

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EXPLORATORIOS DE PKS Y MICRONUTRIENTES

Ing. Agr. Estanislao Juarez / FUNDACRUZ / suelo@fundacruz.org.bo

Ing. Agr. Grover Guaygua / FUNDACRUZ / suelo@fundacruz.org.bo

Ing. Agr. Fernando O. García, Ph. D. / Director Regional IPNI Latinoamérica - Cono sur / fgarcia@ipni.net

INTRODUCCIÓN

Es posible lograr producciones sustentables de soya con responsabilidad agroambiental en cada zona de producción. Para ello se debe cultivar en suelos aptos dentro de rotaciones adaptadas a condiciones locales, con sistemas de siembra con menor remoción del suelo y otras medidas conservacionistas, considerando la reposición de nutrientes como una herramienta fundamental de manejo.

La extracción de nutrientes que realiza la soya por cada hectárea sembrada es relativamente similar a otros cultivos, esa extracción debe ser compensada por la aplicación de fertilizantes, los cuales constituyen una parte importante en los costos de producción. En el caso del nitrógeno (N) es el nutriente que los cultivos requieren en mayor cantidad, la soya tiene una ventaja de fijar el N₂ atmosférico en simbiosis con las bacterias del género *Bradyrhizobium* y la absorción del nitrógeno orgánico del suelo (Gutiérrez y Scheiner, 2006). En el caso de los nutrientes Fósforo (P), Potasio (K), Azufre (S) y otros, tanto en soya como en otros cultivos la extracción de los nutrientes del suelo debe ser compensado mediante agregado de fuentes externas (Asoc. Argentina de la Ciencia del Suelo, 2008).

Con la necesidad de evaluar la reposición de los nutrientes a los suelos cultivados con soya, el programa de Fertilización de Suelos y Cultivos de FUNDACRUZ, con el respaldo del Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI), realizó el estudio de ensayos exploratorios de PKS y

micronutrientes desde la campaña invierno 05 hasta verano 07/08 en las diferentes zonas de producción de soya. Con el objetivo de determinar la respuesta a PKS y Micronutrientes en cultivo de soya en la zona Norte, Central y Este del departamento de Santa Cruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos Exploratorios de PKS y Micronutrientes se establecieron en la Zona Norte del departamento de Santa Cruz, provincia Obispo Santisteban, en las haciendas Mónica Norte y Nuevo Horizonte, El Porvenir y Cauce Viejo, En la zona Central en el Centro experimental de CAICO y hacienda Paraíso. En la zona Este en la localidad de Cuatro Cañadas, en la hacienda El Curichi

El material vegetal utilizado en las campañas invierno 05 y verano 05/06 fue la variedad de soya "Uirapurú", en el invierno 06 se utilizó el híbrido de maíz "AGN 3100", y en las campañas de verano 06/07, invierno 07 y verano 07/08 la variedad de soya "FCZ-3002 RG" excepto en la Hacienda El Curichi donde se sembró la variedad "Uirapurú" en verano 07/08.

Los ensayos se establecieron bajo el diseño de bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, el tamaño de cada unidad experimental es de 48 x 12 metros, el área total del ensayo es 15.708 m² para el cultivo de soya. En CAICO las parcelas fueron de 9 x 15 metros, haciendo un área total de 5.688 m², en el Cuadro 1 se muestran los tratamientos.

Tratamiento NOMBRE	1 TESTIGO	2 PK	3 PS	4 KS	5 PKS	6 PKS (micro)
NUTRIENTES (Kg/ha)						
P		20	20		20	20
K		50		50	50	50
S			10	10	10	10
B						X
Cu						X
Zn						X
FERTILIZANTES (Kg/ha)						
DAP		100	100		100	100
MOP		100		100	100	100
SOA			42	42	42	42
B						0.215
Cu						0.005
Zn						0.030

Cuadro 1.- Tratamientos del "Estudio Exploratorio de PKS y Micronutrientes en Soya".

El ensayo se realizó en siembra directa, realizando el tratamiento de semillas, la aplicación de Cobalto, Molibdeno y la inoculación con *Bradyrhizobium*, según dosis recomendadas. Depositándose las semillas a una profundidad de 3 a 4 cm., el espaciamiento entre surcos fue de 45 cm. En la siembra se incorporó el fertilizante al suelo, a un costado y debajo de las semillas.

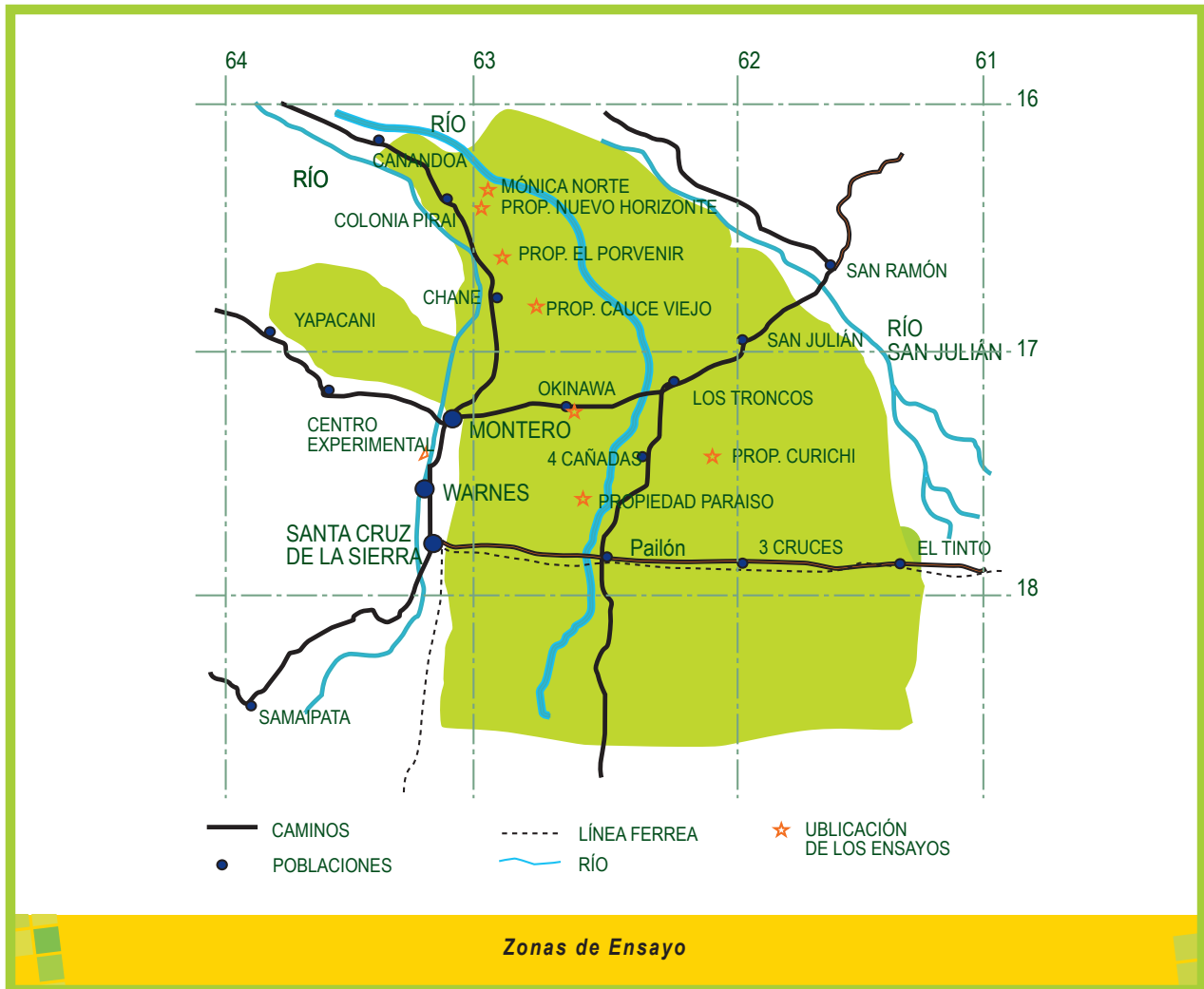
Análisis de suelos realizados al inicio de los ensayos exploratorios indican que los niveles de P eran

bajos, con valores de 1.8 a 7.8 mg/kg en la zona Norte y Central, el contenido de Azufre se encuentra de bajo a moderado, con valores de 3.4 a 10.2 mg/kg, a excepción del Centro Experimental de CAICO que se encuentra alto, los valores de Potasio de moderado a alto 0.18 a 0.72 mg/kg, sólo la hacienda Mónica Norte el nivel es muy bajo. Para la zona este, en la hacienda El Curichi presenta valores altos de P, K y S.

PARÁMETROS	UNID	HACIENDAS						
		ZONA NORTE				ZONA CENTRAL		ZONA ESTE
		Mónica Norte	N.Horizonte	El Porvenir	Cauce Viejo	CAICO	Paraíso	Curichi
pH - H ₂ O (1:5)	-	8,0 (MA)	7,7 (MA)	6,5 (LA)	6,8 (N)	7,2 (N)	7 (N)	7,2 (N)
C. Eléctrica; 1:5 (CE)	umho/cm	226 (DS)	86 (NS)	105 (LS)	59 (NS)	75 (NS)	20 (NS)	93 (NS)
Arcilla	%	14	9	11	11	17	9	29
Limo	%	85	75	87	87	80	51	68
Arena	%	1	16	2	2	3	40	3
Textura		FL	FL	L	L	FL	FL	FL
M.Orgánica (MO)	%	1,7 (B)	1,1 (B)	2,0 (B)	1,4 (B)	2,5 (M)	1,2 (B)	2,9 (M)
Nitrógeno total (N)	%	0,13 (M)	0,08 (B)	0,15 (M)	0,12 (M)	0,27 (M)	0,17 (M)	0,23(M)
Relación C/N	-	7,7 (AN)	7,5 (AN)	7,4 (AN)	6,5 (AN)	6,5 (AN)	4,1 (AN)	7,2 (AN)
Fósforo Olsen (P)	mg/kg	1,8 (MB)	3,1 (MB)	7,8 (M)	5,5 (B)	2,2 MB)	5,3 (B)	37 (A)
Azúfre (S)	mg/kg	10,2	3,9	4	7,2	33	3,4	48
Potasio interc. (K)	me/100g	0,15 (MB)	0,32 (M)	0,34 (M)	0,35 (M)	0,72 (A)	0,18 (M)	0,73 (A)

AN=Alta Lib Nitrog. B=Bajo M=Moderado A=Alto MA=Mod Alc. N=Neutro LA=Lig Alc. LA=Lig Acido NS=No Salino DS=Deb Salino LS=Lig Salino

Cuadro 2.- Resumen de análisis de suelos para las diferentes haciendas al inicio de los Ensayos Exploratorios de PKS y Micronutrientes.

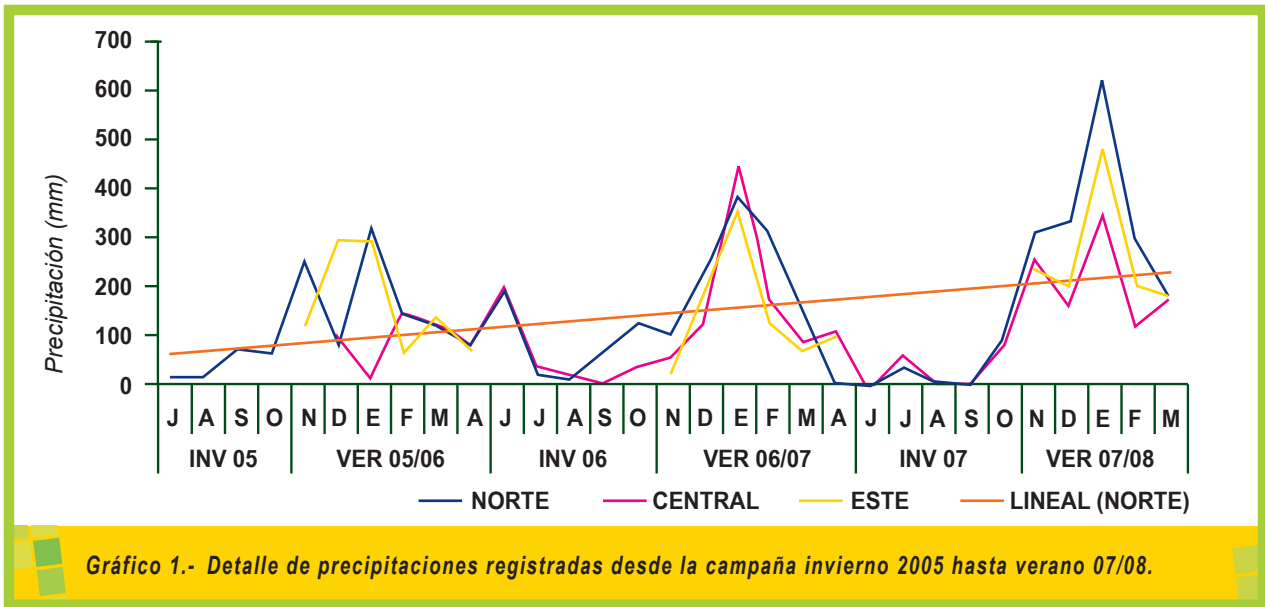


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRECIPITACIÓN

Durante el estudio de los ensayos exploratorios de PKS y Micronutrientes, las precipitaciones incrementaron en todas las zonas de producción. Observándose veranos cada vez más lluviosos, en los inviernos se acentúa la sequía, perjudicando la absorción de nutrientes por exceso y falta de humedad, favoreciendo la severidad de la Roya Asiática en las campañas de invierno 07 y verano 07/08. En el Gráfico 1., presentamos las precipitaciones registradas en la Zona Norte, promedio de 4 haciendas (Nuevo Horizonte, Mónica Norte, Porvenir y Cauce viejo); en la Zona Central (Paraíso y CAICO) y en la Zona Este (hacienda El Curichi).



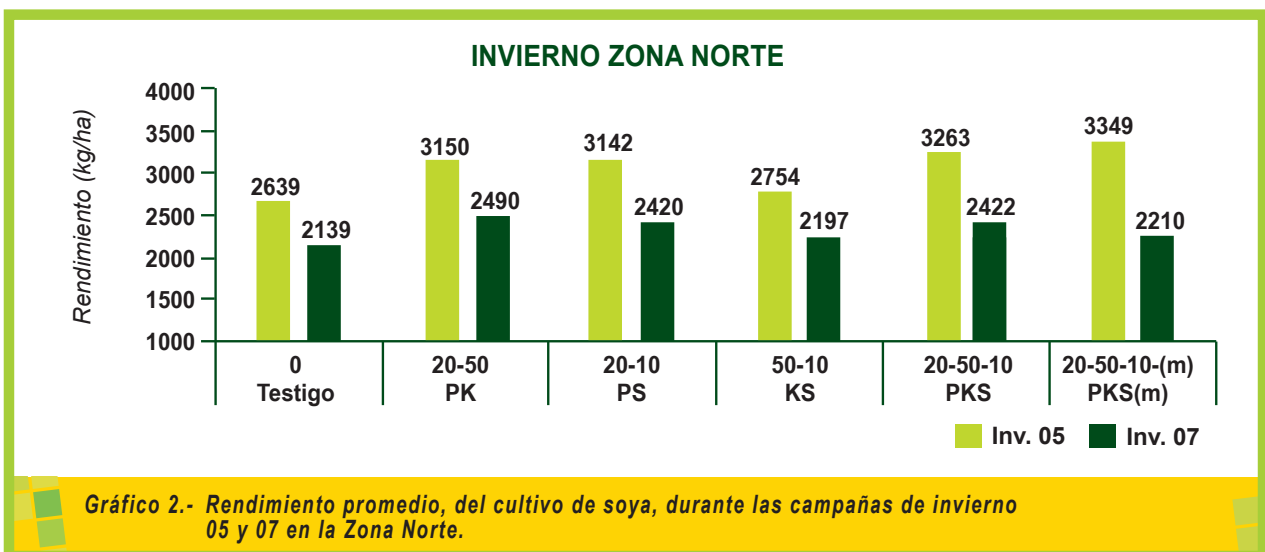


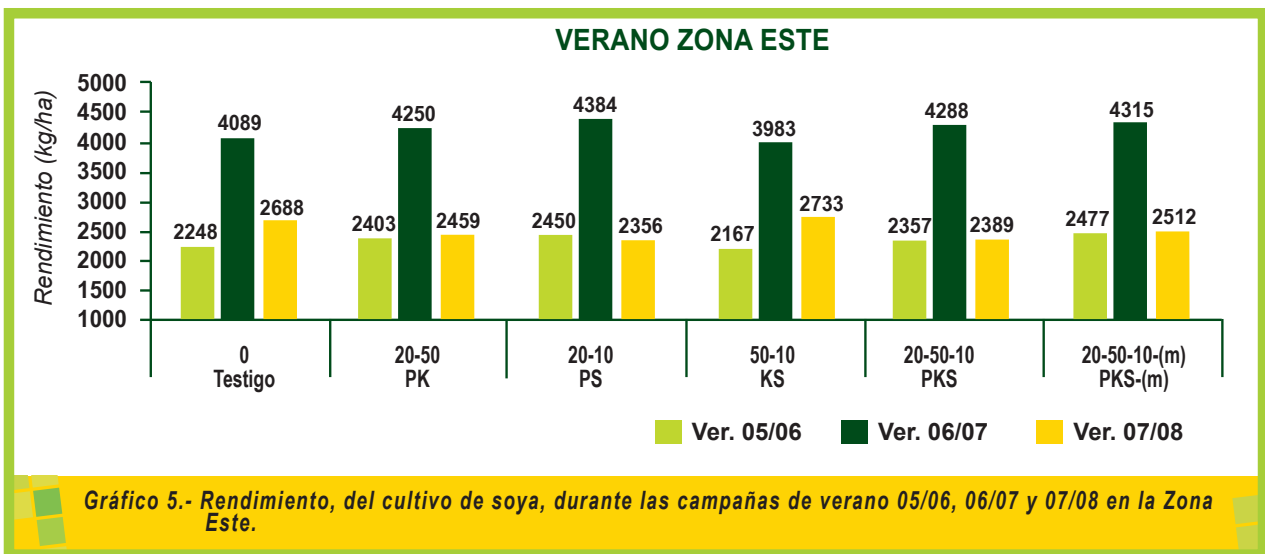
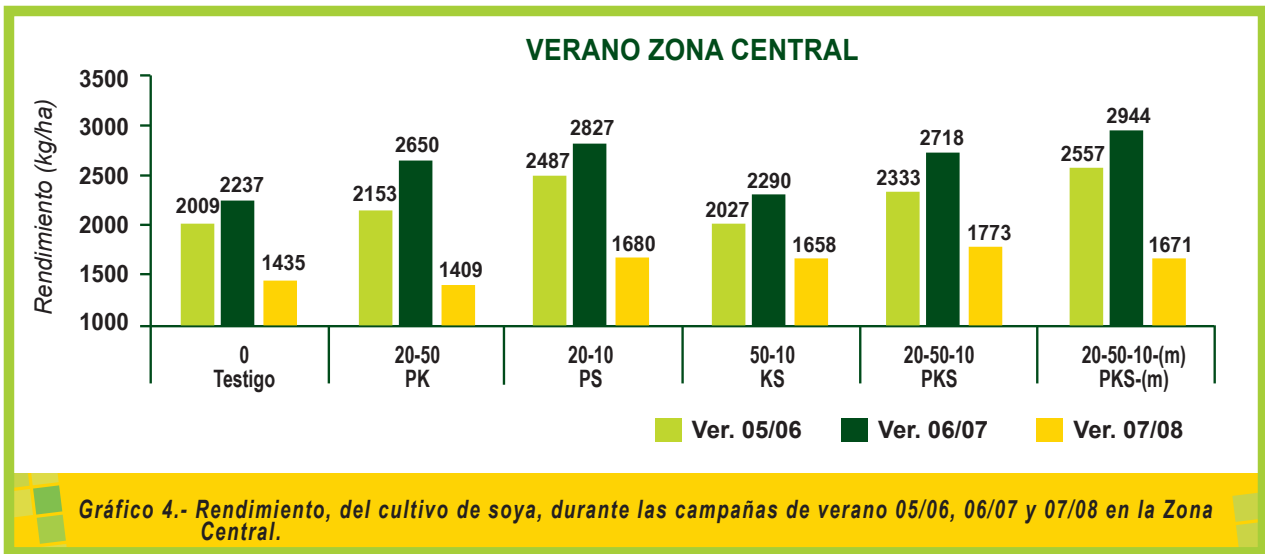
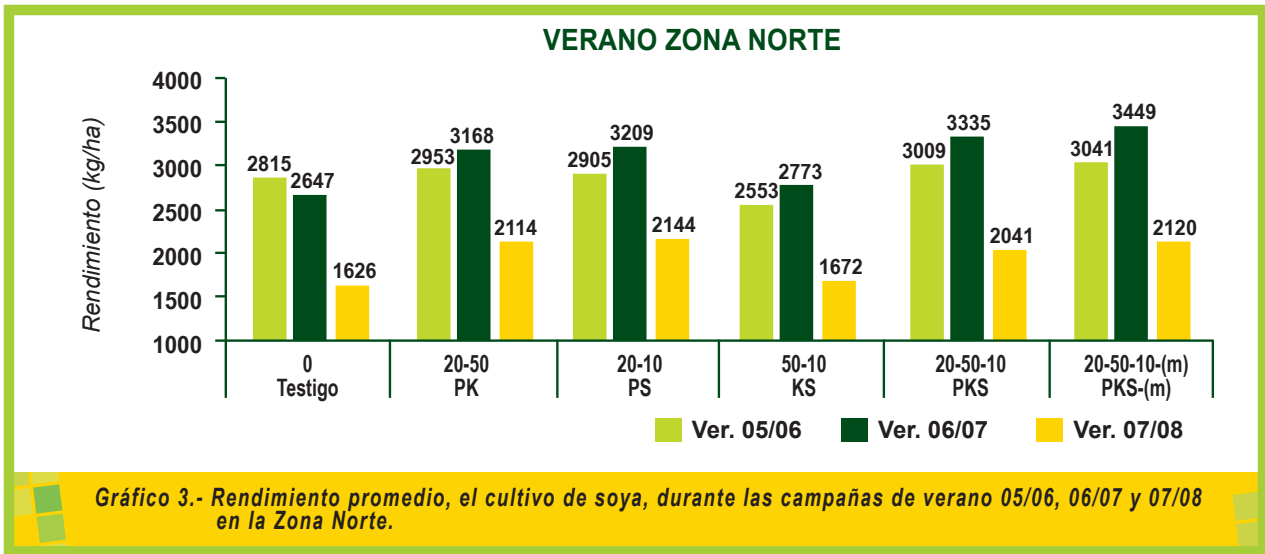
RENDIMIENTO SOYA

Los suelos en la Zona Norte presentan bajo en P y niveles de moderado a bajo en nutrientes K y S. Era de esperar que, la aplicación de estos nutrientes incrementara los rendimientos. Estos se evidencian en los Gráficos 2 y 3, donde el P fue elemento de mayor respuesta, seguido de S y K. De esta manera observamos que las combinaciones PK, PS, PKS y PKS (Micro) fueron los tratamientos que incrementaron los rendimientos del cultivo de la soya. Sobresaliendo los tratamientos PS y PK en las campañas de invierno y verano en la Zona Norte.

En la Zona Central los análisis de suelos nos muestran niveles bajos para P y de moderado a alto para los elementos K y S. De esta manera observamos en el Gráfico 4, que las combinaciones PK, PS, PKS y PKS (Micro) fueron los tratamientos que incrementaron los rendimientos en el cultivo de la soya en la campaña verano 05/06, en la hacienda Paraíso, y verano 06/07 y 07/08 en el Centro Experimental de CAICO. De igual manera sobresaliendo el tratamiento PS.

En la Zona Este los valores de P, K y S, se encuentran altos, por esta razón no se encontraron diferencias en rendimiento para las distintas combinaciones de los diferentes tratamientos (Gráfico 5).





MAÍZ

En la campaña de invierno 2006 se incluyó el cultivo maíz en los ensayos exploratorios de PKS y Micronutrientes en la Zona Norte (Mónica Norte, Nuevo Horizonte, Porvenir y Cauce Viejo), a todos los tratamientos se agregó 60 kg de N, de los cuales surgieron dos tratamientos más a diferencia del cultivo de soya (ver Gráfico 6). Las combinaciones de NPK, NPS, NPKS, PKS (Micro) y PKS, donde se obtuvieron los mayores rendimientos con diferencia mayores a los 1000 kg/ha en relación al testigo sin fertilizar.



Tratamiento de mayor productividad.

INVIERNO 06

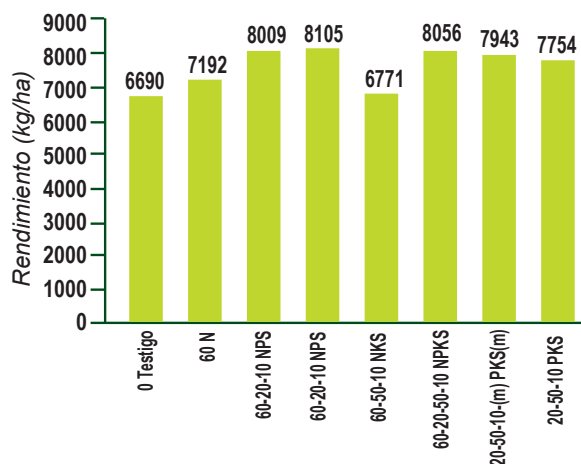


Gráfico 6.- Rendimiento promedio, sobre el cultivo de maíz, en la campaña de invierno 06 en la Zona Norte.

ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis económico realizado por medio de Relación Valor Costo (RVC), se observa que el tratamiento de mayor retorno económico es el PS para la Zona Norte y Central para el cultivo de soya y el NPS para maíz (Gráfico 7). En la Zona Este, el retorno económico está por debajo de 1.

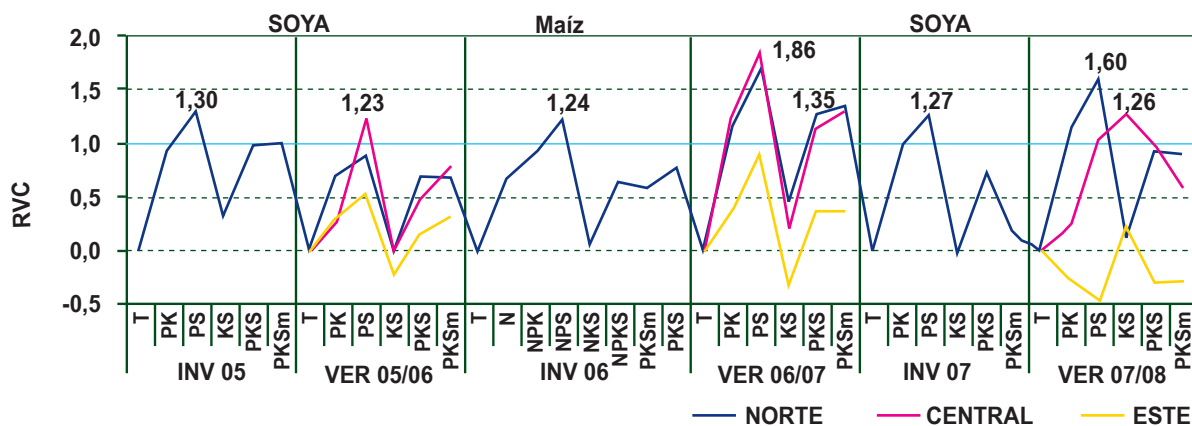
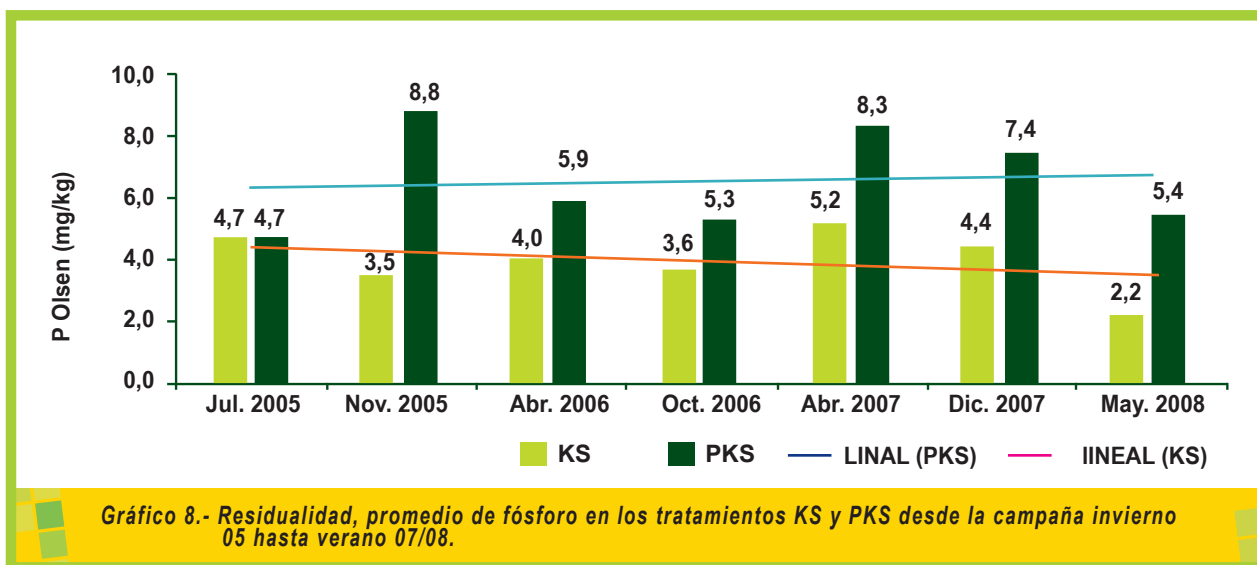


Gráfico 7.- Análisis Económico mediante la Relación Costo Valor, desde la campaña invierno 05 a verano 07/08,

RESIDUALIDAD DE FÓSFORO EN EL SUELO

Durante el estudio de los ensayos exploratorios se realizaron los análisis de suelos, para los tratamientos donde se agregaron fertilizantes, para los elementos P, K y S. En el Gráfico 8 se muestra la residualidad de P para el tratamiento PKS y KS. Claramente se observa cuando se fertiliza con P se mantiene el nivel de este nutriente, en un suelo cultivado con soya y con un leve aumento, de la misma manera, cuando no se aporta P disminuye por extracción del cultivo, indicando la importancia de agregar nutrientes a través de fertilizantes para mantener la productividad de los suelos cultivados.



CONCLUSIÓN

Las precipitaciones durante el ensayo fueron incrementando causando inundaciones en el verano y acentuaron las sequías en el invierno, perjudicando la absorción de nutrientes del suelo por exceso y falta de humedad. Además se vio favorecido el desarrollo de enfermedades principalmente Roya Asiática.

Los tratamientos con mayor respuesta fueron las combinaciones de PK, PS, PKS y PKS (m) para la Zona Norte y Central, entre ellos sobresaliendo el tratamiento PS en el cultivo de soya y el NPS en maíz. En Zona Este no se encontró respuestas a la aplicación de estos nutrientes.

El P fue el elemento nutritivo de mayor respuesta en los diferentes cultivos, seguido de S y K en el cultivo de la soya, y N y S en maíz.

El análisis económico indica que con el tratamiento PS se obtienen mayores retornos económicos, por encima de uno hasta cerca de dos, indicando la rentabilidad de la fertilización. En la zona Este, el retorno económico está por debajo de uno.

RECOMENDACIONES

Todos los productores de soya, y de otros cultivos deben enmarcar sus producciones en sostenibilidad agroambiental, buscando la conservación del

recurso suelo, usando sistemas de rotación de cultivos, siembra directa, y la reposición de nutrientes exportados vía fertilizantes.

En el presente estudio el tratamiento con mayor rentabilidad fue PS seguido de PK, en las Zonas Norte y Central. La aplicación de estos fertilizantes debe ser hecha en base a los análisis de suelos.

Si bien el elemento P fue el de mayor respuesta, es importante considerar los elementos K y S que presentaron respuestas en algunos sitios y años. Futuros estudios buscando la nutrición balanceada de los suelos y cultivos deberán investigar en mayor detalle las dosis de P requeridas para los distintos cultivos y explorar nuevos ambientes con potenciales limitaciones nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Echeverría H. E y García F. O. 2005 Fertilidad de suelos y Fertilización de Cultivos, IPNI y INTA, Capítulo 13 soya Pág. 283 - 300
- Cual es el impacto de la soya sobre el suelo, documento emitido por la Comisión Directiva de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. <http://www.suelos.org.ar> Abril 2008.
- Boletín Agronómico N° 3 publicado por INPOFOS Requerimientos nutricionales de los cultivos <http://www.ipni.net>.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las empresas que hicieron realidad el presente trabajo:

