

EFICIENCIA AGRONÓMICA DE LA ROCA FOSFORICA NAPO PREACIDULADA EN RYE GRASS (*Lolium perenne*) EN DOS SUELOS ACIDOS, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.¹

Marco Guachamín² y Marcelo Calvache³

¹ Resumen de Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

² Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Central, Quito Ecuador, Tesista Egresado

³ Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Central, Quito Ecuador, Director de Tesis

INTRODUCCION

El Ecuador, por sus especiales características fisiográficas, climáticas y edafológicas presenta una variación de suelos en todo el territorio, observándose limitaciones nutricionales en los cultivos propios de cada piso ecológico. En su gran mayoría, son suelos pobres en fósforo (10), principalmente aquellos ubicados en la región de la Sierra y aquellos suelos de las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes. Por lo que se hace necesario la utilización de fuentes que provean de este macroelemento a los diferentes cultivos (5). El descubrimiento de yacimientos de roca fosfórica con un buen contenido de P₂O₅, en la zona nor_oriental del país (4), hace pensar en la existencia de fuentes económicamente explotables; lo cual permitirá el uso de materiales de bajo costo relativo, como una alternativa de suplemento fosfórico para los cultivos (3).

La Universidad Central del Ecuador, mediante el convenio P – BID – 008 “Estudio de Prefactibilidad de Tratamiento de Mineral de Fosforita para la producción de Abono” se encuentra realizando investigaciones en las áreas de exploración, explotación, beneficio y uso de la Roca Fosfórica proveniente de la Formación Napo, con la colaboración de las facultades de Ciencias Agrícolas y Geología, Minas, Petróleos y Ambiental; en las cuales se desarrollan diversos tipos de investigaciones, algunas de las cuales, como esta, sirven como tesis de grado para la obtención del título profesional.

Basados en los antecedentes anteriores y en la hipótesis de que se pueda usar la Roca Fosfórica Napo (RFN) como un fertilizante para uso en la agricultura, en la presente investigación se han establecido los siguientes objetivos: Establecer la Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo (EARFN) en el pasto Rye grass (*Lolium perenne*), frente a cinco niveles de P₂O₅ de la Roca Fosfórica Napo preacidulada al 50% con ácido Sulfúrico y dos tipos de suelos ácidos, (Maldonado y Lumbaquí), bajo condiciones de invernadero. Determinar el nivel más adecuado de aplicación de la Roca Fosfórica Napo (RFN) en la producción de Materia Seca (MS) del pasto Rye grass. Evaluar la interacción entre los niveles de P aplicado y los suelos ácidos en estudio en le pasto Rye grass (*Lolium perenne*).

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo, durante el año 2001, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, localizado en la ciudadela Universitaria en Quito - Pichincha.

Los factores en estudio lo constituyeron: Dos suelos ácidos (s₁ = suelo de Maldonado; s₂ = suelo de Lumbaquí) y dos fuentes de P; cinco niveles de Roca Fosfórica Napo RFN preacidulada al 50% (f₀ = 0, f₁ = 100, f₂ = 200, f₃ = 300, f₄ = 400kg P₂O₅/ha RFH) y un nivel de la Roca Fosfórica Huila (300kg P₂O₅/ha).

La combinación de estos dos factores constituyó las interacciones que fueron ubicadas en un diseño de parcela dividida con cuatro repeticiones, determinándose 48 unidades experimentales de capacidad para 2kg de suelo seco cada una y las variables evaluadas fueron: el peso materia seca del pasto rye grass y basándose en ésta la cantidad de P absorbido y la eficiencia de utilización de RFN, calculada mediante la expresión que CALVACHE (1) recomienda para este tipo de investigaciones:

$$EAFP(\%) = \frac{QPP_f - QPP_t}{QPA} \times 100$$

donde: QPP_f = Cantidad de fósforo en las plantas fertilizadas (g/maceta); QPP_t = Cantidad de fósforo en las plantas testigo (g/maceta); QPA = Cantidad de fósforo aplicado (g/maceta).

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de Materia Seca (MS)

Al encontrar diferencias altamente significativa, cuadro 1 y al realizar la prueba DMS al 5% para tipos de suelos ácidos probados en el ensayo, se encontró dos rangos de significación estadística, cuadro 2. Ubicándose en el primer rango de significación, el suelo de la provincia del Carchi, cantón Tulcán, parroquia de Maldonado, con una producción promedio de 9.40 gMS/maceta de 2kg y en el segundo rango de significación, el suelo de la provincia de Sucumbios, cantón Gonzalo Pizarro, parroquia Lumbaquí, con una producción promedio de 0.72 gMS/maceta de 2 kg. El promedio general fue de 4.21gMS/maceta y los Coeficientes de Variación a y b de: 3.26% y 5.19% respectivamente.

Esta respuesta de los dos tipos de suelos ácidos depende del grado de fijación de P que presentan. El de Lumbaquí presenta mayor capacidad de fijación de P que el de Maldonado; es decir que se presenta una respuesta de tipo lineal negativa donde, a mayor capacidad de retención de P existe menor producción de MS, debido a que el P es un macroelemento y sus funciones están ligadas con el incremento de tamaño y división celular, así como con todos los procesos vitales energéticos de las plantas y no es posible ser reemplazado por otro elemento (7). Otro factor que influye directamente en la producción de la materia seca del pasto y en general en el crecimiento de los cultivos es el grado de compactación que presentan los suelos.

El suelo de Maldonado es de tipo Franco-arcilloso y permite el normal desarrollo de las raíces del pasto rye grass y una adecuada dotación de oxígeno, mientras que el suelo de Lumbaquí es de tipo Franco-arcilloso, característica que impide el desarrollo de las raíces por la compactación que la arcilla ofrece a este suelo y la baja capacidad de oxigenación del sistema radicular (8).

Cuadro 1. ADEVA para producción de Materia Seca del pasto Rye-grass acumulada en 75 días. Quito, Pichincha. 2001.

Fuentes de Variación	G L	CM
Total	39	
Repeticiones	3	0.05 ns
Suelos (S)	1	754.10 **
Error (a)	3	0.02
Niveles de P ₂ O ₅ (P)	4	7.05 **
Lineal	1	26.12 **
Cuadrático	1	1.83 *
Cúbico	1	0.21 *
Cuártico	1	0.05 ns
Interacción (SxP)	4	2.11 **
Error (b)	24	0.05
Promedio		4.21 gMS/maceta
C.V. a		3.26 %
C.V. b		5.19 %

Cuadro 2. Producción promedio y pruebas de significación para Materia Seca acumulada en 75 días después de la siembra. Quito, Pichincha. 2001.

	Significado	Promedios a 75 DDS gMS/maceta	
Suelos*	s ₁ Maldonado	9.40	a
	s ₂ Lumbaquí	0.72	b
Niveles **	f ₄ 400kgP ₂ O ₅ /ha RFN	5.90	a
	f ₃ 300kgP ₂ O ₅ /ha RFN	5.82	a
	f ₂ 200kgP ₂ O ₅ /ha RFN	5.37	b
	f ₁ 100kgP ₂ O ₅ /ha RFN	4.47	c
	f ₀ 0 kgP ₂ O ₅ /ha RFN	3.72	d
Interacción SxP **	s ₁ f ₃	10.71	a
	s ₁ f ₄	10.51	a
	s ₁ f ₂	9.93	b
	s ₁ f ₁	8.55	c
	s ₁ f ₀	7.31	d
	s ₂ f ₄	1.30	e
	s ₂ f ₃	0.93	e f
	s ₂ f ₂	0.81	e f
	s ₂ f ₁	0.40	f g
	s ₂ f ₀	0.13	g

* = DMS al 5% ** = Tukey al 5%

Para los niveles de P aplicado, cuadro 2, Tukey al 5% se establecen cuatro rangos de significación, ocupando el primer rango los niveles de 400 y 300 kg de P₂O₅ /ha, con una producción de MS de 5.90 g/maceta y 5.82 g/maceta respectivamente; en el segundo rango de significación se encuentra el nivel de 200 kg P₂O₅ /ha con un promedio de producción de 5.37 gMS/maceta, en el tercer rango se ubica el nivel de 100 kg P₂O₅ /ha con un promedio de producción de MS de 4.47 g/maceta y en el cuarto rango de significación el nivel 0 kg P₂O₅/ha, con un promedio de producción de 3.72 gMS/maceta. Esta respuesta se debe a que a mayor cantidad de P en la solución del suelo existe mayor disponibilidad de éste elemento, lo cual se refleja en el aumento de la materia seca por incremento celular. El ADEVA, cuadro 1, detecta diferencia altamente significativas para la interacción Suelos x Niveles de P y al realizar la prueba de Tukey al 5%, cuadro 2, se encontró siete rangos de significación, observándose que las interacciones s₁f₃, suelo de Maldonado con 300 kg de P₂O₅/ha y s₁f₄, suelo de Lumbaquí con 400 kg de P₂O₅/ha, ocupan el primer rango de significación estadística, con promedios de producción de 10.71 y 10.51 gMS/maceta respectivamente; mientras que la interacción s₂f₀, suelo de Lumbaquí sin roca fosfórica, ocupa el último rango de significación con un promedio de producción de 0.13 gMS/maceta. Estas respuestas se presentan en el gráfico 1. El factor limitante para el buen crecimiento de los cultivos es la presencia de aluminio (Al) en cantidades tóxicas que presentan los suelos con pH ácido, no solo por que sus efectos dentro de la planta, causan daños fisiológicos, sino porque el Al es un elemento que reacciona con el P de la solución del suelo y lo inmoviliza y en el sistema radicular bloquea el ingreso del P al interior de los pelos absorbentes (2).

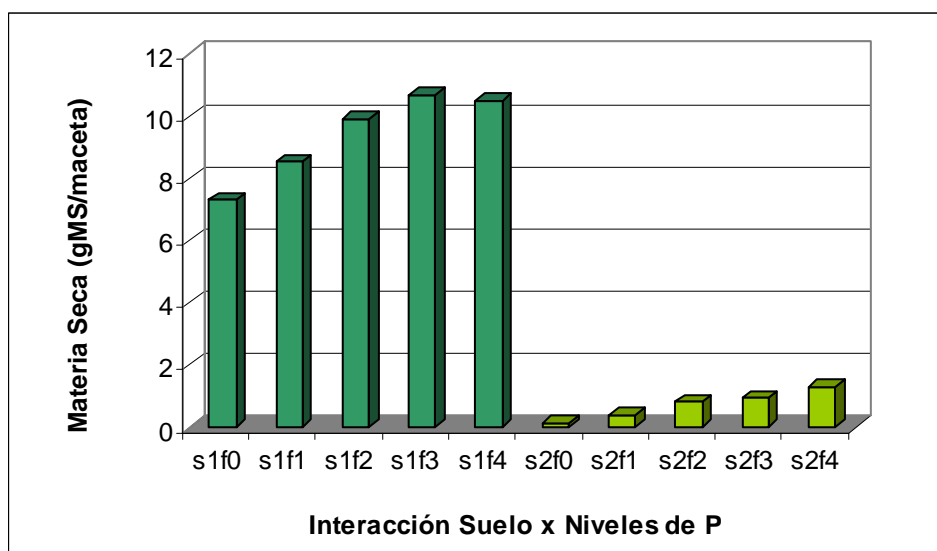


Gráfico 1. Producción de Materia Seca por el pasto Rye grass en dos tipos de suelos ácidos frente a la aplicación de niveles de Roca Fosfórica Napo. Quito, Pichincha. 2001.

Cantidad de Fósforo Absorbido

El ADEVA para ésta variable, cuadro 3, identifica diferencias altamente significativas para tipos de suelos ácidos, niveles de P₂O₅, su efecto Lineal y para la interacción de suelos por niveles de P₂O₅. El promedio general fue de 7.22 mg de Fósforo absorbido /maceta y los Coeficientes de Variación a) de 3.87% y b) de 5.50%.

Cuadro 3. ADEVA para Cantidad de Fósforo absorbido por el pasto Rye-grass durante 75días. Quito, Pichincha. 2001.

Fuentes de Variación	G L	CM
Total	39	
Repeticiones	3	0.16 ns
Suelos (S)	1	2581.24 **
Error (a)	3	0.08
Niveles de P2O5 (P)	4	28.42 **
Lineal	1	105.13 **
Cuadrático	1	7.51 *
Cúbico	1	0.38 ns
Cuártico	1	0.66 ns
Interacción (SxP)	4	14.89 **
Error (b)	24	0.16
Promedio		7.22 mgP/maceta
C.V. a		3.87 %
C.V. b		5.50 %

DMS al 5% para tipos de suelos, cuadro 4, identifica dos rangos de significación, ocupando el primero, el suelo ácido de Maldonado, con un promedio de absorción de P por el pasto rye grass de 16.69 mgP/maceta y en el segundo rango, el suelo de Lumbaquí con un promedio de 0.63 mgP/maceta; estas respuestas se deben al poder y velocidad con las que las arcillas constituyentes de los suelos fijan el P proveniente de los fertilizantes fosfatados, en éste caso de la Roca Fosfórica, resultando que a menor capacidad de fijación de P existe mayor cantidad de P en la solución del suelo aprovechable para las plantas (9).

Para los niveles de P₂O₅ aplicado proveniente de la Roca Fosfórica, Tukey al 5%, cuadro 4, detecta cuatro rangos de significación, en donde el nivel de 400kg P₂O₅/ha ocupa el primer rango con un promedio de absorción de P por parte del rye grass de 10.54 mgP/maceta y en el último rango se encuentra el nivel de 0 kg P₂O₅/ha con un promedio de 5.82 mgP/maceta absorbido. Estos resultados demuestran claramente que a

mayor cantidad de P en la solución del suelo existirá mayor absorción del nutriente por las plantas, gráfico 5, dependiendo principalmente del grado de fijación de P, la humedad del suelo y la movilidad y distancia entre el elemento y el sistema radicular.

Para la interacción de suelos por niveles de P₂O₅, Tukey al 5% identifica siete rangos de significación; encabezando el primero se encuentra la interacción s1f4, suelo de Maldonado aplicado 400 kg de P₂O₅/ha, con 19.37mg de P absorbido por maceta y con 0.01 mgP/maceta y en el último rango la interacción s2f0 suelo de Lumbaquí sin la aplicación de fósforo. Es decir que a mayor producción de Materia Seca (MS) existirá mayor cantidad de P absorbido (Q de P) por parte de las plantas, ya que este elemento es parte constituyente de las células del vegetal y es extraído de la solución del suelo (9).

Cuadro 4. Promedios y rangos de significación para Cantidad de Fósforo absorbido por el pasto Ryegrass durante 75 días. Quito, Pichincha. 2001.

	Significado	Promedio a 75 DDS mgP /maceta	
Suelo *	s ₁ Maldonado	16.69	a
	s ₂ Lumbaquí	0.63	b
Niveles **	f ₄ 400kgP ₂ O ₅ /ha RFN	10.54	a
	f ₃ 300kgP ₂ O ₅ /ha RFN	9.79	b
	f ₂ 200kgP ₂ O ₅ /ha RFN	9.38	b
	f ₁ 100kgP ₂ O ₅ /ha RFN	7.77	c
	f ₀ 0 kgP ₂ O ₅ /ha RFN	5.82	d
Interacción SxP **	s ₁ f ₄	19.37	a
	s ₁ f ₃	18.87	a b
	s ₁ f ₂	18.19	b
	s ₁ f ₁	15.43	c
	s ₁ f ₀	11.62	d
	s ₂ f ₄	1.71	e
	s ₂ f ₃	0.71	f
	s ₂ f ₂	0.58	f
	s ₂ f ₁	0.12	f
	s ₂ f ₀	0.01	f

* = DMS al 5% ** = Tukey al 5%

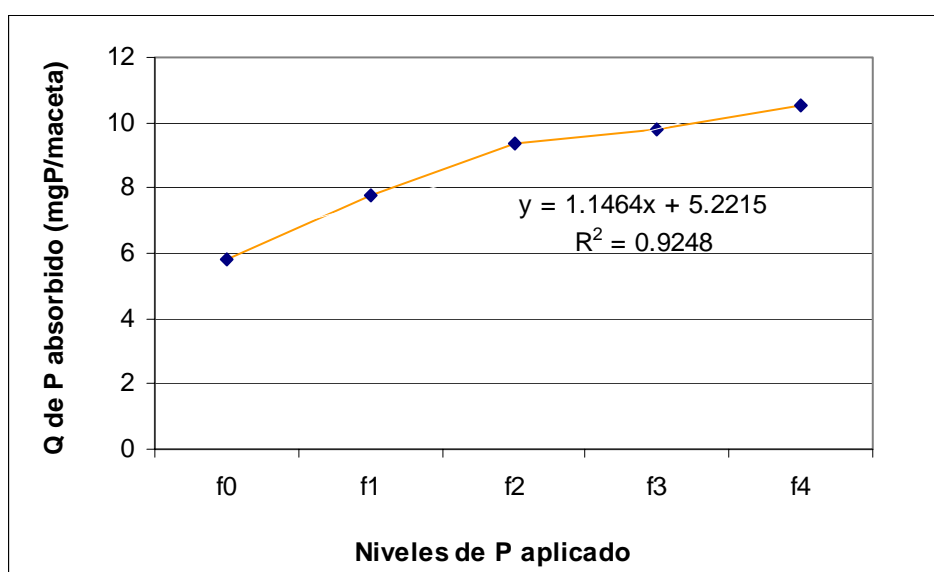


Gráfico 2. Cantidad de P absorbido por el pasto rye grass por nivel de P₂O₅ aplicado. Quito, Pichincha. 2001.

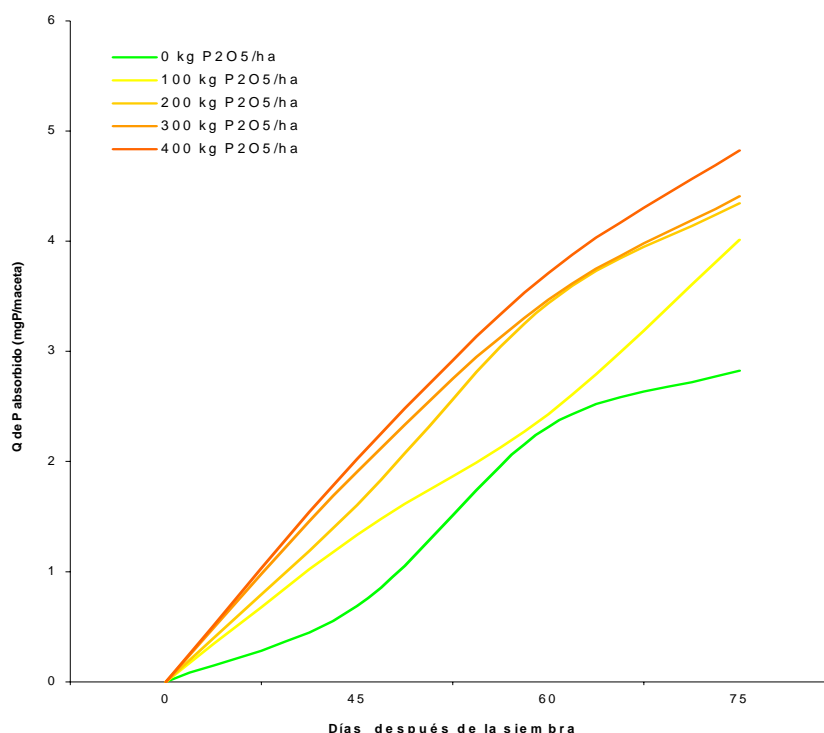


Gráfico 3. Curvas de absorción de P del pasto rye grass por nivel de P₂O₅ aplicado en relación con el tiempo. Quito, Pichincha. 2001.

Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo

El ADEVA para esta variable, cuadro 5, identifica diferencias altamente significativas para tipos de suelos ácidos, niveles de P₂O₅, su efecto Lineal y para la interacción de suelos ácidos por los niveles de P₂O₅ aplicados.

El promedio general en esta variable fue de 2.88% de Eficiencia Agronómica y los Coeficientes de Variación a) de 4.37% y b) de 3.20%.

DMS al 5% para tipos de suelos, cuadro 6, detecta dos rangos de significación estadística, donde el suelo de Maldonado ocupa el primero, con una eficiencia agronómica de 6.28% a los 75 días (30.56% anual) y para el suelo de Lumbaquí de 0.64% durante los 75 días (3.11% anual).

Tukey al 5%, cuadro 6, para los niveles de P₂O₅: detecta la mejor eficiencia para los niveles de 100 y 200 kg P₂O₅/ha ubicados en el primer rango de significación, con promedios de eficiencias a los 75 días de: 4.49% (21.85% anual) y 4.09% (19.90% anual) respectivamente; que se debe a que el sistema radicular al verse limitado en su disponibilidad de nutrientes, tanto por factores físicos como químicos, se desarrolla aceleradamente y capta la mayor cantidad de elementos disponibles de la solución del suelo, sucediendo lo contrario cuando la dotación y disponibilidad de nutrientes en la fase labil del suelo es adecuada donde el crecimiento de las raíces es de manera normal, tal cual lo expresa FARDEAU (6).

Para el nivel de 300kg P₂O₅/ha de la Roca Napo y el de la Roca Huila les corresponde el segundo rango de significación, demostrando que la Roca Napo tiene similar comportamiento que la Huila, cuadro 12 y gráfico 8. Pero a pesar de compartir el mismo rango de significación, se observa que la eficiencia de la RFN al mismo nivel que la Huila es mayor, demostrando que la acidulación al 50% si incrementa la solubilidad de la roca, que en su aplicación en estado puro.

Cuadro 5. ADEVA para Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo a los 75 días en Rye-grass. Quito, Pichincha. 2001.

Fuentes de Variación	G L	CM
Total	39	
Repeticiones	3	1.27 ns
Suelos (S)	1	317.42 **
Error (a)	3	1.64
Niveles de P ₂ O ₅ (P)	4	4.07 **
Lineal	1	15.66 **
Cuadrático	1	2.35 *
Cúbico	1	1.25 ns
Cuártico	1	0.23 ns
Interacción (SxP)	4	8.16 **
Error (b)	24	0.45
Promedio		2.88 % de EARFN
C.V. a		4.37 %
C.V. b		3.20 %

En el mismo cuadro 6, Tukey al 5% y gráfico 9, identifica tres rangos de significación para la interacción, suelos por niveles de P₂O₅ aplicados, ocupando el primer rango de significación estadística se encuentra la interacción del suelo ácido de Maldonado con 100 kg de P₂O₅/ha con una eficiencia de 8.73% (una proyección anual de 42.49%) y en el tercer rango se encuentra la interacción del suelo ácido de Lumbaquí aplicado 100 kg de P₂O₅/ha, con una eficiencia de 0.25% (una proyección anual de 1.22%).

Cuadro 6. Rangos de significación para la Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo (EARFN) a los 75 días y su proyección al año en Rye-grass. Quito, Pichincha. 2001.

	Significado	EARFN % 75 DÍAS	Proyección al año de la EARFN %
Suelos *	s ₁ Maldonado	6.28 a	30.56
	s ₂ Lumbaquí	0.64 b	3.11
Niveles **	f ₁ 100kgP ₂ O ₅ /ha RFN	4.49 a	21.85
	f ₂ 200kgP ₂ O ₅ /ha RFN	4.09 a	19.90
	f ₃ 300kgP ₂ O ₅ /ha RFN	3.05 b	14.84
	RFH 300kgP ₂ O ₅ /ha RFH	2.97 b	14.45
	f ₄ 400kgP ₂ O ₅ /ha RFN	2.70 b	13.14
Interacción SxP **	s ₁ f ₁	8.73 a	42.49
	s ₁ f ₂	7.53 a b	36.65
	s ₁ f ₃	5.54 b	26.96
	s ₁ RFH	5.15 b	25.06
	s ₁ f ₄	4.44 c	21.61
	s ₂ f ₄	0.97 c	4.72
	s ₂ RFH	0.78 c	3.80
	s ₂ f ₂	0.65 c	3.16
	s ₂ f ₃	0.56 c	2.72
	s ₂ f ₁	0.25 c	1.22

* = DMS al 5%

** = Tukey al 5%

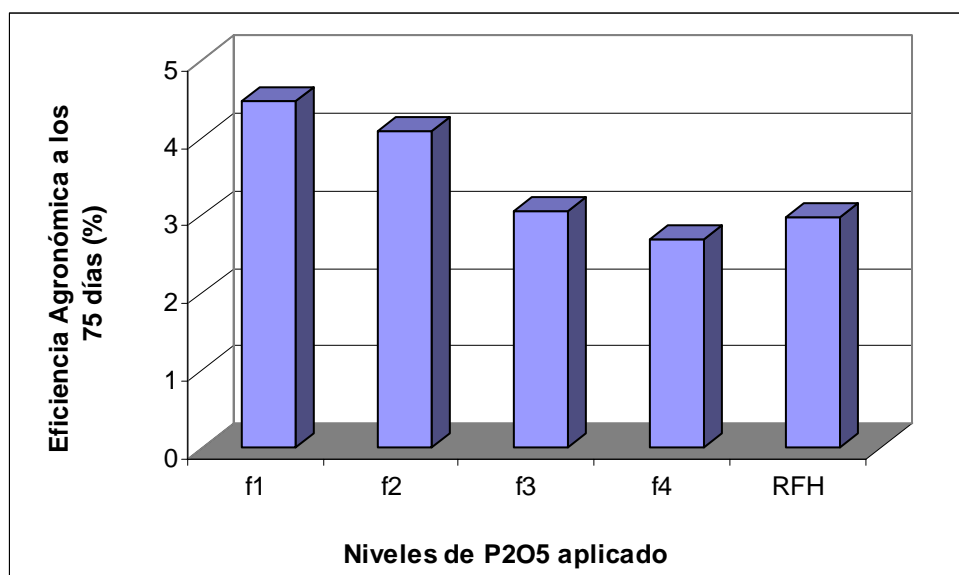


Gráfico 8. Eficiencia Agronómica de la RFN para los niveles de P₂O₅ aplicado. Quito, Pichincha. 2001.

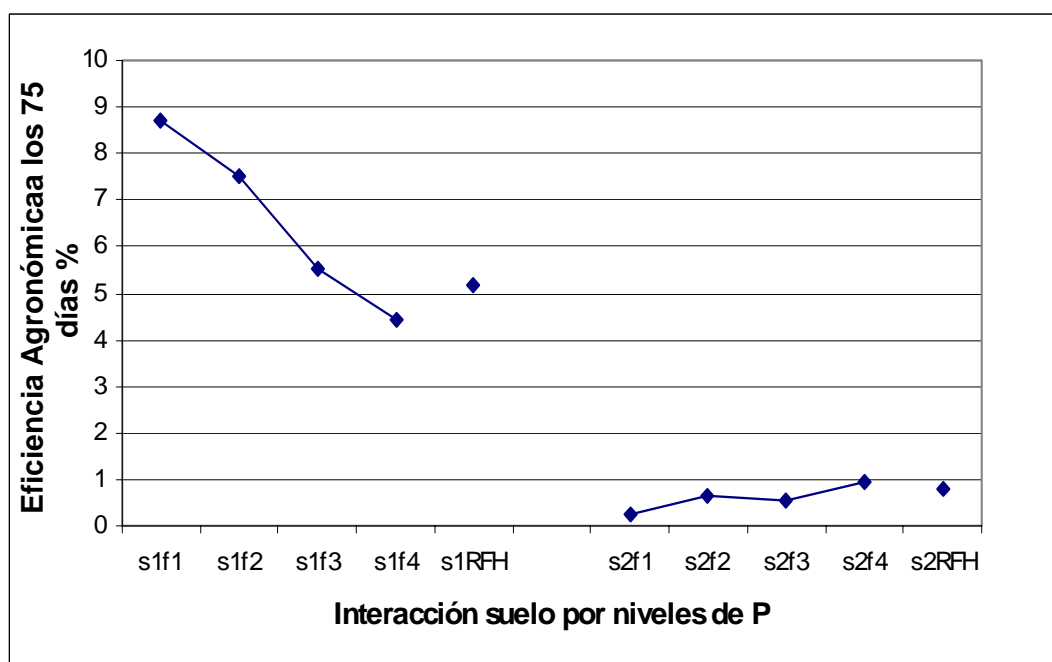


Gráfico 9. Eficiencia Agronómica de la RFN para las interacciones suelos por nivel de P aplicado. Quito, Pichincha. 2001.

CONCLUSIONES

La mejor Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo (EARFN) lo registran los niveles de 100 y 200 kg de P₂O₅/ha, aplicados sobre el suelo ácido de Maldonado de características ándicas, alcanzando sus valores más altos, con 8.73% a los setenta y cinco días (42.49% proyectado al año) y 7.53% (36.65% en su proyección anual) respectivamente.

El nivel de 400 kg de P₂O₅/ha, no aumentó la EARFN pero si incrementó la acumulación de materia seca (MS), tanto en el suelo de Maldonado (10.51gMs/maceta), como en el de Lumbaquí (1.30gMs/maceta).

La mejor interacción entre suelos por niveles de P aplicado, para MS como para la cantidad de fósforo absorbido, es la del suelo de Maldonado con el nivel de 400 kgP₂O₅/ha de la Roca Fosfórica Napo,

alcanzando valores de 5.90gMS/maceta y 10.54mgP/maceta a los setenta y cinco días. Mientras que para EARFN presenta la interacción suelo de Maldonado adicionado 100 kgP₂O₅/ha de la RFN, con 4.49% a los setenta y cinco días (21.85% anual).

La roca Napo a igual que la Huila, para Eficiencia Agronómica, presentan similar respuesta, ocupando el segundo rango de significación, sin embargo existe cierta diferencia, tanto en el contenido de P, un 7% (Huila 32% P; Fosfonapo 25% de P), como en su respuesta de eficiencia agronómica (Fosfonapo 3.05%; Huila 2.97%), que hace pensar que la RFN es mejor que Huila.

RECOMENDACIONES

Seguir utilizando la roca Napo preacidulada al 50%, como fuente de fósforo, para ser aplicada en áreas de la sierra que presenten suelos ácidos de características ándicas, como el de Maldonado, sobre parcelas demostrativas.

Probar la Fosfonapo en otros tipos de suelos, que no necesariamente sean ácidos y establecer parámetros de utilización y llevar a estimaciones de tipo económico que ayudarían al agricultor a manejar de mejor manera sus ingresos.

Efectuar ensayos a nivel de campo con la RFN_{pa50%} para determinar la producción de Materia Seca y Cantidad de P absorbido en pastos y cultivos comerciales como papa y hortalizas, en condiciones locales a campo abierto a partir de los 300 kgP₂O₅/ha.

RESUMEN

En este estudio, se determinó la Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo (EARFN) parcialmente acidulada al 50% mediante la utilización de plantas de rye grass (*Lolium perenne*) var. Kingston, en un ensayo de invernadero con dos suelos ácidos: Andisols y Oxisols de las provincias del Carchi (sector Maldonado) y Sucumbíos (sector de Lumbaquí), respectivamente; que fueron tratados con cinco niveles de la RFN y un nivel de roca fosfórica Huila.

Se utilizó un diseño de parcela dividida con cuatro repeticiones cuya unidad experimental fue una maceta con capacidad para 2 kg de suelo. Durante el ciclo de crecimiento del pasto se analizaron muestras foliares a diferentes edades de la planta a intervalos de 15 días iniciando a los 45 días después de la siembra, hasta completar tres cortes consecutivos.

Para establecer la EARFN se evaluó la producción de Materia Seca (MS) y en base a ésta la cantidad de fósforo absorbido (QP), encontrándose que el nivel más alto de la RFN presenta la mejor respuesta para MS y QP con promedios de 5.90 g de MS/maceta y 10.54 mg de P/maceta, con una clara tendencia de tipo lineal positiva a incrementar estos valores con el aumento de niveles de P₂O₅/ha.

El suelo andisol de Maldonado presenta el mejor promedio de eficiencia agronómica con 30.56 % proyectado al año y un promedio de 42.49 %, para la interacción con 100 kg de P₂O₅/ha. El mayor porcentaje de Eficiencia Agronómica de la Roca Fosfórica Napo lo registran los niveles más bajos de P₂O₅, con promedios de 21.85 y 19.90% respectivamente.

Los niveles más altos de P₂O₅ aplicados por hectárea, provenientes de la Roca Fosfórica Napo, no aumentaron la EARFN pero si incrementaron la acumulación de materia seca (MS), tanto en el suelo de Maldonado, como en el de Lumbaquí.

SUMMARY

This work determined the Agronomic Efficiency at the Napo Phosphorite partially acidulated (50%), by means of rye grass (*Lolium perenne*. Kingston), inside of the greenhouse with two different acid soils, Andisols and Oxisols from Carchi and Sucumbíos Provinces, respectively, with five levels of Napo phosphorite and one level of Huila phosphorite.

In the greenhouse it used a design of divided plot of land with four repetitions, with an experimental unit equal to 2 kg flowerplot. During the growing of grass, foliar samples were analyzed with different ages, with intervals of 15 days starting 45 days after the sowing.

The production of dry-matter and the amount of absorbed P are evaluated for establish the agronomic efficiency of the Napo phosphorite. The result is that the highest level of Napo phosphorite showed the best

values of dry-matter (5.9 g/flowerplot) and absorbed P (10.54 mg/flowerplot), with a lineal tendence, that increase with the addition of levels of P₂O₅ per hectarea.

The andisol soil from Maldonado (Carchi Province) shows the best value of agronomic efficiency of 30.56% per year and 42.49% with addition of 100 kg P₂O₅/ha. The lowest levels of P₂O₅ with 21.85% and 19.9% show the best percentage of the agronomic efficiency of Napo phosphorite.

The highest level of P₂O₅ applied from the Napo phosphorites didn't increased the agronomic efficiency, but increase the dry-matter in both, Maldonado and Sucumbios soils, and increase the P absorbed.

BIBLIOGRAFÍA

- Calvache, M. 1992. Eficiencia de utilización de los iones zinc (⁶⁵ZnCl₂) y fósforo (NaH₂PO₄) provenientes del fertilizante por la planta de maíz (*Zea mays* L). Nucleociencias (Ec.) no. 5:3-13
- Castro, H. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Bogotá-Colombia. 219 p.
- Córdova, 1988. Roca fosfórica Napo como fuente de fósforo para cultivos de zonas altas del Ecuador. INIAP. Est. Sta. Catalina 181-195p.
- Egüez, A. 1980. Estudio geológico para Uranio y Fosfato en las formaciones sedimentarias cretácicas de la región de Lumbaqui. E.S.P. Quito – Ecuador.
- Espinosa, J.; Córdova, J.; VERA, R. 1987. Evaluación agronómica de fertilizantes fosfatados en zonas altas del Ecuador. Doc. De trabajo No 46 CIAT
- Fardeau, J.C. 1996. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic uotlook. Fet. Res. 45:91-100
- Molina, E. 2000. Nutrición y fertilización de cultivos. INPOFOS. Informaciones Agronómicas (Ecu) no 40:5-10
- Potash & Phosphate Institute. 1999. Phosphorus for agriculture. Better Crops (Can) 83(1)6-36
- Theng, B.K. 1980. Solis with variable change. Soil Bureau Department of Scientific and Industrial Research. New Zeeland. 87-127p.
- Valois, A.; Hoelz, J.; Batglia, O. 1980. Cultura da seringueira. Brasilia. Manual técnico s.e., 218p.