

## 6. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN N-P EN LA PRODUCTIVIDAD DE *MNESITHEA SELLOANA*

Fernando Olmos López <sup>1</sup>, Martín Sosa Pintado <sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

*Coelorachis selloana* que anteriormente fuera *Rottboellia selloana* y que recientemente ha sido denominada *Mnesithea selloana*, es una especie ampliamente presente en los campos naturales de la región noreste de Uruguay (Rosengurtt, 1943; Olmos y Godron, 1990; Olmos, 1992; Olmos *et al.*, 2013) y ha sido caracterizada (Rosengurtt, 1979) como una especie perenne de ciclo de crecimiento estival, con una productividad media y una apetecibilidad prolongada; siendo desde el punto de vista del crecimiento vegetativo de tipo cespitoso. Como tipo productivo, Rosengurtt (1979) la clasificó como una especie tierna.

Rosengurtt (1980) clasificó en diferentes categorías a las especies forrajeras nativas según el potencial productivo, incluyendo en la categoría A a *Mnesithea selloana* conjuntamente con otras ocho especies, cinco invernales: *Bromus auleticus*, *Bromus catharticus*, *Poa lanigera*, *Stipa hyalina*, *Stipa setigera* y tres estivales, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum plicatulum* y *Setaria parodii*.

En este trabajo se evaluó el cambio en la productividad de *Mnesithea selloana* y de los componentes del rendimiento en relación a la fertilización nitrogenada y fosfatada en condiciones de invernáculo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron plantas de *Mnesithea selloana* a partir de semillas colectadas en

pasturas naturales de la región noreste de Uruguay y fueron trasplantadas a recipientes de 11 litros donde se incluyó suelo de un brunosol de la Unidad Pueblo del Barro (Altamirano *et al.*, 1976) mezclado con un 30 % de cáscara de arroz y se aplicaron los siguientes tratamientos: 0 - 40 - 80 Kg. de nitrógeno por hectárea combinado con dos dosis de fosfatos: 0 - 50 Kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea equivalente. Se realizaron 10 repeticiones de cada tratamiento totalizando 60 plantas. El experimento se llevó adelante en la sede de INIA Tacuarembó, ruta 5 Km. 386 en condiciones de invernáculo donde se aplicó el riego cuando fue necesario y las plantas se encontraban debajo de un techo de material transparente y los costados estaban abiertos al intercambio con el aire atmosférico. Anualmente se mantuvieron los mismos niveles de fertilización y el experimento duró tres ciclos de crecimiento: 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011. Los tratamientos se aplicaron a partir del mes de agosto de 2008.

Se realizaron determinaciones: de acuerdo al crecimiento se realizaron evaluaciones de la producción de materia seca, la variación en el número de macollos vegetativos y reproductivos y la producción de semillas según los tratamientos aplicados. El análisis de la información se procesó mediante el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2013). Los datos climáticos de la Unidad Experimental La Magnolia, distante 15 km. del sitio experimental, se presentan en el Apéndice I.

<sup>1</sup> Ing.Agr., M.Sc., Ph.D., Programa Pasturas y Forrajes (INIA Tacuarembó, hasta mayo 2014).

<sup>2</sup> Asistente de Investigación. Programa Pasturas y Forrajes. INIA Tacuarembó

## RESULTADOS

### Ciclo 2008 – 2009

Al inicio del período experimental no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de macollos vegetativos en las distintas unidades experimentales de acuerdo a los diferentes tra-

tamientos asignados a cada una en agosto 2008 ( $P < 0,6035$  para nitrógeno y  $P < 0,9156$  para fósforo).

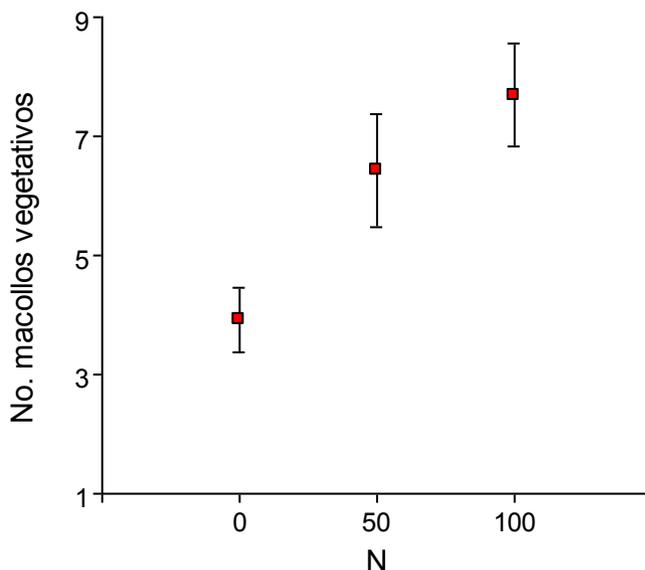
En el Cuadro 6.1 se presentan los resultados del análisis estadístico de los registros en el primer ciclo en tres oportunidades respecto a la aplicación de nitrógeno (N) y fósforo (P).

**Cuadro 6.1-** Efecto la aplicación de los nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P) en el número de macollos vegetativos por planta en *Mnesithea selloana*

fecha	tratamiento	P
diciembre 2008	N	0,0001
	P	0,6394
febrero 2009	N	0,3147
	P	0,9402
mayo 2009	N	0,3525
	P	0,0857

En el primer período de crecimiento hasta diciembre 2008 el efecto del nitrógeno fue estadísticamente significativo sobre el número de macollos por planta, en cambio no fue significativo el efecto de la aplicación de fósforo (Cuadro 6.1; Figura 6.1); en febrero

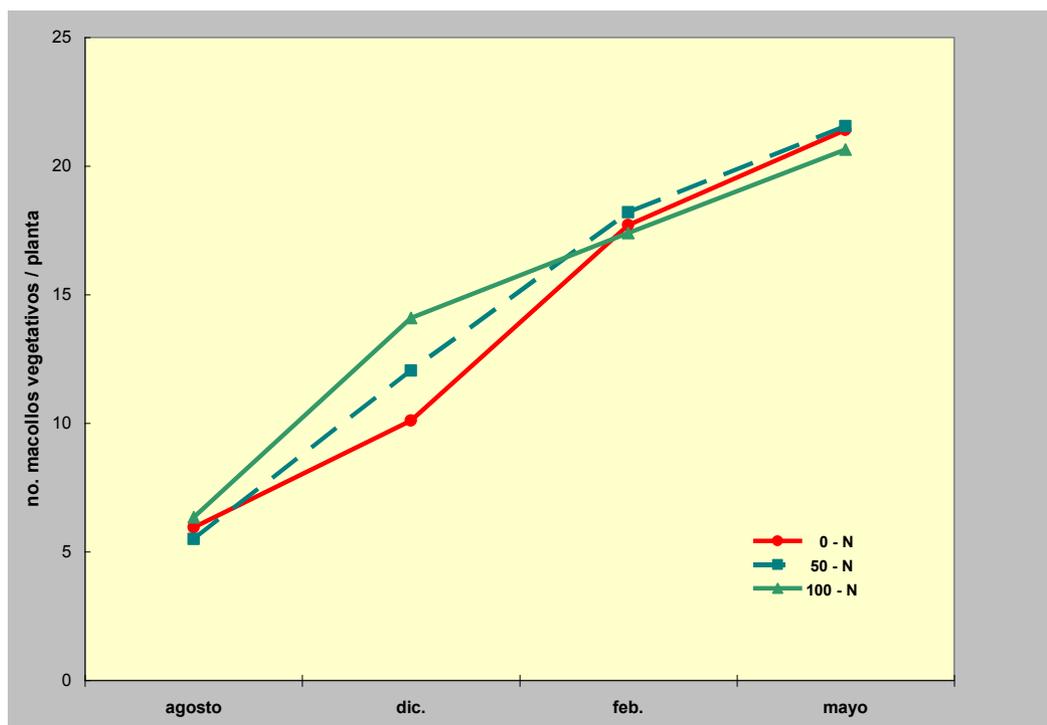
2009 (segunda fecha de evaluación) y en mayo 2009 (tercera fecha de evaluación) no hubo efecto significativo de la aplicación de los nutrientes en forma significativa sobre el número de macollos vegetativos por planta.



**Figura 6.1 -** Efecto de los niveles de nitrógeno en el número de macollos vegetativos por planta en *Mnesithea selloana*, diciembre 2008

La aplicación de nitrógeno determinó un mayor número de macollos vegetativos por planta comparado con el tratamiento testigo sin nitrógeno (Figura 6.1).

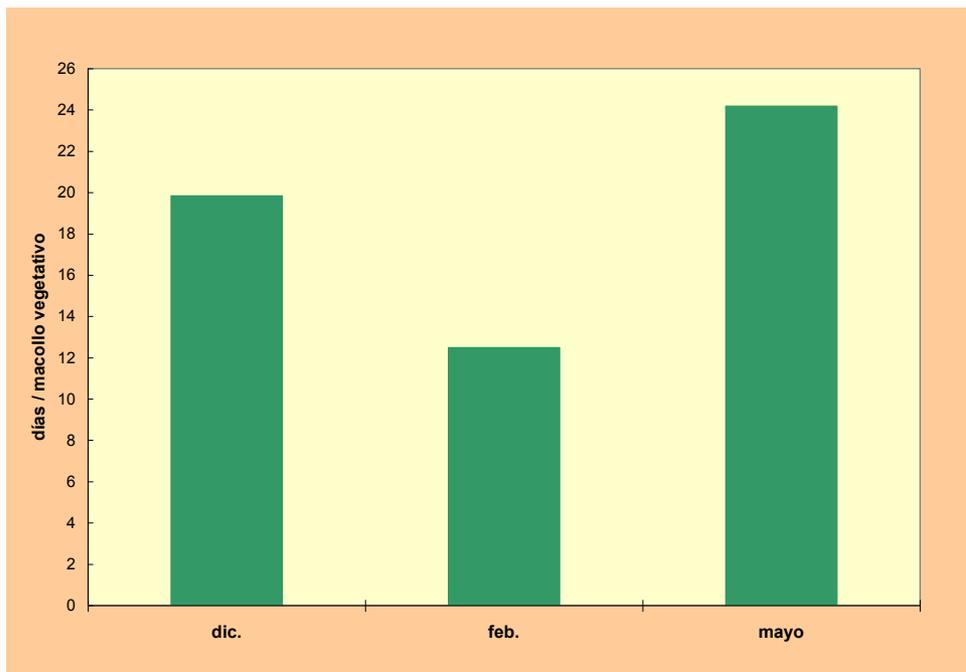
A medida que la estación de crecimiento progresó el número de macollos vegetativos por planta se incrementó hasta mayo 2009 (Figura 6.2).



**Figura 6.2** - Variación en el número de macollos vegetativos en *Mnesithea selloana*, según la fecha y la fertilización nitrogenada

Aparentemente el efecto de la fertilización nitrogenada se mantuvo solamente hasta el primer registro en diciembre, permitiendo destacar la necesidad de una nueva aplicación en la mitad de la estación de crecimiento para incrementar la productividad de la especie.

Cuando se considera la aparición de los macollos vegetativos en relación al tiempo transcurrido tenemos que en promedio en el verano se demora menor tiempo para su aparición comparado con la primavera y el inicio del otoño (Figura 6.3).



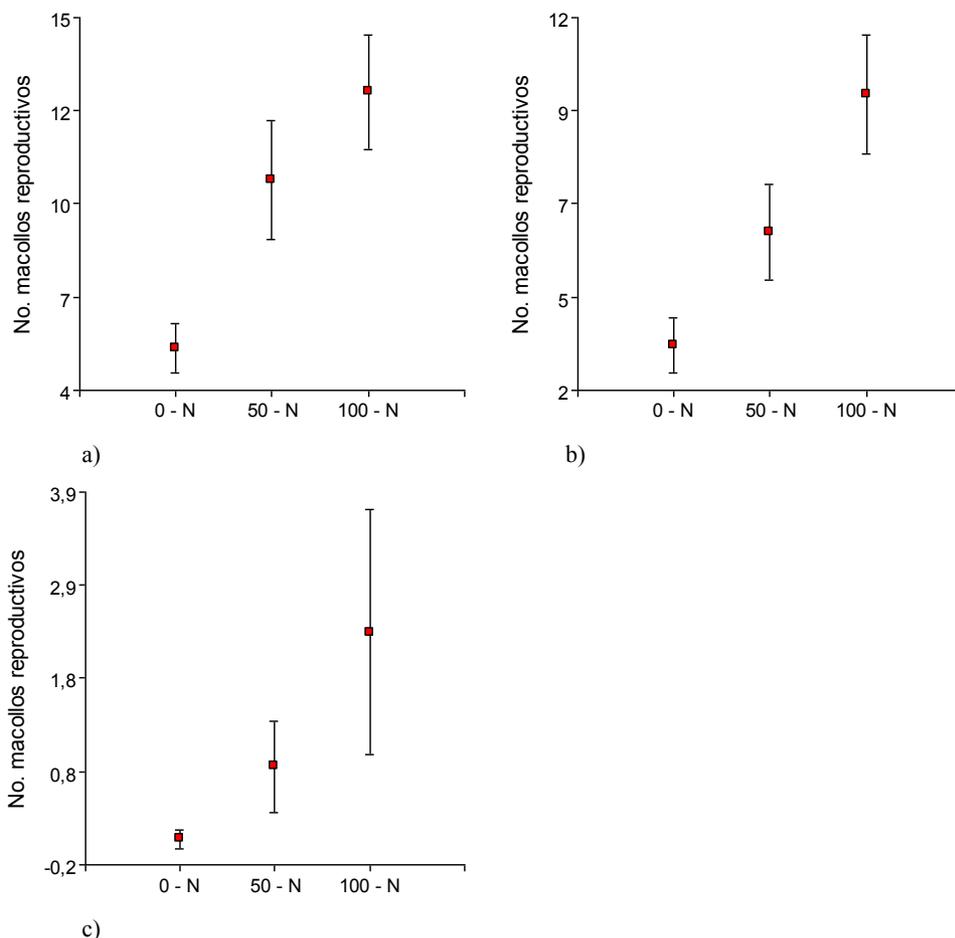
**Figura 6.3** - Tiempo para la aparición de un macollo vegetativo en *Mnesithea selloana* según la época del año

En cuanto a los macollos reproductivos en las tres fechas de registro hubo un efecto significativo del nitrógeno sobre el número

de macollos por planta (Cuadro 6.2; Figura 6.4 a, b, c) y no del fósforo aplicado.

**Cuadro 6.2** - Efecto la aplicación de los nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P) en el número de macollos reproductivos por planta en *Mnesithea selloana* según la fecha de registro en la estación de crecimiento

fecha	tratamiento	P
diciembre 2008	N	0,0001
	P	0,5280
febrero 2009	N	0,0001
	P	0,4513
mayo 2009	N	0,0001
	P	0,2835



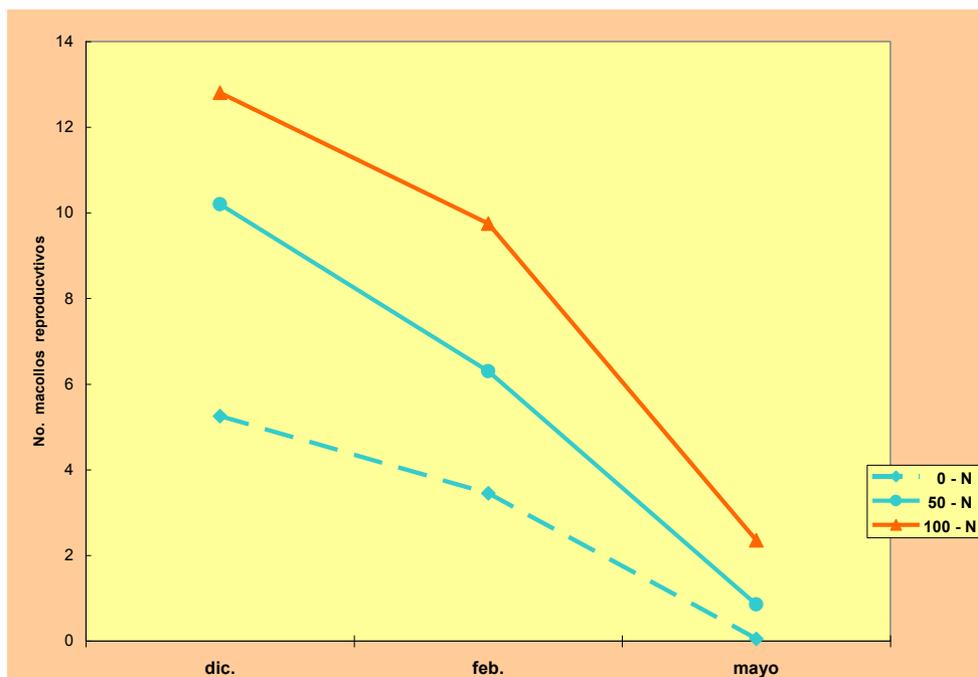
**Figura 6.4** - Número de macollos reproductivos en plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno en: a) diciembre 2008, b) febrero 2009 y c) mayo 2009

La mayor cantidad de macollos reproductivos ocurrió en las tres fechas de registro al incrementarse la aplicación de nitrógeno comparado con el tratamiento testigo sin aplicación del nutriente; al mismo tiempo los valores mayores se alcanzaron en el mes de diciembre 2008 y los menores en mayo 2009, con valores intermedios en febrero 2009.

Los resultados están de acuerdo con la clasificación realizada por Rosengurtt (1979)

quien indicó que la especie puede semillar entre los meses de diciembre hasta marzo; en este caso, aún en mayo persistieron algunos macollos con inflorescencias.

En la Figura 6.5 se grafica la evolución del número de macollos reproductivos durante la estación de crecimiento de acuerdo a la fertilización nitrogenada; la misma muestra el alto impacto de los diferentes niveles de aplicación del nutriente en la dinámica reproductiva de la especie.



**Figura 6.5** - Variación en el número de macollos reproductivos en *Mnesithea selloana* según la época del año y la fertilización nitrogenada

Dada la complejidad de la inflorescencia de *Mnesithea selloana* (Galussi, 2015) se realizó el registro del número de inflorescencias por planta de acuerdo al tratamiento de fertilización y la fecha (Cuadro 6.3).

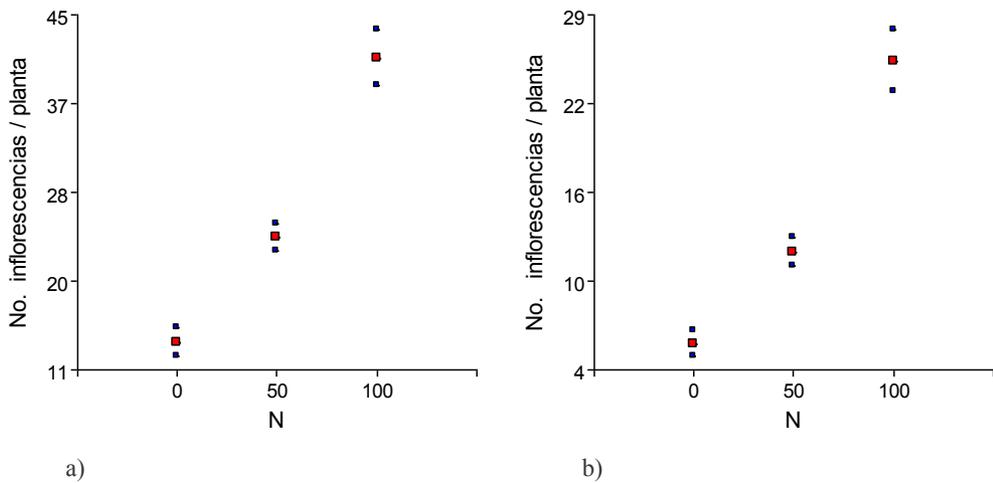
se realizó el registro del número de inflorescencias por planta de acuerdo al tratamiento de fertilización y la fecha (Cuadro 6.3).

**Cuadro 6.3** - Efecto la aplicación de los nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P) en el número de inflorescencias por planta en *Mnesithea selloana*

fecha	tratamiento	P
diciembre 2008	N	0,0001
	P	0,3142
febrero 2009	N	0,0001
	P	0,4562
mayo 2009	N	0,0001
	P	0,0001

Los resultados indican una fuerte respuesta en el número de inflorescencias al incrementarse la dosis de nitrógeno aplicada respecto al tratamiento testigo sin fertilizar,

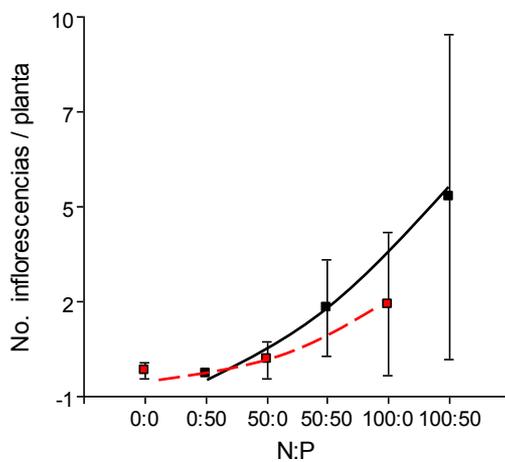
tanto en diciembre 2008 como en febrero 2009; en la segunda fecha, sin embargo, los valores son relativamente menores que en la primera fecha (Figura 6.6 a, b).



**Figura 6.6** - Variación en el número de inflorescencias por planta de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno en: a) diciembre 2008 y b) febrero 2009

En el registro de mayo 2009 los valores, si bien mantienen una tendencia similar a las fechas previas, son sensiblemente me-

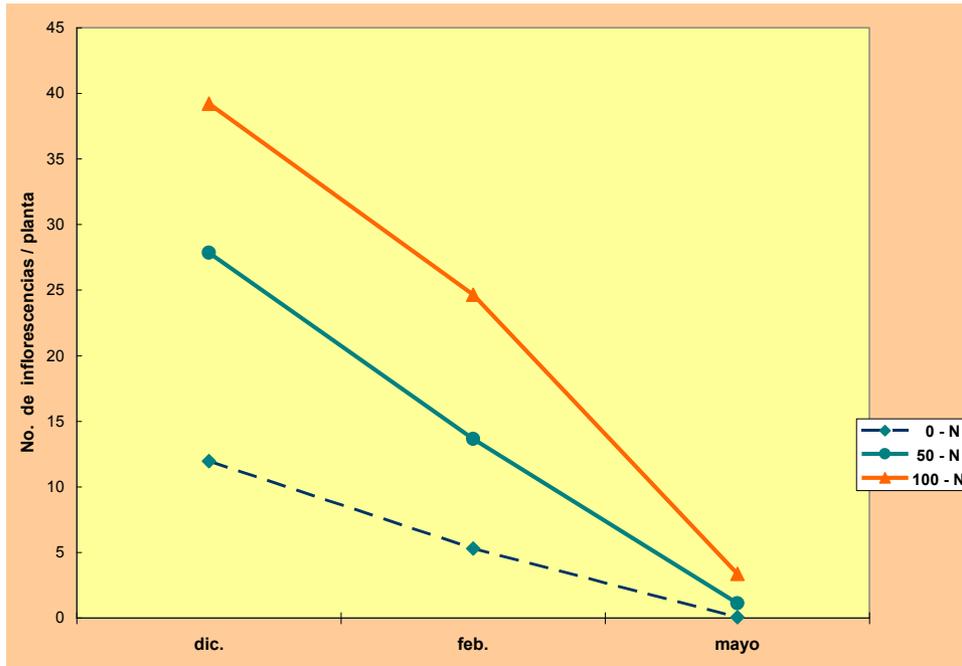
nores, observándose un incremento en la respuesta cuando se aplicó fósforo (Figura 6.7).



**Figura 6.7** - Variación en el número de inflorescencias por planta de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno y fósforo, mayo 2009

A modo de síntesis respecto al número de inflorescencias por planta se presentan en la Figura 6.8, los valores medios según la fertilización nitrogenada en cada fecha de registro. Comparando los valores rela-

tivos del número de macollos reproductivos con el número de inflorescencias por planta, estos indican que ambas variables son más sensibles a la fertilización nitrogenada.



**Figura 6.8** - Variación en el número de inflorescencias en *Mnesithea selloana* según la época del año y la fertilización nitrogenada

En las tres fechas de registro el nitrógeno tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la proporción de tallos reproductivos

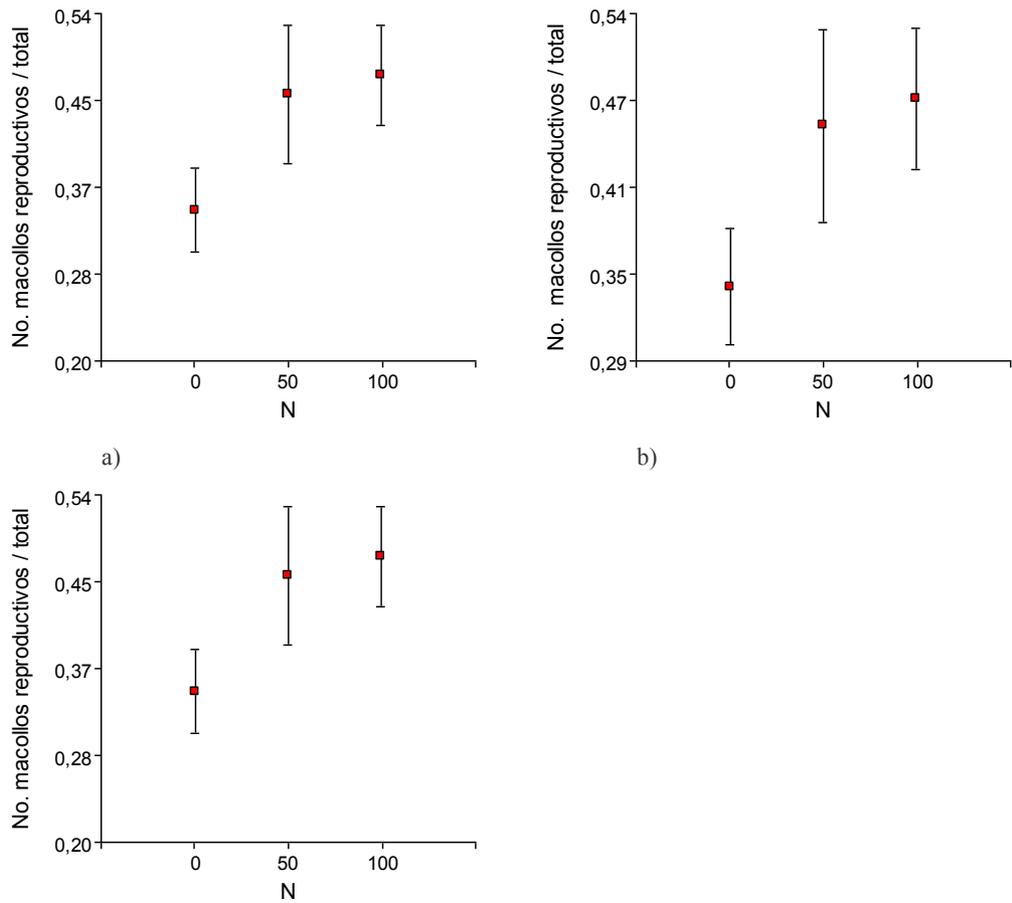
en relación al total de macollos, en cambio el fósforo no (Cuadro 6.4).

**Cuadro 6.4** - Efecto la aplicación de los nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P) en la proporción de macollos reproductivos sobre total de macollos por planta en *Mnesithea selloana*

fecha	tratamiento	P
diciembre 2008	N	0,0011
	P	0,1324
febrero 2009	N	0,0001
	P	0,8005
mayo 2009	N	0,0001
	P	0,0656

En la Figura 6.9 a, b, c, se observa que la proporción de los tallos reproductivos se in-

crementó en las tres fechas registradas al incrementarse la dosis aplicada de nitrógeno.

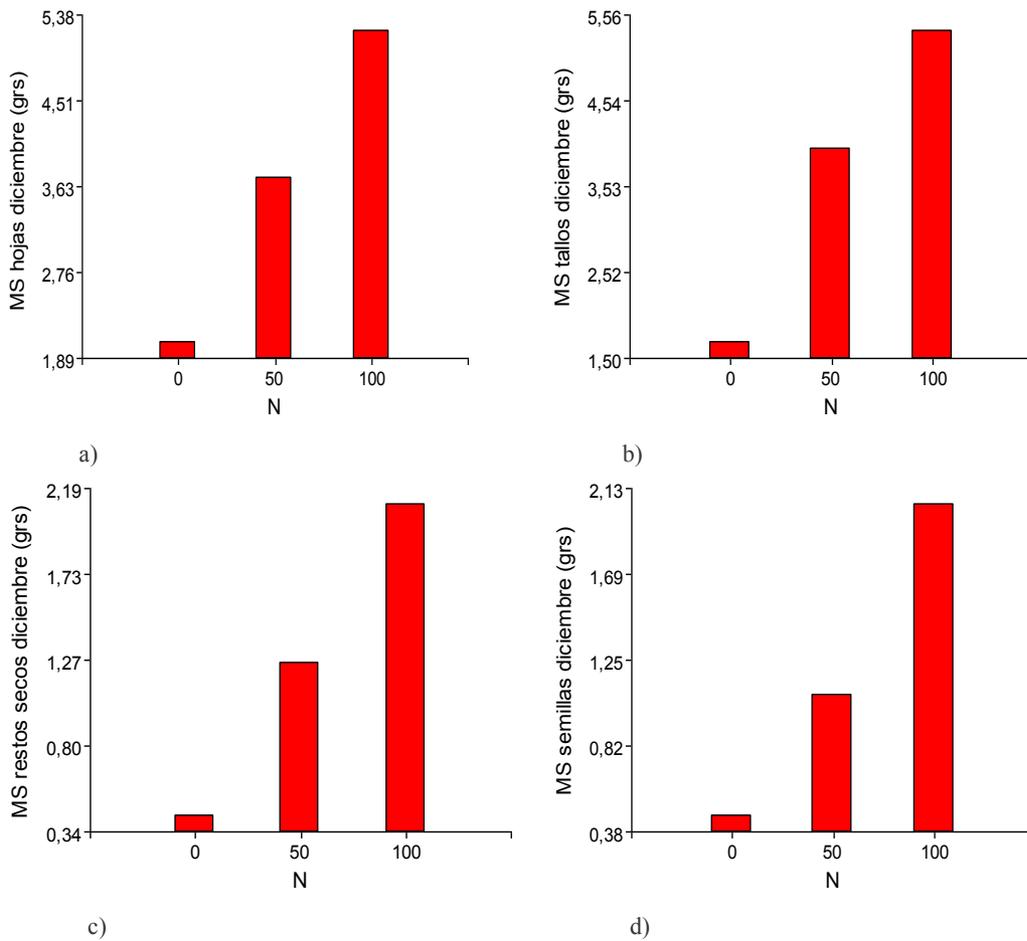


**Figura 6.9** - Efecto de la aplicación de nitrógeno en la proporción de macollos reproductivos de *Mnesithea selloana*, a) diciembre 2008, b) febrero 2009 y c) mayo 2009

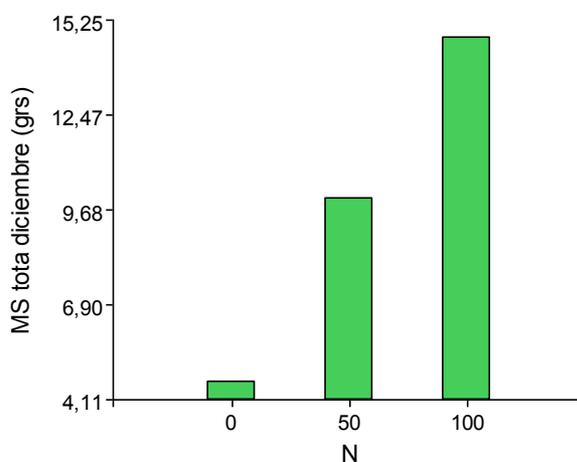
**producción de materia seca**

En el primer período de registros, diciembre 2008, no se realizó el análisis con las repeticiones correspondientes, razón por la cual a continuación se grafica la variación en el rendimiento en materia seca promedio de acuerdo a los niveles de fertilización nitro-

genada, en virtud que la respuesta a este nutriente fue estadísticamente significativa en los componentes de la planta vistos anteriormente. En la Figura 6.10 se reportan los resultados para el peso seco de las hojas, el peso seco de los tallos, el peso seco de los restos secos, el peso seco de la semilla y en la Figura 6.11 el peso seco total por planta.



**Figura 6.10** - Variación en el peso seco del follaje (hojas) (a) y tallos (b), en el peso seco de los restos secos del follaje (c) y de las semillas (d) en *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno



**Figura 6.11** - Variación en el peso seco total de la parte aérea de plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno

En todos los casos el peso seco se incrementó al incrementarse la dosis de nitrógeno aplicada, donde la mayor aplicación duplicó los valores de los tratamientos testigos sin la aplicación del nutriente.

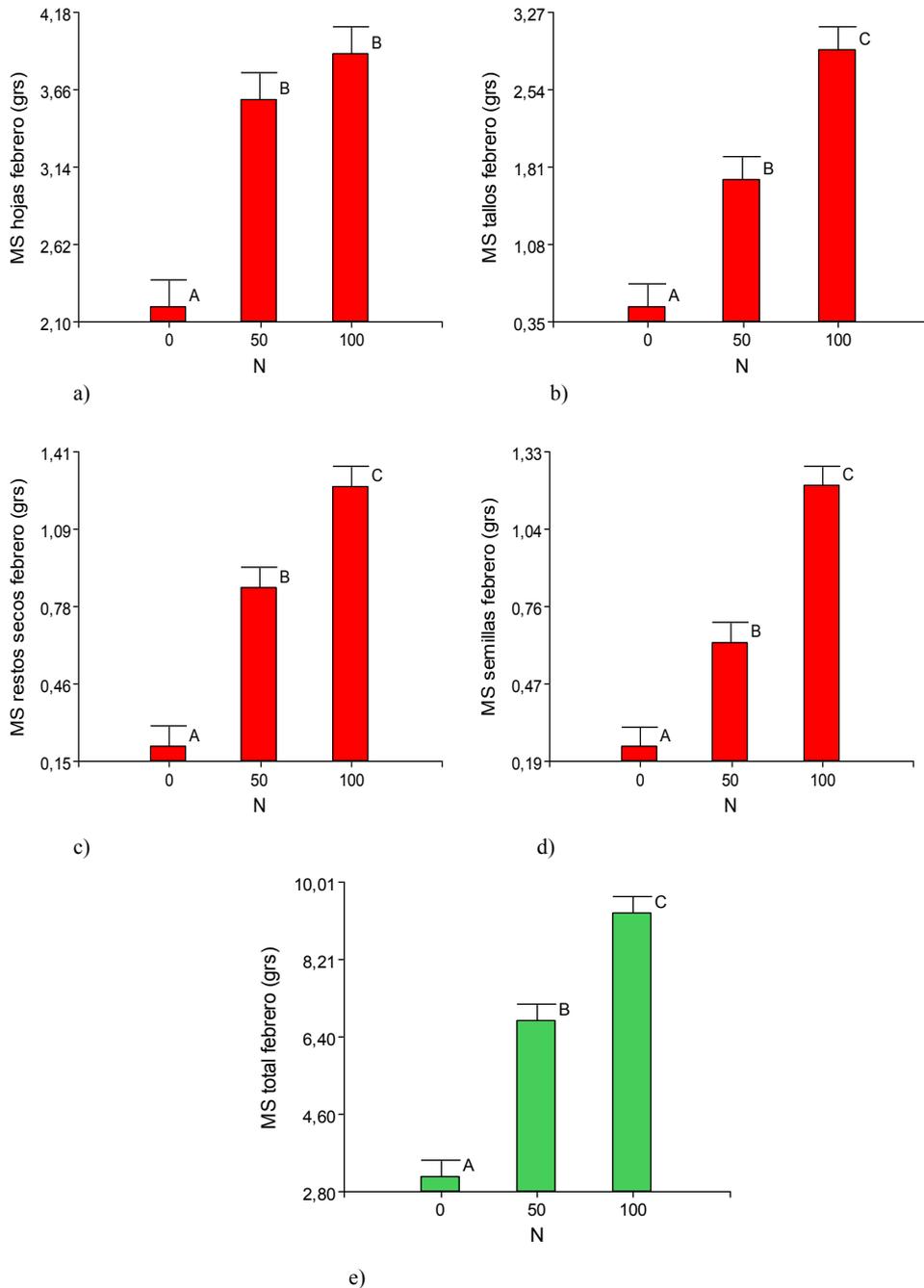
En el Cuadro 6.5 se presentan los resultados para el segundo período de registros en febrero 2009, mostrando un efecto estadísticamente significativo en cada variable según la aplicación de nitrógeno, en cambio no fue significativo el efecto de la aplicación de fósforo.

**Cuadro 6.5** - Efecto de la fertilización N-P sobre el crecimiento de plantas de *Mnesithea selloana*, febrero 2009

variable	tratamiento	P
hojas	N	0,0001
	P	0,7954
tallos	N	0,0001
	P	0,8040
restos secos	N	0,0001
	P	0,4128
semillas	N	0,0001
	P	0,7333
p. seco total	N	0,0001
	P	0,7095

La aplicación de nitrógeno en todos los casos incrementó el peso seco de los tallos, los restos secos, las semillas y el peso seco total con la dosis máxima aplicado de nitró-

geno (Figura 6.12 b, c, d y e), en el caso de las hojas fue solamente significativa hasta la dosis de 50 Kg. de nitrógeno por hectárea (Figura 6.12 a).



**Figura 6.12** - Variación en el peso seco de las hojas (a) y tallos (b), de los restos secos (c) de la parte aérea y semillas (d) y en el peso seco total (e) de la parte aérea de plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno

En el período de registros de mayo 2009, los resultados fueron similares a los obtenidos en febrero 2009, presentando solamente el nitrógeno aplicado un efecto estadís-

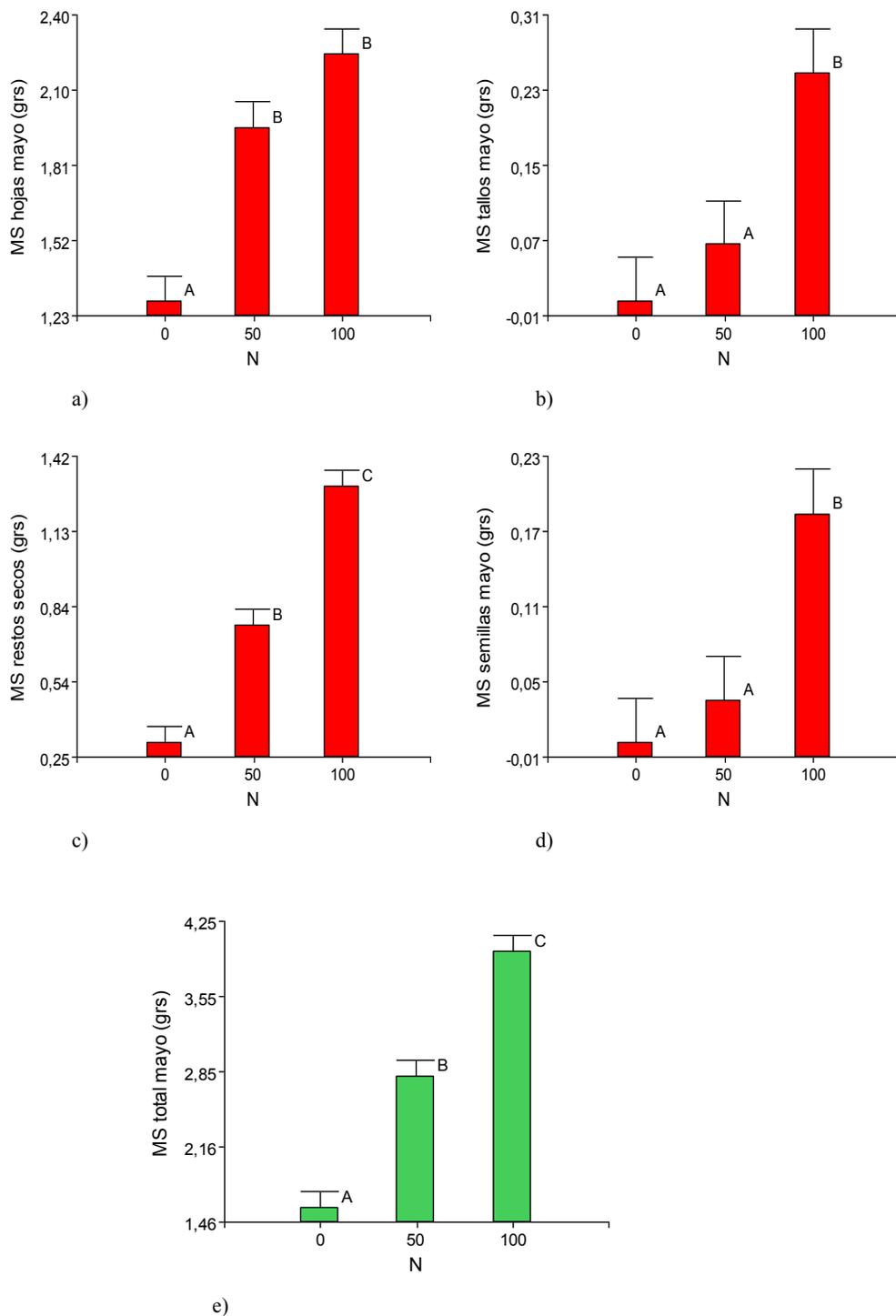
ticamente significativo sobre las variables analizadas; el fósforo en cambio, no tuvo efecto sobre las variables evaluadas (Cuadro 6.6).

**Cuadro 6.6** - Efecto de la fertilización N-P sobre el crecimiento de plantas de *Mnesithea selloana*, mayo 2009

variable	tratamiento	P
hojas	N	0,0001
	P	0,6321
tallos	N	0,0016
	P	0,2543
restos secos	N	0,0001
	P	0,8320
semillas	N	0,0014
	P	0,3318
p. seco total	N	0,0001
	P	0,8681

En el caso de la aplicación de nitrógeno, las variables peso seco de tallos, peso seco de los restos secos, peso seco de las semillas y pesos seco total por plantan presentaron un respuesta hasta la máxima dosis evalua-

da de 100 Kg. / ha. (Figura 6.13 b, c, d y e ); por su parte el peso seco de las hojas respondió positivamente hasta ola dosis intermedia de 50 Kg. N / ha. aplicados (Figura 6.13 a).



**Figura 6.13** - Variación en el peso seco de las hojas (a), tallos (b), el peso seco total de los restos secos de la parte aérea (c), de semillas (d) y el peso seco total de la parte aérea (e) de plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno

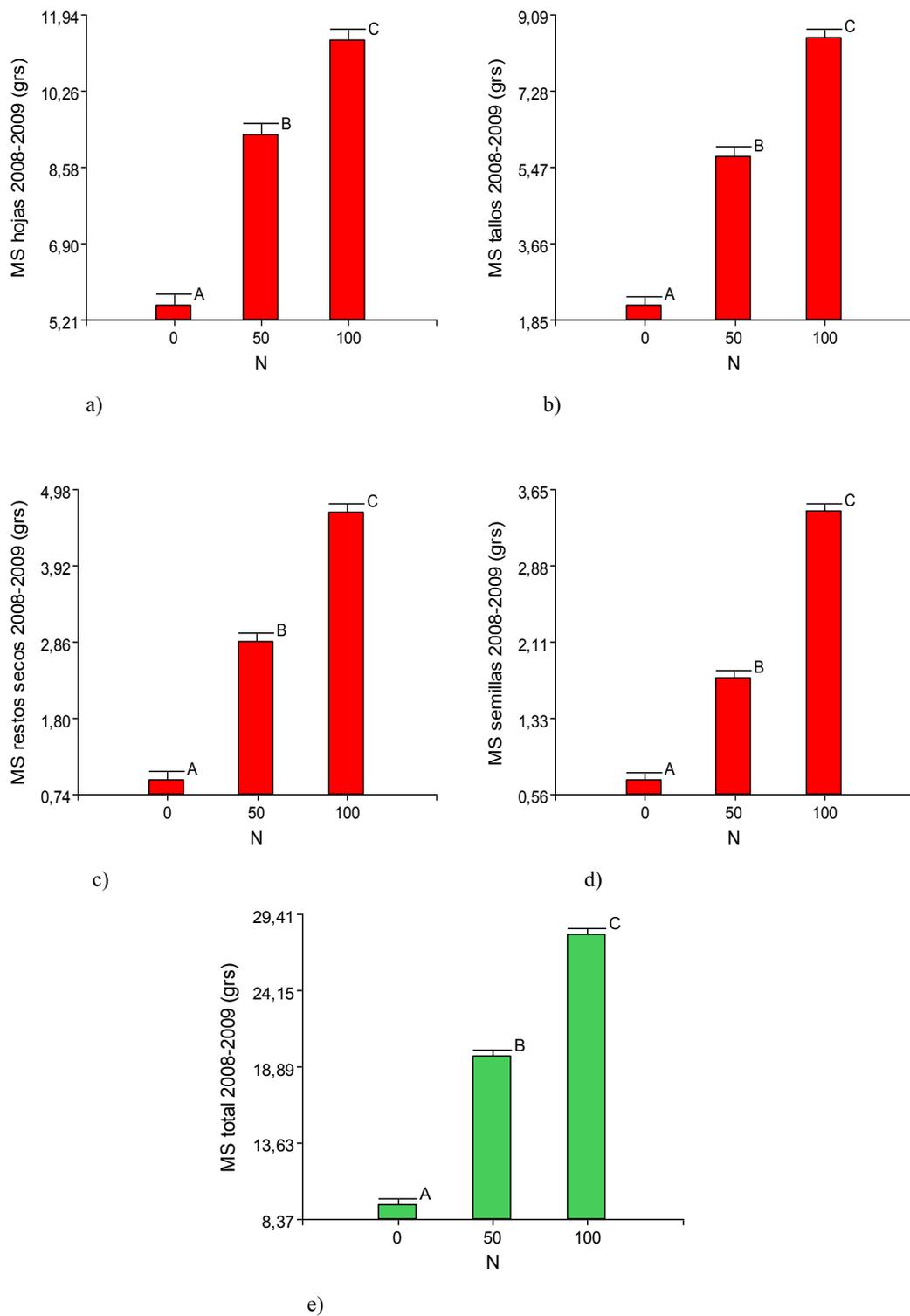
Cuando se analizaron los tres periodos de registros en forma acumulada los resultados indicaron un efecto estadísticamente significativo del nitrógeno y no significativo para la aplicación de fósforo (Cuadro 6.7).

**Cuadro 6.7** - Efecto de la fertilización N-P sobre el crecimiento total de plantas de *Mnesithea selloana*, ciclo 2008 - 2009

variable	tratamiento	P
hojas	N	0,0001
	P	0,8809
tallos	N	0,0001
	P	0,9490
restos secos	N	0,0001
	P	0,6395
semillas	N	0,0001
	P	0,9419
p. seco total	N	0,0001
	P	0,8197

La respuesta en el peso seco de las hojas, los tallos, los restos secos, la semilla y el peso seco total por planta respondieron has-

ta la máxima dosis de nitrógeno aplicada duplicando, por lo menos, los valores medios de los testigos sin nitrógeno (Figura 614. a, b, c, y d).



**Figura 6.14** - Variación en el peso seco de las hojas (a), de tallos (b), en el peso seco de los restos secos (c) y semillas (d) y en el peso seco total (e) de plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno en el período 2008-2009

En la Figura 6.15 se grafica la evolución del peso seco total por planta de *Mnesithea selloana* durante la estación de crecimiento según el nivel de fertilización nitrogenada.

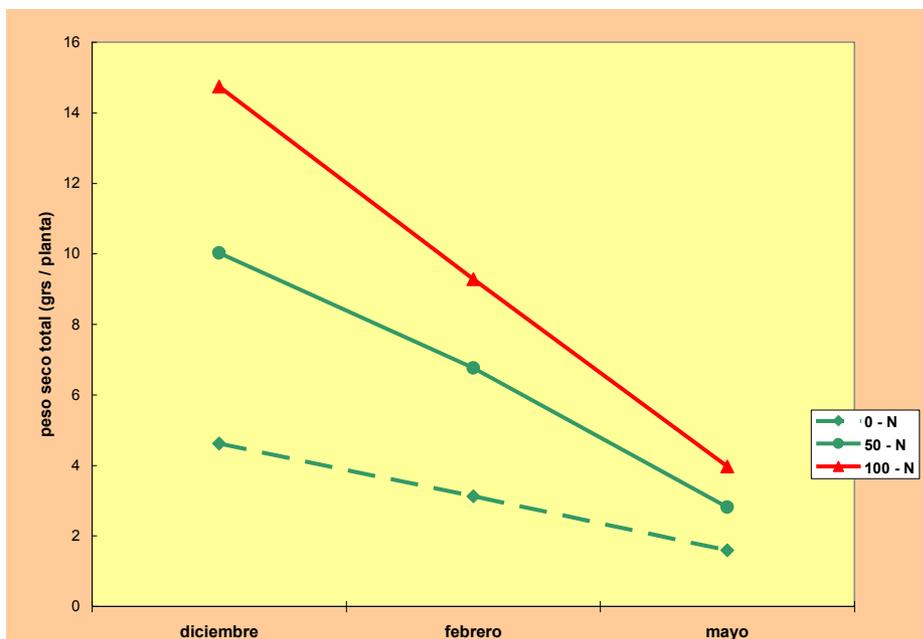


Figura 6.15 - Variación en el peso seco total de plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación de nitrógeno en el período 2008-2009

En la Figura 6.16 se destaca, según la aplicación de nitrógeno, los componentes del rendimiento total de materia seca; tanto para las hojas, los tallos, los restos secos como la cantidad de semillas; la cantidad producida en gramos por planta fue mayor a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno.

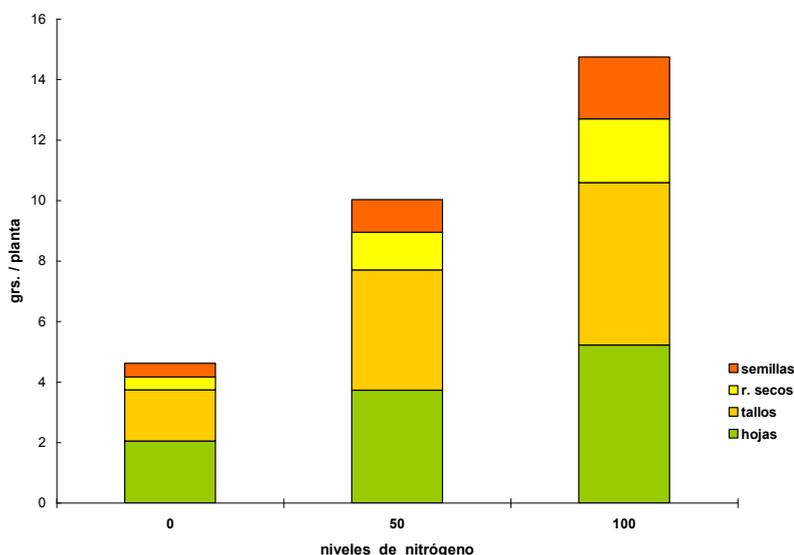
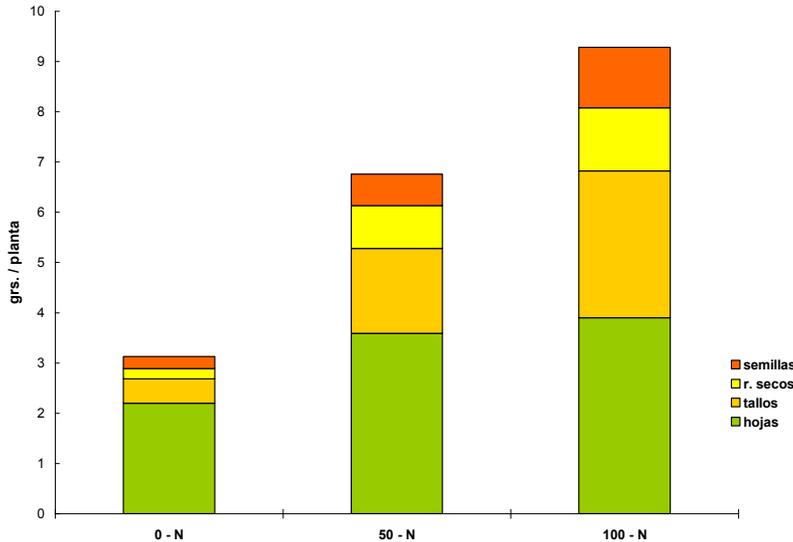


Figura 6.16 - Peso seco de los componentes de planta de *Mnesithea selloana* en diciembre 2008 según la fertilización nitrogenada

Para el registro de febrero 2009 la tendencia fue similar desde el punto de vista de los componentes del rendimiento de materia seca en relación a la aplicación de nitrógeno, a los registros de diciembre 2008,

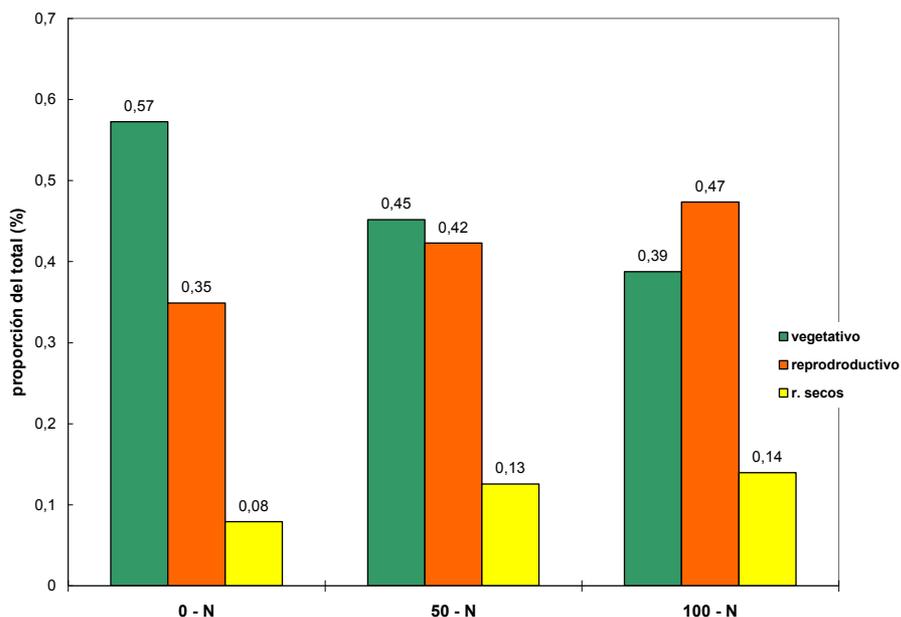
sin embargo aparece con una mayor importancia relativa el componente peso seco de hojas y relativamente menor el de los tallos (Figura 6.17).



**Figura 6.17** - Peso seco de los componentes de planta de *Mnesithea selloana* en febrero 2009 según la fertilización nitrogenada

En la Figura 6.18 se grafica en forma proporcional al total del peso seco por planta los diferentes componentes según la fertilización nitrogenada para promedio de los periodos diciembre-2008 febrero-2009; el componente vegetativo corresponde a las hojas, el reproductivo a los tallos y semillas y restos secos a los restos secos y se ob-

serva una tendencia a una mayor proporción relativa del componente reproductivo respecto al vegetativo al incrementarse la dosis de nitrógeno aplicada, 0,35 a 0,47 con un 0,54 a 0,39. Los restos secos también se incrementaron proporcionalmente la incrementarse la aplicación de N.



**Figura 6.18** - Variación proporcional de componentes vegetativos, reproductivos y restos en plantas de *Mnesithea selloana* con diferentes dosis de nitrógeno promedio de dos períodos de evaluación

La respuesta productiva de *Mnesithea selloana* a la aplicación de nitrógeno en el primer año de crecimiento fue muy importante y significativa, indicando un potencial uso como planta forrajera. La velocidad de respuesta así como su mayor producción de semillas, en condiciones no limitantes de agua para el crecimiento, indican que la dinámica poblacional y productiva de la especie podría ser modificada en condiciones de campo.

### Ciclo 2009 – 2010

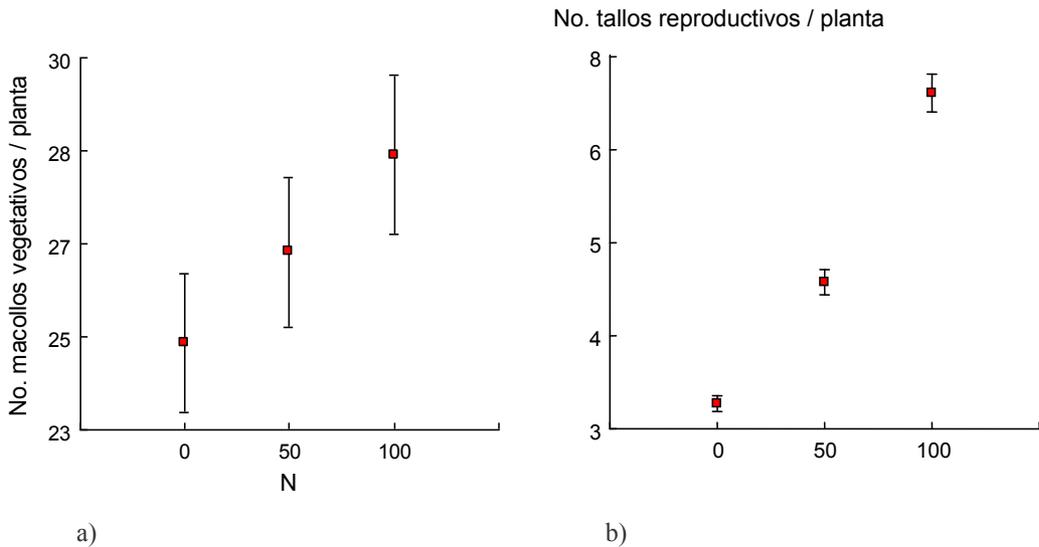
En la primera fecha de registros del segundo ciclo de evaluación el efecto del nitrógeno sobre la cantidad de macollos vegetativos y reproductivos totales por plana y el número de inflorescencias por planta fue estadísticamente significativos; en cambio el fósforo no tuvo efecto significativo sobre los mismos componentes de crecimiento (Cuadro 6.8).

**Cuadro 6.8** - Efecto de la aplicación de nitrógeno y fósforo sobre los componentes del crecimiento de plantas de *Mnesithea selloana* en el primero registro del segundo año 2009-2010

variable	tratamiento	P
vegetativo	N	0,0268
	P	0,3152
reproductivos	N	0,0001
	P	0,7702
inflorescencia	N	0,0001
	P	0,8923
total	N	0,0001
	P	0,4194

En la Figura 6.19 a y b, se grafica la respuesta en el número de macollos vegetativos y reproductivos al incremento en la

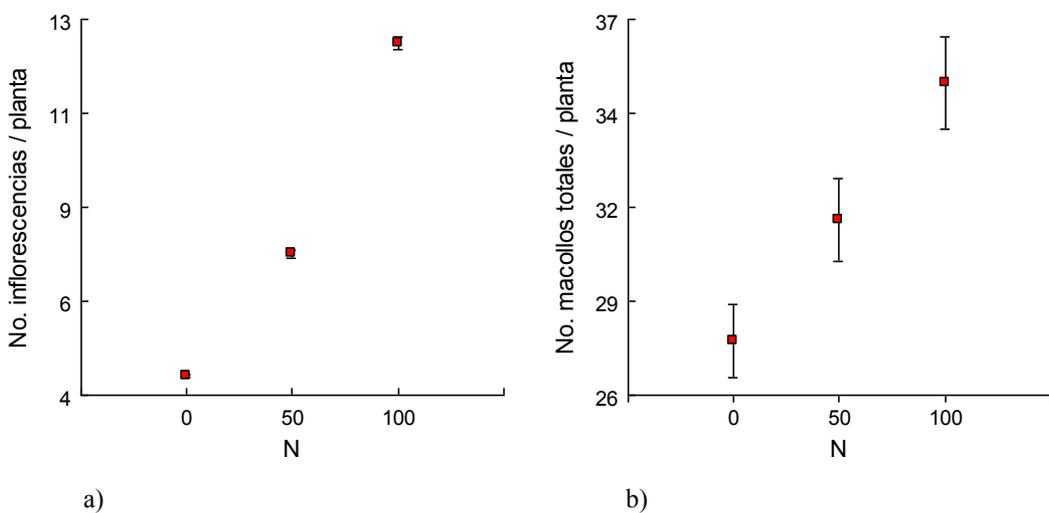
dosis de nitrógeno aplicado, mostrando una respuesta positiva hasta la máxima dosis de 100 Kg. N / ha.



**Figura 6.19** - Variación en el número de macollos vegetativos (a) y reproductivos (b) por de planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 24 noviembre 2009

La respuesta reproductivo, asimismo, se manifiesta a través del incremento en el número de inflorescencias hasta la dosis máxima de nitrógeno aplicada también (Figura 6.20 a); cuando se considerar el total

de macollos por planta la respuesta fue también positiva con los mayores valores al incrementarse la dosis de nitrógeno aplicada a las plantas (Figura 6.20 b).



**Figura 6.20** - Variación en el número de inflorescencias (a) y en el número de macollos totales (b) por de planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 24 noviembre 2009

En la segunda fecha de registros del segundo año de evaluación, 4 de febrero 2010, también el efecto del nitrógeno fue estadísticamente significativo sobre el número de macollos vegetativos, macollos reproductivos y el total de macollos por planta; el fósforo por su parte fue estadísticamente

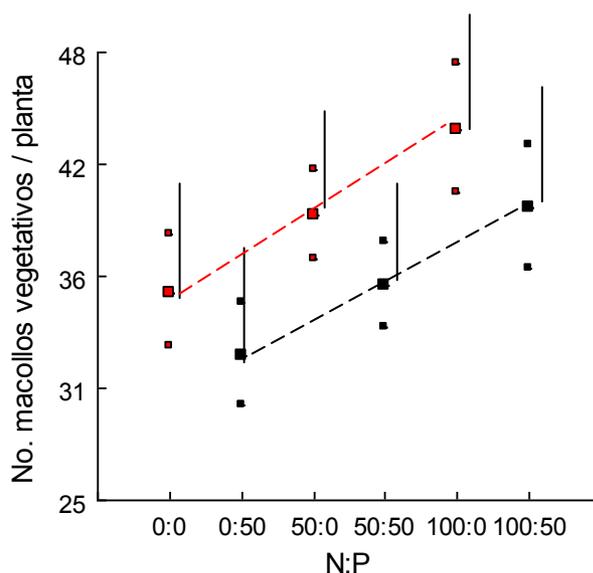
significativo solamente en el número de macollos vegetativos (Cuadro 6.9). El largo de la lámina de la hoja por planta, expresado en centímetros, a su vez, fue también afectado en forma estadísticamente significativa por la aplicación de nitrógeno pero no por el fósforo.

**Cuadro 6.9** - Resultado del análisis estadístico del número de macollos vegetativos, reproductivos y totales en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización N-P en febrero 2010

variable	tratamiento	P
vegetativo	N	0,0001
	P	0,0256
reproductivo	N	0,0001
	P	0.1421
total	N	0,0001
	P	0,2404
largo de hoja (cm.)	N	0,0001
	P	0,1820

El número de macollos vegetativos por planta se incrementó hasta la dosis máxima de nitrógeno aplicada tanto con la aplicación de fósforo como si su aplicación (Figura 6.21), sin embargo, aparentemente el fósforo tuvo

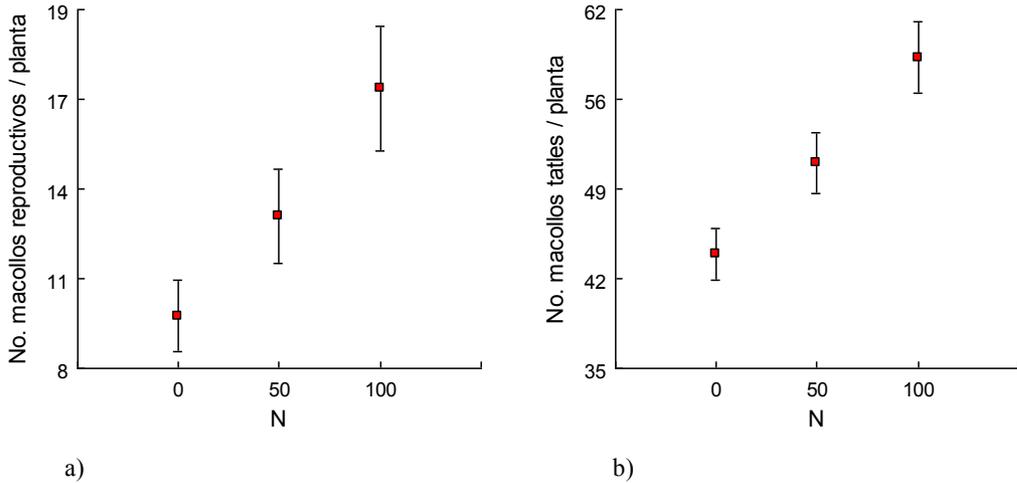
un efecto negativo sobre el número de macollos vegetativos por planta ya que con su aplicación los valores fueron relativamente menores.



**Figura 6.21** - Variación en el número de macollos vegetativos por de planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada y fosfatada, 4 de febrero 2010

Respecto al número de macollos reproductivos y totales por planta, el efecto de la aplicación de nitrógeno determinó un incre-

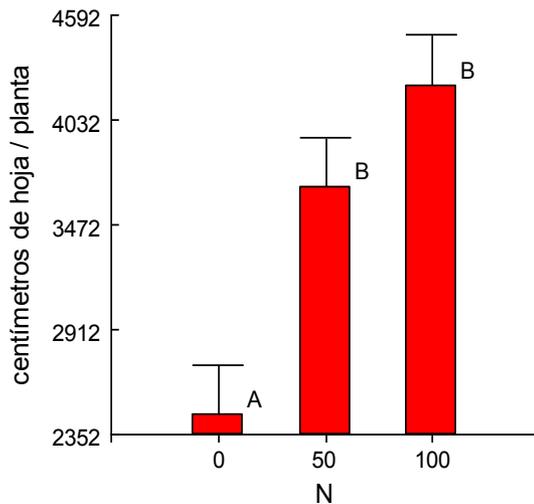
mento en el número de macollos por planta hasta la máxima dosis aplicada (Figura 6.22 a, b).



**Figura 6.22** - Variación en el número de macollos reproductivos (a) y el número de macollos totales (b) por de planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 4 de febrero 2010

La aplicación de nitrógeno determinó que cualquiera de las dosis aplicadas, produje-

ron más centímetros lineales en largo de la lámina de la hoja que el tratamiento testigo.



**Figura 6.23** - Variación en el largo de la lámina en hojas de *Mnesithea selloana* según la dosis de nitrógeno, 5 febrero 2010

En otoño 2010, igualmente la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el número de macollos

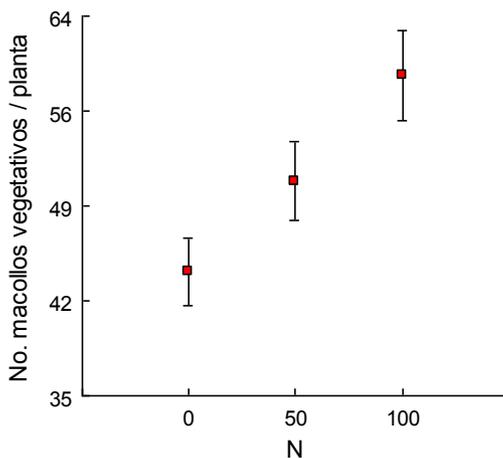
vegetativos por planta, en cambio la aplicación de fósforo no (Cuadro 6.10).

**Cuadro 6.10** -Resultado del análisis estadístico en el número de macollos vegetativos en plantas de *Mnesithea selloana* según los tratamientos en otoño 2010

variable	tratamiento	P
vegetativo	N	0,0001
	P	0,1371

En la Figura 6.24 se reporta el incremento en el número de macollos vegetativos por planta al incrementarse la dosis de nitróge-

no aplicado hasta el valor máximo, en otoño 2010.



**Figura 6.24** - Variación en el número de macollos vegetativos por de planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, mayo 2010

En el Cuadro 6.11 Se reportan los resultados de peso seco de los componentes del rendimiento al final del segundo ciclo de evaluación en junio 2010. Para todas las variables estudiadas, peso seco de las ho-

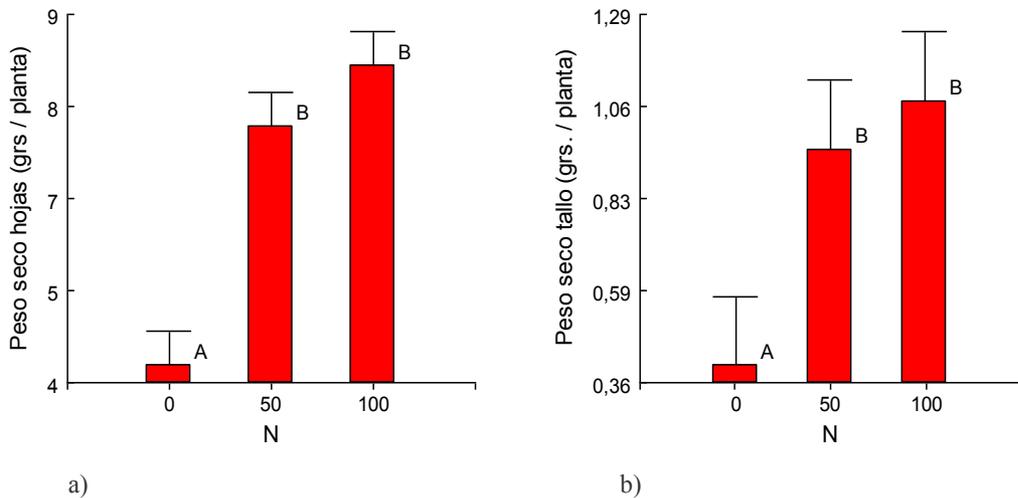
jas, peso seco de los tallos, peso seco de los restos secos y peso seco total por planta, la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto estadísticamente significativo, en cambio la aplicación de fósforo no.

**Cuadro 6.11** -Análisis estadístico de cuatro variables en plantas de *Mnesithea selloana*, al final del segundo ciclo de evaluación: 2009 - 2010, según la fertilización N-P

variable	tratamiento	P
p. seco hoja	N	0,0001
	P	0,1373
p. seco tallos	N	0,0234
	P	0,2189
p. seco restos secos	N	0,0006
	P	0,7359
p. seco total	N	0,0001
	P	0,5733

El peso seco de las hojas y de los tallos por planta fue mayor cuando se aplicaron las dosis de 50 y 100 Kg. de nitrógeno compa-

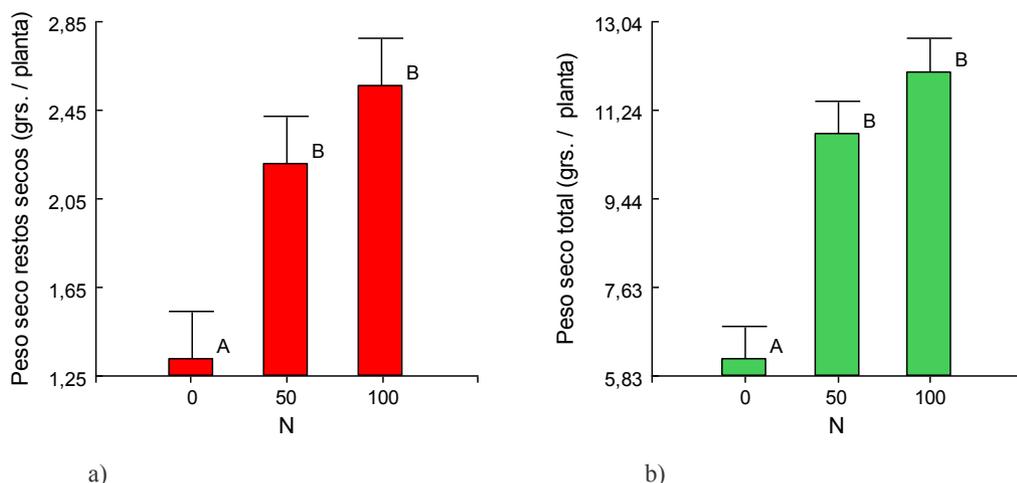
rado con el tratamiento testigo (Figura 6.25 a y b).



**Figura 6.25** - Variación en el peso seco de las hojas (a) y el peso seco de los tallos (b) por planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, junio 2010

Similarmente, en el caso del peso seco de los restos secos así como el peso seco total por planta las dos dosis de nitrógeno apli-

cadás fueron superiores comparados con el tratamiento testigo (Figura 6.26 a y b).



**Figura 6.26** - Variación en el peso seco de los restos secos (a) y el peso seco total (b) por planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, junio 2010

En el Cuadro 6.12 se reporta el resultado del análisis estadístico respecto a la producción de semilla por planta según el nutriente aplicado. En las cuatro fechas y considerando el total de semilla producida, la aplicación

de nitrógeno tuvo un efecto estadísticamente significativo, en cambio la aplicación de fósforo solo fue estadísticamente significativo en la fechas de evaluación de diciembre 2009 y enero - febrero 2010.

**Cuadro 6.12** -Resultados del análisis en la producción de semilla en plantas de *Mnesithea selloana* en el período 2009 - 2010, según la aplicación de nitrógeno y fósforo

fecha	tratamiento	P
30 noviembre 2009	N	0,0001
	P	0,1508
15 diciembre 2009	N	0,0001
	P	0,0001
15 enero 2010	N	0,0001
	P	0,0049
15 febrero 2010	N	0,0001
	P	0,0001
total semilla	N	0,0001
	P	0,1123

En todos los casos la aplicación de nitrógeno determinó un aumento en la producción de semilla por planta hasta la máxima dosis

aplicada de 100 Kg. de nitrógeno por hectárea (Figuras 6.27 y 6.28).

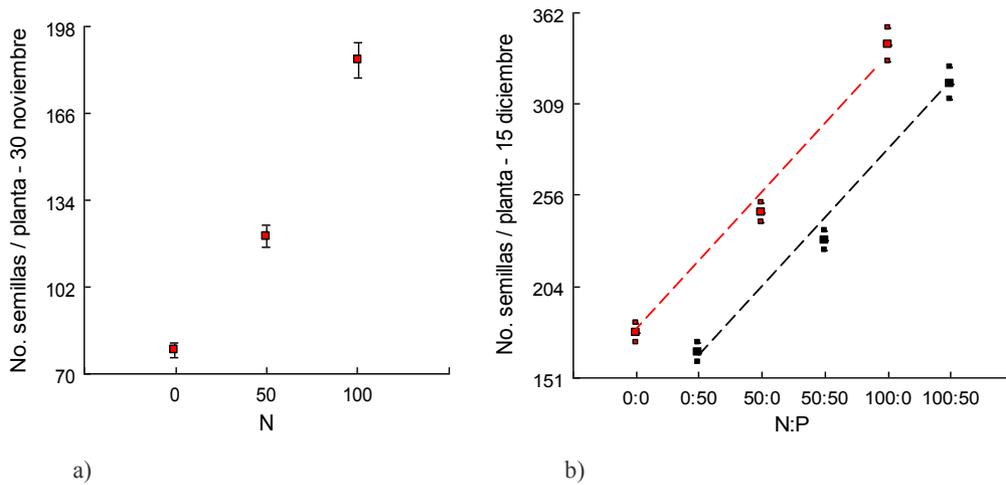


Figura 6.27 - Número de semillas por planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada al 30 de noviembre (a) y nitrogenada y fosfatada (b) al 15 de diciembre 2009

La aplicación de fósforo, aparentemente tuvo un efecto depresor sobre la producción de semilla por planta de *Mnesithea selloana*, siendo los valores relativamente menores

con la aplicación del nutriente frente al tratamiento testigo sin su aplicación (Figuras 6.27 b y 6.28 a y b).

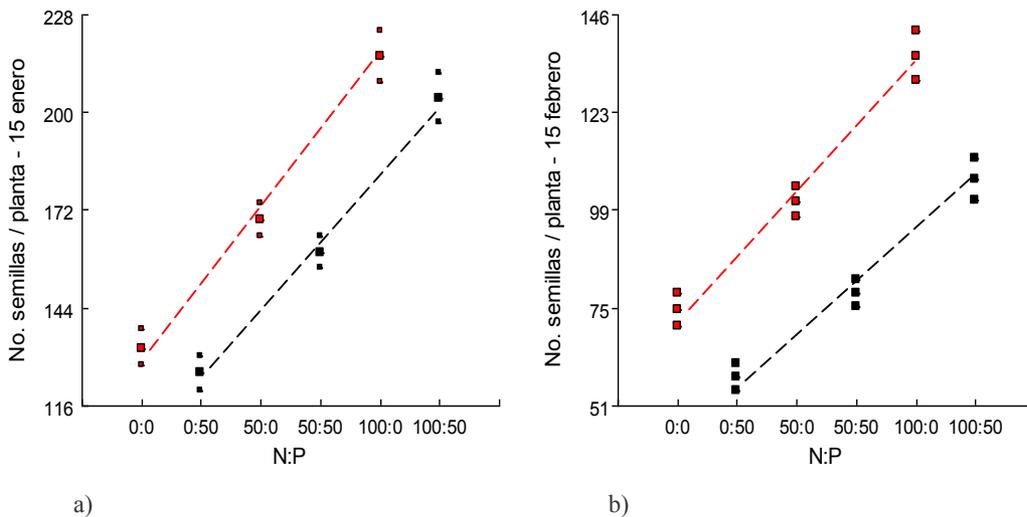
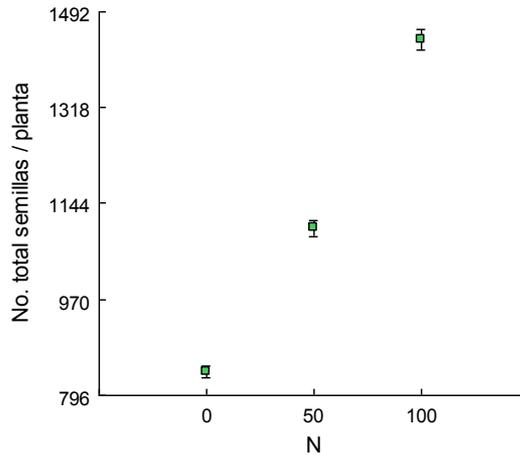


Figura 6.28 - Número de semillas por planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada y fosfatada al 15 de enero (a) y 15 de febrero (b) de 2010

La cantidad de semillas por planta, acumuladas hasta el 15 de febrero 2010, respondió directamente a la fertilización nitrogenada,

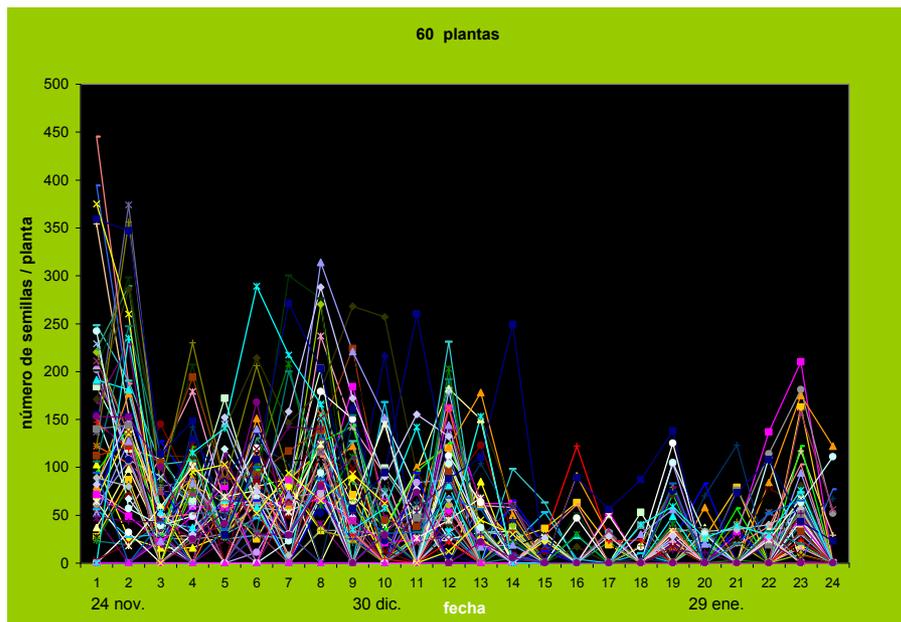
incrementado su valor al incrementarse la dosis del fertilizante aplicado (Figura 6.29).



**Figura 6.29** - Número total de semillas por planta de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada al 15 de febrero de 2010

En la Figura 6.30 se grafica la evolución de la producción de semilla en cada planta individual en el período noviembre 2009 - febrero 2010, incluyendo las tres dosis de nitrógeno. Esta figura nos lleva al concepto de población donde los individuos no son necesariamente iguales unos a otros, presentando

variaciones individuales. Eventualmente en condiciones de campo, a diferencia de este caso donde tenemos plantas aisladas, las diferencias pueden variar ya que los individuos interactúan con individuos de otras poblaciones y especies así como el eventual estrés frente a factores bióticos y abióticos.



**Figura 6.30** - Evolución de la cantidad de semilla producida por plantas individuales de *Mnesithea selloana* en el período noviembre 2009 - febrero 2010 con tres niveles de aplicación de nitrógeno

En la Figura 6.31 se realizó una simplificación de la variación expresada en la Figura 6.30, promediando los valores para la cantidad de

semilla producida por planta, considerando al tratamiento testigo sin la aplicación de nitrógeno y la máxima dosis de nitrógeno aplicada.

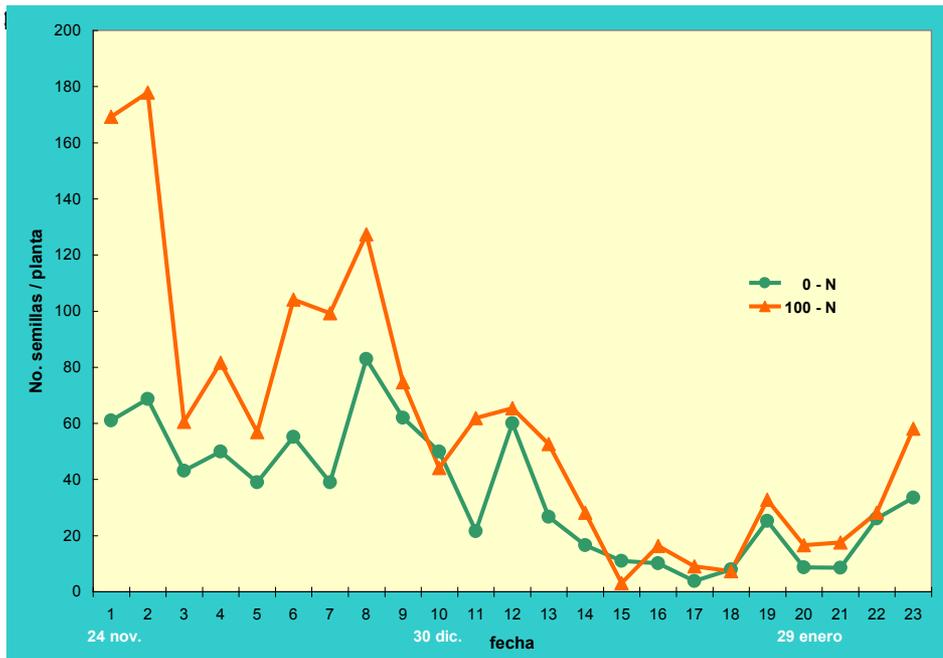
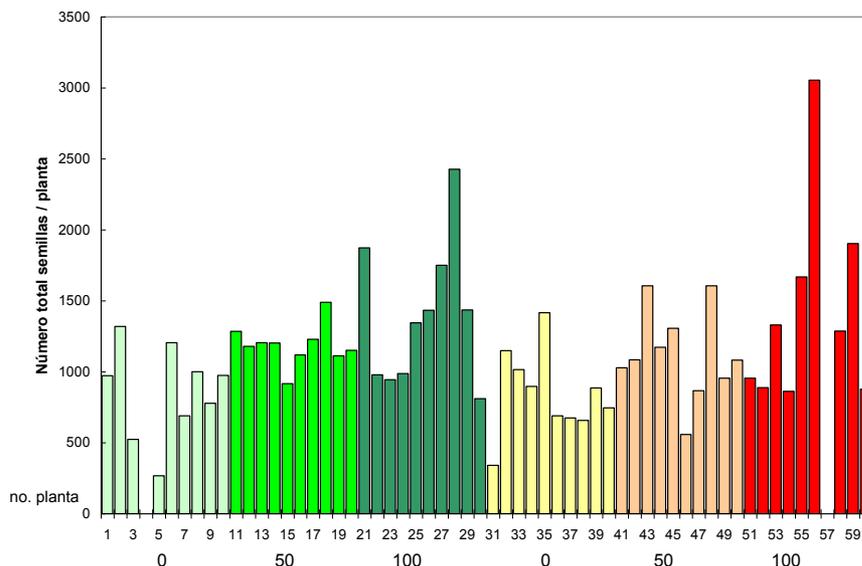


Figura 6.31 - Producción de semilla promedio por planta según la aplicación de nitrógeno, 0 y 100 Kg. por hectárea en el periodo noviembre 2009 - febrero 2010 en plantas de *Mnesithea selloana*

Se visualizan claramente un período de mayor producción de semilla hasta el 30 de diciembre de 2009, luego un período de valores menores y al final ya en febrero 2010, los valores se incrementaron en forma relativa. Asimismo se detecta un fuerte efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semillas, comparando con el tratamiento testigo, fundamentalmente en el período noviembre-diciembre 2010.

La variación observada, debido a los tratamientos de fertilización y la fecha en la producción de semilla depende del comportamiento individual de cada planta. En la Figura 6.32 se grafica la producción total de semilla de cada planta en el período evalua-

do; hasta la planta número 30 corresponde a los tratamientos de nitrógeno si la aplicación de fósforo y desde la planta 31 a la 60 corresponde a los mismos niveles aplicados de nitrógeno pero incluyendo fósforo. Los niveles verdes más intensos dan cuenta de los niveles más altos de nitrógeno aplicado mostrando que si bien la tendencia existe con el incremento en la dosis de nitrógeno, existe también una importante variación entre individuos, incluso la planta número 3 no produjo semilla en ese período. Algo similar ocurre cuando además de nitrógeno se aplico fósforo con colores más rojizos en la figura, mostrando una gran variabilidad entre individuos; la planta número 57 había muerto previo al período de evaluación.



**Figura 6.32** - Variación en la cantidad de semilla total producida por plantas de *Mnesithea selloana* en el período noviembre 2009 - febrero 2010 según la fertilización N-P

Sería importante dilucidar si esta variación individual observada, es debida a componentes genéticos propios de cada planta individual.

A los efectos de profundizar algo más en detalle sobre la variación individual en la producción de semilla por planta, se identificaron plantas con respuestas diferenciales, por lo menos desde el punto de vista fenológico, en su producción (Figura 6.33); para ello se describió la producción de semilla de las

plantas número 3,5,8 y 10 sin la aplicación de ningún nutriente.

La planta 10 presenta los mayores picos con una periodicidad similar a la planta 3, aunque esta con valores relativamente menores.

La planta 8 presenta picos donde las plantas 3 y 10 no muestran picos, la planta 5 tiene cuatro de sus picos similares a la planta 8 pero con valores relativamente menores.

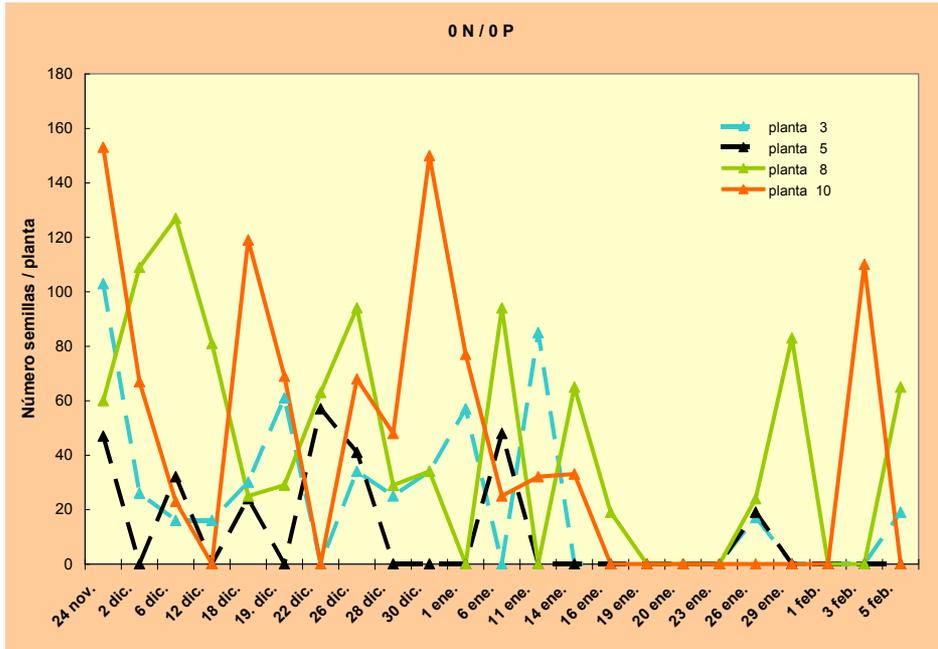


Figura 6.33 - Variación en la producción total de semillas en plantas de *Mnesithea selloana* en el período noviembre 2009 - febrero 2010

Quizás se pueda especular con diferencias genéticas, donde algunas plantas florecen antes que otros, también pueden “ritmos” ecofisiológicos diferentes, dependiendo de como haya sido su evolución previa al período experimental; sin embargo dado que el año anterior habían estado bajo el mismo tratamiento de fertilización, es factible especular sobre diferencias genéticas en la respuesta. En muchos casos la diferencia en los “picos” la presencia de semillas está en torno a 8-10 días.

**caracterización de plantas**

En el segundo año de evaluación se realizó una caracterización de las plantas a través de cuatro atributos: la fragmentación de la planta en “ramets”, la presencia de macollos

internos en la plantas además del crecimiento en la periferia de la misma, la relación follaje / inflorescencias y la forma de distribución del follaje. En el caso de los primeros dos atributos se realizó el conteo de los mismos en cada individuo, para el caso de la relación follaje / inflorescencia se tomaron cuatro categorías: 1 - domina la inflorescencia, 2 - intermedio de inflorescencia, 3 - intermedio a follaje, 4 - domina el follaje, y para el caso de la distribución del follaje también se tomaron cuatro categorías: 1 - planta erecta, 2 - planta semi-erecta, 3 - planta semi-postrada y 4 - planta postrada.

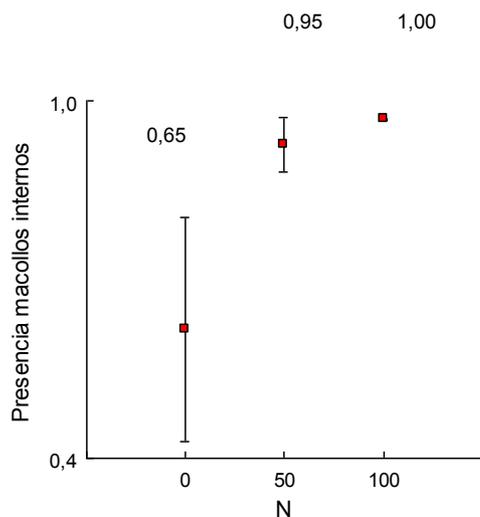
De los cuatro atributos analizados solo la presencia de macollos interno registro un efecto estadísticamente significativo a la aplicación de nitrógeno (Cuadro 6.13).

**Cuadro 6.13** -Resultado del análisis estadístico para la caracterización de plantas de *Mnesithea selloana* en base a cuatro atributos y según la fertilización N-P

variable	tratamiento	P
número de fragmentos	N	0,8836
	P	0,5326
macollos internos	N	0,0003
	P	0,3417
relación follaje / inflorescencias	N	0,6588
	P	0,3119
distribución del follaje	N	0,6478
	P	0,7639

Los mayores niveles de aplicación del nutriente determinaron proporcionalmente una

mayor presencia de macollos internos en cada planta (Figura 6.34).

**Figura 6.34** - Presencia de macollos internos en plantas de *Mnesithea selloana*, 27 noviembre 2009

Estos resultados indican que las diferencias encontradas en los atributos de las plantas estudiadas no respondieron mayormente al incremento del nivel de nutrientes, lo cual

podría indicar que estaríamos ante la presencia de variaciones genotípicas y fenotípicas individuales.

**Ciclo 2010 – 2011**

En el Cuadro 6.14 se reportan los resultados del análisis estadístico correspondiente a tres variables analizadas en respuesta a la fertilización N-P el 8 de octubre, en el

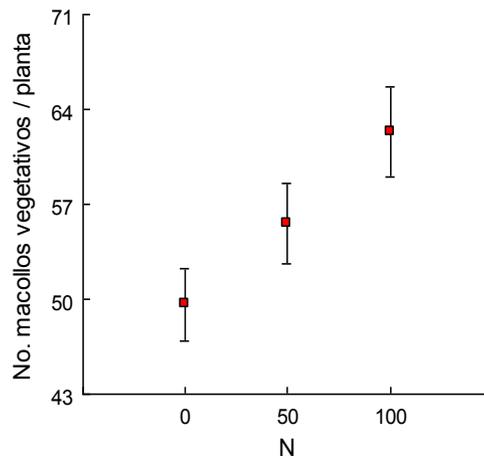
tercer ciclo de evaluación, 2010-2011. Los registros indican un efecto estadísticamente significativo de la aplicación de nitrógeno sobre las tres variables, en cambio la aplicación de fósforo no tuvo efecto significativo.

**Cuadro 6.14** -Resultados del análisis estadístico de tres variables en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización N-P en 8 octubre 2010

variable	tratamiento	P
macollos vegetativos - 1	N	0,0034
	P	0,7318
macollos reproductivos - 1	N	0,0082
	P	0,6538
espigas - 1	N	0,0002
	P	0,1198

La aplicación de nitrógeno determinó un mayor número de macollos vegetativos hasta la

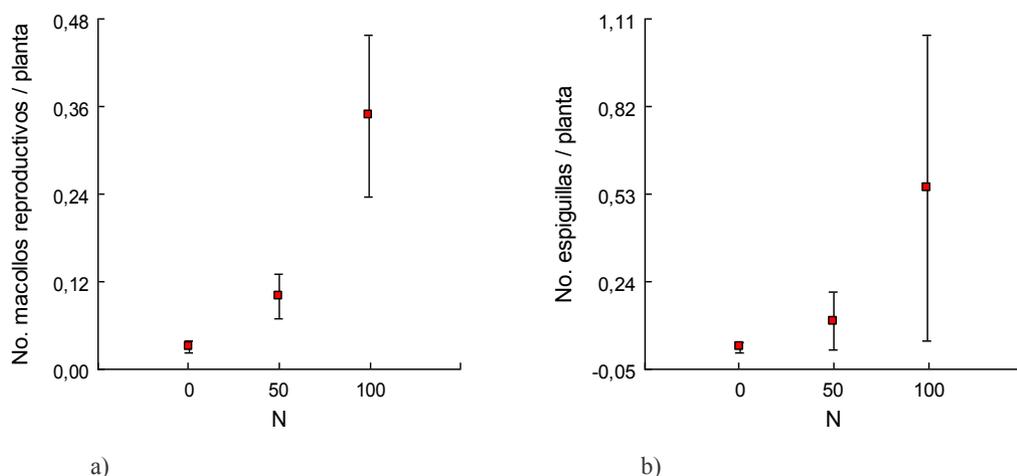
mayor dosis aplicada de 100 Kg. de nitrógeno por hectárea (Figura 6.35).



**Figura 6.35** - Número de macollos vegetativos en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 8 octubre 2010

En cuanto a la respuesta de los componentes reproductivos la misma fue similar a los de los macollos vegetativos, con mayor dosis de nitrógeno aplicado tanto el número de macollos reproductivos como el número de

espigas por planta los valores fueron mayores compara con el valor del tratamiento testigo sin la aplicación de nitrógeno (Figura 6.36 a y b).



**Figura 6.36** - Número de macollos reproductivos (a) y número de espigas (b) por planta en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 8 octubre 2010

En el Cuadro 6.15, se reportan los resultados del análisis estadístico para cuatro variables en los períodos 2, 3 y 4 estudiados; en el período 2 la aplicación tanto de nitrógeno

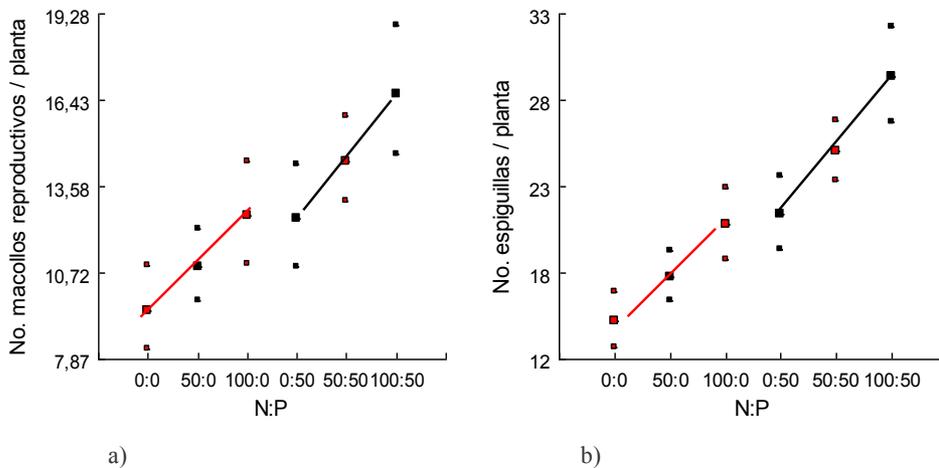
como de fósforo tuvieron un efecto estadísticamente significativo, en los períodos 3 y 4 solo el nitrógeno tuvo un efecto significativo sobre las variables estudiadas.

**Cuadro 6.15** -Resultados del análisis estadístico para cuatro variables analizadas en plantas de *Mnesithea selloana*, según la fertilización N-P en 19 noviembre - 8 diciembre 2010

variable	tratamiento	P
número macollos reproductivos	N	0,0020
	P	0,0002
número de espigas	N	0,0001
	P	0,0001
número macollos totales	N	0,0001
	P	0,0738
número macollos totales	N	0,0001
	P	0,0809

La respuesta a la aplicación de nitrógeno en el período 2 determinó un mayor número de macollos reproductivos hasta la máxima dosis aplicada del nutriente (Figura 6.37 a), esa respuesta es similar pero con valores relativamente mayores al aplicarse una dosis

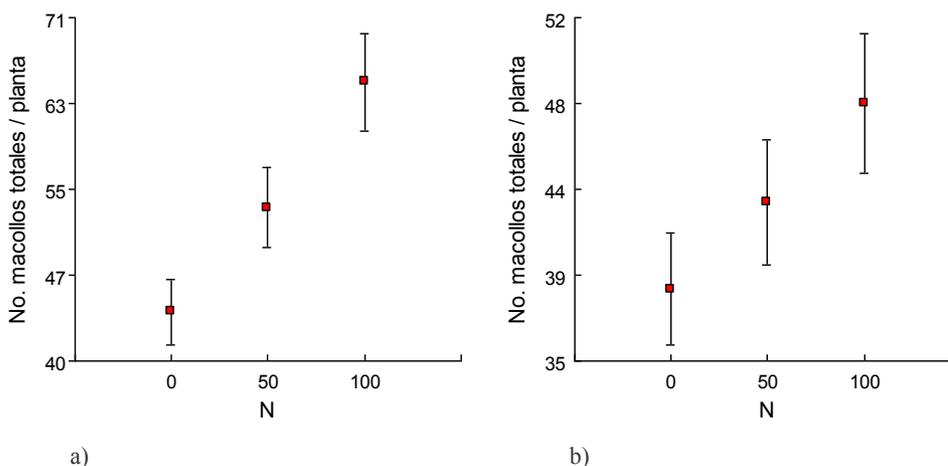
de 50 Kg. de fósforo por hectárea. El número de espigas por planta presentó la misma respuesta que el número de macollos reproductivos, incrementando sus valores con la aplicación tanto de nitrógeno como de fósforo (Figura 6.37 a y b).



**Figura 6.37** - Número de macollos reproductivos (a) y espigas (b) por planta en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada y fosfatada, 19 noviembre - 8 diciembre 2010

Para el caso del número de macollos totales en los períodos 3 y 4 la respuesta fue positiva al incremento en la aplicación de nitrógeno-

no hasta la mayor dosis por hectárea de 100 Kg. (Figura 6.38 a y b).



**Figura 6.38** - Número de macollos totales por planta en plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, noviembre 2010 (a) y diciembre 2010 (b)

En el Cuadro 6.16 se presentan los resultados del análisis estadístico en la producción de materia seca de cinco variables en noviembre y diciembre 2010. En cuatro casos de cinco, el nitrógeno tuvo un efecto esta-

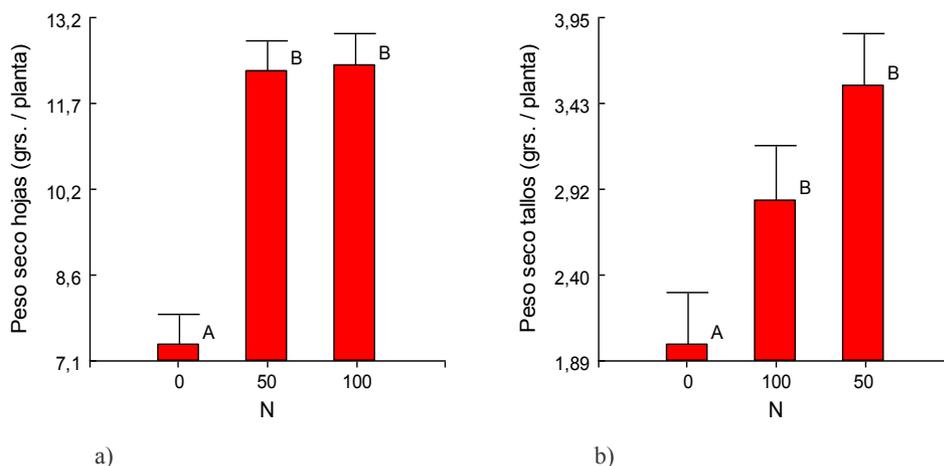
dísticamente significativo sobre los valores registrados, en cambio el fósforo solamente tuvo un efecto significativo sobre el peso seco de las hojas en el período 2.

**Cuadro 6.16** -Resultados del análisis estadístico de cinco variables sobre plantas de *Mnesithea selloana* según la aplicación N-P

fecha	variable	tratamiento	P
noviembre - noviembre - diciembre 2010	hojas	N	0,0001
		P	0,4920
	tallos	N	0,0042
		P	0,4840
	semillas	N	0,0549
		P	0,0637
9 febrero 2011	hojas	N	0,0143
		P	0,0223
	restos secos	N	0,0017
		P	0,1353

El 19 de noviembre 2010, la aplicación de nitrógeno determinó un incremento tanto en el peso seco de las hojas como en el de los

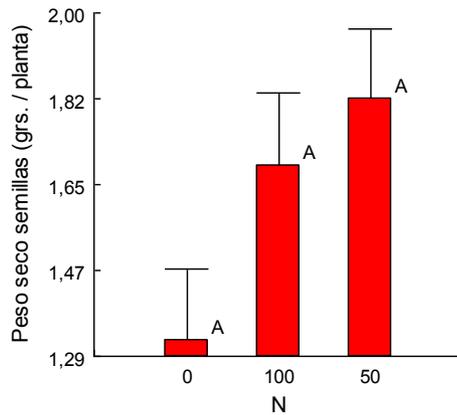
tallos, en comparación con el tratamiento testigo sin nitrógeno (Figura 6.39 a y b).



**Figura 6.39** - Peso seco de las hojas (a) y tallos (b) de plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 19 noviembre 2010

Las semillas por su parte, si bien no presentaron una respuesta estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) al incrementarse la dosis de

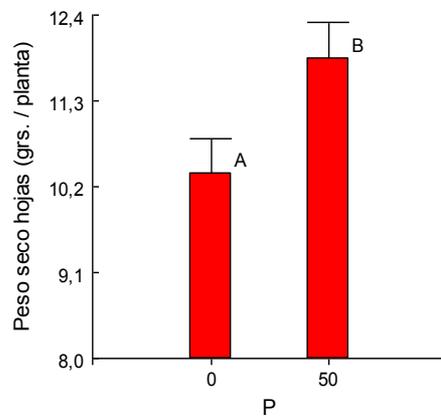
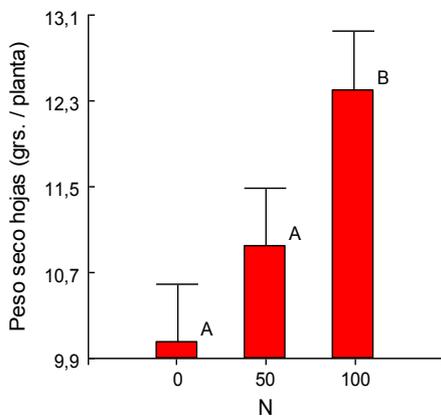
nitrógeno aplicado, mostraron un incremento relativo al incrementarse la dosis del nutriente (Figura 6.40).



**Figura 6.40** - Peso seco de las semillas de plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 19 noviembre 2010

En el 19 de noviembre 2010, el peso seco de las hojas se incrementó hasta la dosis máxima de nitrógeno aplicada en comparación

con el tratamiento testigo, así como con la aplicación de fósforo (Figura 6.41 a y b).



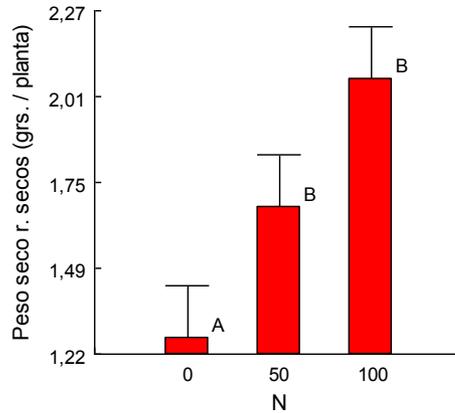
a)

b)

**Figura 6.41** - Peso seco de las hojas de plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada y fosfatada, 9 febrero 2011

Los restos secos, por su parte, solamente incrementaron sus valores con la aplicación de

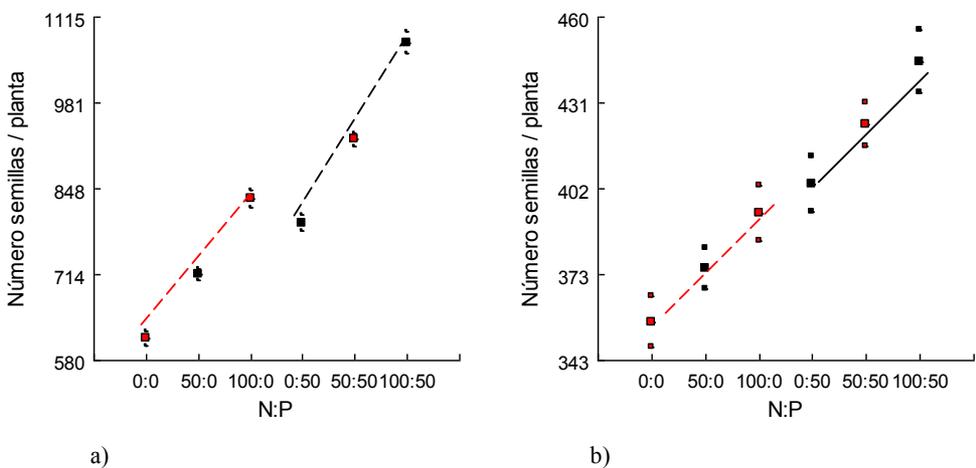
nitrógeno en comparación con el tratamiento testigo (Figura 6.42).



**Figura 6.42** - Peso seco de los restos secos del follaje de plantas de *Mnesithea selloana* según la fertilización nitrogenada, 9 febrero 2011

Desde el punto de vista de la producción de semilla acumulada hasta el 10 de febrero 2011, tanto el nitrógeno como la aplicación de fósforo tuvieron un efecto estadísticamente significativo ( $P < 0,0001$ ), con valores mayores al incrementar la dosis de nitrógeno con o sin la aplicación de fósforo; cuando se aplicó fósforo y nitrógeno los valores fueron superiores a los tratamientos testigos o con solo la aplicación de fósforo y nitrógeno individualmente.

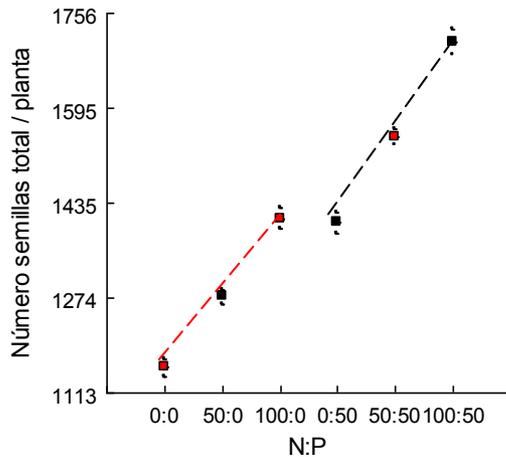
En el tercer año de evaluación no solo se destaca el efecto estadísticamente significativo del nitrógeno sino también de la aplicación de fósforo. Tanto en la cantidad de semillas acumuladas hasta el 10 de febrero, como en el período de otoño (mayo), las plantas produjeron más semilla al incrementarse la dosis de nitrógeno aplicada así como en la aplicación de fósforo (Figuras 6.43 a y b).



**Figura 6.43** - Variación en la cantidad de semilla producidas en *Mnesithea selloana* según los tratamientos N-P, en febrero (a) y otoño 2011 (b)

La cantidad de semilla total producida en el período 2010–2011 fue afectada estadísticamente en forma significativa tanto por la aplicación de nitrógeno ( $P < 0,0001$ ) como de fósforo ( $P < 0,0001$ ); tanto con la inclusión

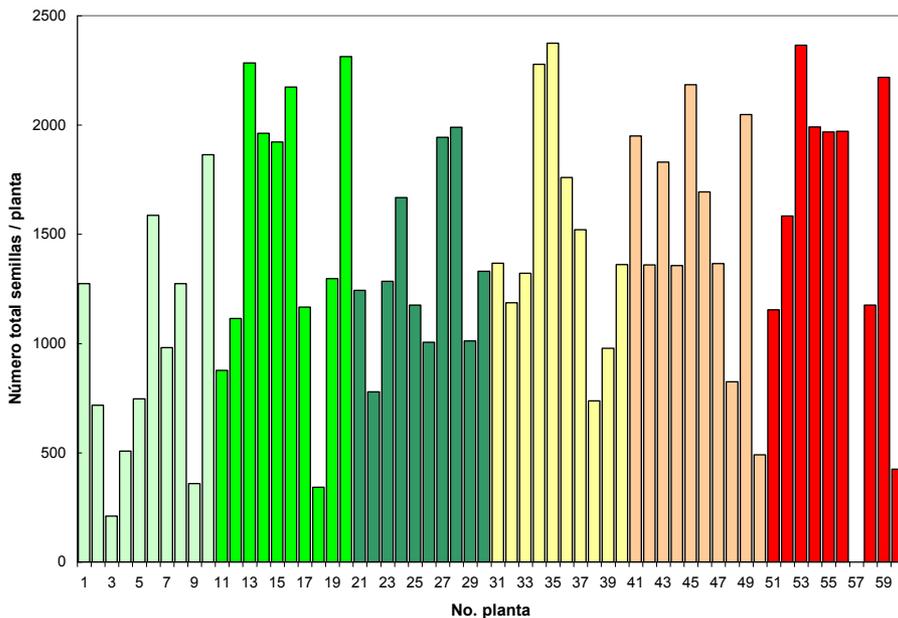
o no del fósforo la cantidad de semilla se incrementó con el incremento en la dosis de nitrógeno. Cuando se incluyó el fósforo los rendimientos de semilla fueron superiores (Figura 6.44).



**Figura 6.44** - Variación en la cantidad de semillas por planta de *Mnesithea selloana* en el período 2010-2011, según los tratamientos

En la Figura 6.45 se reportan los registros individuales por planta de *Mnesithea selloana* del total de semillas producidas en el ciclo 2010-2011 de evaluación, mostrando además

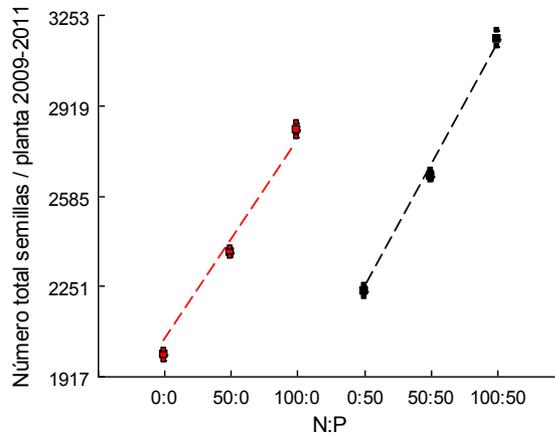
de la tendencia estadística vista en el párrafo anterior, la gran variabilidad presente entre plantas, lo cual podría llevar a estudios más detallados desde el punto de vista genético.



**Figura 6.45** - Cantidad de semillas por planta de *Mnesithea selloana* en el período 2010-2011, según los tratamientos

Tomando en forma acumulada la producción de semilla del segundo (2009-2010) y tercer ciclo de crecimiento (2010-2011), tanto la aplicación de nitrógeno como de fósforo tuvieron un efecto estadísticamente significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre los valores de semilla producida por planta.

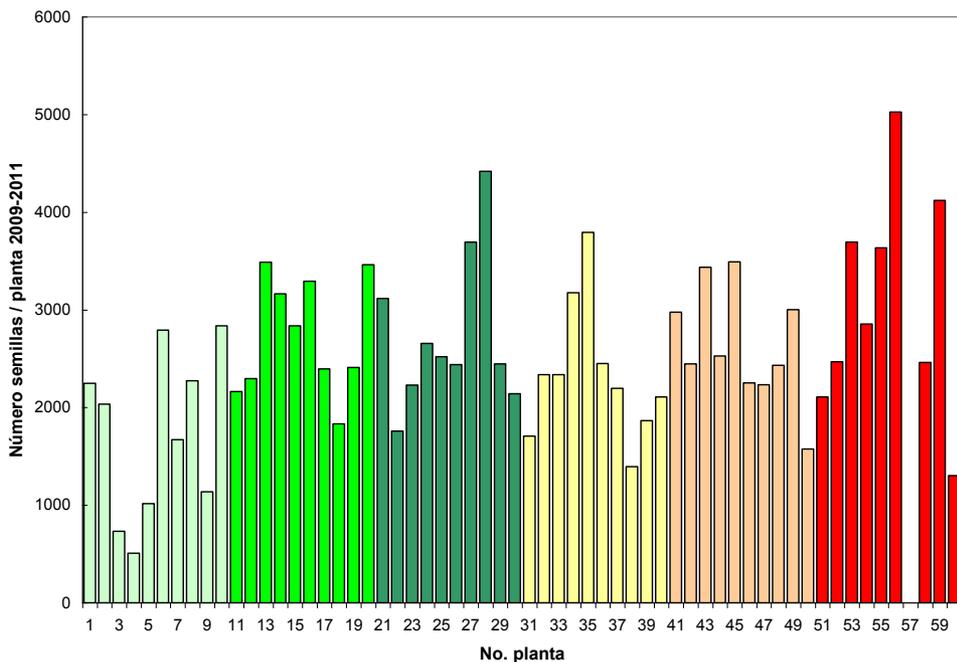
Con el incremento en la aplicación de nitrógeno, las plantas produjeron más semilla hasta la dosis máxima aplicada; en cuanto al fósforo su aplicación determinó una mayor producción de semillas por planta (Figura 6.46).



**Figura 6.46** - Variación en el número total de semillas en plantas de *Mnesithea selloana* según los tratamientos

Si bien estas diferencias fueron estadísticamente significativas, al mirar la producción de semilla de cada individuo en le Figura

6.47, se aprecia la presencia de una importante variación individual en la población respecto a este atributo.



**Figura 6.47** - Variación en el número total de semillas en plantas de *Mnesithea selloana* según los tratamientos, suma períodos 2009-2010 / 2010-2011

En forma preliminar se realizó la caracterización fenotípica de las plantas estudiadas utilizando cuatro categorías: erecta, semi-erecta, semi-postrada y postrada en dos años consecutivos, 2009 y 2010 cuando se analizó la consistencia de los resultados entre las dos fechas se obtuvo una correlación de 0,4491 para las cuatro categorías, a su vez cuando se simplificó la información a tres categorías: erecta, intermedia y postrada, la correlación se incrementó a 0,6101.

Estos resultados indican la necesidad de profundizar algo más en la clonación de genotipos, el seguimiento más frecuente y una mejor descripción de otras características relevantes.

### **consideraciones generales**

Los resultados indican una importante respuesta positiva a la aplicación de nitrógeno en los distintos componentes del rendimiento forrajero, número de macollos, largo de lámina, peso seco, en cambio la respuesta a la aplicación de fósforo fue de moderada a nula. Asimismo hubieron efectos sobre los componentes del rendimiento reproductivo, como el número de macollos, el número de espigas, el número de semillas y el peso seco de semillas.

Estos resultados permiten explorar la posibilidad de desarrollar estrategias de manejo e incremento de productividad forrajera en pasturas deterioradas, favoreciendo el incremento de la producción anual por el incremento en el número y tamaño de las plantas. Sin embargo es necesario profundizar en el análisis de diferentes épocas de aplicación de los nutrientes y más niveles y distribución en la estación de crecimiento; explorar la posibilidad de manejar la oferta de forraje con la aplicación de nitrógeno por ejemplo.

El mayor conocimiento de la dinámica poblacional y su relación con los factores ecológicos nos permitirá favorecer mayores tasas de reclutamiento y contribuir a la recuperación de pasturas de menor producción relativa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Altamirano, A., H. Da Silva, A. Durán, D. Echevarría, R. Puentes.** 1976 - Clasificación de suelos. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Dirección de suelos y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo. Uruguay. Tomo I.

**Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2013.** Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

**Olmos F. 1992** - Aportes para el manejo del campo natural. Efecto de la carga animal y el período de descanso en la producción y evolución de un campo natural de Caraguatá. Serie Técnica No. 20. INIA Tacuarembó 20 p.

**Olmos F, Godron M.** 1990 - Relevamiento fito-ecológico en el noreste uruguayo. In: 2do. Seminario de Campo Natural. Instituto Nacional Investigación Agropecuaria. Sociedad Uruguaya de Pasturas Naturales. Facultad de Agronomía. Plan Agropecuario. Ed. Hemisferio Sur. pp.: 35-48.

**Olmos F., Sosa M., Do Carmo M., Cal V., Bentancur D., Soca P., García E., Genro C.** 2013 - Monitoreo de cambios en la composición botánica. In: Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Serie FPTA-INIA No. 48. pp.: 75-80.

**Rosengurtt B.** 1943 - Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. 3ra. Contribución: La estructura y el pastoreo de las praderas de la región de Palleros. Montevideo. 281 p.

**Rosengurtt B.** 1979 - Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Imp. Dirección Gral. Extensión Universitaria. División Publicaciones y Ediciones. 86 pp.

**Rosengurtt B.** 1980 - Germoplasmas de forrajeras nativas. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 17 p.