16	24	1.173			
Promedio (nod/planta)	14.36					
CV(%)	7.54					

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 49), no demostró diferencias significativas entre Bloques. Detectó diferencia significativa al 1% en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia lineal.

El promedio de nodulación por planta al primer corte fue de 14.36 nod/planta, con un coeficiente de variación de 7.54%.

Cuadro 50. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Nodulación por planta al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS(nod/Planta)	RANGO TUKEY
F2N3	19.75	A
F2N4	18.25	A
F2N2	15.50	B
F1N4	15.00	B C
F2N1	14.75	B C
F1N2	12.75	C D
F1N3	12.75	C D
F1N1	11.75	D
TEST	8.75	E

El Cuadro 50, indica cinco rangos: en el primer rango están F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F2N4 (dolomita con 8 toneladas / hectárea). En el segundo rango se encuentran F2N2, F1N4 y F2N1. El tercer rango lo conforman F1N4, F2N1, F1N2 y F1N3). En el cuarto rango se encuentran F1N2, F1N3 y F1N1). Y el quinto rango lo integra el testigo. La diferencia de número de nódulos por planta tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el tratamiento testigo fue de 11.00 nod/planta, por lo tanto se deduce que la cal incide en relación directa a la formación de nódulos en las leguminosas. “La fijación simbiótica de N por parte de las leguminosas en suelos ácidos se reduce notablemente. La simbiosis requiere de un rango de pH estrecho para funcionamiento óptimo de los rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno)”.

Los tratamientos con la fuente de dolomita están ocupando el primer rango, entonces el magnesio que contiene esta fuente actúa para una mejor nodulación del trébol rojo.

Cuadro 51. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Nodulación por planta al primer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (nod/Planta)	RANGOS
DOLOMITA	17.06	A
CALCITA	13.06	B

El Cuadro 51, indica que la dolomita influye de mejor forma en la nodulación de leguminosas, ya que en su composición contiene calcio y magnesio a diferencia de la calcita que contiene solo calcio. El magnesio es parte de la molécula central de la clorofila que es la encargada de que se lleve a cabo la fotosíntesis lo cual nos ayuda a la mejor formación de nódulos en las leguminosas.

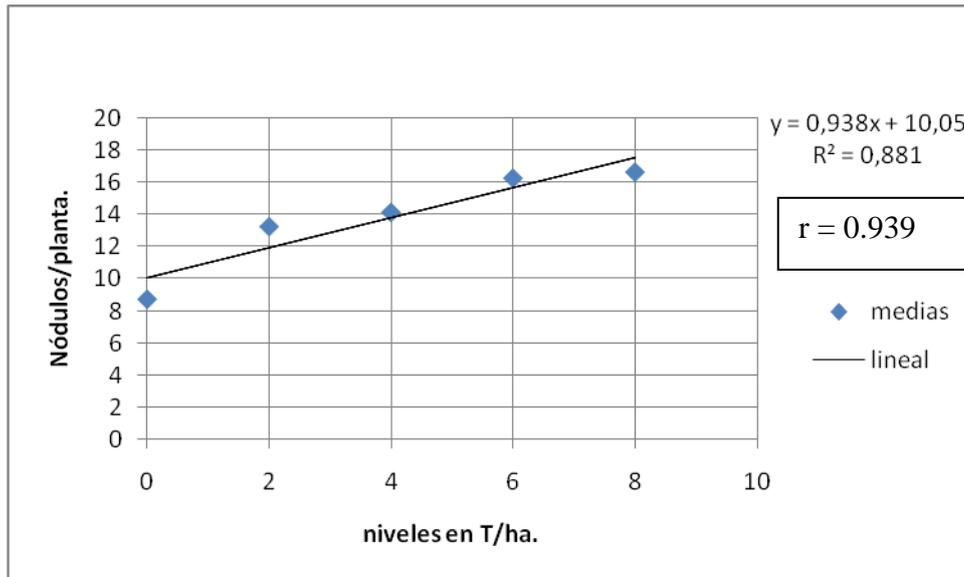


Fig. 14. Efectos de los Niveles de cal sobre la Nodulación por planta al primer corte.

La Fig. 14, indica que a medida que se incorpora mayores cantidades de cal al suelo, el número de nódulos por planta asciende, ya que la cal mejora el pH del suelo haciendo mas fácil el desarrollo de estos microorganismos. “La fijación simbiótica de N por parte de las leguminosas en suelos ácidos se reduce notablemente. La simbiosis requiere de un rango de pH estrecho para funcionamiento óptimo de los rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno)”

Cuadro 52. Prueba de Tukey al 5% para la interacción de Fuentes de cal con Niveles, variable Nodulación por planta al primer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (nod/planta)	RANGO TUKEY
F2N3	19.75	A
F2N4	18.25	A
F2N2	15.50	B
F1N4	15.00	B C
F2N1	14.75	B C
F1N2	12.75	C D
F1N3	12.75	C D
F1N1	11.75	D

El Cuadro 52, indica cuatro rangos: el primer rango lo conforman F2N3 y F2N4. En el segundo rango están F2N2, F1N4 y F2N1) En el tercer rango se encuentran (F1N4, F2N1, F1N2, F1N3). Y el cuarto rango lo integran F1N2, F1N3 y F1N1. La variación del número de nódulos por planta tomando en cuenta el tratamiento con mayor cantidad de nódulos (F2N3) y el tratamiento con menor cantidad (F1N1) sin tomar en cuenta el testigo fue de 8.00 nod/planta, por lo tanto se deduce que la cal incide en relación directa a la formación de nódulos en las leguminosas.

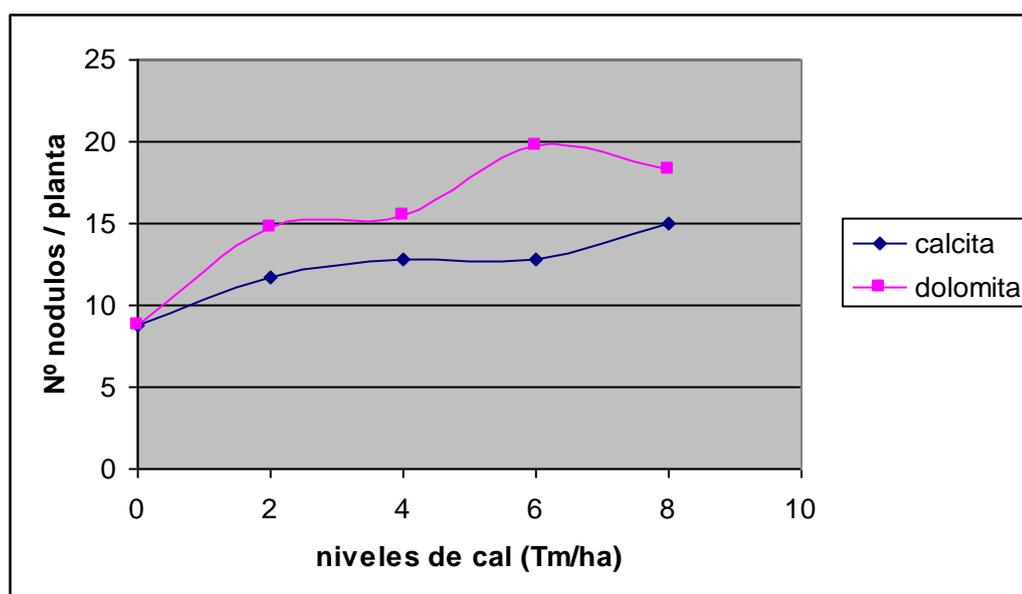


Fig. 15. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base a la cantidad de Nódulos por planta de trébol rojo.

La Fig. 15, detectó que la calcita mejora al nodulación del trébol rojo conforme se aumenta los niveles 2, 4, 6,8 toneladas por hectárea; la dolomita también presenta un incremento uniforme del número de nódulos por planta de trébol rojo con niveles de 2, 4, 6 toneladas por hectárea y con el nivel de 8 toneladas por hectárea empieza a descender. En conclusión para mejorar la nodulación del trébol rojo se utiliza 8 toneladas por hectárea de calcita o 6 toneladas por hectárea de dolomita, esta última presentó mayor cantidad de nódulos.

4.6.2. NODULACIÓN POR PLANTA AL SEGUNDO CORTE.

Los datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

Cuadro 53. Análisis de varianza para la Nodulación por planta al segundo corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	727.56	35				
Bloques	10.00	3	3.33	0.68 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	600.56	8	75.07	15.40**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	128.00	1	128.00	26.26**	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	143.62	3	47.87	9.82**	3.10	4.94
lineal	96.10	1	96.10	19.71**	4.35	8.10
cuadrática	15.13	1	15.13	3.10 ^{ns}	4.35	8.10
cubica	32.40	1	32.40	6.65*	4.35	8.10
(FxN)	68.25	3	22.75	4.67*	3.10	4.94
Testigo vs Resto	260.69	1	260.69	53.47**	4.35	8.10
E Exp	117.00	24	4.875			
Promedio (nod/planta)	3.11					
CV (%)	6.67					

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 53), no detectó diferencias significativas entre Bloques. Detectó diferencia significativa al 5% en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles. Y presento diferencia significativa al 1% para Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, y en la comparación Testigo vs

Resto. El análisis de polinomios ortogonales para niveles de cal presenta una tendencia lineal.

El promedio para la nodulación por planta al segundo corte de fue de 33.11 nod/planta, con un coeficiente de variación de 6.67%.

Cuadro 54. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Nodulación por planta al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (nod/Planta)	RANGO
F2N3	41.25	A
F2N4	37.25	A B
F1N4	33.25	B C
F2N2	33.25	B C
F1N3	32.50	B C
F2N1	32.50	B C
F1N2	32.00	B C
F1N1	30.50	C D
TEST	25.50	D

El Cuadro 54, indica cuatro rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F2N4 (dolomita con 8 toneladas / hectárea). El segundo rango está compuesto por F2N4, F1N4, F2N2, F1N3, F2N1 y F1N2. En el tercer rango se encuentran F1N4, F2N2, F1N3, F2N1, F1N2 y F1N1). Y el cuarto rango lo conforman los tratamientos F1N1 y el testigo. La diferencia de número de nódulos por planta de trébol tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el tratamiento testigo fue de 15.75 nod/planta, por lo tanto se deduce que la cal incide en relación directa a la formación de nódulos en las leguminosas.

Cuadro 55. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Nodulación por planta al segundo corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS(nod/Planta)	RANGOS
DOLOMITA	36.06	A
CALCITA	32.06	B

El Cuadro 55, indica que la dolomita influye de mejor forma en la nodulación de leguminosas, ya que en su composición contiene calcio y magnesio a diferencia de la calcita que contiene solo calcio. El magnesio es la molécula central de la clorofila que es la encargada de que se lleve a cabo la fotosíntesis lo cual ayuda a la mejor formación de nódulos en las leguminosas.

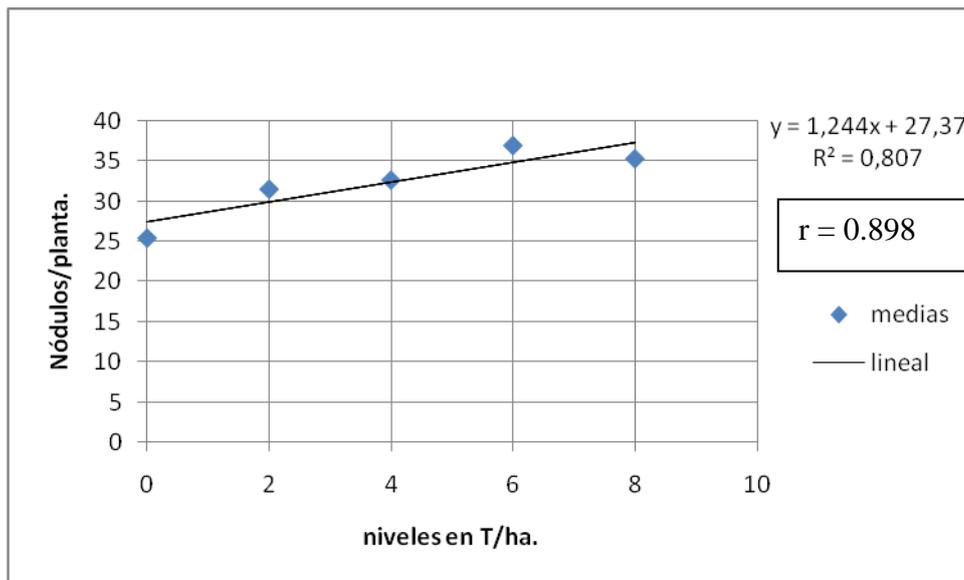


Fig. 16. Efecto de los Niveles de cal sobre la Nodulación por planta al segundo corte.

La Fig. 16, indica que a medida que se incrementa la cantidad de cal al suelo, el número de nódulos por planta aumenta, ya que la cal mejora el pH del suelo lo cual favorece al desarrollo de estos microorganismos. “La fijación simbiótica de N por parte de las leguminosas en suelos ácidos se reduce notablemente. La simbiosis requiere de un rango de pH estrecho para funcionamiento óptimo de los rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno)”

Cuadro 56. Prueba de Tukey al 5% para la interacción de Fuentes de cal con Niveles, variable Nodulación por planta al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (nod/planta)	RANGO
F2N3	41.25	A
F2N4	37.25	A B
F1N4	33.25	B C
F2N2	33.25	B C
F1N3	32.50	B C
F2N1	32.50	B C
F1N2	32.00	B C
F1N1	30.50	C

El Cuadro 56, indica tres rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F2N4 (dolomita con 8 toneladas / hectárea). El segundo rango está compuesto por F2N4, F1N4, F2N2, F1N3, F2N1 y F1N2). Y en el tercer rango se encuentran F1N4, F2N2, F1N3, F2N1, F1N2 y F1N1). La diferencia de numero de nódulos por planta de trébol tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el tratamiento F1N1 sin tomar en cuenta el testigo fue de 10.75 nod/planta, por lo tanto a medida que se aumenta la cantidad de cal al suelo la nodulacion en las leguminosas es mayor.

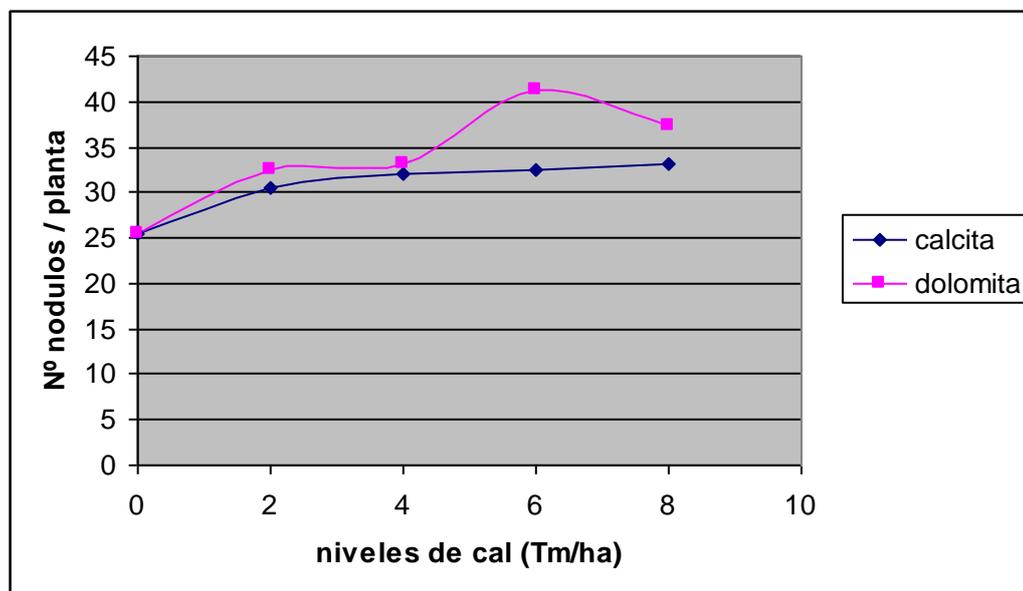


Fig. 17. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base a la cantidad de Nódulos por planta de trébol rojo.

La fig. 17, indica que la cantidad de nódulos por planta de trébol rojo en el segundo corte incrementó, tomando en cuenta a la calcita, presenta un incremento de nódulos con los niveles de 2, 4, 6, 8 toneladas por hectárea; en cuanto a la dolomita el incremento de nódulos va con los niveles 2, 4, 6 toneladas por hectárea y con el nivel de 8 toneladas por hectárea sufre una disminución de estos. En conclusión para la fuente de calcita se recomienda el nivel de 8 toneladas por hectárea y para dolomita trabaja mejor con 6 toneladas por hectárea, siendo esta última la que mayor cantidad de nódulos presentó.

4.6.3. NODULACIÓN POR PLANTA AL TERCER CORTE.

Los datos se tomaron a los 179 días después de la siembra.

Cuadro 57. Análisis de varianza para la nodulación por planta al tercer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	2410.89	35				
Bloques	1.11	3	0.37	0.07 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	2280.89	8	285.11	53.09**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	364.5	1	364.5	67.87**	4.35	8.10
Niveles de cal N)	635.75	3	211.92	39.46**	3.10	4.94
lineal	518.40	1	518.40	96.53**	4.35	8.10
cuadrática	36.13	1	36.13	6.73*	4.35	8.10
cúbica	81.23	1	81.23	15.13**	4.35	8.10
(FxN)	191.75	3	63.92	11.90**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	1088.89	1	1088.89	202.76**	4.35	8.10
E Exp	128.89	24	5.37			
Promedio (nod/planta)	14.36					
CV (%)	7.54					

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 57), no detectó diferencias significativas entre Bloques. Detectó diferencia significativa al 1% en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la

comparación Testigo vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presentó una tendencia lineal.

El promedio para la nodulación por planta al tercer corte fue de 54.65 nod/planta, con un coeficiente de variación de 4.25%.

Cuadro 58. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Nodulación por planta al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (nod/planta)	RANGO
F2N3	68.75	A
F2N4	61.00	B
F1N4	59.25	B C
F2N2	57.25	B C D
F1N3	54.25	C D E
F2N1	52.50	D E
F1N2	50.00	E
F1N1	49.00	E
TEST	39.00	F

El Cuadro 58, indica que el tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea) es el tratamiento que mayor cantidad de nódulos presentó, por tal motivo se encuentra en el primer rango. En el segundo rango están F2N4, F1N4 y F2N2. El tercer rango lo conforman F1N4, F2N2 y F1N3. En el cuarto rango están F2N2, F1N3 y F2N1). El quinto rango lo integran F1N3, F2N1, F1N2 y F1N1. Y el quinto rango lo conforma el testigo. La diferencia de número de nódulos por planta tomando en cuenta el F2N3 y el tratamiento testigo fue de 29.75 nod/planta, por lo tanto se deduce que la cal incide en relación directa a la formación de nódulos en las leguminosas.

Cuadro 59. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Nodulación por planta al tercer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (nod/planta)	RANGOS
DOLOMITA	59.88	A
CALCITA	53.13	B

El Cuadro 59, indica que la dolomita influye de mejor forma en la nodulación de leguminosas, ya que en su composición contiene calcio y magnesio a diferencia de la calcita que contiene solo calcio. El magnesio es la molécula central de la clorofila que es la encargada de que se lleve a cabo la fotosíntesis lo cual ayuda a la mejor formación de nódulos en las leguminosas.

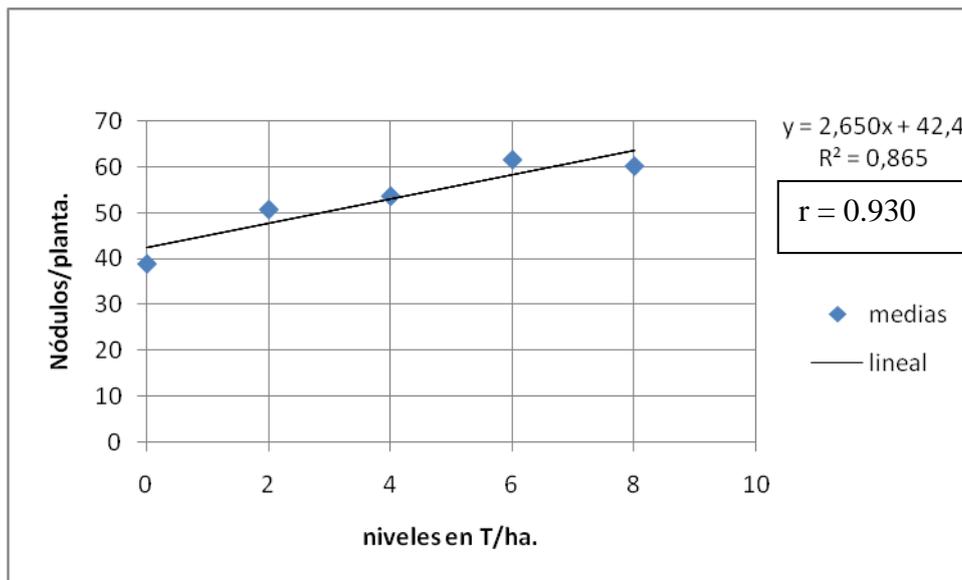


Fig. 18. Efecto de los Niveles de cal sobre la Nodulación de trébol rojo al tercer corte.

La Fig. 18, indica que a medida que se incrementa la cantidad de cal en el suelo, el número de nódulos crece, esto se debe a que la cal mejora el pH del suelo lo que favorece al desarrollo de estos microorganismos. “La fijación simbiótica de N por parte de las leguminosas en suelos ácidos se reduce notablemente. La simbiosis requiere de un rango de pH estrecho para funcionamiento óptimo de los rhizobium (bacterias fijadoras de nitrógeno)”

Cuadro 60. Prueba de Tukey al 5% para la interacción de Fuentes de cal con Niveles, variable Nodulación por planta al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (nod/planta)	RANGO TUKEY
F2N3	68.75	A
F2N4	61.00	B
F1N4	59.25	B C
F2N2	57.25	B C D
F1N3	54.25	C D E
F2N1	52.50	D E
F1N2	50.00	E
F1N1	49.00	E

El Cuadro 60, indica que el tratamiento F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea) es el tratamiento que mayor cantidad de nódulos presentó, por tal motivo se encuentra en el primer rango. En el segundo rango están F2N4, F1N4 y F2N2. El tercer rango lo conforman F1N4, F2N2 y F1N3. En el cuarto rango están F2N2, F1N3 y F2N1. Y el quinto rango lo integran F1N3, F2N1, F1N2 y F1N1. La diferencia de número de nódulos por planta tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el tratamiento F1N1 sin tomar en cuenta el testigo fue de 19.75 nod/planta, por lo tanto, a medida que se aumentan los niveles de cal en el suelo el número de nódulos en las leguminosas se incrementa.

Al observar los resultados de nódulos por planta en los tres cortes, existe incremento en la nodulación del primero al tercer corte lo que indica una mayor infección de la cepa *Rhizobium* mejorando la simbiosis bacteria / leguminosa y por consiguiente la fijación Biológica de nitrógeno atmosférico.

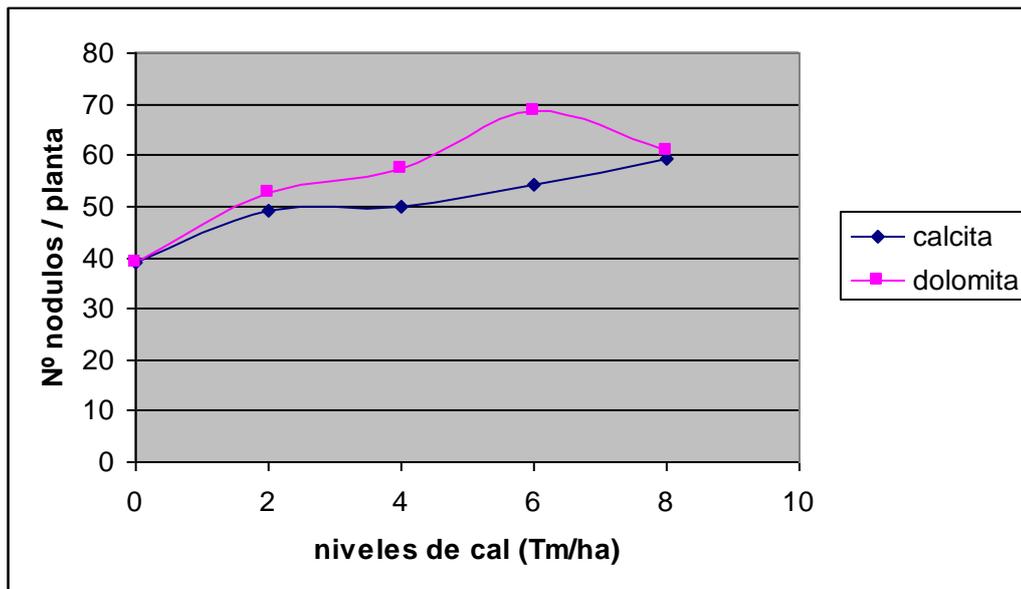


Fig. 19. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base a la cantidad de Nódulos por planta de trébol rojo.

La Fig. 19, indica que a medida que aumenta la cantidad de calcita al suelo, la cantidad de nódulos del trébol rojo incrementa; en cambio para la dolomita el incremento de nódulos va con los niveles de 2, 4, 6 toneladas por hectárea ya que con 8 toneladas por hectárea disminuye dicha nodulación. Por lo tanto la calcita tiende a incrementar la cantidad de nódulos en el trébol rojo conforme se vaya incrementando los niveles de esta fuente, y la dolomita presenta una mayor cantidad de nódulos con el nivel de 6 toneladas por hectárea, siendo esta última la que mayor cantidad de nódulos presentó.

**DATOS EXPRESADOS EN TONELADAS MÉTRICAS / HECTÁREA
PARA LA VARIABLE DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.**

4.7. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

4.7.1. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA AL PRIMER CORTE.

Los datos se tomaron a los 93 días después de la siembra.

Cuadro 61. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia seca al primer corte. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	117.98	35				
Bloques	1.02	3	0.34	1.19 ^{ns}	3.10	4.94
Tratamientos	110.12	8	13.77	48.32**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	21.20	1	21.20	74.39**	4.35	8.10
Niveles de cal (N)	18.86	3	6.29	22.07**	3.10	4.94
lineal	6.75	1	6.75	23.68**	4.35	8.10
cuadrática	11.03	1	11.03	38.70**	4.35	8.10
cubica	1.07	1	1.07	3.75 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	59.22	3	19.74	69.26**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	10.84	1	10.84	38.04**	4.35	8.10
E Exp	6.84	24	0.285			
Promedio (Tm/ha)	7.84					
CV (%)	7.14%					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 61), no detectó diferencias significativas entre Bloques. Detectó diferencia significativa al 1% en Tratamientos, Fuentes de cal, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia cuadrática.

El rendimiento promedio fue de 7.84 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 7.14%.

Cuadro 62. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de materia seca al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY				
F2N3	10.24	A				
F1N4	9.93	A				
F2N1	8.51	B				
F2N4	7.66	B	C			
F2N2	7.53	B	C			
F1N1	6.94			C	D	
TEST	5.93				D	E
F1N2	5.73				D	E
F1N3	4.83				E	

El Cuadro 62, indica que los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F1N4 (calcita con 8 toneladas / hectárea) presentaron mayores rendimientos de forraje en fresco, por lo tanto se ubican en el primer rango. En el segundo rango lo conforman F2N1, F2N4 y F2N2. En el tercer rango están F2N4, F2N2 y F1N1. En el cuarto rango se encuentran los tratamientos F1N1, Testigo y F1N2. Y en el quinto rango están Testigo, F1N2 y F1N3. La diferencia entre el tratamiento F2N3 y el F1N3 fue de 5.41 Tm/ha, en la variable del porcentaje de materia seca se mencionó que la cal no incide directamente en la cantidad de materia seca ya que favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad la cantidad de materia seca disminuye; por lo tanto haciendo relación del porcentaje de materia seca con los rendimientos en fresco, se deduce que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha.

El mejor nivel con cal dolomita es de 6 toneladas / hectárea, y con la calcita es el de 8 toneladas / hectárea.

Cuadro 63. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de materia seca al primer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	8.49	A
CALCITA	6.86	B

El Cuadro 63, indica que la fuente de dolomita presentó mejores rendimientos en materia seca. La dolomita bajó el porcentaje de materia seca ya que promueve de mejor manera el desarrollo de las leguminosas que poseen un alto contenido de humedad. Pero como presenta altos rendimientos en fresco (variable rendimiento en fresco) esto hace que lo compense y se ubique como la mejor fuente en el rendimiento en Tm/ha de materia seca.

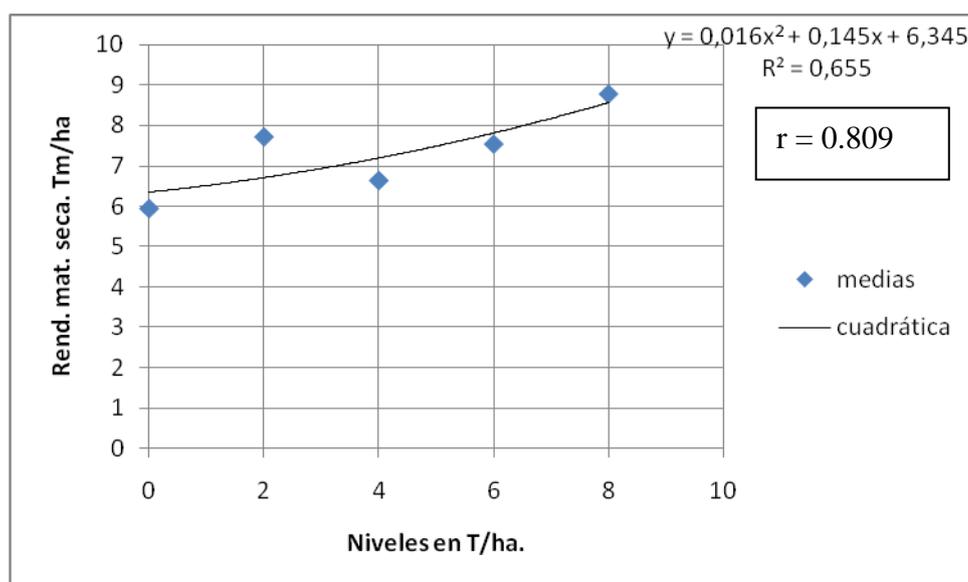


Fig. 20. Efecto de los Niveles de cal sobre el Rendimiento de materia seca (Tm/ha) al primer corte.

La Fig. 20, indica que a medida que la cantidad de cal en el suelo aumenta, la cantidad de materia seca en Tm/ha va en crecimiento. La cal mejora el desarrollo de las leguminosas que hacen que el porcentaje de materia seca sea bajo; pero también mejora el rendimiento del forraje en fresco, interactuando estos dos argumentos se afirma que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos

en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha que a los que se les aplicaron bajas cantidades.

Cuadro 64. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal por Niveles, variable Rendimiento de materia seca al primer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY		
F2N3	10.24	A		
F1N4	9.93	A		
F2N1	8.51	B		
F2N4	7.66	B	C	
F2N2	7.53	B	C	
F1N1	6.94		C	D
F1N2	5.73			D E
F1N3	4.83			E

El Cuadro 64, indica que los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea) y F1N4 (calcita con 8 toneladas / hectárea) presentaron mayores rendimientos de forraje en fresco, por lo tanto se ubican en el primer rango. El segundo rango lo conforman F2N1, F2N4 y F2N2. En el tercer rango están F2N4, F2N2 y F1N1. En el cuarto rango se encuentran los tratamientos F1N1 y F1N2). Y en el quinto rango están F1N2 y F1N3. La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el tratamiento F1N3 sin tomar en cuenta el testigo fue de 5.41 Tm/ha. Se puede evidenciar que los tratamientos con mas altos niveles de cal sin importar la fuente presentaron mayor cantidad de forraje en seco por lo tanto la aplicación de cal es recomendable para obtener mayores rendimientos en seco.

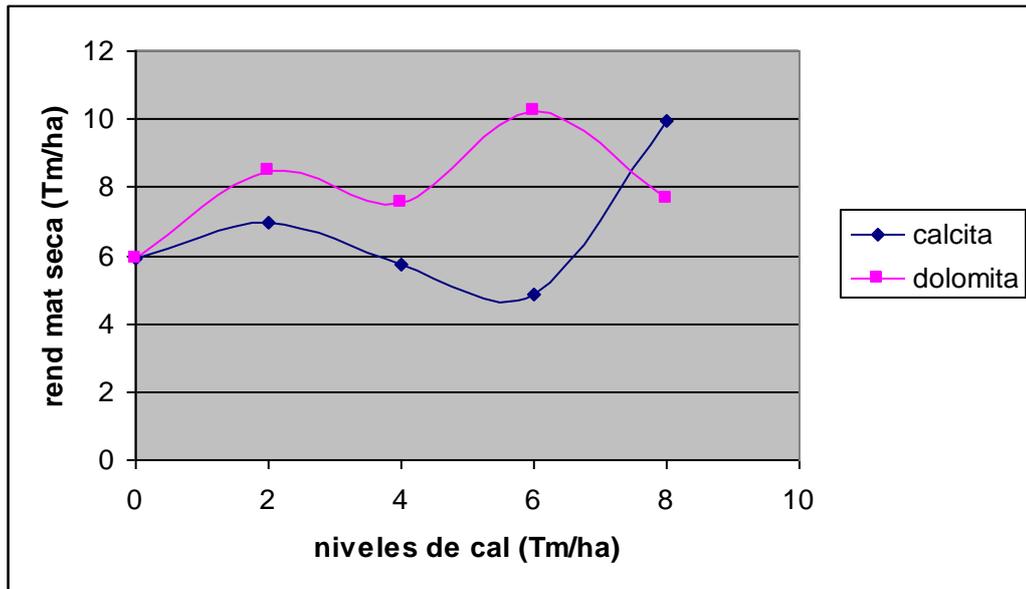


Fig. 21. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al Rendimiento de materia seca en Tm/ha.

La Fig. 21, indica que la calcita incrementó su cantidad de materia seca con el nivel de 2 Toneladas por hectárea y luego disminuye la materia seca de la mezcla forrajera con los niveles de 4, 6 toneladas por hectárea, y con el nivel de 8 toneladas por hectárea presenta un incremento de la cantidad de materia seca; la dolomita presenta un incremento de la cantidad de materia seca con todos los niveles evaluados. Por lo tanto con la calcita se obtuvo el mejor rendimiento de materia seca con el nivel de 8 toneladas por hectárea, y la dolomita con 6 toneladas por hectárea, siendo esta última el mayor rendimiento de materia seca.

4.7.2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA AL SEGUNDO CORTE.

Los datos se tomaron a los 142 días después de la siembra.

Cuadro 65. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia seca al segundo corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	124.72	35				
Bloques	25.84	3	8.61	11.30**	3.10	4.94
Tratamientos	80.59	8	10.07	13.21**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	1.12	1	1.12	1.47 ^{ns}	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	33.93	3	11.31	14.84**	3.10	4.94
lineal	1.20	1	1.20	1.57 ^{ns}	4.35	8.10
cuadratica	28.60	1	28.60	37.53**	4.35	8.10
cubica	4.13	1	4.13	5.42*	4.35	8.10
(FxN)	23.79	3	7.93	10.41**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	21.75	1	21.75	28.54**	4.35	8.10
E Exp	18.29	24	0.762...			
Promedio(Tm/ha)		9.20				
CV (%)		9.49				

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 65), detectó diferencias significativas al 1% en Bloques, Tratamientos, Niveles de cal, en la interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en Testigo vs Resto. No hubo diferencia significativa para Fuentes de cal. El análisis de polinomios ortogonales para Niveles de cal presenta una tendencia cuadrática.

El rendimiento promedio fue de 9.20 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 9.49%.

Cuadro 66. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de materia seca al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO			
F2N3	12.07	A			
F2N2	10.05	A	B		
F1N3	9.91		B		
F1N4	9.83		B	C	
F1N2	9.66		B	C	
F2N1	9.11		B	C	D
F1N1	7.75			C	D
F2N4	7.42				D
TEST	7.00				D

El Cuadro 66, indica cuatro rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F2N2 (dolomita con 4 toneladas / hectárea). En el segundo rango están F2N2, F1N3, F1N4, F1N2 y F2N1. En el tercer rango están los tratamientos F1N4, F1N2, F2N1 y F1N1. Y el cuarto rango lo conforman los tratamientos F2N1, F1N1, F2N4 y el testigo). La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el testigo fue de 5.07 Tm/ha, en la variable del porcentaje de materia seca se mencionó que la cal no incide directamente en la cantidad de materia seca ya que favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad la cantidad de materia seca disminuye. Por lo tanto haciendo relación del porcentaje de materia seca con los rendimientos en fresco, se deduce que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha que a los que se les aplicaron bajas cantidades.

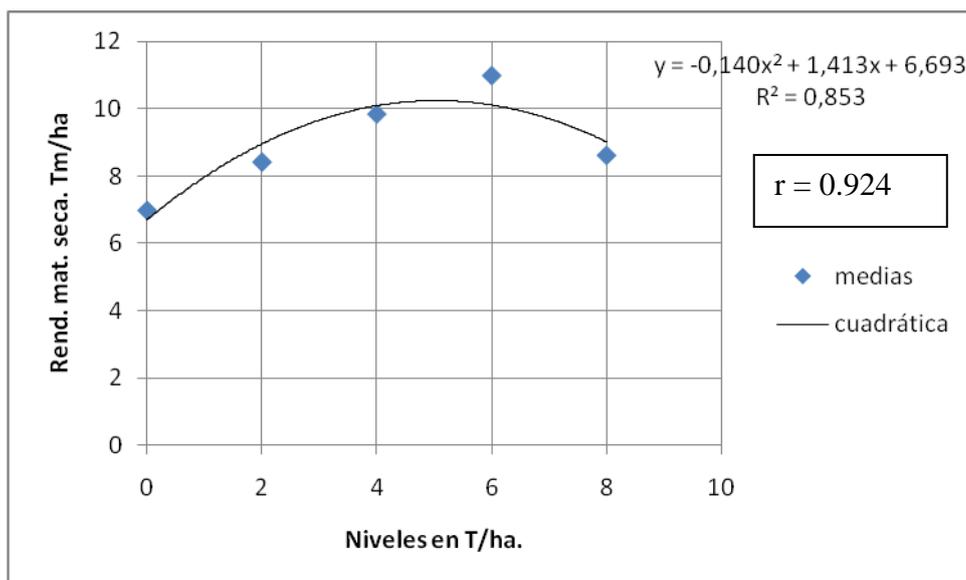


Fig. 22. Efecto de los Niveles de cal sobre el Rendimiento de materia seca (Tm/ha) al segundo corte.

La Fig. 22, indica que hasta el nivel de 6 Tm/ha de cal incrementaron el rendimiento de materia seca, de ahí en adelante se produjo una baja en dicho rendimiento. La cal no incide directamente en la cantidad de materia seca ya que favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad la cantidad de materia seca disminuye. Por lo tanto haciendo relación del porcentaje de materia seca con los rendimientos en fresco, se deduce que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha que a los que se les aplicaron bajas cantidades.

Cuadro 67. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal por Niveles, variable Rendimiento de materia seca al segundo corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO		
F2N3	12.07	A		
F2N2	10.05	A	B	
F1N3	9.91		B	
F1N4	9.83		B	C
F1N2	9.66		B	C
F2N1	9.11		B	C D
F1N1	7.75			C D
F2N4	7.42			D

El Cuadro 67, indica cuatro rangos: el primer rango lo conforman los tratamientos F2N3 (dolomita con 6 toneladas / hectárea) y F2N2(dolomita con 4 toneladas / hectárea). En el segundo rango están F2N2, F1N3, F1N4, F1N2, y F2N1. En el tercer rango están los tratamientos F1N4, F1N2, F2N1 y F1N1. Y el cuarto rango lo conforman los tratamientos F2N1, F1N1 y F2N4. La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el F2N4 sin tomar en cuenta el testigo fue de 4.65 Tm/ha, en la variable del porcentaje de materia seca se mencionó que la cal no incide directamente en la cantidad de materia seca ya que favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad la cantidad de materia seca disminuye. Por lo tanto haciendo relación del porcentaje de materia seca con los rendimientos en fresco, se deduce que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha que a los que se les aplicaron bajas cantidades.

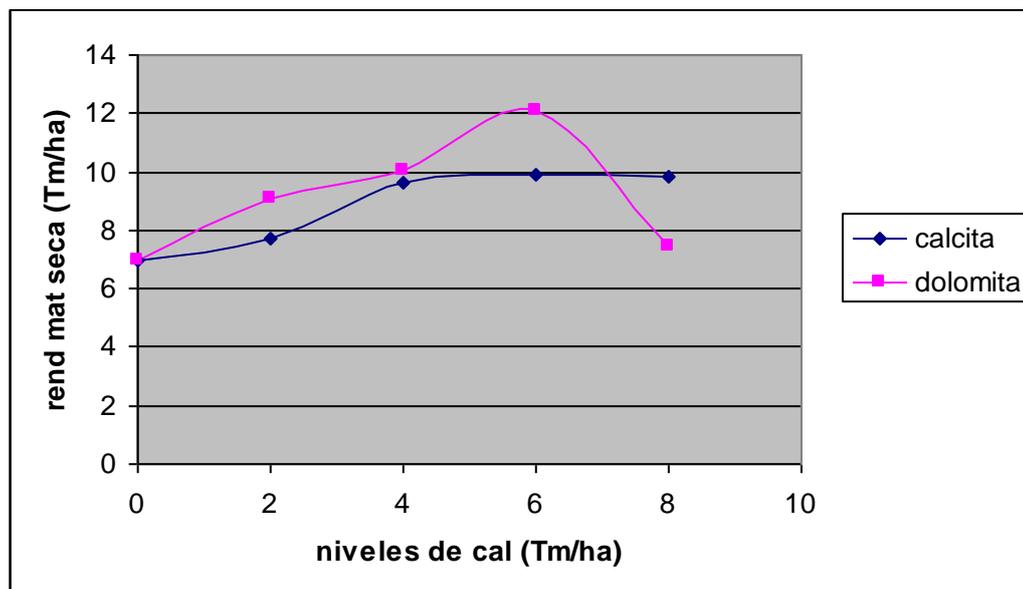


Fig. 23. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al Rendimiento de materia seca en Tm/ha.

La Fig. 23, detectó que la calcita presenta un incremento de la cantidad de materia seca con los niveles de 2, 4 toneladas por hectárea y a partir de allí el incremento se mantiene, para la dolomita el incremento de materia seca va con

los niveles de 2, 4, 6 toneladas por hectárea y con 8 toneladas por hectárea sufre una disminución. Por lo tanto se concluye que la calcita mantiene su aumento de materia seca hasta el nivel de 4 toneladas por hectárea y la dolomita hasta 6 toneladas por hectárea, siendo esta última el que mayor cantidad de materia seca presentó.

4.7.3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA AL TERCER CORTE.

Los datos se tomaron a los 179 días después de la siembra.

Cuadro 68. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia seca al tercer corte de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	52.11	35				
Bloques	10.01	3	3.34	16.69**	3.10	4.94
Tratamientos	30.12	8	3.77	7.55**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	5.58	1	5.58	11.18**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	2.58	3	0.86	1.72 ^{ns}	3.10	4.94
(FxN)	11.14	3	3.71	7.43**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	10.82	1	10.82	21.68**	4.35	8.10
E Exp	11.98	24	0.499			
Promedio (Tm/ha)	5.98					
CV (%)	11.81					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 68), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, interacción de las Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. No presentó diferencia significativa en Niveles de cal. El rendimiento promedio de materia seca fue de 5.98 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 11.81%.

Cuadro 69. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de materia seca al tercer corte. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	6.59	A
CALCITA	5.76	A

El Cuadro 69, indica que las fuentes de dolomita y calcita son estadísticamente iguales. Es decir que las dos actuaron en la misma forma para alcanzar los mejores rendimientos de materia seca.

Pero cabe recalcar que la dolomita presenta un mayor valor de la media aritmética que la calcita.

Cuadro 70. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de materia seca al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO
F2N4	7.12	A
F2N3	6.97	A
F2N2	6.64	A
F1N1	6.48	A
F1N2	6.15	A B
F1N4	5.85	A B C
F2N1	5.64	A B C
F1N3	4.57	B C
TEST	4.43	C

El Cuadro 70, indica tres rangos: el primer rango lo conforman F2N4, F2N3, F2N2, F1N1, F1N2, F1N4 y F2N1. En el segundo rango están los tratamientos F1N2, F1N4, F2N1 y F1N3. Y el tercer rango está conformado por F1N4, F2N1, F1N3 y Testigo. La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N4 y el testigo fue de 2.69 Tm/ha. Por lo tanto se puede afirmar que a los tratamientos que se les incorporó cal presentaron mayores rendimientos de materia seca por que los rendimientos en fresco también son altos.

Cuadro 71 . Prueba de Tukey al 5% para Interacción, variable Rendimiento de materia seca al tercer corte. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO
F2N4	7.12	A
F2N3	6.97	A
F2N2	6.64	A
F1N1	6.48	A
F1N2	6.15	A B
F1N4	5.85	A B
F2N1	5.64	A B
F1N3	4.57	B

El Cuadro 71, indica dos rangos: El primer rango está conformado por(F2N4, F2N3, F2N2, F1N1, F1N2, F1N4 y F2N1) y en el segundo rango están los tratamientos F1N2, F1N4, F2N1 y F1N3. La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N4 y el tratamiento F1N3 sin tomar en cuenta el testigo fue de 2.55 Tm/ha. se deduce que los tratamientos a base de dolomita presentaron mejores rendimientos que a los tratamientos con calcita.

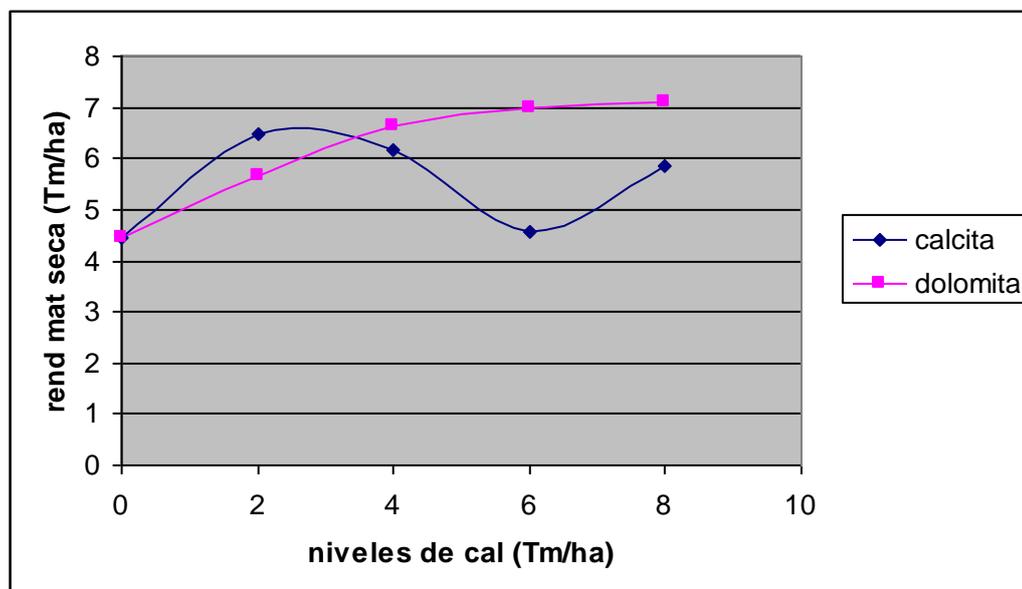


Fig. 24. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al rendimiento de forraje en seco.

La Fig 24, indica que la calcita incrementa el rendimiento de forraje en fresco con un nivel de 2 toneladas por hectárea luego sufre una baja con 4 y 6 toneladas por hectárea y con 8 toneladas por hectárea se vuelve a incrementar. La dolomita tiende un incremento progresivo con todos los niveles establecidos. Por lo tanto el nivel que mayor rendimiento en seco obtuvo con la fuente de calcita es de 2 toneladas por hectárea y para la dolomita esta entre 6 y 8 toneladas por hectárea.

4.7.4. RENDIMIENTO TOTAL DE MATERIA SECA EN LOS 3 CORTES

Los datos se registraron en base a la suma total de cada unidad experimental en los tres cortes.

Cuadro 72. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia seca total en los tres cortes de la mezcla forrajera. San Gabriel, 2007.

FdeV	SC	gl	CM	F Cal	F Tabular	
					0.05	0.01
Total	449.14	35				
Bloques	23.82	3	7.94	6.02**	3.10	4.94
Tratamientos	393.66	8	49.21	37.30**	2.45	3.56
Fuentes de cal (F)	64.38	1	64.38	48.80**	4.35	8.10
Niveles de cal(N)	21.63	3	7.21	5.47**	3.10	4.94
lineal	16.83	1	16.83	12.76**	4.35	8.10
cuadrática	2.21	1	2.21	1.68 ^{ns}	4.35	8.10
cubica	2.59	1	2.59	1.96 ^{ns}	4.35	8.10
(FxN)	181.20	3	60.04	45.51**	3.10	4.94
Testigo vs Resto	126.45	1	126.45	95.86**	4.35	8.10
E Exp	31.66	24	1.319			
Promedio (Tm/ha)	22.66					
CV (%)	5.07					

ns = no significativo

*= significativo al 5%

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 72), detectó diferencias significativas al 1% entre Bloques, Tratamientos, Fuentes de cal, en los Niveles de cal, en la interacción Fuentes de cal por los Niveles y en la comparación Testigo vs Resto. Presenta una tendencia lineal.

El rendimiento promedio total fue de 22.66 Tm/ha, con un coeficiente de variación de 5.07%.

Cuadro 73. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos, variable Rendimiento de materia seca total en los tres cortes. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY
F2N3	29.28	A
F1N4	25.61	B
F2N2	24.22	B C
F2N1	23.26	B C D
F2N4	22.20	C D
F1N2	21.54	C D E
F1N1	21.17	D E
F1N3	19.30	E F
TEST	17.36	F

El (Cuadro 73), indica que el tratamiento que mayor rendimiento de materia seca obtuvo en los tres cortes fue el F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea). Se evidencia seis rangos: En el primer rango esta el tratamiento F2N3, en el segundo rango se encuentran F1N4, F2N2 y F2N1). En el tercer rango están F2D2, F2D1, F2N4 y F1N2. En el cuarto rango se ubican los tratamientos F2N1, F2N4, F1N2 y F1N1. El quinto rango lo conforman F1N2, F1N1 y F1N3. Y en el sexto rango están F1N3 y el testigo). La diferencia de rendimiento de forraje en seco tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el testigo fue de 11.92 Tm/ha. Por lo tanto la recomendación final para obtener un mayor rendimiento de materia seca es el tratamiento de dolomita con 6 toneladas / hectárea.

Cuadro 74. Prueba de DMS al 5% para Fuentes de cal, variable Rendimiento de materia seca total en los tres cortes. San Gabriel, 2007.

FUENTES	MEDIAS (Tm/ha)	RANGOS
DOLOMITA	24.74	A
CALCITA	21.90	B

El Cuadro 74, indica que la mejor fuente que obtuvo un mayor rendimiento de materia seca fue la dolomita. La dolomita baja el porcentaje de materia seca ya que promueve de mejor manera el desarrollo de las leguminosas que poseen un alto contenido de humedad. Pero como presenta altos rendimientos en fresco (variable rendimiento en fresco) esto hace que lo compense y se ubique como la mejor fuente en el rendimiento en Tm/ha de materia seca.

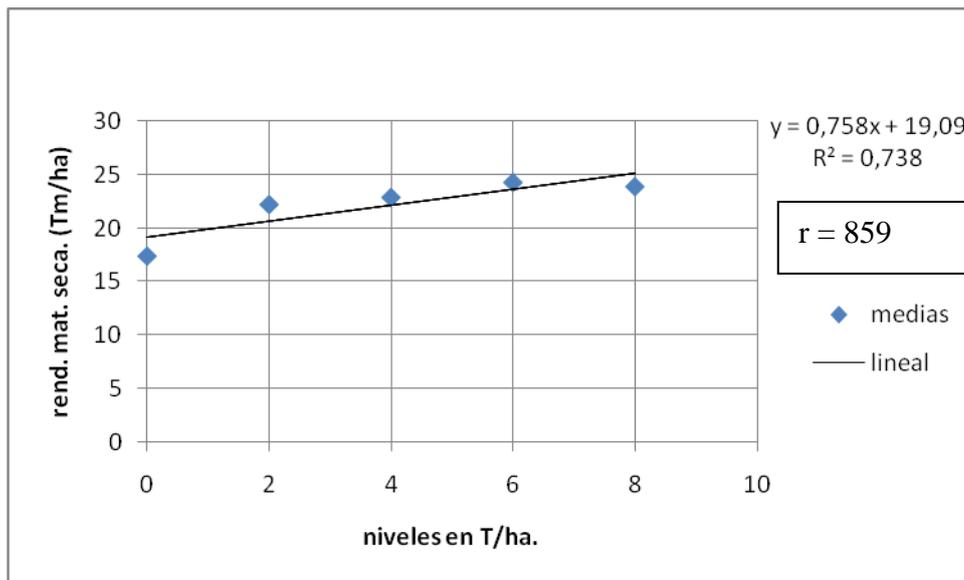


Fig. 25. Efecto de la cal sobre el Rendimiento de materia seca total en (Tm/ha).

La Fig. 25, indica que a medida que se aumenta la cantidad de cal en el suelo, la cantidad de materia seca en Tm/ha va en crecimiento. La cal no incide directamente en la cantidad de materia seca ya que favorece al desarrollo de las leguminosas y como estas poseen un alto contenido de humedad la cantidad de materia seca disminuye. Por lo tanto haciendo relación del porcentaje de materia seca con los rendimientos en fresco, se deduce que la aplicación de cal si es conveniente porque los tratamientos con más cantidad de cal aplicada presentaron mejores rendimientos en fresco en Tm/ha como en seco en Tm/ha que a los que se les aplicaron bajas cantidades.

Cuadro 75. Prueba de Tukey al 5% para interacción de Fuentes de cal con Niveles, variable rendimiento de materia seca total en los tres cortes. San Gabriel, 2007.

TRATAMIENTOS	MEDIAS (Tm/ha)	RANGO TUKEY
F2N3	29.28	A
F1N4	25.61	B
F2N2	24.22	B C
F2N1	23.26	B C D
F2N4	22.20	C D
F1N2	21.54	C D E
F1N1	21.17	D E
F1N3	19.30	E

El Cuadro 75, indica que el tratamiento que mayor rendimiento obtuvo fue el F2N3 (dolomita con 6 toneladas/hectárea). Se detectaron cinco rangos: en el primer rango esta el tratamiento F2N3, en el segundo rango se encuentran F1N4, F2N2 y F2N1. En el tercer rango están F2D2, F2D1, F2N4 y F1N2. En el cuarto rango se ubican los tratamientos F2N1, F2N4, F1N2 y F1N1. Y en el quinto rango lo conforman F1N2, F1N1 y F1N3). La diferencia de rendimiento de forraje expresado en biomasa seca tomando en cuenta el tratamiento F2N3 y el F1N3 sin considerar el testigo fue de 9.98 Tm/ha. Por lo tanto el tratamiento sugerido a aplicar para obtener una mayor cantidad de materia seca es el de dolomita con 6 toneladas / hectárea.

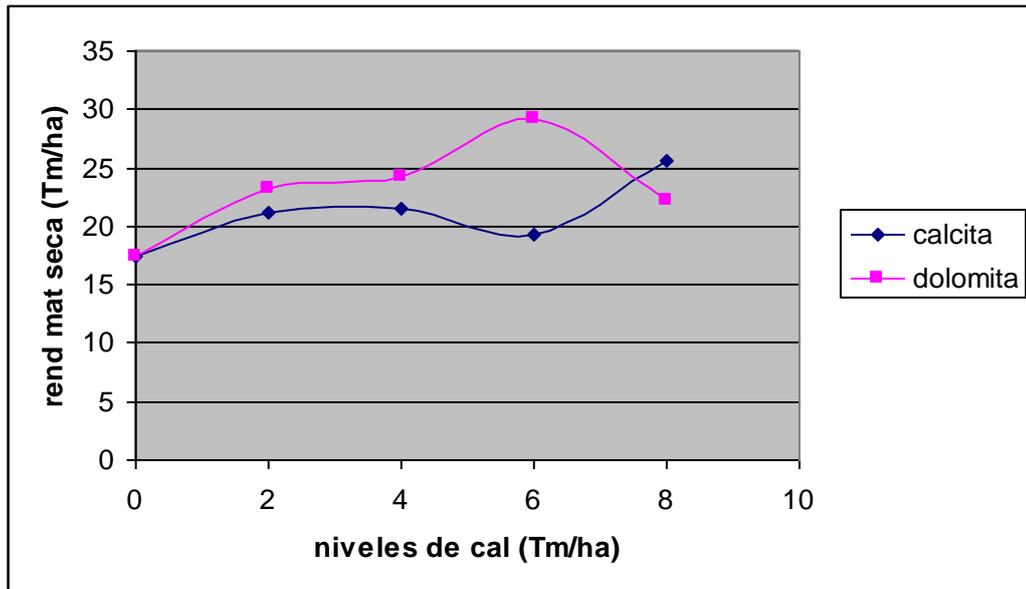


Fig. 26. Interacción de las Fuentes y Niveles de cal en base al rendimiento de materia seca en los tres cortes.

La Fig. 26, indica que la calcita incrementa su rendimiento de materia seca conforme se va aumentando su nivel (2, 4, 6, 8 toneladas por hectárea), y la dolomita incrementa su rendimiento con los niveles de 2, 4, 6 toneladas por hectárea y decae con 8 toneladas por hectárea presenta un menor rendimiento de materia seca. Por lo tanto se deduce que para incrementar el rendimiento de materia seca con la fuente de calcita la dosis es de 8 toneladas por hectárea y para la fuente de dolomita es de 6 toneladas por hectárea, siendo esta última la que mayor cantidad de materia seca obtuvo en el proceso de la investigación.

4.7.5. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA ECONÓMICA

Cuadro 76. Dosis óptima económica

TRATAMIENTOS	COSTOS POR HECTÁREA USD	BENEFICIO USD	RELACIÓN BENEFICIO COSTO
TESTIGO	578.00	2855.00	4.94
F2N1	885.00	3965.00	4.48
F1N1	815.00	3325.80	4.08
F2N2	1185.00	4233.40	3.57
F1N2	1045.00	3686.80	3.53
F2N3	1493.00	5065.00	3.39
F1N4	1513.00	4179.20	2.76
F1N3	1275.00	3456.60	2.71
F2N4	1785.00	4386.60	2.46

El Cuadro 76, indica que la dosis óptima económica corresponde al tratamiento testigo (sin cal), porque presenta una relación beneficio costo mayor que los demás tratamientos. La relación beneficio / costo, está calculada como si a la mezcla forrajera se la fuera a destinar para la venta.

También se detecta que a los tratamientos que se les adicionó bajas cantidades de cal presentaron una mayor relación beneficio costo.