

**EFEECTO DE LA INCORPORACIÓN DE
DOS GRAMÍNEAS PERENNES
ESTIVALES EN MEZCLAS FORRAJERAS
CONVENCIONALES**

Nicolás Costa

Defensa de Tesis de Ingeniero Agrónomo

Tutora: Daniella Bresciano

Co-tutor: Valentin Picasso

Montevideo, 30 de julio de 2015

Contenidos

- Fundamentación del problema
- Marco conceptual
- Objetivos
- Hipótesis
- Materiales y métodos
- Resultados
- Discusión
- Conclusiones
- Consideraciones a futuro

Fundamentación del problema

- Las mezclas forrajeras son una alternativa utilizada en sistemas de producción intensivos.
 - 821.688 ha, de las cuales solo el 7% tenían más de 3 años

(MGAP. DIEA, 2011)

- Características de las mezclas:
Gramíneas invernales + leguminosas
invernales y estivales

Fundamentación del problema

- Gramíneas:
 - Productividad sostenida por muchos años
 - Estabilidad en la pastura
 - Menor vulnerabilidad a la invasión de malezas
 - Facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas
 - Explotación del N fijado por leguminosas
 - Baja sensibilidad al pastoreo
 - Baja susceptibilidad a enfermedades y plagas
 - Adaptación a variedad de suelos
- Leguminosas:
 - Ceden N a las gramíneas por fijación simbiótica
 - Alto valor nutritivo que satisface la mayoría de las necesidades proteicas de las producciones animales
 - Promueven la fertilidad de suelos pobres o degradados



(Carámbula, 2003)

Fundamentación del problema

Producción anual y distribución estacional de una mezcla formada por trébol blanco, lotus y una gramínea perenne (Kg MS/ha).

Edad	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Total	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Primer año	--	--	450	10	3150	70	900	20	4500	100
Segundo año	2200	22	2000	20	4300	43	1500	15	10000	100
Tercer año	1400	20	1120	16	3500	50	980	14	7000	100
Cuarto año	700	14	650	13	3000	60	650	13	5000	100
Quinto año	400	100	600	15	2600	65	400	10	4000	100

Fuente: Adaptado de García, J. (citado por Leborgne, R., 1984).

Carámbula, 1991.

Fundamentación del problema

- Principales limitantes de las mezclas convencionales:
 - Enmalezamiento prematuro
 - Baja persistencia y estabilidad
 - Falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas
 - Evolución hacia una estacionalidad marcada
 - Problemas de implantación

(Carámbula, 2003)

Fundamentación del problema

- Posibles causas del enmalezamiento prematuro (*Cynodon dactylon*).



- Incremento de población por el banco de semillas y/u órganos perennes
- Aumento de la fertilidad (P)
- Aumento del N aportado por las leguminosas
- Espacios libres en verano por muerte de leguminosas invernales (*Trifolium repens*)
- Ausencia de gramíneas perennes que compitan con ella por los espacios libres

(Carámbula 2003, Ríos et al. 1996, García, 1995)

Marco conceptual

- Tipos funcionales de plantas

Grupos de plantas con similares efectos en el funcionamiento de los ecosistemas o similares respuestas a las perturbaciones.

(Friedel et al. 1988, Gitay y Noble 1997)

Marco conceptual

- Diversidad funcional

Valor, rango, distribución y abundancia relativa de los caracteres funcionales de los organismos que constituyen un ecosistema.

(Díaz et al., 2007)

componentes

```
graph TD; A[componentes] --> B[Riqueza funcional]; A --> C[Composición funcional];
```

Riqueza funcional

Composición funcional

Marco conceptual

- Resistencia biótica

Comunidades más diversas presentan una explotación más completa de los recursos y por lo tanto son más resistentes a la invasión

(Elton, 1958)

La identidad de las especies dominantes así como la composición funcional de una comunidad determinan la resistencia a la invasión

(Grime 1998, Fargione et al. 2003, Smith et al. 2004, Emery y Gross 2006, Hillebrand et al. 2008)

Marco conceptual

Especies nativas que integren el mismo grupo funcional que especies exóticas pueden ser más efectivas en limitar la invasión a través de la pre-ocupación de nichos.

(Bakker y Wilson, 2004)

Existe una correlación negativa entre biomasa de especies invasoras y la presencia de especies nativas
C4.

(Fargione y Tilman, 2005)

Objetivos

- General

Estudiar el efecto de la incorporación de gramíneas perennes estivales del género *Paspalum* con hábitos de crecimiento contrastantes en mezclas forrajeras convencionales.

Objetivos

- Específicos

1. Evaluar la composición y abundancia de especies sembradas y no sembradas en términos de biomasa aérea y porcentaje de cobertura relativa.
2. Analizar la relación entre la composición y abundancia de especies sembradas y no sembradas.
3. Relacionar la composición y abundancia entre las especies sembradas.

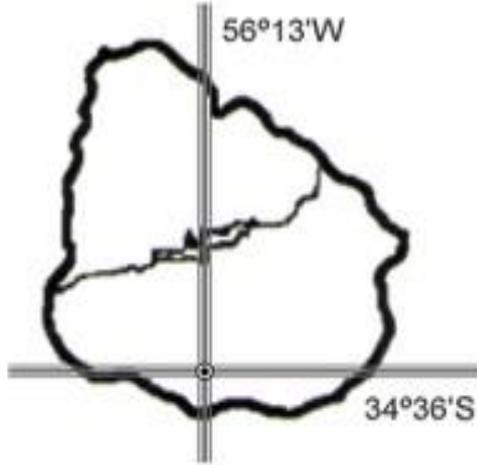
Hipótesis

1. La adición de especies del género *Paspalum* a las mezclas forrajeras convencionales, aumentará la cobertura y biomasa aérea de las especies sembradas.
2. La adición de gramíneas perennes estivales disminuirá la cobertura y biomasa de especies no sembradas.

Hipótesis

3. El porcentaje de cobertura y biomasa aérea de *C. dactylon* y de especies no sembradas tendrán una relación negativa con la cobertura y biomasa de gramíneas perennes estivales.
4. *P. notatum*, por su hábito postrado logrará una mayor cobertura y una exclusión más eficaz de las especies no sembradas que *P. dilatatum*.

Materiales y métodos



- Sitio de muestreo:
CRS FAgro. Joanicó, Canelones.

Suelos: Vertisoles Típicos,
Lúvicos y Brunosoles Eútricos
Típicos

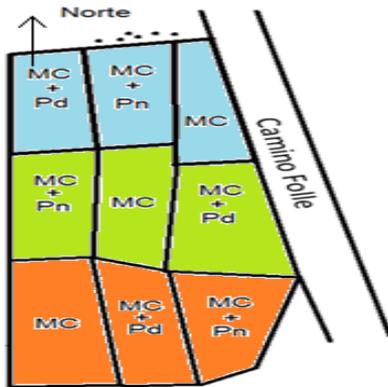
(Altamirano et al., 1976)

Las Pasturas fueron establecidas en 2009.

Mediciones al final del 4to año .

3 pastoreos durante el período de evaluación

Materiales y métodos



- Diseño experimental
- DBCA con 3 repeticiones
- Unidades experimentales de 0,96 ha.
- Bajo condiciones de pastoreo.

Tratamientos:

-Mezcla convencional : *F. arundinacea*, *T. repens* y *L. corniculatus* (MC)

-Mezcla convencional + *P. notatum* (MCPN)

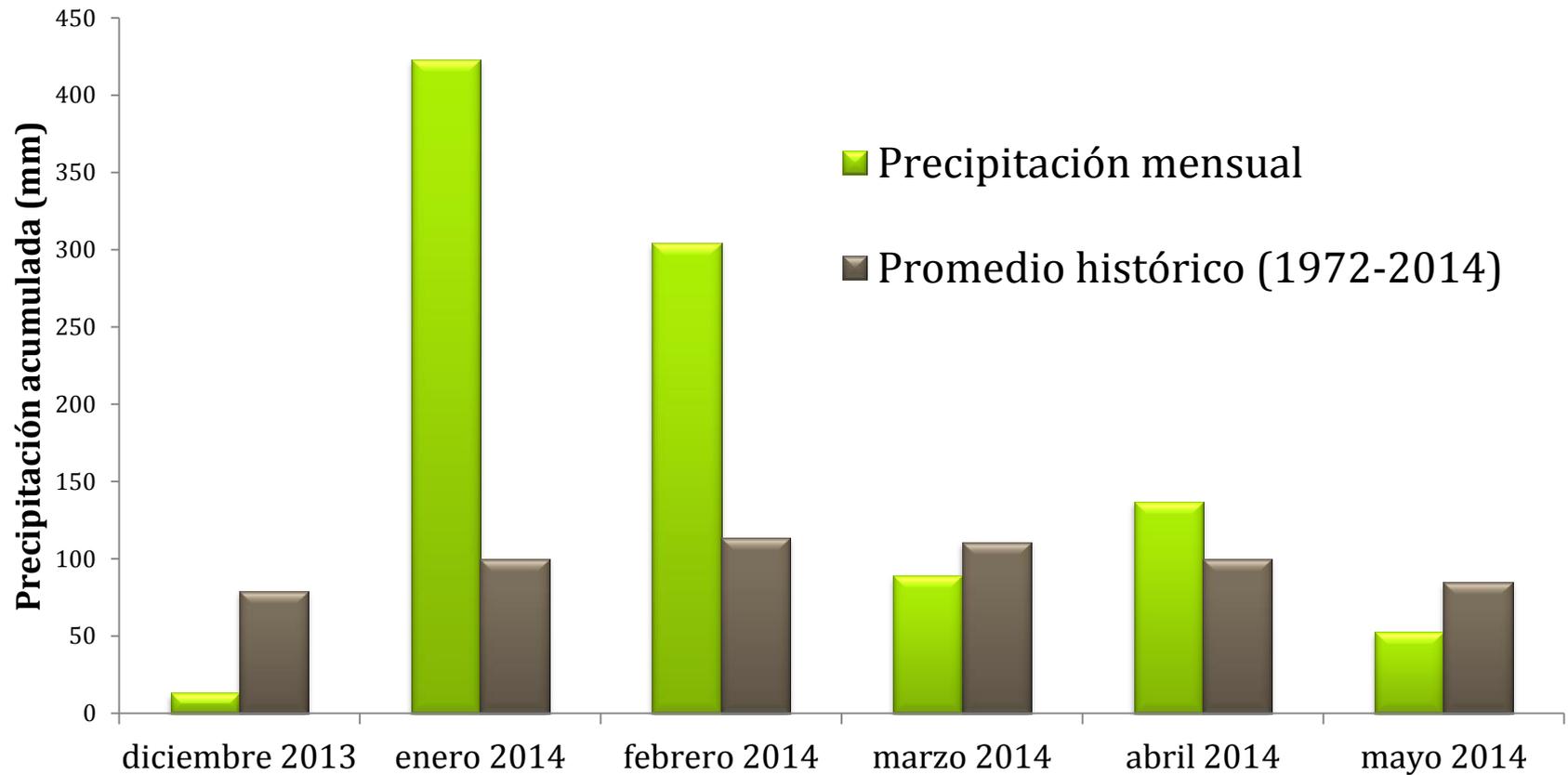
-Mezcla convencional + *P. dilatatum* (MCPD)

Momentos de evaluación:

Dic-13, feb-14 y may-14.

Materiales y métodos

Precipitación acumuladas mensual en el período experimental (mm)



Materiales y métodos

- Metodología de muestreo y variables analizadas

25 muestreos aleatorios por parcela en cada momento de evaluación (previo al pastoreo) con cuadrantes de 0,25 m²

Composición botánica de las muestras y secado en estufa a 60 °C hasta peso constante



Materiales y métodos

Se determinó el % de cobertura relativa y biomasa aérea ($\text{Kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) para:

- Especies sembradas (*F. arundinacea*, *T. repens*, *L. corniculatus*, *P. dilatatum*, *P. notatum*)
- Especies no sembradas (*C. dactylon*, otras sps no sembradas)
- Restos secos y Suelo desnudo

Materiales y métodos

- Análisis estadístico

Modelo utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + B_k + \delta_{ik} + \gamma_{jk} + (TM)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

i: 1, 2, 3 (Tratamientos)

j: 1, 2, 3 (Momentos)

k: 1, 2, 3 (Bloques)

Materiales y métodos

Análisis realizados:

Análisis de varianza. Nivel de significancia 5 %.

Medias con diferencias significativas:

- En los efectos principales, se realizó comparación de medias (prueba de Tukey).
- En la interacción entre factores se realizaron contrastes ortogonales (MC vs MCPN + MCPD y MCPN vs MCPD) y análisis de varianza fijando los tratamientos - momentos.

Materiales y métodos

Regresión lineal simple:

Variable de respuesta (Y _{ij})		Variable regresora (X _i)
% de cobertura de C. dactylon	vs	% de cobertura F. arundinacea % de cobertura de gramíneas C4 % de cobertura de todas las sps sembradas
% de cobertura de todas las sps no sembradas	vs	% de cobertura F. arundinacea % de cobertura de gramíneas C4 % de cobertura de todas las sps sembradas
Biomasa aérea de C. dactylon	vs	Biomasa aérea de F. arundinacea Biomasa aérea de gramíneas C4 Biomasa aérea de todas las sps sembradas
Biomasa aérea de todas las sps no sembradas	vs	Biomasa aérea de F. arundinacea Biomasa aérea de gramíneas C4 Biomasa aérea de todas las sps sembradas

Según el modelo:

$$Y_{ij} = a + b.X_i + \epsilon_{ij}$$

Resultados

Valores de significancia (p) obtenidos para los efectos de interacción entre factores y efectos principales de los factores para todas las variables analizadas

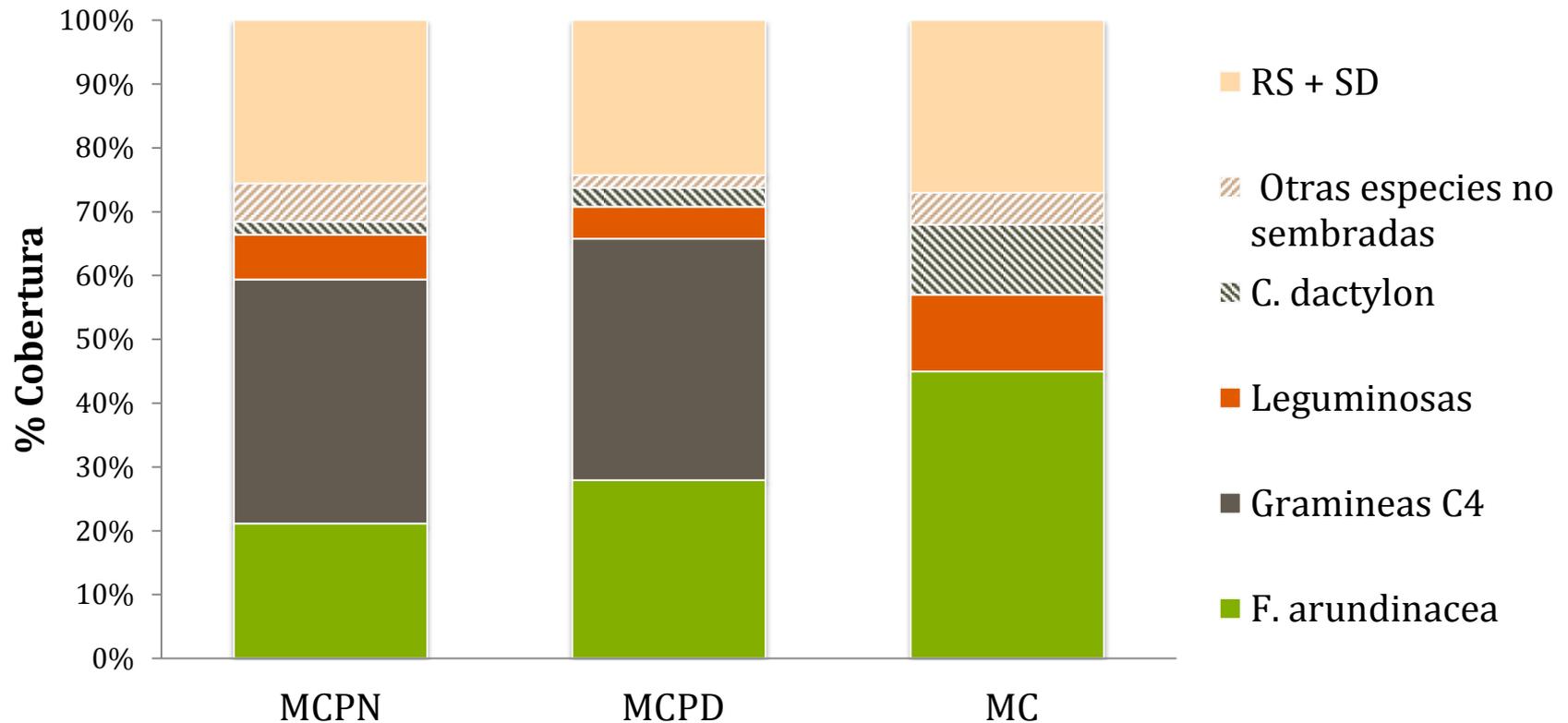
Variables	Interacción		Tratamientos	
	% Cob	Biomasa	% Cob	Biomasa
<i>F. arundinacea</i>	0,09	0,08	0,09	0,05*
Gramíneas C4	0,03*	0,0001*	0,0006*	0,0005*
Leguminosas	0,50	0,58	0,57	0,44
Total Sps sembradas	0,86	0,08	0,06	0,05*
<i>C. dactylon</i>	0,02*	0,005*	0,19	0,14
Otras sps no sembradas	0,32	0,19	0,19	0,19
Total Sps no sembradas	0,054	0,01*	0,17	0,07

Porcentaje de cobertura de las variables analizadas en los distintos tratamientos (media de los 3 momentos). MCPN= mezcla convencional con *P. notatum*. MCPD= mezcla convencional con *P. dilatatum*, MC= mezcla convencional

	MCPN	MCPD	MC
F. arundinacea	21	28	45
Gramíneas C4	38 (a)	38 (a)	0 (b)
Leguminosas	7	5	12
Total de especies sembradas	67	70	57
C. dactylon	2	3	11
Otras especies no sembradas	6	2	5
Total de especies no sembradas	8	5	16
RS + SD	26	24	27
TOTAL	100	100	100

Resultados

Porcentaje de cobertura de especies sembradas, especies no sembradas, restos secos y suelo desnudo en los distintos tratamientos (media de los 3 momentos).

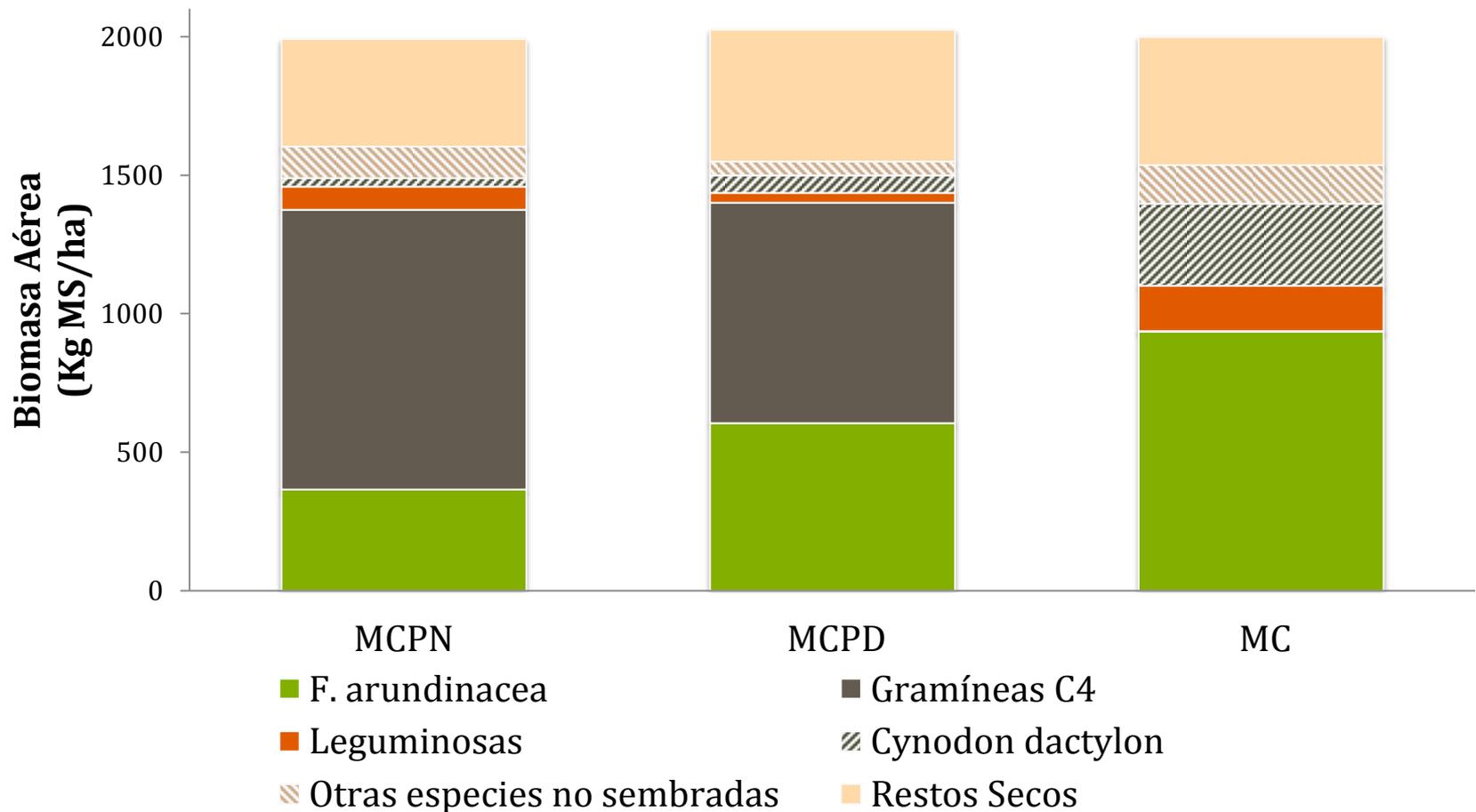


Biomasa aérea (kg MS/ha) de las variables analizadas en los distintos tratamientos (media de los 3 momentos). MCPN= mezcla convencional con *P. notatum*. MCPD= mezcla convencional con *P. dilatatum*, MC= mezcla convencional

	MCPN	MCPD	MC
F. arundinacea	366(b)	605(ab)	935(a)
Gramíneas C4	1009(a)	796(a)	2 (b)
Leguminosas	84	35	164
Total de especies sembradas	1460(a)	1437(a)	1101(b)
C. dactylon	30	63	297
Otras especies no sembradas	114	50	138
Total de especies no sembradas	144	113	436
RS + SD	388	476	463

Resultados

Biomasa aérea (kg MS.ha⁻¹) de especies sembradas, especies no sembradas, restos secos y suelo desnudo en los distintos tratamientos (media de los 3 momentos).



Resultados

- Biomasa de todas las especies no sembradas:

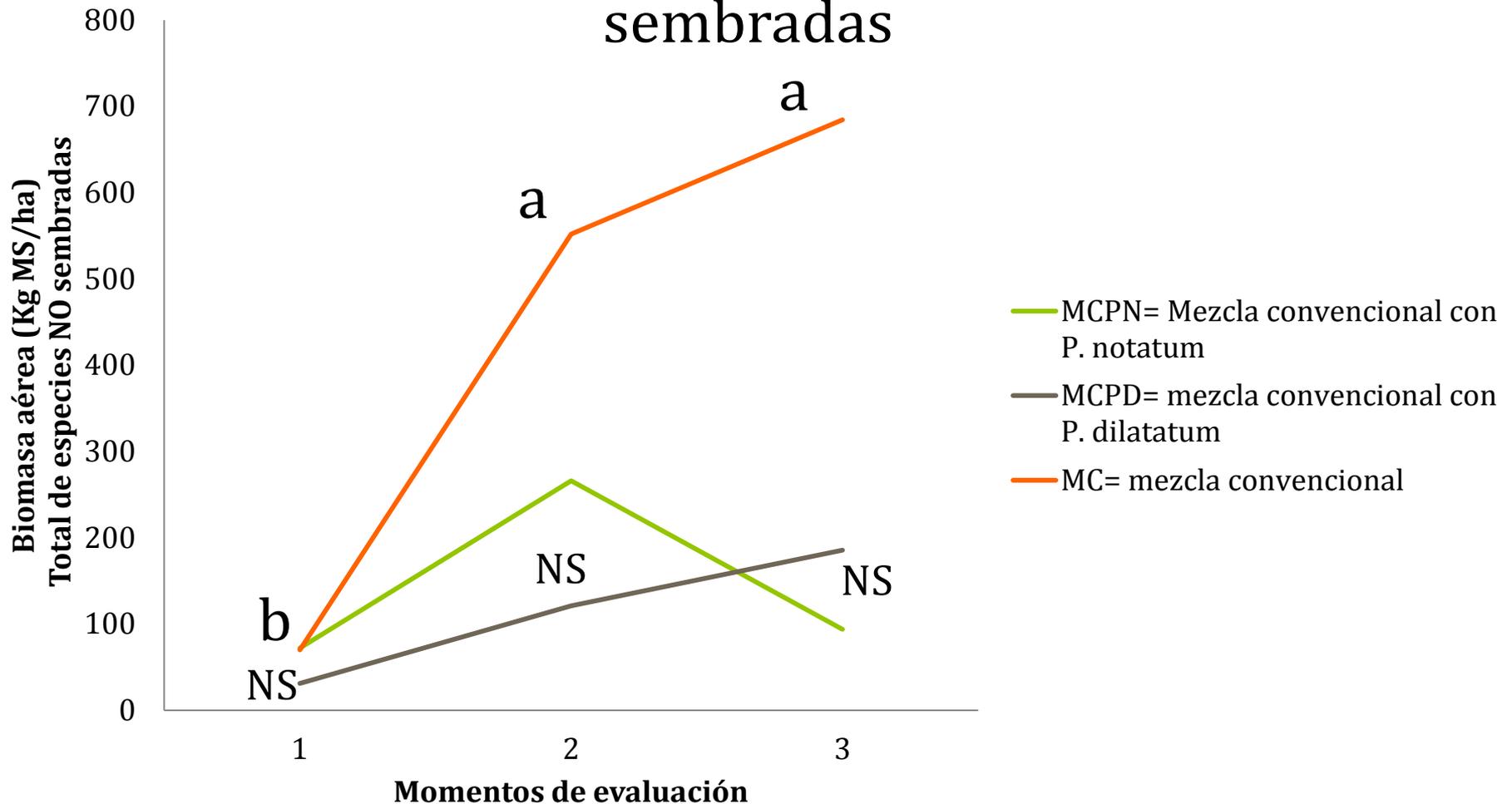
Diferencias entre las mezclas con Paspalum vs la mezcla convencional (contraste MCPN + MCPD vs MC, $p=0,03$)

- Cobertura y biomasa aérea de *C. dactylon*:

No se encontraron diferencias significativas entre los contrastes MC vs MCPN ($P=0,09$ y $p=0,06$) + MCPD y MCPD vs MCPN ($p=0,8$ y $p=0,79$).

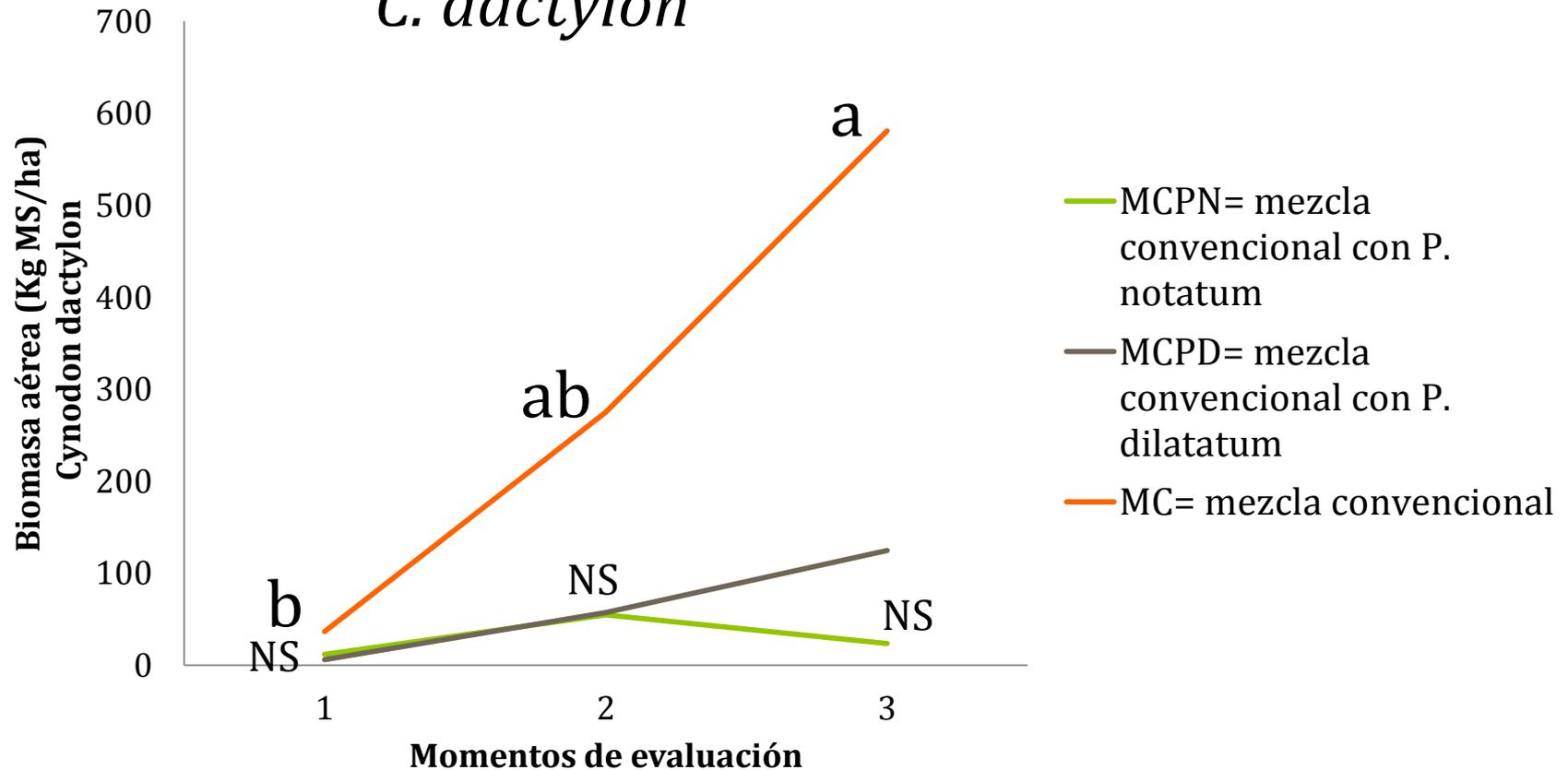
Resultados

Estudio de la interacción – especies no sembradas



Resultados

Estudio de la interacción- *C. dactylon*



Resultados

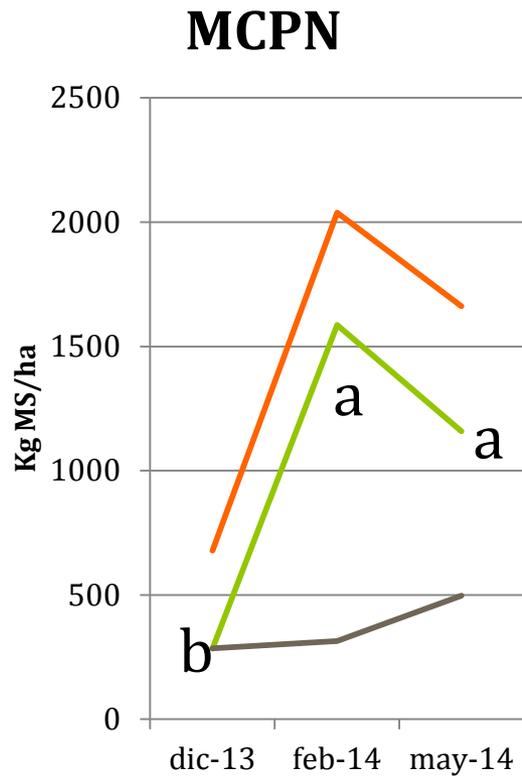
Efectos de la inclusión de *P. notatum* en comparación a *P. dilatatum*

	MCPN		MCPD	
	% cob	KgMS/ha	% cob	KgMS/ha
F. arundinacea	21	366(b)	28	605(ab)
Gramíneas C4	38 (a)	1009(a)	38 (a)	796(a)
Leguminosas	7	84	5	35
Total de especies sembradas	67	1460(a)	70	1437(a)
C. dactylon	2	30	3	63
Otras especies no sembradas	6	114	2	50
Total de especies no sembradas	8	144	5	113
RS + SD	26	388	24	476

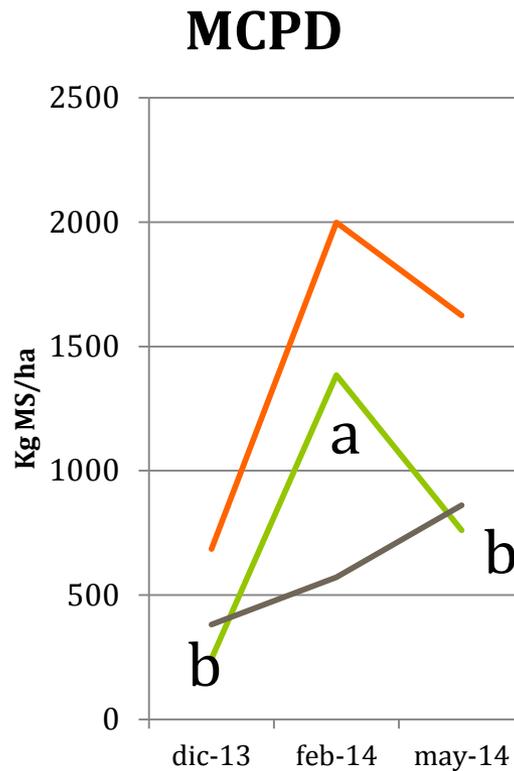


Resultados

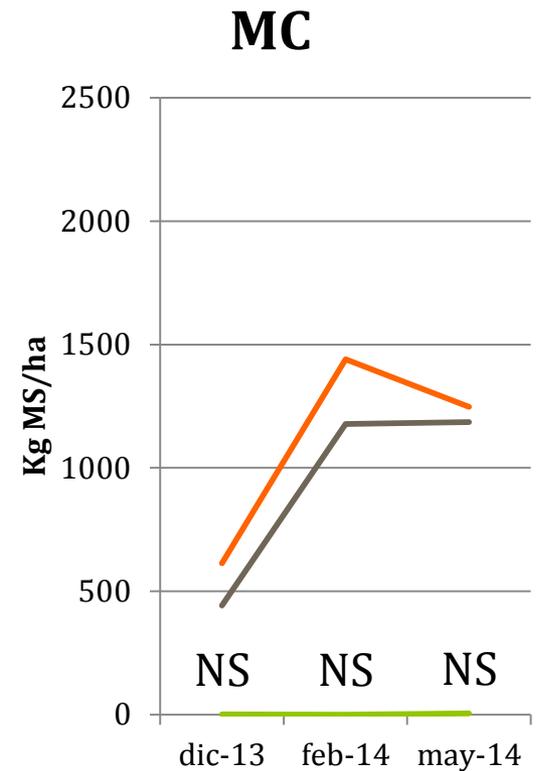
Biomasa de Gramíneas C4: estudio de la interacción entre factores



— Total especies sembradas
— Gramíneas C4
— F. arundinacea

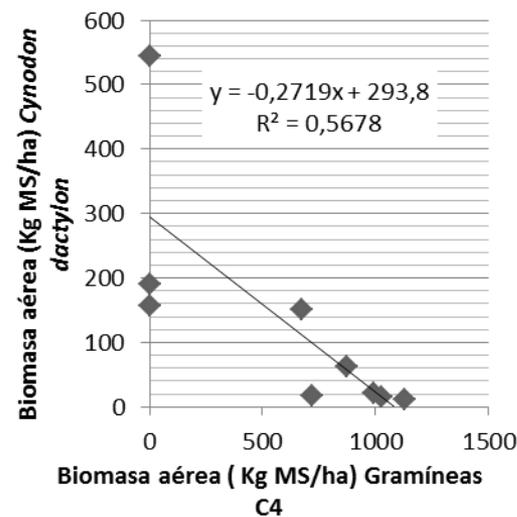
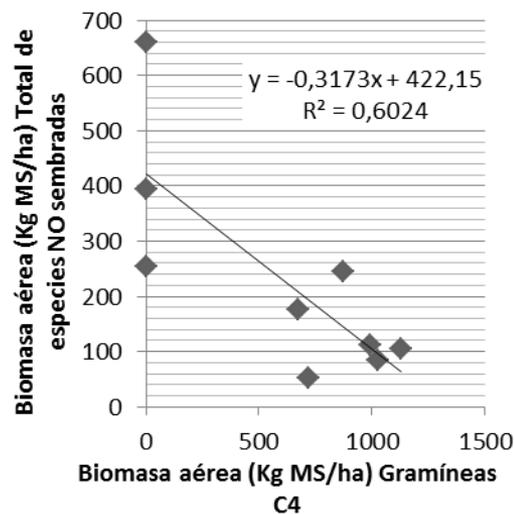
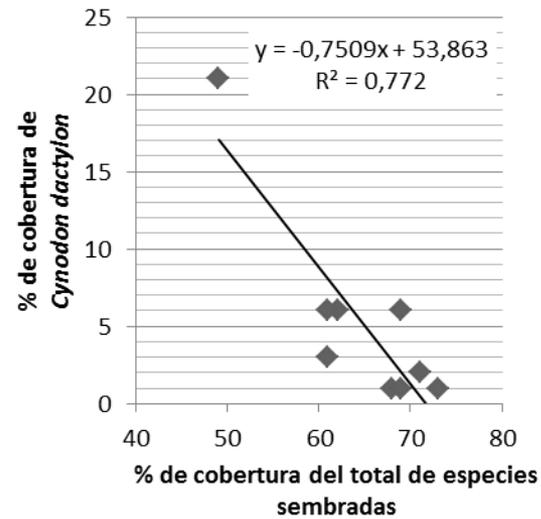
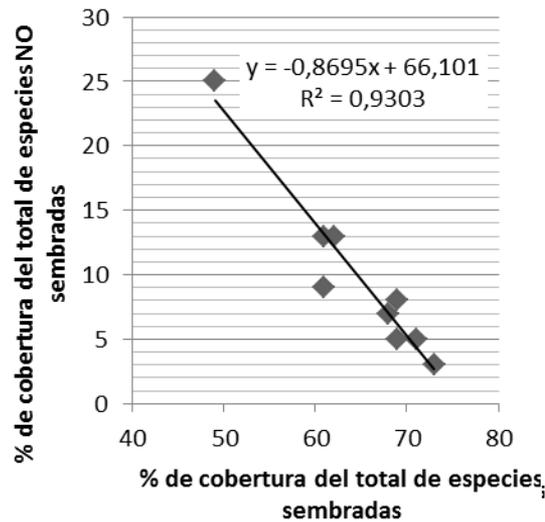


— Total especies sembradas
— Gramíneas C4
— F. arundinacea



— Total especies sembradas
— Gramíneas C4
— F. arundinacea

Regresiones lineales del porcentaje de cobertura todas de especies no sembradas y de *C. dactylon* frente al porcentaje de cobertura de todas las especies sembradas y biomasa aérea de todas las especies no sembradas y de *C. dactylon* frente a la biomasa aérea de gramíneas C4



Discusión

- Hubo efecto positivo de la incorporación de gramíneas perennes estivales en mezclas convencionales en el final de su 4to año de vida.
- Predominancia de fracción gramíneas.

Importancia del rol de éstas especies en la mejora de la persistencia de mezclas
(Carámbula, 2003)



Discusión

H1: La adición de especies del género *Paspalum* a las mezclas forrajeras convencionales, aumentará la cobertura y biomasa aérea de las especies sembradas.

No rechazada. La biomasa aérea de las mezclas con *Paspalum* fueron superiores a las de la mezcla convencional.

La incorporación de especies que representen un nuevo grupo funcional puede cambiar significativamente el funcionamiento ecosistémico (Diaz y Cabido, 2001)

Discusión

H2: La adición de gramíneas perennes estivales disminuirá la cobertura y biomasa de especies no sembradas.

No rechazada. La biomasa aérea de las especies no sembradas fue menor en las mezclas con *Paspalum* que en la mezcla convencional.

*Las comunidades más diversas presentan una explotación mas completa de los recursos y por lo tanto son más resistentes a la
invasión*

(Elton, 1958)

Discusión

- No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la biomasa aérea de *C. dactylon*.

Sin embargo los valores absolutos de las mezclas con Paspalum fueron notoriamente menores que la mezcla convencional.

La baja precisión del ensayo puede ser una de las causas que dificultó encontrar diferencias para esta variable (MDS 15% para cobertura y 401,5 Kg MS.ha⁻¹)

Discusión

H3: El porcentaje de cobertura y biomasa aérea de *C. dactylon* y de especies no sembradas tendrán una relación negativa con la cobertura y biomasa de gramíneas perennes estivales.

No rechazada. Concuerda con resultados obtenidos por varios autores (Fargione y Tilman 2005, Perelman et al. 2007, Bresciano 2014)

...las diferencias en resistencia a la invasión se deben a la composición funcional de las mezclas, en particular a la adición del grupo funcional GPE (mayor competencia, menor disponibilidad de recursos (Davis et al. 2000, Hierro et al. 2005)).

Discusión

H4: *P. notatum*, por su hábito postrado logrará una mayor cobertura y una exclusión más eficaz de las especies no sembradas que *P. dilatatum*.

Rechazada. No hubo diferencias entre los tratamientos.

En general las mezclas con *GPE* mejoraron la resistencia a la invasión.

P. notatum ejerció un fuerte efecto de competencia con *F. arundinacea* mientras que el hábito cespitoso de *P. dilatatum* permitió que en la mezcla se de una producción de biomasa mas equilibrada entre ambas gramíneas.

Conclusiones

La inclusión de especies gramíneas perennes estivales del género *Paspalum* en mezclas forrajeras convencionales en su cuarto año:

- aumentó la cobertura y biomasa en la época estival.
- redujo la susceptibilidad a ser invadidas por especies no sembradas.

Ambos aspectos son fundamentales para la persistencia de estas alternativas y aportan a la mejora de la sustentabilidad de los sistemas.

Conclusiones

- Se recomienda incluir gramíneas perennes estivales al sembrar mezclas forrajeras, particularmente a la especie *P. dilatatum* debido a que su hábito de crecimiento lo hace mas apto a ser incluido en mezclas en comparación con *P. notatum* .

Consideraciones a futuro

- Acerca de *P. notatum*, seria interesante el estudio del efecto de competencia ejercido con *F. arundinacea* en términos de estabilidad temporal de la producción y de la evolución de los equilibrios de las poblaciones.
- Sobre *P. dilatatum*, ahondar en aspectos mas aplicados como el ajuste de las técnicas de siembra en mezclas y evaluaciones de comportamiento agronómico de la ya caracterizada variabilidad de materiales genéticos disponibles.

Consideraciones a futuro

- Sería interesante estudiar con mayor profundidad el efecto de la cobertura de los restos secos, para dilucidar si hay diferencias microclimáticas que puedan afectar los procesos de invasión en comparación a sitios con suelo desnudo
- Sería oportuno en futuras investigaciones con tamaños grandes de parcelas, relevar la variabilidad interna y realizar análisis con estadística espacial o geo estadística.
- Se sugiere analizar, con los datos generados en todos los años de este experimento, la mayor cantidad posible de aspectos relacionados con atributos de sustentabilidad (resiliencia, estabilidad, adaptabilidad, productividad, etc.).

GRACIAS