



Universidad Nacional de Córdoba.  
Facultad de Ciencias Agropecuarias



**Trabajo Final del Área de Consolidación  
Métodos Cuantitativos para la Investigación  
Agropecuaria.**

**Efecto de la fertilización  
nitrogenada y fosforada en la calidad y  
producción de materia seca y semilla  
en *Panicum Coloratum* Klein.**

**Autor: Amorena, José Ignacio.  
Tutor: Ing. Agr. Córdoba, Mariano**

**Año 2014**

## **Introducción**

En los últimos años ha existido una expansión de la frontera ganadera hacia las regiones áridas y semiáridas de la Argentina. Esto se debe, en gran medida, al avance tecnológico de la agricultura que generó un desplazamiento de las zonas ganaderas hacia lugares agroclimáticamente marginales, como los de la Región Semiárida Pampeana. Las principales características climáticas de esta región se relacionan con el régimen de precipitaciones, las mismas son escasas (y se concentran en la época estival), ya que el 80% ocurren entre noviembre y marzo. Adicionalmente, se presenta una gran variabilidad en el régimen de precipitaciones entre diferentes años, pudiendo encontrar períodos de grandes sequías y otros de excesivas lluvias.

En esta región, los pastizales naturales representan la base forrajera que sustenta la producción de terneros en sistemas de cría (Frank *et al.*, 1998). En las últimas décadas la incorporación de pasturas subtropicales (megatérmicas) ha tenido un impacto importante en los sistemas ganaderos, dado que permite incrementar en forma considerable el potencial de producción forrajera. Sin embargo, estas pasturas son más exigentes en cuanto a condiciones agroclimáticas que las pasturas naturales. En los ambientes marginales las pasturas subtropicales presentan una producción muy variable de materia seca debida principalmente a la irregularidad que muestran las precipitaciones. Una alternativa para hacer frente a este problema y lograr una producción más estable es la aplicación de fertilizantes. (Strizler *et al.*, 2007; Cornacchione y Sánchez, 2007). Con el uso de la fertilización se puede aumentar la producción de forraje, mejorar su calidad, acelerar su crecimiento y hacer un uso anticipado (Cornacchione y Sánchez, 2007). Si se lograra aumentar la producción y calidad de las pasturas subtropicales, utilizando además los pastizales naturales como complemento, sería posible estabilizar la producción, obteniendo resultados semejantes en años húmedos como también en años de bajas precipitaciones.

La producción de semillas de especies forrajeras megatérmicas es una práctica redituable para los productores ganaderos. La tecnología de cosecha de semilla, aunque conocida, está poco difundida. Por tener una maduración escalonada y la consecuente dificultad de su cosecha, los productores obtienen bajos rendimientos y/o semilla de baja calidad. Como sucede con el forraje, el uso de la fertilización puede aumentar la producción y calidad de la semilla (Joaquín *et al.*, 2001).

*Panicum coloratum* (Mijo perenne) es una gramínea perenne de crecimiento primavero-estival. El cultivar Klein verde presenta una marcada adaptación a las condiciones de la Región Pampeana Semiárida, por su resistencia a heladas y sequía (De León, 2005). La productividad tanto en cantidad como en calidad del Mijo perenne es una de las cualidades destacadas de la pastura, logrando 5.700 Kg de materia seca por hectárea en el norte de Córdoba (De León, 1998). La calidad del forraje es alta durante la época de crecimiento, alcanzando digestibilidades de 67% y superando en algunos casos valores del 14% de proteína bruta. Cuando esta pastura es utilizada como diferida, conserva una calidad aceptable (Stritzler *et al.*, 2009). Su forma de reproducción es principalmente por semillas. La producción de semillas de esta especie es difícil como en la mayoría de las gramíneas forrajeras subtropicales: su floración es muy heterogénea, las semillas maduran irregularmente y se desprenden con facilidad (Joaquín *et al.*, 2001; Petruzzi *et al.*, 2003).

El presente trabajo tiene como objetivos: 1) evaluar la relación entre las variables de producción/calidad de materia seca y semillas bajo el efecto de diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada y fosforada, 2) evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre la producción de semilla y materia seca y 3) determinar la relación entre la dosis de nitrógeno y la producción de materia seca y semilla de *P. coloratum* L. (cvar. Klein verde).

## **Materiales y Métodos**

**Localización, clima y suelo.** El ensayo se realizó en el establecimiento “La Tula” ubicado en la localidad Avellaneda perteneciente a la pedanía Manzanas, departamento Ischilín, Provincia de Córdoba, Argentina, (30° 35’ 39” S y 64° 12’ 21” O a 728 msnm aproximadamente). El ambiente de producción corresponde a la Zona Agro Económica Homogénea Serrana de producción ganadera extensiva (XI E). El clima de la región es semiárido (serrano del norte de Córdoba), la temperatura media anual es de 20°C y las temperaturas máxima media y mínima media corresponden a 24 y 16°C, respectivamente. Con relación a la precipitación anual, ésta responde al régimen monzónico y el valor medio de las precipitaciones (mm). Según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en el periodo que comprende desde el año 1961 hasta el 1990, la precipitación media anual fue de entre 500 y 800 mm. El suelo en el que se realizó el ensayo es de textura franco-arenoso y su Capacidad de Uso (CU) es de VII.

**Diseño experimental y tratamientos.** El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- T0: Testigo
- T1: 35 kg N/ha.
- T2: 70 kg N/ha.
- T3: 20 kg P/ha.
- T4: 40 kg P/ha.
- T5: 35 kg N/ha. + 20 kg P/ha. (T1 + T3)
- T6: 70 kg N/ha. + 40 kg P/ha. (T2 + T4)

Las fuentes nitrogenadas y fosforadas utilizadas fueron Urea Granulada (46% de N) y Súper Fosfato Triple (46% de P), respectivamente.

**Establecimiento y manejo.** El ensayo se produjo en una pastura implantada en el año 2003 con un buen stand de plantas, que había sido sembrada al voleo con una densidad de 8 kg/ha de semilla. Se llevó a cabo bajo condiciones de secano, por lo cual, se utilizó un pluviómetro para registrar los milímetros de agua precipitados durante el periodo que duró el mismo. El total de precipitaciones registradas hasta la fecha de cosecha (30/01/2013) fue de 316 mm.

El ensayo de fertilización se llevó a cabo desde octubre de 2012 hasta marzo de 2013. En octubre de 2012 se realizó un corte de emparejamiento a una altura de 15 cm aproximadamente para eliminar todo el material que se encontraba en estado diferido, dejando como remanente los brotes vegetativos. La fertilización tuvo lugar una semana después, realizándose en forma de gránulos dispersados al voleo en cada una de las parcelas establecidas. La cosecha se realizó en enero de 2013, cuando la población de semilla en pié estaba en el momento óptimo de endosperma duro.

Para la muestra de materia seca (MS), la altura elegida para el corte fue de 17 cm, mientras que la cosecha de macollos reproductivos se realizó a una altura de 25 cm aproximadamente. Ambas muestras se tomaron con un marco de 50 x 50 cm localizado al azar; la cosecha se hizo en forma manual siendo almacenadas en bolsas de arpillera las correspondientes a MS y en bolsas de papel las destinadas al análisis de semillas. Luego de una deshidratación natural, se llevó el material para la determinación de materia seca a estufa a 60 C° por el lapso de 48 hs. Posteriormente se pesó para determinar la producción de materia seca. De esta

muestra se tomó una alícuota y se separaron manualmente hojas y tallos (vainas+tallo+inflorescencia).

**VARIABLES MEDIDAS.** Respecto a la recolección del material, de cada parcela se tomaron dos muestras. La primera para analizar la producción y calidad de la materia seca. Para ello se midió la producción de materia seca por hectárea (kg MS/ha), la relación hoja-tallo (H/T), la digestibilidad de la hoja (D(H)) y la digestibilidad del tallo (D(T)). La segunda muestra se hizo con el fin de obtener la producción de semillas evaluando las siguientes variables: rendimiento de semilla (kg Semilla/ha), cantidad de semilla por inflorescencia (Semillas/Inflorescencia), energía germinativa (EG), peso de mil semillas (P1000) y número de plántulas normales por kilogramo de semilla (PN/kg Semilla).

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** Para identificar las variables que explican la mayor parte de la variabilidad total contenida en los datos y explorar las correlaciones entre variables medidas, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Así mismo, para evaluar la correlación entre el grupo de variables de producción/calidad de MS y las variables de producción/calidad de semilla, se realizó un Análisis de Correlaciones Canónicas (ACC). Para evaluar el efecto de los tratamientos (fertilización nitrogenada y fosforada) sobre la producción de semilla y materia seca se realizó un análisis de la varianza (ANAVA) y posteriormente se realizó la comparación de medias utilizando el test DGC con un nivel de significación  $\alpha=0,05$ . Finalmente la evaluación de la relación entre la dosis de fertilizante nitrogenado y la producción de MS y semilla, se realizó mediante un análisis de regresión lineal. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

## **Resultados y Discusión**

Las dos primeras componentes del ACP explican el 68% de la variabilidad total de los datos. La primera componente (CP1) explica un 44% de la variabilidad y separa, principalmente, la variable H/T de aquellas variables relacionadas a la calidad de la semilla (EG, P1000, %PN). También se observa una correlación positiva entre las variables indicadoras de calidad de la semilla y entre MS/ha y kg Semillas/ha. Mientras que la correlación entre estas dos variables respecto a la variable H/T es negativa, al igual que la correlación entre las variables indicadoras de calidad de la semilla y la D(T). Respecto a los tratamiento de fertilización

evaluados, P(40) y P(20) presentan la mayor relación H/T y D(T) y los menores valores de producción (kg semilla/ha) y calidad de semilla (EG, P1000, %PN) y kg MS/ha (Figura 1). De la misma manera en ensayos con fertilizaciones combinadas de P y N (Calvierè I., 1998) se observó que la menor relación H/T se produjo con altas dosis de fósforo.

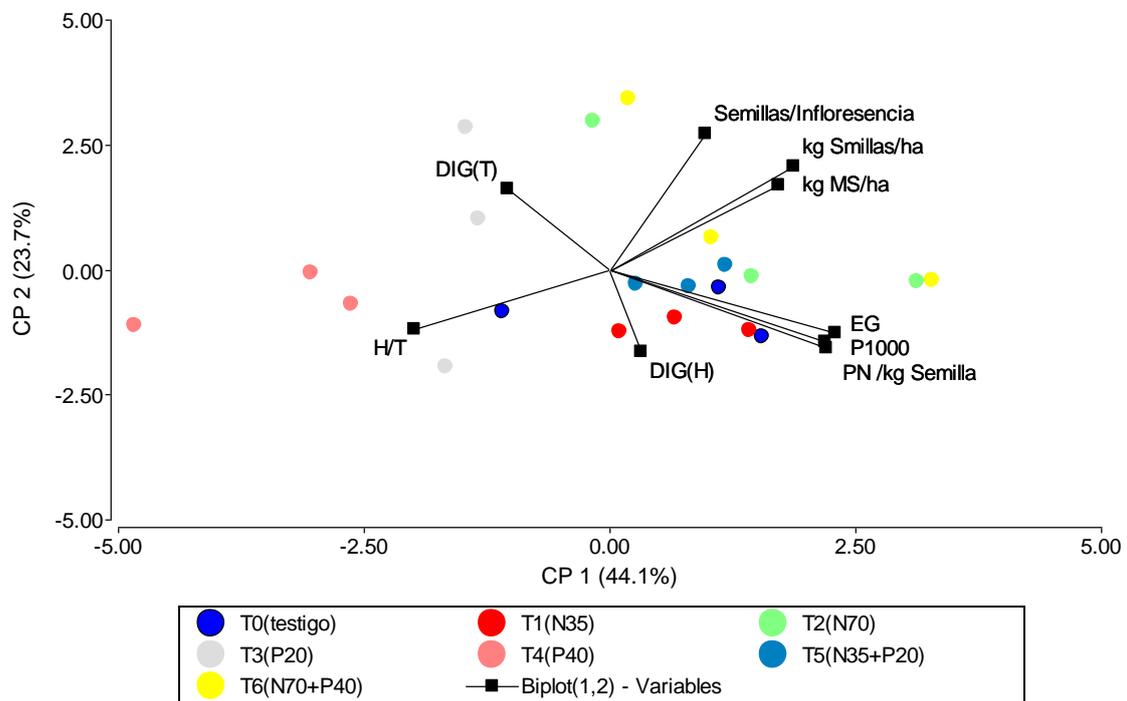


Figura 1. Biplot del Análisis de Componentes Principales. Se muestra las principales relaciones entre las variables de producción/calidad de materia seca y semillas en *Panicum Coloratum*, bajo diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada y fosforada.

El ACC mostró que la primera relación canónica fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). La primera variable canónica correspondiente al grupo de variables de producción/calidad de la MS es definida principalmente por la variable relación H/T, mientras que en el grupo de variables de producción/calidad de semillas la variable canónica es definida por la variable EG. Puede observarse (Figura 2) que la relación lineal entre las combinaciones lineales de ambos grupos de variables es negativa. Esto se explica por lo mostrado por el Análisis de Componentes Principales, donde la variable H/T difiere de aquellas relacionadas con la calidad de semilla. Por otro lado los valores de la relación H/T concuerda con lo observado por Joaquin et al. (2001) donde la fertilización con 50kgN/ha incrementó el número de tallos en un 54% con respecto al testigo.

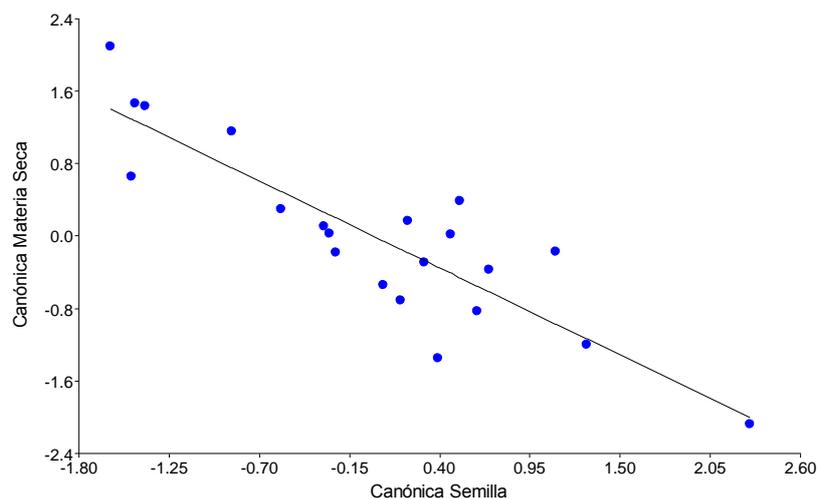


Figura 2. Grafico de dispersión entre las variables canónicas representadas por variables de producción/calidad en materia seca y semillas de *Panicum Coloratum*.

El análisis de la varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos T4, T1, T0 y T3, ni entre los tratamientos T5, T2 y T6. Mientras que si se observaron diferencias significativas entre los primeros con estos últimos.

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2886,9609**

Error: 2297409,5238 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (P40)	2334,67	3	875,10	A
T0 (testigo)	4198,67	3	875,10	A
T1 (N35)	4246,67	3	875,10	A
T3 (P20)	4517,33	3	875,10	A
T5 (N35+P20)	6029,33	3	875,10	B
T2 (N70)	7080,00	3	875,10	B
T6 (N70+P40)	7276,00	3	875,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

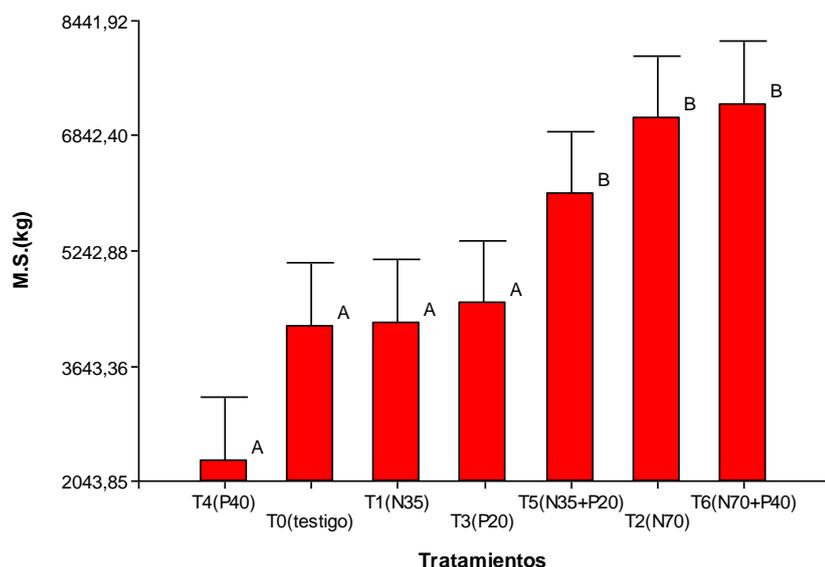


Figura 3. Análisis de la varianza. Grafico de comparación de medias para la variable Materia Seca. Letras distintas indican diferencia entre los tratamientos.

Para la variable producción de materia seca el aumento en la fertilización produjo incrementos significativos con dosis de 35 y 70khN/ha (T6). Ferraris et al (2008) obtuvieron la combinación óptima para producción de materia seca en dosis de 100khN/ha para *Lolium multiflorum*, por su parte Cornacchione (Cornacchione et al. (2008) encontraron respuesta a la fertilización nitrogenada para otras megatérnicas con dosis de 69 kg de nitrógeno, mientras que en dosis de 46 kg no hubo diferencia significativa.

Para el análisis de la varianza de la variable producción de semilla, los tratamientos T4, T3, T0, T1 y T5 no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí se observaron diferencias entre estos y los tratamientos T2 y T6 siendo este último el tratamiento de mayor producción de semilla.

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=61,5770**

Error: 1045,1868 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (P40)	27,88	3	18,67	A
T3 (P20)	72,24	3	18,67	A
T0 (testigo)	80,56	3	18,67	A
T1 (N35)	85,38	3	18,67	A
T5 (N35+P20)	105,28	3	18,67	A
T2 (N70)	166,05	3	18,67	B
T6 (N70+P40)	182,86	3	18,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

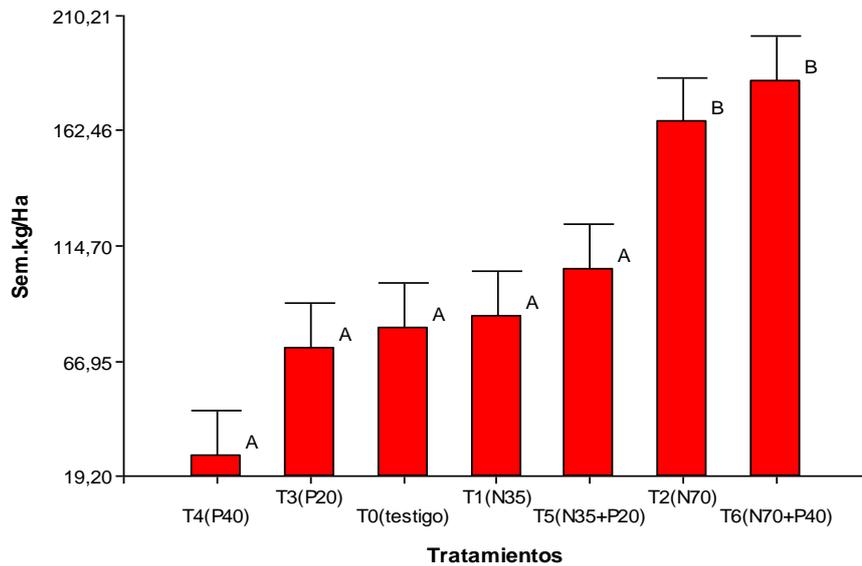


Figura 4. Análisis de la varianza. Grafico de comparación de medias para la variable Producción de Semilla. Letras distintas indican diferencia entre los tratamientos.

En ensayos realizados con *Digitaria eriantha cv premier* (Ramirez y Hacker, 1994), la mayor producción de semilla se obtuvo con 50kgN/ha, mientras que aplicaciones superiores a 150kg/ha fueron en detrimento de la producción.

La relación entre la dosis de fertilizante nitrogenado y la producción de MS y semilla fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). Por cada kg de N que se aplica, la producción de MS y semilla de *Panicum coloratum*, aumenta en 41,2 y 1,2 kg respectivamente (Figura 5 y 6)

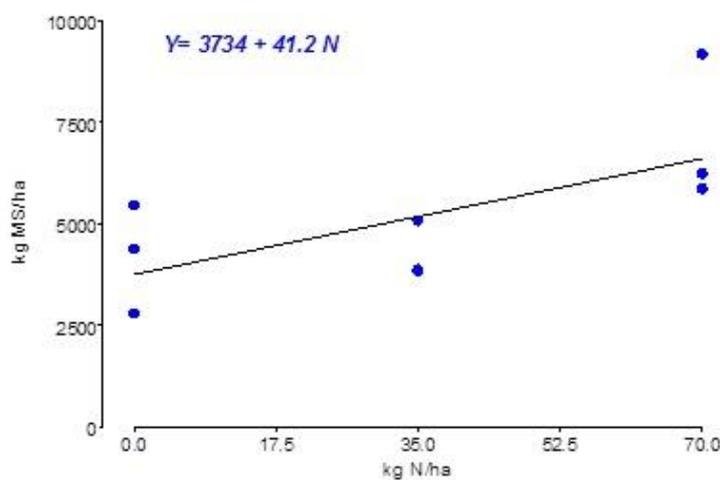


Figura 5. Regresión lineal entre producción de materia seca (kg MS/ha) y dosis de fertilizante nitrogenado (kg N/ha).

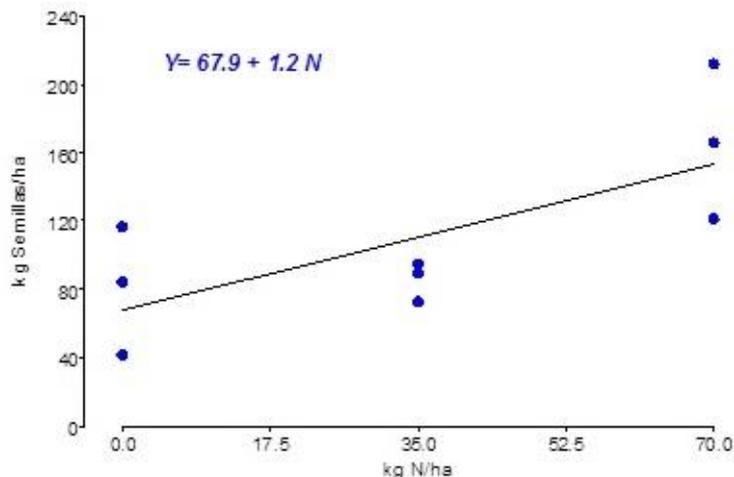


Figura 6. Regresión lineal entre producción de semillas (kg Semilla/ha) y dosis de fertilizante nitrogenado (kg N/ha)

Al igual que para materia seca, la variable producción de semillas muestra una respuesta lineal positiva con respecto a los incrementos en las dosis de nitrógeno. La relación es similar a la que encontraron Steimberg et al (2005) con dosis de 70kgN/ha en *Panicum coloratum*. Mecelis y Oliveira (1984) también hallaron un efecto positivo del nitrógeno en la producción de semilla de *Brachiaria humidicola* utilizando dosis de 75kg/ha.

Es importante tener en cuenta la fertilización en zonas agroclimáticamente marginales, sin embargo esta actividad se debería realizar de forma consciente, considerando las dosis de fertilizantes a utilizar ya que como se ha visto en los análisis precedentes, niveles incorrectos de aplicación pueden afectar tanto rendimientos como calidad de las pasturas y semillas.

## **Conclusiones**

La relación entre las variables de producción/calidad de materia seca demostró tener una relación inversa con las de producción/calidad de semilla.

Individualmente la mayoría de las variables mostraron un incremento en su producción/calidad ante la aplicación de nitrógeno en dosis de 70kg/ha y la dosis combinada de 70kg/ha de nitrógeno con 40kg/ha de fósforo. Mientras que la aplicación de fósforo en dosis individuales de 20kg/ha y 40kg/ha mostró una disminución en el rendimiento y calidad. Por otro lado las componentes H/T y D(T) tuvieron respuestas inversas al resto de las variables analizadas.

El incremento en las dosis aplicadas de nitrógeno mostró un aumento en la producción de materia seca y semilla.

Al analizar grupos de variables hay que tener en cuenta la influencia de ciertos valores, que pueden llegar a alterar los resultados, pudiendo generar conclusiones erróneas. Por lo tanto es importante generar análisis alternativos para poder lograr respuestas concluyentes.

Es también imprescindible realizar a priori un adecuado diseño del experimento.

## **Agradecimientos**

Gracias a Alejo Ducca, Germàn Vera Pingitore y Pedro Barrionuevo por facilitarme los datos de su trabajo del área de consolidación.

## **Bibliografía**

Borrajo, C.I., Ramirez, M., Maidana, C. y Ramirez, R. 2010. Efecto de la fertilización N-P-K sobre el rendimiento de semillas en *Setaria sphacelata*. Revista Argentina de Producción Animal, 30 (1): 203-431.

Cornacchione, M.V., y Sánchez, M.C. 2007. Efecto de la fertilización líquida en pasturas subtropicales en el sudeste santiagueño. Proyecto Regional Llanura chaqueña Oeste. INTA.

Calvierè, I. y Duru, M. 1998. The effect of N and P fertilizer application and botanical composition on the leaf/steam ratio patterns in spring in Pyrenean meadows. Grass and forage Science. 54: 255-266.

De León, M. 2003. Ampliando la Frontera Ganadera. Rev. de la Sociedad Rural de Jesús María, 139:45-48.

De León, M. 2005. Las Gramíneas Megatérmicas y su Impacto Productivo. Seminario Técnico Forrajes 2005 INTA. Buenos Aires 29 y 30 de Marzo. p. 81

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>

Frank, E.O., Llorens, E.M. y Cabral, D.R. 1998. Productividad de los pastizales de la Provincia de La Pampa, Gobierno de la Provincia de La Pampa, INTA, 167 p.

Joaquín B.M., Hernández A, Pérez J., Herrera J.G, García G. y Trejo C. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en el rendimiento y la calidad de

semillas del pasto de guinea (*Panicum máximum* Jacq.). *Pasturas Tropicales*, 23(1): 2-8.

Joaquín B.M., Hernández A, Pérez J., Herrera J.G, García G. y Trejo C. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en el rendimiento y la calidad de semillas del pasto de guinea (*Panicum máximum* Jacq.): Parámetros y componentes del rendimiento. *Pasturas Tropicales* 23(2): 10-15

Marino, M.A., y Berardo, A. 2000. Fertilización fosfatada en pasturas en el sudeste bonaerense. *Revista Argentina de Producción Animal*. 20 (2): 113-121.

Mecelis, N; Oliveira, P. R. P. de. 1984. *Brachiaria humidicola* seed production components: effect of nitrogen fertilizer and date of harvest. *Zootecnia*. 22: 57-71

Mc Cosker, T. K. y Teitzel, J. K. 1975. A review of Guinea Grass (*Panicum máximum*) for the wet tropics of Australia. *Tropical Grasslands*, 3: 177-189.

Motta, M. S. 1953. *Panicum maximum*. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 21: 33-41.

Ramirez, L.; Hacker, J. B. 1994. Effect of time of tiller emergence and nitrogen fertiliser on seed yield components of *Digitaria eriantha* cv. *Journal of applied seed production*, 12: 66-75.

Steinberg, M.R., Valdez, H.A., Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Minuzzi, P.A. y Nienstedt, E.F. 2005. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semilla de *Panicum coloratum*. 28º Congreso Argentino de Producción Animal. PP 52.

Stritzler, N.P., Ferri, C.M., Pagella, J.H., y Fuentes, M.E. 2004. Fertilización nitrogenada y partición de la materia seca en *Panicum coloratum* L. CV VERDE. *Revista Argentina de Producción Animal*, 24: 86-87.

Stritzler, N.P., Petruzzi, H.J., Frasinelli, C.A., Veneciano, J.H., Ferri, C.M. y Viglizzo, E.F. 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27(2): 111-123.

Teitzel, J. K. y Bruce, R. C. 1972. Pasture fertilizers for the wet tropic. *Queensland Agricultural Journal*, 99: 13-22.

Valdez, H.A. 2013. Manejo alternativo del recurso forrajero para estabilizar la producción de carne en un sistema de cría en el semiárido serrano del norte de Córdoba. Trabajo Final Especialización en Alimentación de Bovinos. UNC-FCA.