



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

# Visita de Campo y Reunión Técnica



**Fertilización fosfatada en pasturas**

**Martes 02 de octubre de 2012**

Tacuarembó



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| <b>Red de Fertilización de Pasturas (2008-2011)</b> .....                   | 1  |
| Introducción y objetivos: .....   | 1  |
| Materiales y Métodos .....  | 1  |
| <br>  |    |
| <b>Resultados preliminares del Sitio Experimental de Tambores</b> .....     | 3  |
| Resultados de los análisis de suelo inicial .....                           | 3  |
| Descenso del fósforo en suelo luego del primer año de fertilización .....   | 7  |
| <br>  |    |
| <b>Resultados preliminares del Sitio Experimental de Sauce Cañote</b> ..... | 11 |
| Resultados de los análisis de suelo inicial .....                           | 11 |



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

---

## Red de Fertilización de Pasturas (2008-2011)

### Introducción y objetivos:

En el marco del Proyecto de Manejo Agronómico de Pasturas, desde el año 2008 INIA está conduciendo una Red de Experimentos de Fertilización de Pasturas. El objetivo general es seleccionar y calibrar métodos de análisis de fósforo en suelo y en planta para viabilizar una nueva guía de fertilización de pasturas que pueda comprender la amplia diversidad de suelos del país.

A continuación se presentan algunos detalles adicionales de esta red de fertilización de pasturas.

Los objetivos específicos son:

- 1) Seleccionar métodos de análisis según suelo y fuente P.
- 2) Obtener niveles críticos de P disponible para especie y suelo.
- 3) Obtener niveles críticos para P total en planta.
- 4) Determinar la relación P agregado – P disponible para suelo y fuentes (Equivalente Fertilizante).
- 5) Determinar la evolución P disponible en el tiempo para suelos y fuentes (Tasa de Descenso).
- 6) Estudiar la retención de P por el suelo como indicador de respuesta vegetal y relacionarlo con objetivos 4 y 5.
- 7) Estudiar el efecto de las condiciones saturación de agua en el suelo en los valores de P disponible para diferentes suelos.
- 8) Estudiar la respuesta al agregado de azufre en diferentes suelos.
- 9) Estudiar el efecto de agregar S elemental en la eficiencia de la Fosforita Natural.

### Materiales y Métodos

Se instalaron 14 sitios experimentales en diferentes regiones del país.

En cada sitio se instalaron en el año 2008 tres (3) experimentos:

- Experimento I P en Trébol blanco
- Experimento II P en *Lotus corniculatus*
- Experimento III Respuesta a S en Trébol blanco

#### Fertilizantes:

Superfosfato Triple (ST,0-46/47-0)  
Fosforita natural origen Argelia (FN, 0-10/29-0)  
Hyperfos (Hy, 0-13/28-0)  
Sulfato de Calcio (Y, 13 %S)  
S elemental (85 %S).

Especies leguminosas y densidades de siembra:

Trébol blanco cv Estanzuela Zapicán (5 kg/ha)  
*Lotus corniculatus* cv San Gabriel (15 kg/ha).

Diseño experimental Ensayos Fósforo (I y II): factorial incompleto, fuentes P (2) x Dosis (8) + testigo + S elemental + Hyperfos. Repeticiones: 4.

Diseño experimental Ensayo de Azufre (III): bloques al azar con 4 repeticiones.

Refertilizaciones: En los tratamientos correspondientes la refertilización se realiza anualmente en el mes de marzo luego del muestreo anual de suelos (ver Cuadro 1). La dosis de refertilización corresponde al 25% de la dosis inicial.

**Cuadro 1.** Experimentos de Fósforo: Fuentes, dosis inicial y de refertilización anual de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para cada ensayo de cada de leguminosa (ensayos I y II).

| Fuente de P      | Número de Tratamiento | Dosis inicial P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha | Dosis refertilización P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/año |
|------------------|-----------------------|---|---|
| Testigo          | 1                     | 0   | 0   |
| ST               | 2                     | 40  | 0   |
| ST               | 3                     | 120   | 0   |
| ST               | 4                     | 240   | 0   |
| ST               | 5                     | 40  | 10  |
| ST               | 6                     | 80  | 20  |
| ST               | 7                     | 120   | 30  |
| ST               | 8                     | 240   | 60  |
| ST               | 9                     | 360   | 90  |
| FN               | 10                    | 40  | 0   |
| FN               | 11                    | 120   | 0   |
| FN               | 12                    | 240   | 0   |
| FN               | 13                    | 40  | 10  |
| FN               | 14                    | 80  | 20  |
| FN               | 15                    | 120   | 30  |
| FN               | 16                    | 240   | 60  |
| FN               | 17                    | 360   | 90  |
| FN + S elemental | 18                    | 80 + 20 S                                       | 20 + 5 S  |

**Cuadro 2.** Experimento de Azufre: dosis anuales de Azufre como Sulfato de Calcio en Trébol blanco (ensayo III).

| Fuente            | Número tratamiento | S-SO <sub>4</sub> Ca kg/ha/año |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|
| Testigo           | 1                  | 0                              |
| Sulfato de calcio | 2                  | 10                             |
| Sulfato de calcio | 3                  | 25                             |

Observación: se aplica P como ST a dosis uniforme de 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha el 1er año y 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en años subsiguientes.

## Resultados preliminares del Sitio Experimental de Tambores

Robin Cuadro - Diego Giorello - O. Presa - M. Suárez - D. Lima

El sitio está ubicado sobre la unidad de suelos Itapebí Tres Arboles.

Grupo de Suelos: 12.03

Suelo: Brunosol Eutrico

Índice CONEAT: 150

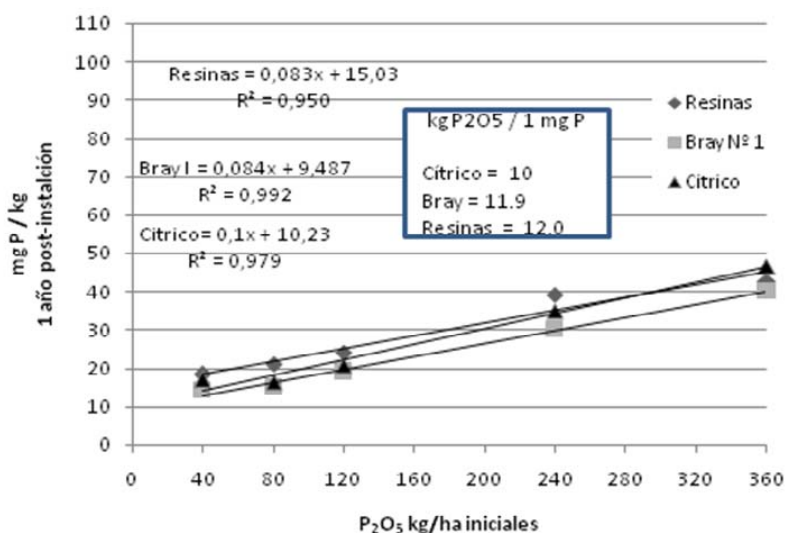
### Resultados de los análisis de suelo inicial

Cuadro 1. Análisis inicial de suelo (Año 2008).

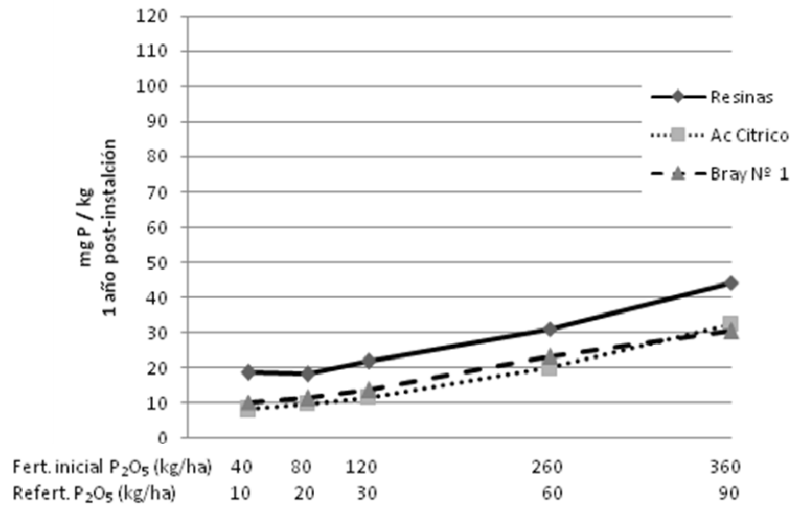
| Prof. (cm) | Ca<br>meq/100g | Mg<br>meq/100g | K<br>meq/100g | Na<br>meq/100g | A.Tit.<br>meq/100g | CICpH7<br>meq/100g | Bases T.<br>meq/100g |
|------------|----------------|----------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 0-7,5      | 14,0           | 8,7            | 0,5           | 0,4            | 7,4                | 31,1               | 23,7                 |
| 7,5-15     | 14,9           | 8,6            | 0,3           | 0,4            | 6,1                | 30,3               | 24,2                 |

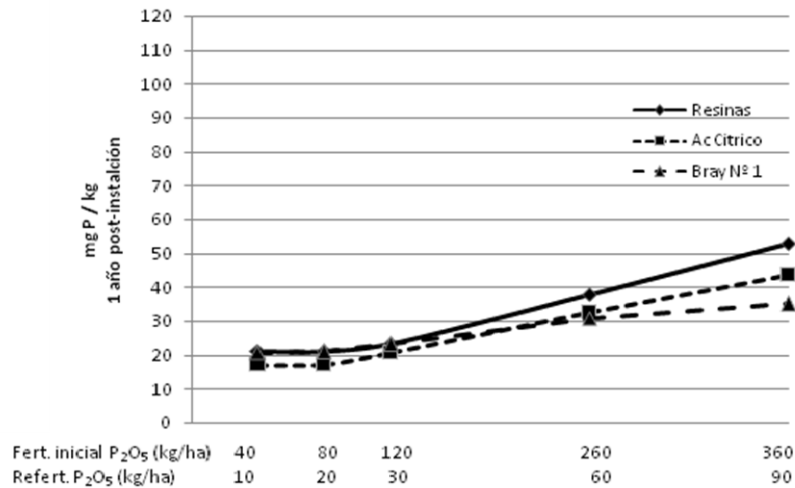
| Prof. (cm) | % Sat.<br>bases | pH<br>(H2O) | C.Org<br>% | N<br>% | Bray I<br>µg P/g | Resinas<br>µg P/g | Ac. Cítrico<br>µg P/g |
|------------|-----------------|-------------|------------|--------|------------------|-------------------|-----------------------|
| 0-7,5      | 76,1            | 5,6         | 4,4        | 0,4    | 3,3              | 8,1               | 7,7                   |
| 7,5-15     | 79,6            | 5,8         | 2,8        | 0,2    | 4,7              | 2,6               | 3,5                   |



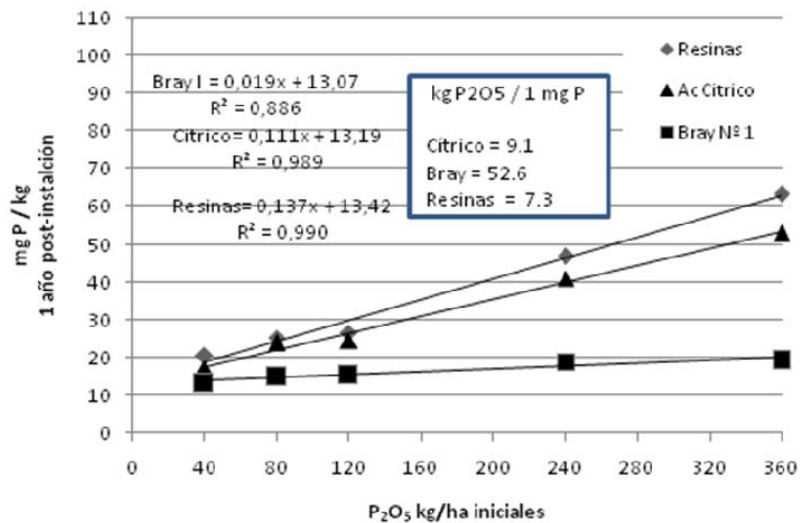
**Figura 1.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Super triple (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2009) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco en el Sitio de Tambores correspondiente un suelo de basalto profundo, situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 1.



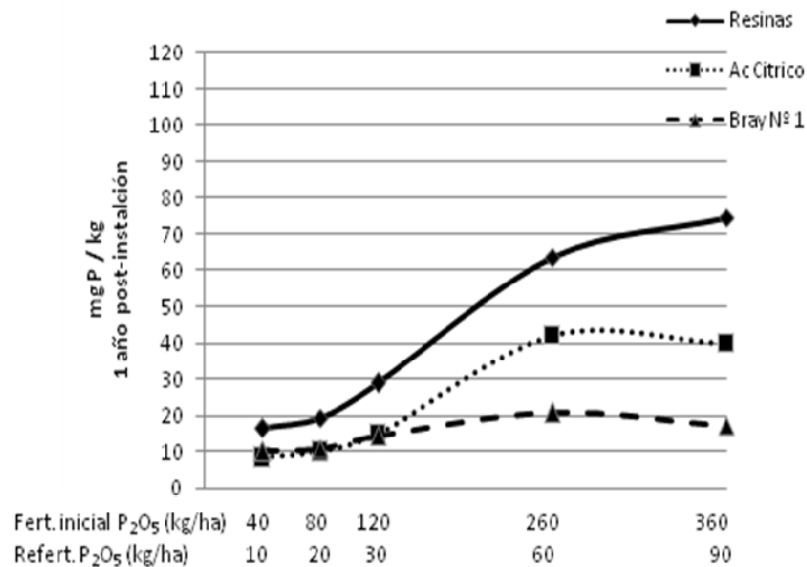
**Figura 2.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Super triple (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), mas una refertilización (abril 2009) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2010) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco ubicado en el Sitio de Tambores correspondiente a un suelo de basalto profundo situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 2.



**Figura 3.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Super triple (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha), más dos refertilizaciones (abril 2009 y 2010) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2011) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco ubicado en el Sitio de Tambores correspondiente a un suelo de basalto profundo situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 3.

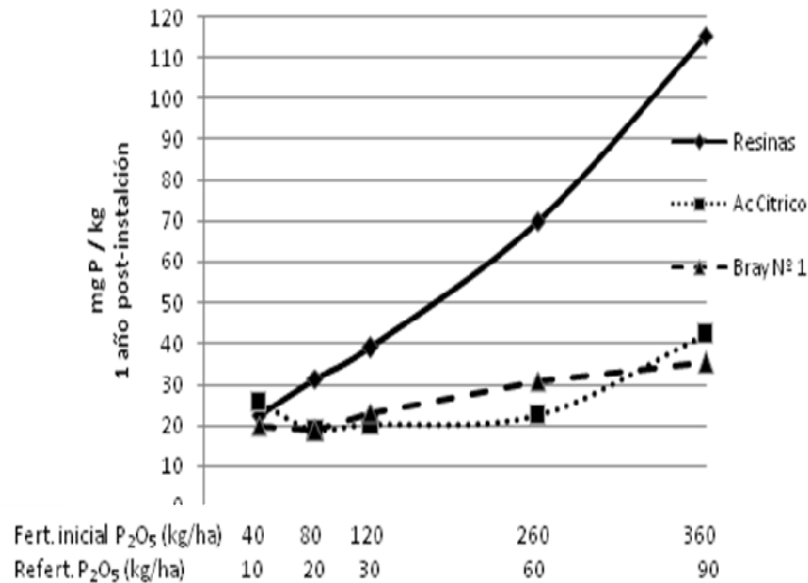


**Figura 4.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Fosforita Natural (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2009) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco en el Sitio de Tambores correspondiente a un suelo de basalto profundo situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 1.

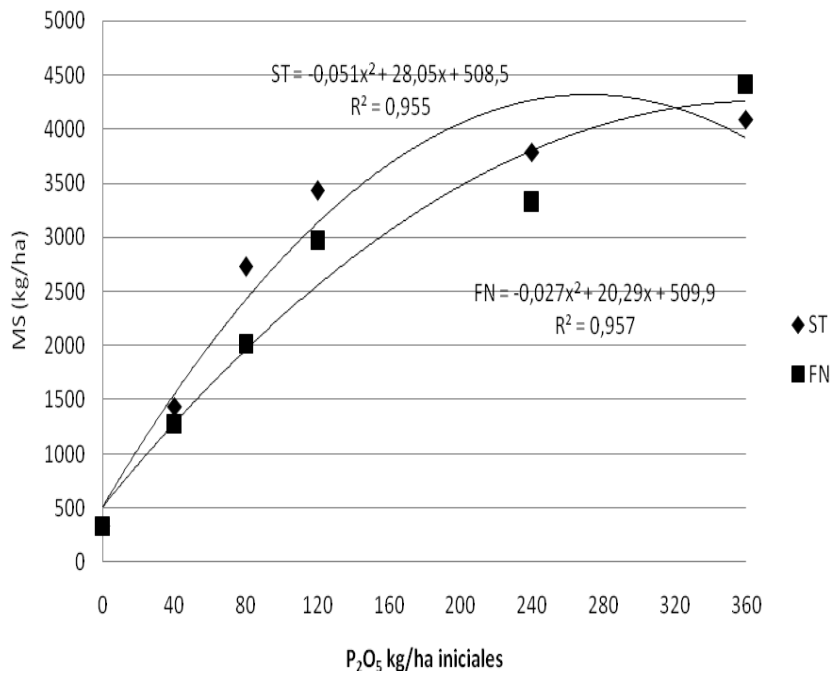


**Figura 5.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Fosforita Natural (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) más una refertilización (abril 2009) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2010) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco ubicado en el Sitio de Tambores correspondiente a un suelo de basalto profundo situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 2.

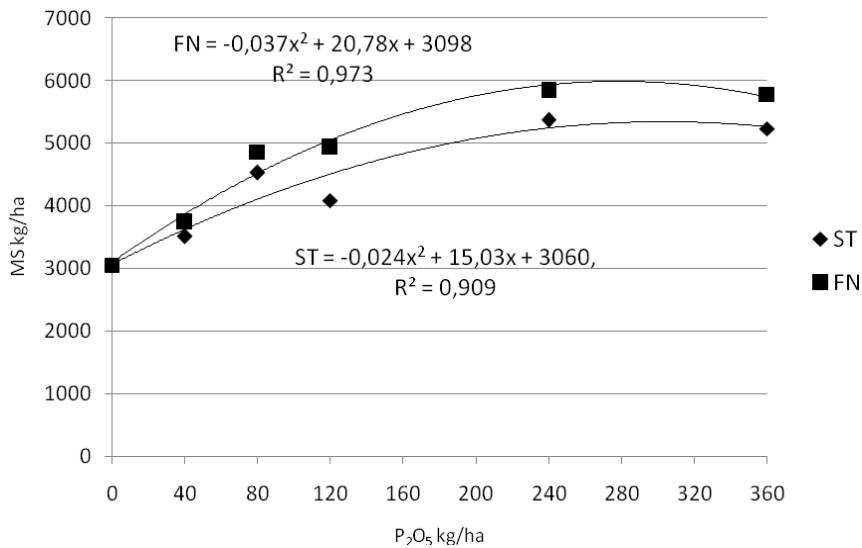




**Figura 6.** Relación entre fósforo agregado al inicio del experimento (marzo 2008) como Fosforita Natural (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) más dos refertilizaciones (abril 2009 y 2010) y el fósforo disponible al año siguiente (marzo 2011) medido con tres métodos de análisis de suelo (Bray I, Cítrico, Resinas) y expresado como mg P/kg de suelo para el experimento de Trébol blanco ubicado en el Sitio de Tambores correspondiente a un suelo de basalto profundo situado en el departamento de Paysandú. Profundidad 0-7,5 cm. Año 3.

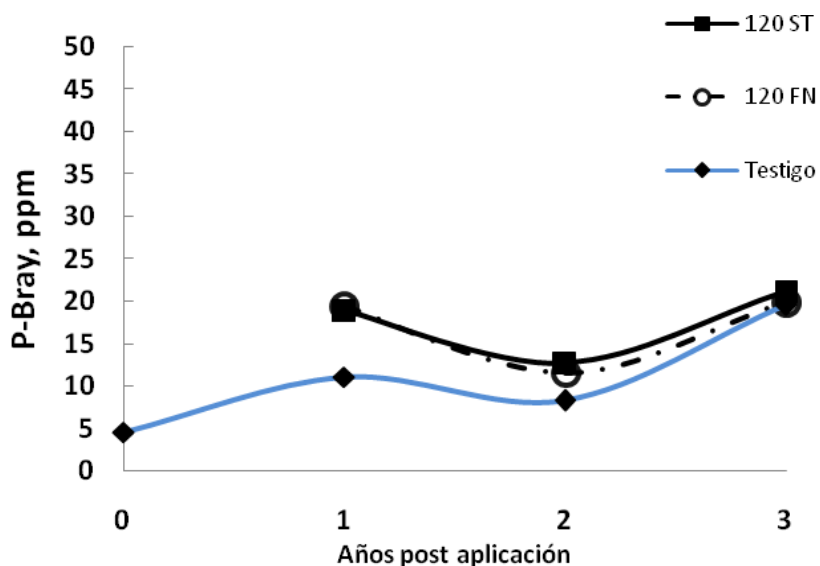


**Figura 7.** Producción de forraje de Trébol blanco cv Estanzuela Zapicán (kg MS/ha) promedio de segundo y tercer año en función de la dosis acumulada de fertilización inicial y refertilización (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) para Fosforita Natural (FN) y Superfosfato Triple (ST). Sitio Tambores, departamento de Paysandú.

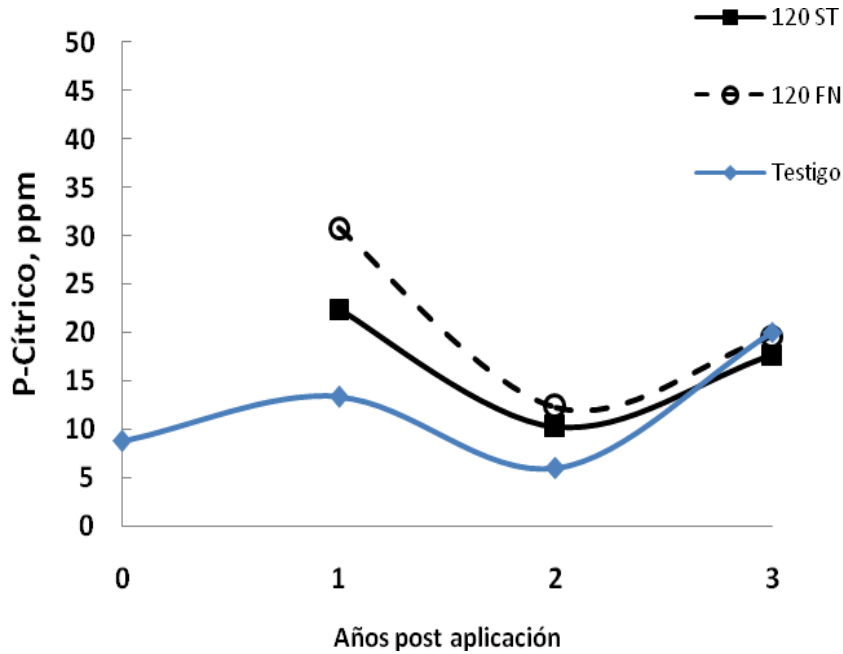


**Figura 8.** Producción de forraje de *Lotus corniculatus* cv San Gabriel (kg MS/ha) promedio de segundo y tercer año en función de la dosis acumulada de fertilización inicial y refertilización (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) para Fosforita Natural (FN) y Superfosfato Triple (ST). Sitio Tambores, departamento de Paysandú.

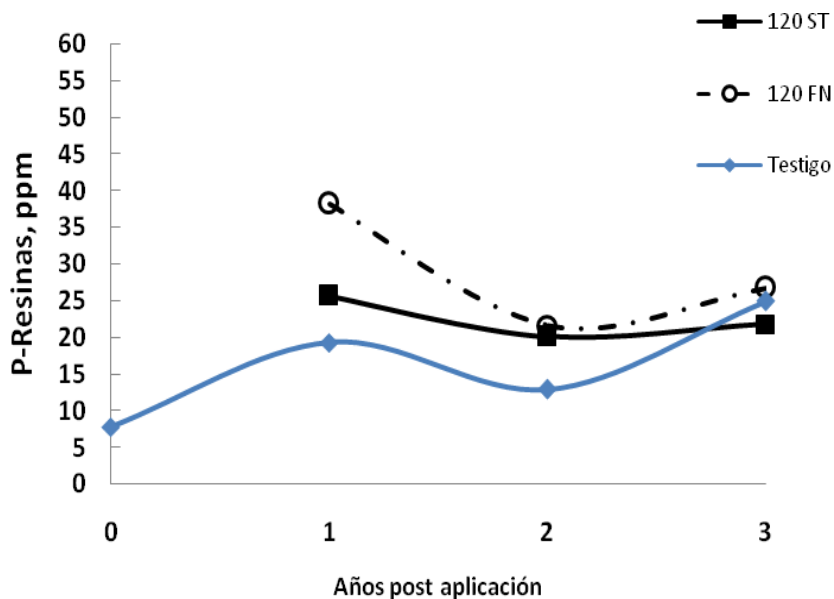
#### Descenso del fósforo en suelo luego del primer año de fertilización



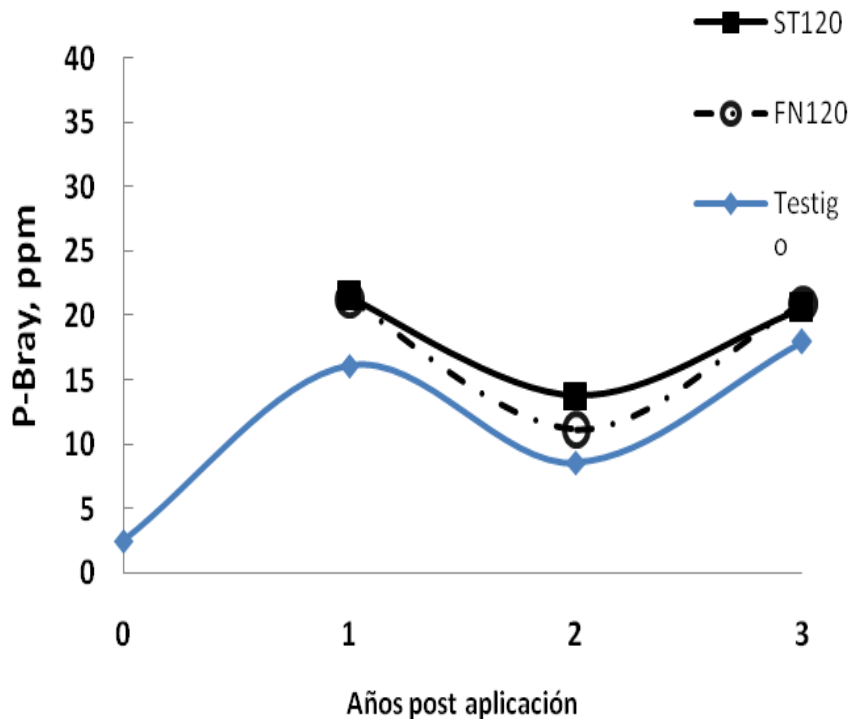
**Figura 9.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Bray I para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol Blanco ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.



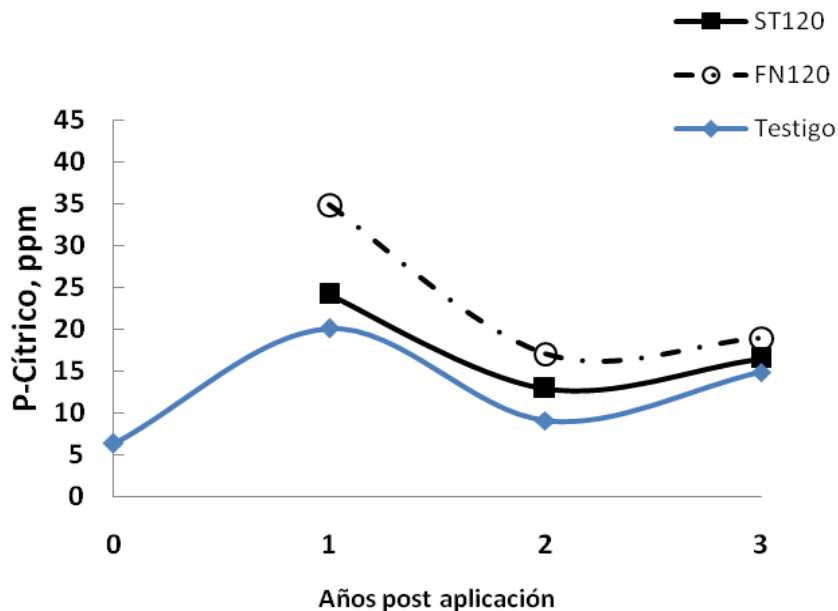
**Figura 10.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo de Acido Cítrico para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol Blanco ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.



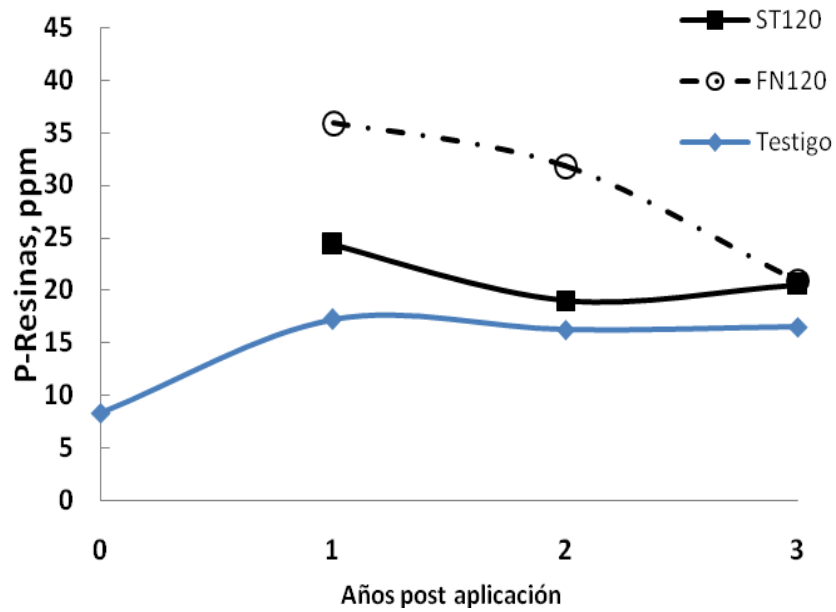
**Figura 11.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo de Resinas para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol Blanco ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.



**Figura 12.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo de Bray I para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN), en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.



**Figura 13.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo de Acido Cítrico para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN), en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.



**Figura 14.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo de Resinas para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Tambores, departamento de Paysandú.

## Resultados Preliminares del Sitio Experimental de Sauce Cañote

Diego Giorello - Robin Cuadro - O. Presa - M. Suárez; D. Lima

El Sitio está ubicado sobre la unidad de suelos Río Tacuarembó.  
 Grupo de Suelos: G 03.21  
 Suelo: Planosol Dístrico  
 Índice CONEAT: 83

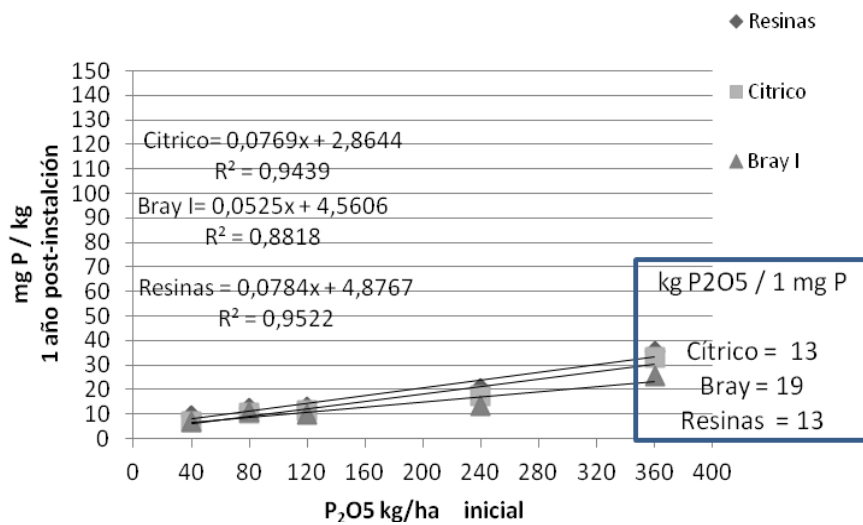
### Resultados de los análisis de suelo inicial

**Cuadro 1.** Análisis de Fosforo Inicial y descripción de un Planosol Dístrico.

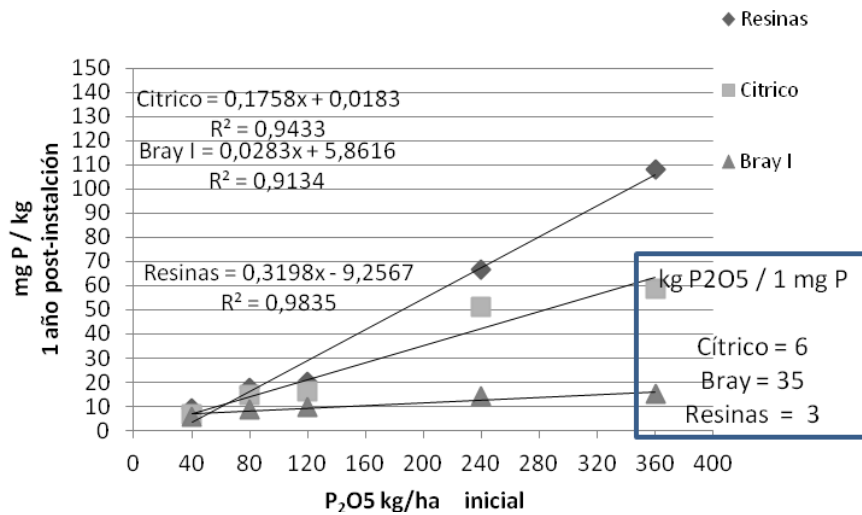
| Prof. (cm)  | Textura           | pH<br>(H2O) | M.O<br>% |
|-------------|-------------------|-------------|----------|
| <b>0-20</b> | Franco<br>Arenoso | 5,5         | 2,8      |

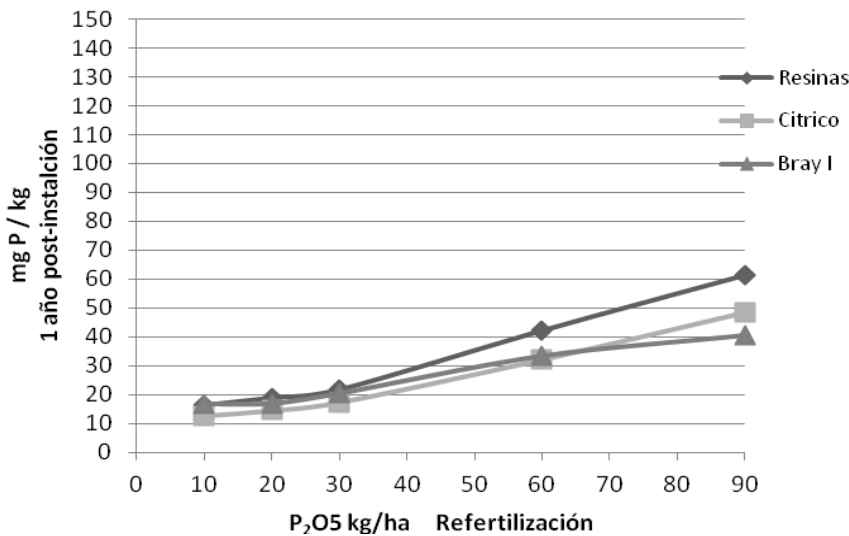
| Prof.<br>(cm) | Bray I<br>µg P/g | Resinas<br>µg P/g | Ac. Cítrico<br>µg P/g |
|---------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| 0-7,5         | 4,2              | 2,8               | 4,9                   |



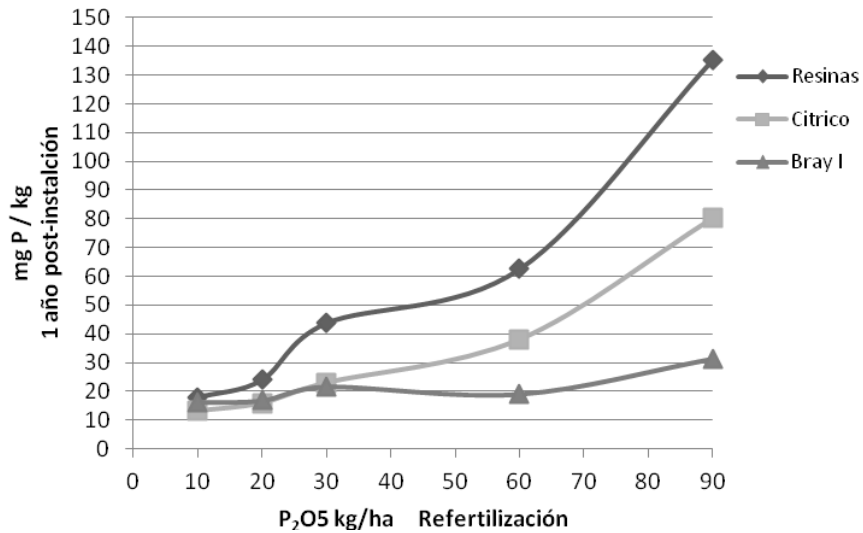
**Figura 1.** Relación entre fósforo agregado (Súper triple) y fósforo disponible al año siguiente con tres métodos de análisis para el Experimento de Trébol Blanco. Sitio Sauce Cañote. Profundidad 0-7,5 cm.



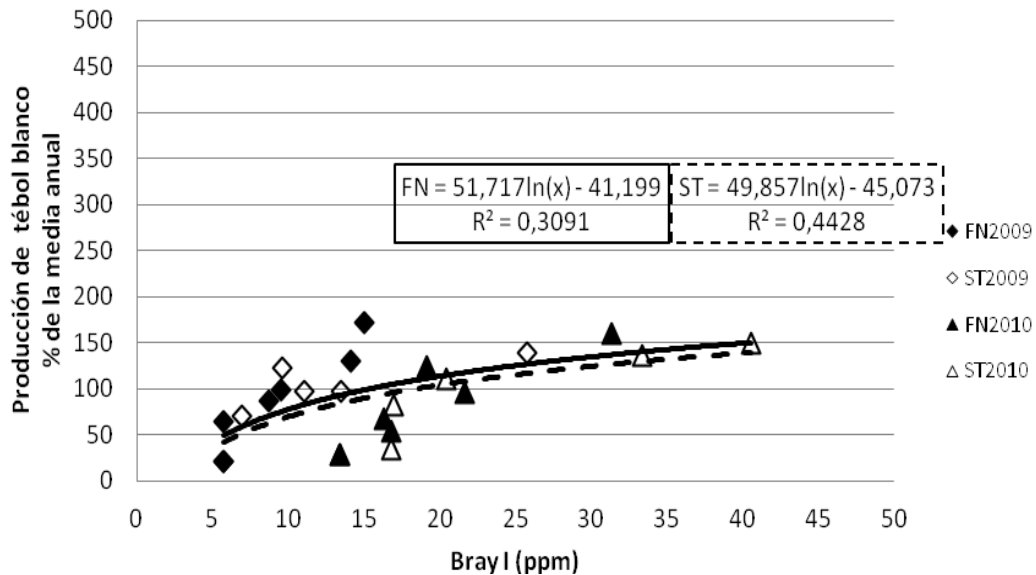
**Figura 2.** Relación entre fósforo agregado (Fosforita Natural) y fósforo disponible al año siguiente con tres métodos de análisis para el Experimento de Trébol Blanco. Sitio Sauce Cañote. Profundidad 0-7,5 cm.



**Figura 3.** Relación entre fósforo agregado (Súper Triple) y fósforo disponible al año siguiente de la primer refertilización con tres métodos de análisis para el Experimento de Trébol Blanco. Sitio Sauce Cañote. Profundidad 0-7,5 cm.

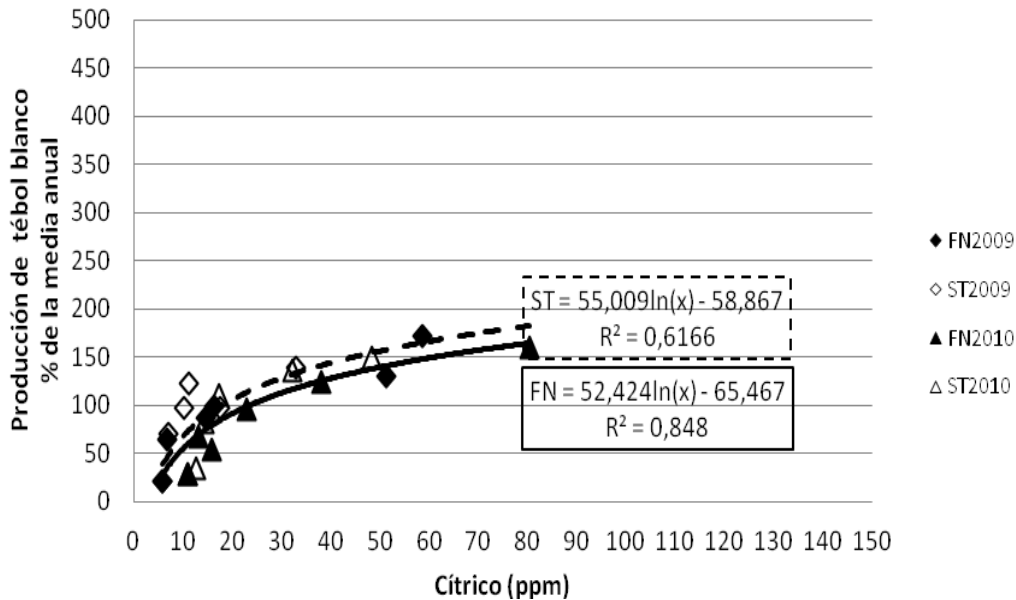


**Figura 4.** Relación entre fósforo agregado (Fosforita Natural) y fósforo disponible al año siguiente de la primer refertilización con tres métodos de análisis para el Experimento de Trébol Blanco. Sitio Sauce Cañote. Profundidad 0-7,5 cm.

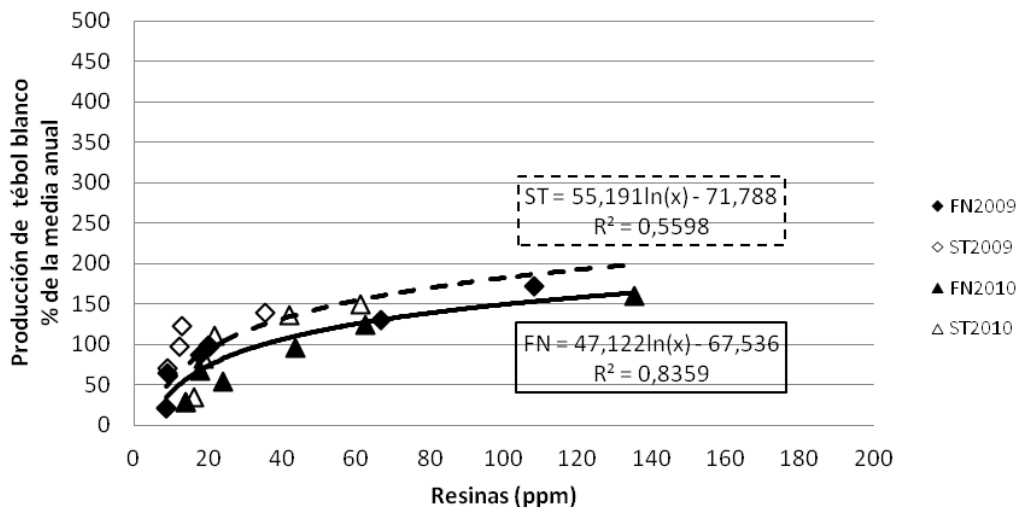


**Figura 5.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Bray I y producción de forraje, expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%), para Trébol Blanco fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=2109 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2003 kg MS/ha.

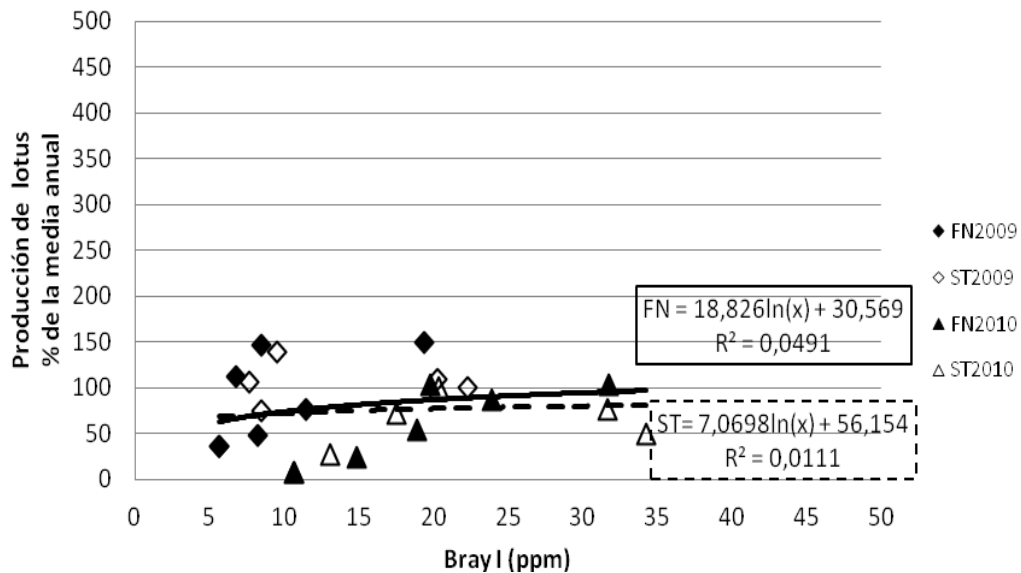




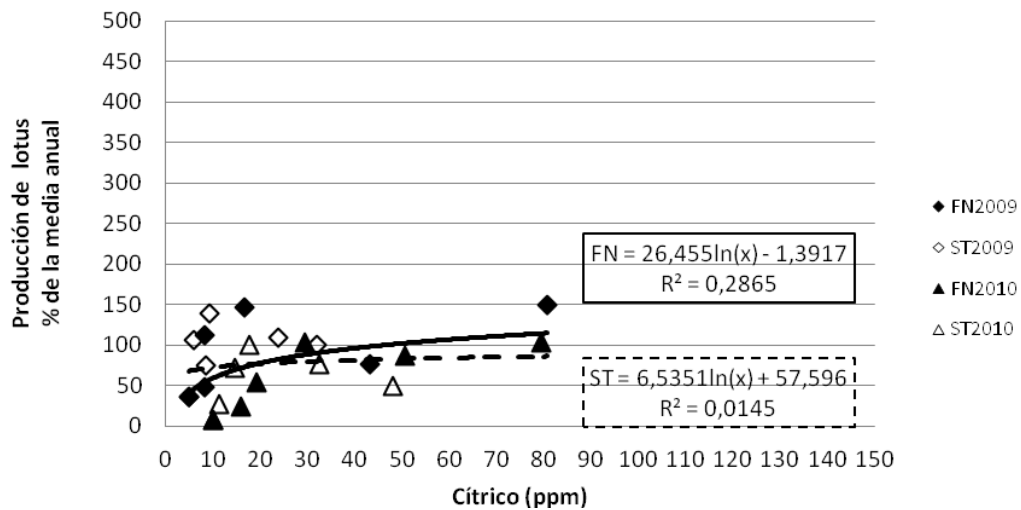
**Figura 6.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Ácido Cítrico y producción de forraje expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%) para Trébol Blanco fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=2109 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2003 kg MS/ha.



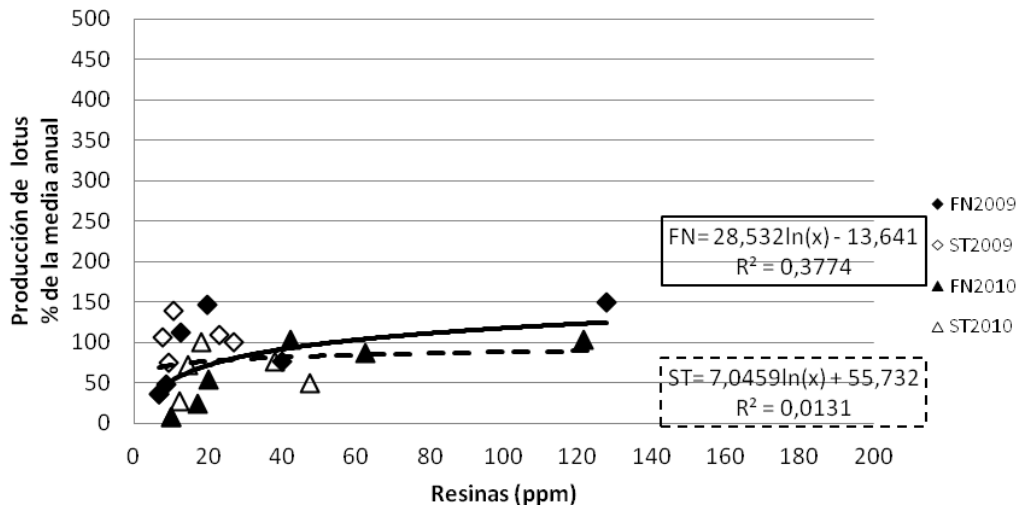
**Figura 7.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Resinas y producción de forraje expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%) para Trébol Blanco fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=2109 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2003 kg MS/ha.



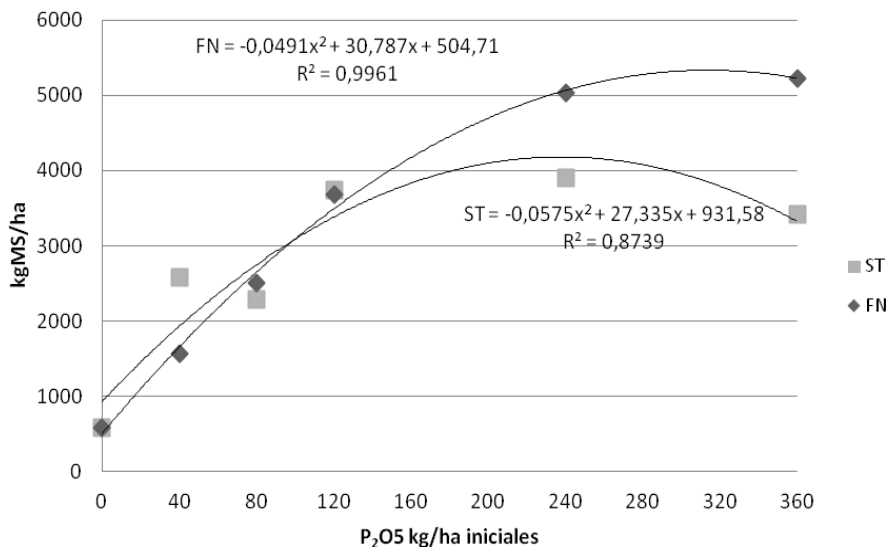
**Figura 8.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Bray I y producción de forraje expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%) para *Lotus Corniculatus* fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=3813 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2444 kg MS/ha.



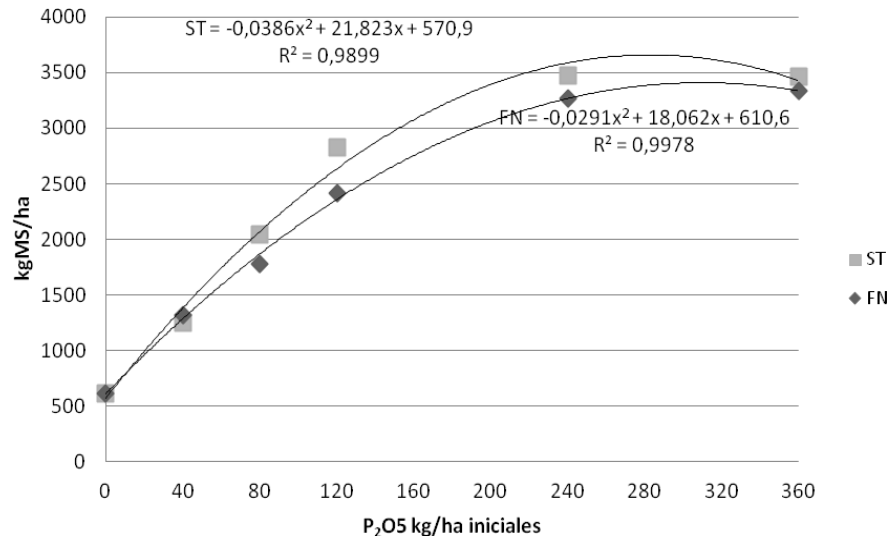
**Figura 9.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Acido Cítrico y producción de forraje expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%) para *Lotus Corniculatus* fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=3813 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2444 kg MS/ha.



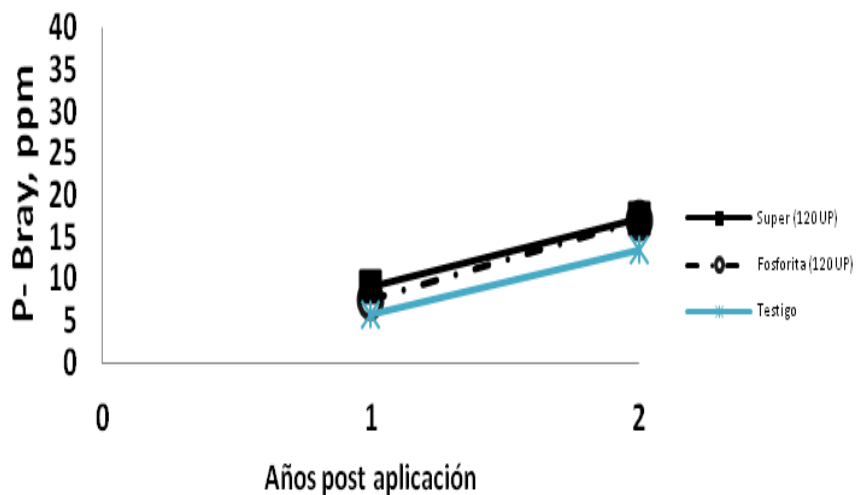
**Figura 10.** Relación entre fósforo disponible en el suelo (ppm P) medido con el método de análisis de suelo Resinas y producción de forraje expresado como valor relativo a la media anual del experimento (%) para *Lotus Corniculatus* fertilizado con Superfosfato Triple (ST) o Fosforita Natural (FN). Media Anual 2009=3813 kg MS/ha y Media anual 2010 = 2444 kg MS/ha.



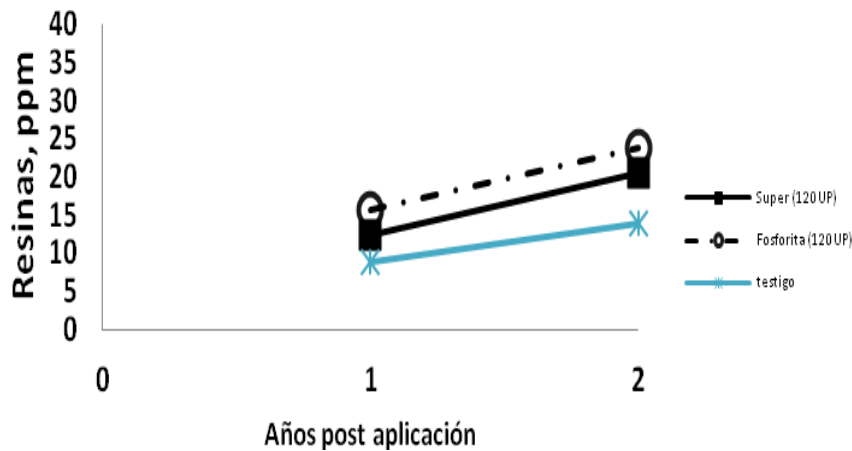
**Figura 11.** Producción de forraje de *Lotus corniculatus* (kg MS/ha) promedio de segundo y tercer año en función de la dosis acumulada de fertilización inicial y refertilización (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) para Fosforita Natural (FN) y Superfosfato Triple (ST). Sitio Sauce Cañote, Tacuarembó.



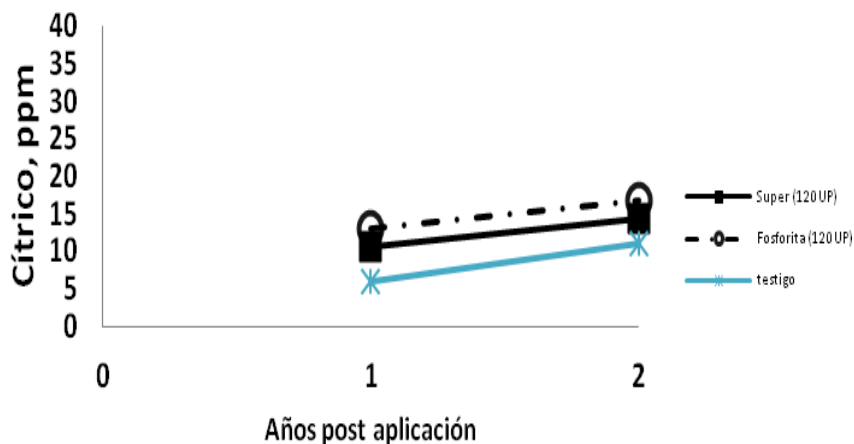
**Figura 12.** Producción de forraje de Trébol blanco (kg MS/ha) promedio de segundo y tercer año en función de la dosis acumulada de fertilización inicial y refertilización (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) para Fosforita Natural (FN) y Superfosfato Triple (ST). Sitio Sauce Cañote, Tacuarembó.



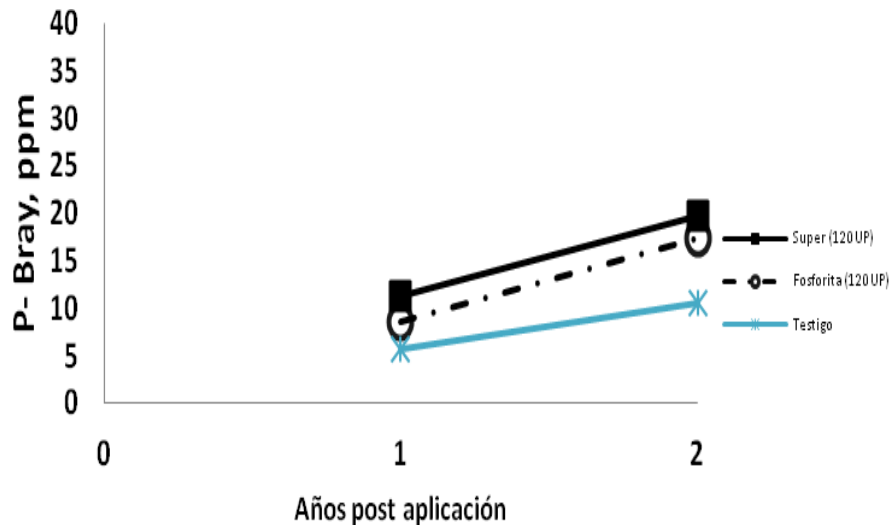
**Figura 13.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Bray I para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol blanco ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.



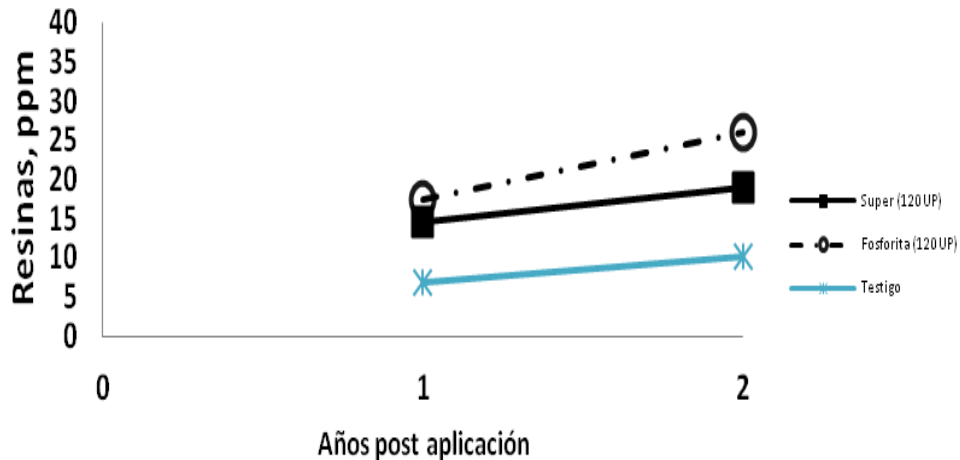
**Figura 14.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Resinas para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol blanco ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.



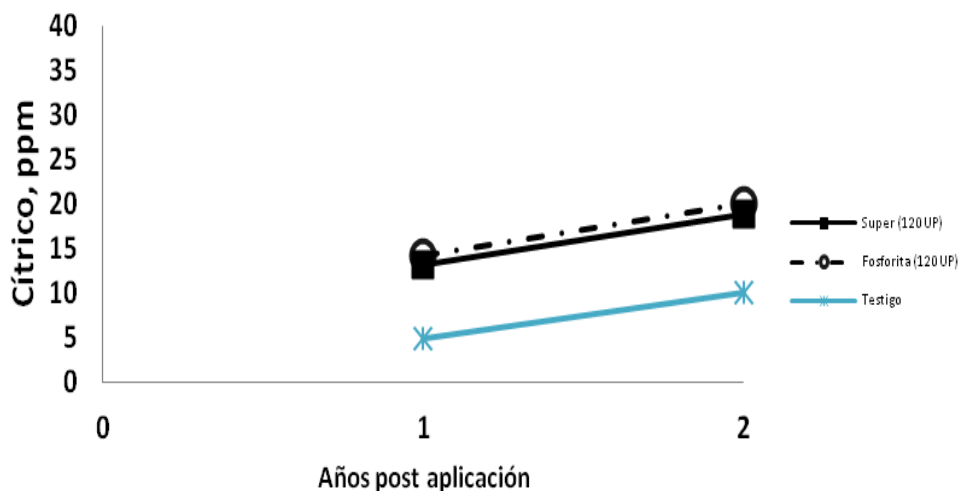
**Figura 15.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Ácido Cítrico para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de Trébol blanco ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.



**Figura 16.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Bray I para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.



**Figura 17.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Resinas para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.



**Figura 18.** Evolución anual de fósforo en el suelo (ppm P) medido a 0-7.5 cm de profundidad con el método de análisis de suelo Ácido Cítrico para los tratamientos Testigo sin fertilización, 120 Unidades de P/ha como Superfosfato Triple (120 ST) o como Fosforita Natural (120 FN) en el Experimento de *Lotus corniculatus* ubicado en Sauce Cañote, Tacuarembó.

#### Agradecimientos:

A la empresa ISUSA y por haber colaborado en parte de la financiación del proyecto de fertilización fosfatada en pasturas. En particular, un agradecimiento muy especial al Ing Luis Mullin por sus aportes a dicho Proyecto.

A los productores Ing. Agr. Jose Luis Tuneu, Ing. Agr. Juan Martín Berrutti y al Sr. Daniel Furtado por habernos posibilitado en todos estos años el desarrollo de los diferentes ensayos en sus respectivos establecimientos.

Al personal de pasturas Orosildo Presa, Máximo Suárez, David Lima y Juan Manuel Egaña que con gran dedicación y esfuerzo durante todos estos años han contribuido al desarrollo eficiente en la ejecución de los diferentes ensayos.