



Trabajo Final

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la biomasa de un sorgo para silo en ambientes de loma y bajo

Autores:

Altube; Matias Santiago – Chapman; Santiago Manuel

Directora:

Elke Noellemeyer.

Carrera:

Ingeniería Agronómica.

Institución:

Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de La Pampa.

Año:

2013

Contenido

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
HIPOTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y METODOS.....	7
RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
CONCLUSIONES.....	18
AGRADECIMIENTOS.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

Resumen

El presente trabajo de investigación fue realizado con el fin de evaluar el comportamiento y rendimiento del cultivo de sorgo bajo efecto de la fertilización en diferentes ambientes topográficos como loma, media loma y bajo.

El ensayo se realizó en la región semi-árida pampeana, precisamente en un establecimiento de la localidad de Doblas, La Pampa; este establecimiento presenta marcada diferencia de relieve en el mismo lote, y permitió realizar el ensayo para analizar los diferentes ambientes; los tratamientos utilizados para efectuar la evaluación fueron en tres ambientes topográficos diferentes, denominados loma (L), media loma (ML) y bajo (B); y los mismos tratamientos divididos en no fertilizados (f1) y fertilizados (f2). Los mismos fueron analizados en diferentes muestreos realizados a la siembra y durante el desarrollo fisiológico del cultivo, y analizados estadísticamente mediante ANOVA con comparación de medias utilizando test de LSD Fisher.

Una vez analizados los datos se observó que los resultados obtenidos no concuerdan con la hipótesis planteada, pudiendo ser una causa de tal resultado las condiciones edáficas de uno de los ambientes analizados y condiciones pluviométricas por encima de la media histórica.

Palabras clave: Sorgo para silo, nitratos, humedad edáfica.

Introducción

La región semiárida pampeana presenta limitaciones agro-ecológicas como la escasez de precipitaciones e irregularidad de distribución de las mismas, y la heterogeneidad de terrenos agrícolas, haciendo inestable la producción de cultivos en la zona. Debido a esta problemática se buscan alternativas para poder ser más eficiente en el uso de los recursos y obtener una producción más estable. Una alternativa para el manejo de los cultivos es el uso diferencial del terreno, de acuerdo a la topografía (Dardanelli, 2002). En una topo secuencia, la loma presenta, en comparación con el bajo, textura más gruesa presentando baja retención hídrica y menores niveles de nutrientes; a su vez, el bajo, tiene beneficios no solo por su textura más fina que le permite retener más humedad y nutrientes, sino también por el agua de escurrimiento proveniente de la loma, la cercanía a la capa freática, y en caso de presentar deposiciones calcáreas, estas se encontrarían a mayor profundidad comparada con la loma.

Los diferentes ambientes, determinados por la posición en el relieve, poseen características netamente diferentes: los bajos representan las zonas de alto potencial de rendimiento (suelos más profundos, con mayor retención de agua, con influencia de la capa freática y mejor fertilidad química que las lomas) mientras que las lomas representan zonas de bajo potencial de rendimiento. Siquiera et al., (2006) y Vieira et al., (2006), reportaron diferencias espaciales en el almacenamiento de agua de suelo, la infiltración tridimensional y conductividad hidráulica saturada, asociadas a la cota relativa del lote. A su vez, estas diferencias son aún mayores en años con condiciones extremas de clima (Simmons et al., 1989; Kravchenko & Bullock, 2000). Las características mencionadas anteriormente, de los sectores de bajo y loma, hacen que el cultivo este sometido a diferentes condiciones de disponibilidad hídrica y nutricional a lo largo de su estación de crecimiento.

Gregoret et al. (2006) mostraron que convenía económicamente la dosis por ambientes a la promedio en la zona de bajo rendimiento potencial, evitando la aplicación de una sobredosis de fertilizante. Resultados similares fueron reportados por Zubillaga et al. (2006) quienes encontraron que la distribución espacial de algunas

variables edáficas no fue aleatoria, sino que los sitios de mayor productividad coincidieron con los de mayores concentraciones de nitrógeno total, y humedad inicial.

Por las condiciones agro-ecológicas de la región semiárida pampeana un cultivo apto para la zona es el sorgo. Esta especie presenta un sistema radicular muy fibroso lo que le confiere gran eficiencia en el uso de los recursos, tanto del agua como de los nutrientes. Por esta razón puede esperarse una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada (Zamora et al., 2002).

Hipótesis

- El cultivo de sorgo sembrado en ambiente topográfico BAJO tendrá mayor rendimiento de materia seca en comparación con uno sembrado en el ambiente topográfico de LOMA.
- El cultivo de sorgo fertilizado presentara un mayor rendimiento de materia seca respecto al no fertilizado.

Objetivo

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la diferencia en la producción de materia seca del cultivo sembrado en el bajo, comparado con el cultivo sembrado en la loma, y también verificar la mayor respuesta a la fertilización nitrogenada del cultivo sembrado en el bajo en relación al sembrado en la loma.

Materiales y Métodos

Zona de estudio.

El Establecimiento Flor de Liz, donde se realizaron los tratamientos está ubicado en la localidad de doblas, departamento de Atréúco, situado al este de la provincia de la Pampa dentro de la región semiárida pampeana. Este departamento está ubicado entre las isohietas de 700-800 mm, con una temperatura media anual de entre 15-16°C. La región natural que comprende este departamento es considerada planicie con tosca y planicie medanosa, con predominancia de suelos Molisoles.

En este establecimiento se seleccionó un potrero que presenta marcadas diferencias de relieve, con una situación de “loma” (L) de textura más arenosa y con capa freática profunda, “media loma” (ML) también con textura arenosa y otra situación de “bajo” (B) de textura más fina con capa freática cercana a la superficie.



Figura 1: Imagen satelital del establecimiento “Flor de Liz”, y ubicación del predio del ensayo.

El establecimiento se encuentra al sur de la localidad de Doblás, en las coordenadas 37°13'40" S; 64°01'40" (Figura 1). Dentro del mapa se encuentra demarcada en rojo el area donde se realizo el ensayo.

Tratamientos.

Se sembró un cultivo de sorgo con los siguientes tratamientos:

Ambiente: Loma (L), media loma (ML) y bajo (B).

Fertilización: F1 = sin fertilizar; F2 = fertilización para un cultivo de alto rendimiento (80 kg N ha⁻¹ en forma líquida).

Cultivo: Sorgo granifero Gen 21 de Génesis.

Fecha de siembra: 17/11/2009

Densidad de siembra: 172.000 pl. /ha (9 plantas por metro lineal)

Diseño experimental.

El diseño experimental que se realizó consta de:

A) doce franjas apareadas de un ancho de 12 surcos, sembrados a 52 cm de distancia, donde cada una de ellas atraviesa los tres ambientes y tienen el mismo tratamiento de fertilización (F1 o F2).

B) Tres transectas, donde cada una atraviesa un determinado ambiente topográfico:

- Loma (transecta I)
- Media Loma (transecta II)
- Bajo (transecta III)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
F2	F1	F1	F2	F1	F1	F2	F2	F1	F1	F2	F2	
II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML
F2	F1	F1	F2	F1	F1	F2	F2	F1	F1	F2	F2	
III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
F2	F1	F1	F2	F1	F1	F2	F2	F1	F1	F2	F2	

El diseño consta de 36 puntos de muestreo, cada uno determinado por una franja y una transecta; en cada punto se tomaron muestras de suelo a tres profundidades: 0-20 cm; 20-70 cm, y 70-120 cm; y en tres etapas diferentes del ciclo del cultivo (siembra, encañazon y madurez).

Caracterización de los suelos.

En cada ambiente se realizó una calicata con el fin de describir el perfil del suelo (Tabla 1) y tomar muestras con cilindros de acero con conocido volumen en intervalos de profundidad de 20 cm para la determinación de:

1. Densidad aparente (DA), por el peso seco del volumen de suelo muestreado.
2. Textura, por el método de la pipeta de Robinson.
3. Punto de marchitez permanente (PMP), a tensión de 15 atm en mesa de tensión.
4. Capacidad de campo (CC), a tensión de 0.3 atm en mesa de tensión.
5. Contenido de carbono total (C), mediante digestión ácida con dicromato de K⁺ a 120°C y valoración colorimétrica (Soon y Abboud, 1991).
6. Contenido de fósforo disponible (P) por el método de Bray y Kurtz I.
7. pH medido en una suspensión de suelo: CaCl₂ 0.01N en una relación 1:2 (p/v).

Tabla 1: Características físicas y químicas del suelo.

Transecta	Profundidad	MO	P	pH	DA	Arcilla	Limo	Arena	Arcilla+Limo	MO/L+A	Textura	CC	PMP
	cm	%	ppm		g/cm ³	%						%	
Loma	0-20	0,95	4,6	6,8	1,1	5,8	6,2	87,9	12,06	7,84	Arenoso franco	10,3	5,1
Loma	40-60	0,30	6,2	6,6	1,3	4,8	4,6	90,6	9,43	3,14	Arenoso		
Loma	100-120	0,08	12,2	8,0	1,2	3,3	4,0	92,7	7,33	1,14	Arenoso		
Bajo	0-20	1,69	2,7	7,2	1,2	12,3	23,5	64,2	35,81	4,72	franco arenoso	18,1	8,5
Bajo	40-60	0,32	25,7	8,2	1,3	7,9	15,1	77,0	23,00	1,39	arenoso franco		
Bajo	100-120	0,09	2,6	7,1	1,4	5,3	11,1	83,6	16,40	0,57	arenoso franco		

Muestreo de suelos.

En cada parcela se tomaron muestras para la determinación de las siguientes variables:

- Contenido hídrico a intervalos de profundidad de 0-20 cm, 20-70 cm y 70-120 cm. Determinación por el método gravimétrico.
- Contenido de nitratos a intervalos de profundidad de 0-20 cm, 20-70 cm y 70-120 cm. Determinación por extracción con agua destilada y sulfato de calcio, valoración colorimétrica.

Los muestreos se realizaron en tres fechas a lo largo del ciclo fenológico del cultivo (siembra, encañazon y madurez).

Variables del cultivo.

En el cultivo se determinó

- Stand de plantas por m2. Se contaron las plantas en una superficie de 0.25 m2 determinada al azar.
- Biomasa aérea por m2. Todas las plantas determinadas por m2 se cortaron y se determinó su peso seco mediante secado a 40°C.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos de los muestreos de suelo (humedad y contenido de nitratos) y del cultivo se analizaron mediante ANOVA (Infostat, 2008) con comparación de medias utilizando el test de LSD Fisher con un Alfa= 0,10, considerando como factores principales el ambiente y la fertilización.

Pluviometría.

Se compilaron las precipitaciones históricas y para el año del cultivo fue registradas en la localidad de Doblas (Tabla 2)

Tabla 2: Precipitaciones históricas y para el ciclo del cultivo en la localidad de Doblas.

PROMEDIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
HISTORICO	73,5	74,7	87,6	52,9	32,8	23	23	21	40,5	76,2	75,6	76	656,6
MAXIMO	285	312	330	220	250	132	194	105	224	326	251	453,5	1421
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
AÑO 2009	20	53,5	37	0	32,5	0	8	0	73	17	53	84	378
AÑO 2010	52	154	192	9	6	9	5	0	100	43	29	14	613

Fuente: Administración Provincial del Agua, Gobierno de la Pampa.

Resultados y discusión

La hipótesis inicial de este trabajo plantea que la producción de materia seca de sorgo estará diferenciada por los distintos ambientes. Los resultados obtenidos muestran que existe una diferencia significativa entre la transecta II (media loma; ML) y la transecta III (bajo; B), mientras la transecta I (loma; L) no tuvo diferencias significativas en comparación con las transectas II y III (tabla 1). La posición del relieve de mayor rendimiento medio fue la transecta de medio loma (II) seguido por la loma (I) y por último la del bajo (III). Si bien se esperaría mayor producción materia seca en el bajo, esto no sucedió y puede explicarse por las características del suelo del bajo, tales como la conductividad eléctrica y también por las condiciones ambientales que causaron excedente hídrico en el suelo, afectando el desarrollo del cultivo en el bajo, por el contrario favoreciendo el cultivo en la media loma. (Tabla 3).

Tabla 3: Diferencias de materia seca entre transecta I (loma), transecta II (media loma), y transecta III (bajo).

Transecta	N	Materia seca (kg ha ⁻¹)
I	12	13667 AB
II	12	15117A
III	12	11300 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)
DMS=2775; CV= 23,93; n=12.*

La respuesta a la fertilización nitrogenada en los distintos ambientes era otra de las premisas del trabajo. No se encontró diferencias significativas en rendimiento de materia seca comparando tratamiento fertilizado y no fertilizado (tabla 4).

Tabla 4: diferencia de materia seca entre tratamientos fertilizados y no fertilizados.

Fertilización	N	Materia seca (Kg ha ⁻¹)
Si	18	14261 A
No	18	12461 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)
DMS=1926,6 ; CV= 25,58 ; n=18*

Si analizamos la respuesta a la fertilización pero dentro de cada ambiente, observamos que en la transecta I (L) no se encontró diferencias significativas entre tratamientos fertilizados y no fertilizados (tabla 5).

Tabla 5: diferencia de materia seca entre tratamientos fertilizados y no fertilizados.

Transecta I		
Fertilización	N	Materia seca (Kg ha ⁻¹)
Si	6	14133 A
No	6	13200 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)
DMS= 4526,7; CV=31,45 ; n= 6

La transecta II tampoco presento diferencias significativas en materia seca comparando tratamientos fertilizados o no (tabla 6).

Tabla 6: diferencia de materia seca entre tratamientos fertilizados y no fertilizados.

Transecta II		
Fertilización	N	Materia seca (Kg ha ⁻¹)
Si	6	16267 A
No	6	13967 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)
DMS= 2800,5 ; CV=17,70 ; n= 6

Y por último la transecta III tampoco presento diferencias significativas en materia seca por tratamiento fertilizado y no fertilizado (tabla 7).

Tabla 7: diferencia de materia seca entre tratamientos fertilizados y no fertilizados.

Transecta III		
Fertilización	N	Materia seca (Kg ha ⁻¹)
Si	6	12383 A
No	6	10216 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)
DMS= 2244,25 ; CV=18,98 ; n= 6

Si bien los resultados estadísticos no muestran diferencia entre fertilizado y no fertilizado en cada una de las transectas, existen diferencias entre las medias, siendo siempre mayor el rendimiento en los tratamientos fertilizados. Esto se explicaría por la gran variabilidad espacial de los datos, más notoria en la transecta I con un CV de 32%, mientras que este estuvo alrededor de un 18% en las demás transectas.

Si se encontró que no hay diferencias entre tratamientos fertilizados y no fertilizados con respecto a la biomasa en cada transecta, debemos hacer hincapié en el contenido de humedad y su dinámica a través de las tres fechas de muestreo (**fecha 1**= 28 de noviembre; **fecha 2**= 10 de enero; **fecha 3**= 18 de marzo).

En la transecta III (B) la humedad edáfica fue mayor, le siguió la transecta II (ML) y la de menor contenido hídrico fue la transecta I (L). Este orden se repite en las tres fechas, por lo cual los contenidos hídricos se correspondían con los ambientes de bajo, media loma y loma respectivamente.

Como se indicó anteriormente, para las tres fechas, la transecta II y la III no presentaron diferencias significativas, mientras que la transecta I si tuvo diferencias con las demás por su menor humedad.

Con respecto a la dinámica vemos que se inició con una excelente humedad y luego en la segunda fecha de muestreo disminuyó el contenido hídrico en todos los ambientes. Este comportamiento se podría explicar por el uso consuntivo del cultivo y la mayor demanda atmosférica por la época del año, siendo el mes de Enero donde se registran mayor temperatura y alta demanda atmosférica. En la fecha tres de muestreo, fines de marzo, los contenidos hídricos en el perfil para todos los ambientes aumentaron nuevamente, debido a que disminuye la demanda atmosférica y las precipitaciones estuvieron por encima de las medias mensuales (tabla 8).

Tabla 8: Humedad media (mm en 120 cm suelo⁻¹) particionados por fecha.

Transecta	Humedad Fecha 1	Humedad fecha 2	Humedad fecha3
I	139 B	92 B	123 B
II	167 A	130 A	150 A
III	180 A	143 A	168 A
CV	10	13	17
DMS	13	14	22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0,10$)

Evolución de nitratos en el suelo a través del tiempo.

El nitrógeno no tuvo diferencias significativas entre las transectas en ninguna fecha. A excepción de la primera, las demás fechas tuvieron valores muy bajos de N-NO₃⁻ (Kg ha⁻¹ en el perfil) menores a 40 kg ha⁻¹ perfil⁻¹. Para cada transecta, los niveles de N-NO₃⁻ disminuyeron desde la fecha uno de muestreo a la fecha tres (Figura 2).

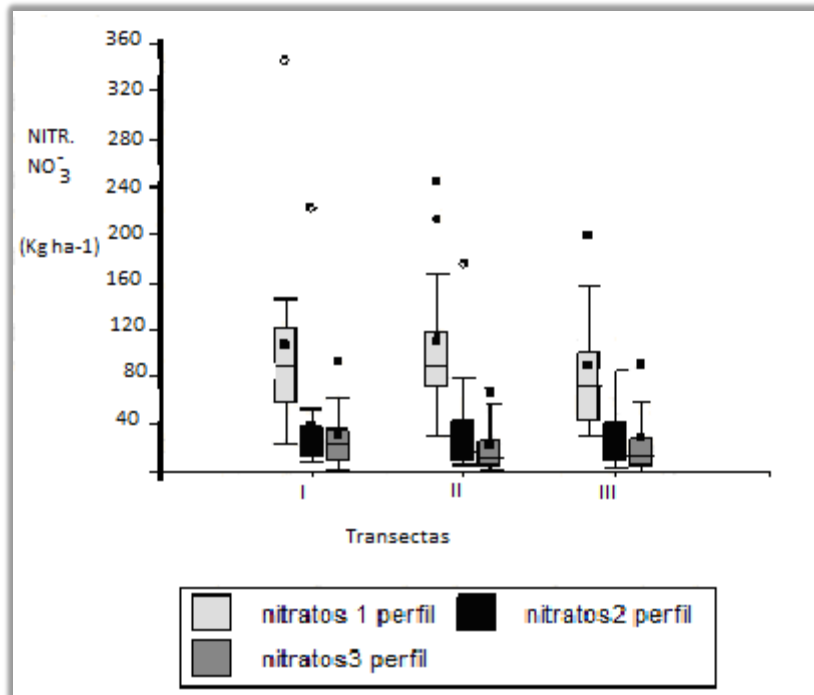


Figura 2: Niveles de N-NO₃⁻ en las tres fechas de muestreo en cada transecta.

Para todas las fechas de muestreo y cada transecta se comparó los kg de N-NO₃⁻ ha⁻¹ (perfil de 120 cm) entre parcelas fertilizadas y no fertilizadas. En la fecha 1 hay diferencias significativas para cada transecta en cuanto a los kg de N entre fertilizado y no (Tabla 9). Las diferencias son amplias, la loma 93,25 Kg ha⁻¹, media loma 86,88 kg ha⁻¹ y en el bajo la diferencias es de 73,16 kg ha⁻¹.

Tabla 9: Fecha de muestreo 1, diferencia de Kg de N-NO₃ ha⁻¹ por transecta.

Fertilización	Transecta					
	I		II		III	
Si	153	A	155	A	124	A
No	60	B	68	B	51	B
CV	66		42		43	
DMS	74		49		39	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

En líneas generales, se observa un descenso de los kg de N ha⁻¹ en fecha 2 (Tabla 10), comparada con la fecha 1. Esto puede deberse a dos situaciones, una estaría dada por la etapa fenológica del cultivo en ese periodo, donde el crecimiento es exponencial y la demanda de nutrientes es mayor; y la otra posible causa serían las precipitaciones ocurridas en ese periodo, que debido a la movilidad de nitrato, pudo haber ocurrido un proceso de lixiviación. En este caso la transecta I si bien presenta diferencias entre tratamientos (52,94 kg ha⁻¹) el análisis estadístico no muestra diferencias significativas y esto es por el gran CV de la muestra. La transecta II tiene diferencias significativas (57,35 kg ha⁻¹) y la III también tiene diferencias significativas (39,21 kg ha⁻¹).

Tabla 10: Fecha de muestreo 2, diferencia de Kg de N-NO₃ ha⁻¹ por transecta.

Fertilización	Transecta					
	I		II		III	
Si	65	A	65	A	47	A
No	12	A	8	B	8	B
CV	144		111		68	
DMS	58		42		20	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

En los tratamientos fertilizados los niveles de nitrógeno siguieron disminuyendo para la fecha 3 (Tabla 11), mientras en los no fertilizados en algunos prácticamente se mantuvo (transecta II) y en los otros aumento (transecta I y III). A pesar de que los fertilizados disminuyeron y los no fertilizados aumentaron, se encontraron diferencias significativas en la transecta I y en la II, pero en la III no hubo diferencia.

Tabla 11: Fecha de muestreo 3, diferencia de Kg de N-NO₃ ha⁻¹ por transecta.

Fertilización	Transecta		
	I	II	III
Si	44 A	37 A	40 A
No	17B	7 B	17 A
CV	78	78	109
DMS	25	18	33

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Evolución de la humedad en el perfil del suelo.

En profundidad de 0-20 cm no hubo diferencias significativas entre las transectas. En la profundidad de 20-70 cm no hubo diferencias significativas entre la transecta II y III, mientras que la I si se diferenció de las anteriores, lo que demuestra que la loma retuvo menos humedad y no tiene aportes de perfiles más bajos. Por último el estrato de 70-120 cm se diferenciaron claramente los ambientes (tabla 12).

Tabla 12: Diferencia de humedad, para fecha 1, según transecta en cada estrato.

	mm 0-20 cm	mm 20-70 cm	mm 70-120 cm
Transecta I	21 A	61 B	57 C
Transecta II	25 A	77 A	66 B
Transecta III	24 A	80 A	75 A
CV	20	10	11
DMS	4	7	6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Para la fecha 2 y a la profundidad de 0-20 cm no se encontraron diferencias entre las transectas II y III, mientras que estas si se diferenciaron de la I. Ya para profundidad de 20-70 cm y 70-120 cm se diferencian significativamente los tres ambientes (tabla 13).

Tabla 13: Diferencia de humedad, para fecha 2, según transecta en cada estrato.

	mm 0-20 cm	mm 20-70 cm	mm 70-120 cm
Transecta I	18 B	38 C	36 C
Transecta II	25 A	52 B	54 B
Transecta III	23 A	59 A	62 A
CV	13	16	17
DMS	2	7	7

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

En la fecha 3 no se diferenciaron las transectas II y III, las cuales si se diferenciaron significativamente de la I para la profundidad de 0-20 cm (Tabla 14). De 20-70 cm se diferenciaron los tres ambientes y de 70-120 cm la transecta I se diferenció de la III, mientras que la II no se diferenció de sus adyacentes.

Tabla 14: Diferencia de humedad, para fecha 3, según transecta en cada estrato.

	mm 0-20 cm	mm 20-70 cm	mm 70-120 cm
Transecta I	18 B	56 C	48 B
Transecta II	24 A	67 B	59 AB
Transecta III	24 A	78 A	66 A
CV	16	15	22
DMS	3	9	11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$)

Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se han postulado dos hipótesis.

La primera marcaba un mayor rendimiento de materia seca en el ambiente del bajo con respecto al ambiente de loma, donde se considera de menor potencial de rendimiento por características edáficas, nutricionales y disponibilidad hídrica. Esta hipótesis se rechazó porque los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que el rendimiento en la loma fue mayor que en bajo. Esto puede ser explicado por un contenido salino elevado en el bajo (observación personal de sales en superficie) además del exceso hídrico producido por las precipitaciones por encima de las medias mensuales.

En tanto, la media loma (ML) ha mostrado un rendimiento de materia seca superior a la loma (L); pudiendo de alguna manera corroborar la hipótesis original en donde se expresa menor rendimiento en la loma (L).

Otra hipótesis planteada en el presente trabajo es el beneficio de la aplicación de fertilizantes respecto a la no aplicación. En todos los ambientes no se ha corroborado una marcada diferencia en los rendimientos comparando el ensayo fertilizado con el no fertilizado, mostrándonos estadísticamente que no hay diferencia significativa en un ensayo respecto a otro. Se puede observar comparando los rendimientos de materia seca, una tendencia a mayor rendimiento en el cultivo con fertilización, reflejadas en los tres ambientes. Una causa de que no se haya expresado un mayor rendimiento entre los ensayos fertilizados y no fertilizados puede tener relación con las lluvias ocurridas durante el periodo del cultivo, y una posible pérdida de nitratos por lixiviación por excedente hídrico.

Agradecimientos

Agradecemos en primera medida a la Ing. Agr. Elke Johanna Noellemeyer por habernos incluido en su proyecto de investigación y por la dirección de esta tesis.

También a la Facultad de Agronomía por dejar a nuestra disposición los recursos necesarios para llevar adelante el trabajo.

Y a los compañeros por toda la predisposición mostrada en el transcurso del periodo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- DARDANELLI, J. L. 2002. Utilización de modelos de simulación para el manejo sitio-específico. 3er TALLER DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN DEL CONO SUR. PROCISUR. Carlos Paz (Argentina).
- GREGORET, M. C.1; DARDANELLI, J.; BONGIOVANNI, R.; DÍAZ-ZORITA, M. 2006. Modelo de respuesta sitio-específica del maíz al nitrógeno y agua edáfica en un Haplustol. CI. SUELO (ARGENTINA) 24 (2) 147-159.
- KRAVCHENKO A. N; BULLOCK D. 2000. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. AGRON. J. 92: 75-83.
- SIMMONS F. W; CASSEL D. K; DANIELS R. B. 1989. Landscape and soil property effects on corn grain yield response to tillage. SOIL SCI. SOC. AM. J. 53: 534-539.
- SIQUEIRA, G; GREGO R. G; VIEIRA S; CEDDIA M. 2006. Variabilidad espacial y temporal de la permeabilidad del suelo en el cultivo de Triticale en sistemas de siembra directa. ACTAS DEL XX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO. SALTA (ARGENTINA). P.179
- VIEIRA, S.R; GREGO C. R; SIQUEIRA G.M; MIGUEL F. M; PAVLU F. A. 2006. Variabilidad espacial del almacenamiento de agua del suelo bajo siembra directa. ACTAS DEL XX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO. SALTA (ARGENTINA). P. 178.
- ZUBILLAGA M. M; CIPRIOTTI P. A; BARROS M. J. 2006. Asociaciones espaciales entre el N mineralizado y otras variables edáficas a nivel de lote. ACTAS DEL XX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO. SALTA (ARGENTINA). P. 247.
- CASAGRANDE, GA; GT. VERGARA & Y. BELLINI .Cartas agroclimáticas actuales de temperaturas, heladas y lluvia de la provincia de La Pampa (Argentina).
- Di RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- <http://inta.gob.ar/imagenes/LaPampa.jpg/view>. Suelos y ambientes de La Pampa.