

## ESTADO ACTUAL DE INDICADORES DE FERTILIDAD DE SUELOS EN LOTES DE MAÍZ TARDÍO DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA-SUBHUMEDA PAMPEANA

Mirian Barraco<sup>1,2</sup>, Cristian O. Álvarez<sup>1,3</sup> & Martín Díaz-Zorita<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>GPS, <sup>2</sup>EEA INTA General Villegas ([barraco.miriam@inta.gob.ar](mailto:barraco.miriam@inta.gob.ar)), <sup>3</sup>INTA AER General Pico,

<sup>4</sup>Fac.Agronomía UNLPam

En la región central pampeana, la producción de maíz, tanto en fechas de siembra tempranas como demoradas, está estrechamente ligada a la oferta de elementos nutrientes y a los aportes por fertilización. Entre estos, nitrógeno y fósforo son los elementos que con mayor frecuencia limitan el crecimiento del maíz en la región. En el caso de las necesidades de fertilización con fósforo se emplea como indicador de probabilidad de respuesta a los niveles extractables del elemento determinado en los 20 cm superficiales de los suelos y empleando la metodología de Bray Kurtz 1. Para definir las necesidades de fertilización con nitrógeno, entre otras estrategias, se considera la oferta o disponibilidad actual de nitrógeno evaluado en forma de nitratos en los 60 cm superficiales de los suelos.

El objetivo de este estudio fue describir los niveles de fósforo extractable (Pe) y de nitrógeno como nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en el área semiárida-subhúmeda pampeana central agrupados según zonas delimitadas principalmente por condiciones edafoclimáticas y cultivos antecesores.

Para este propósito se recopilaron resultados de análisis de suelos realizados entre el 15 de noviembre y el 8 de diciembre del 2021 que fueron provistos por técnicos y productores de la región agrupados en 5 zonas (Tabla 1).

**Tabla 1:** Agrupamiento de las muestras según zonas de origen.

Zona	Descripción	Departamentos/Partidos
1	Sur de Cba- Noreste de La Pampa	Gral Roca (Cba), Chapaleufú, Maracó y Quemú-Quemú (La Pampa)
2	Centro de La Pampa	Conhelo (La Pampa)
3	Noroeste de Buenos Aires:	General Villegas, Florentino Ameghino, General Pinto, Lincoln y Carlos Tejedor (Buenos Aires)
4	Oeste de Buenos Aires	Rivadavia y Trenque Lauquen (Buenos Aires)
5	Sur	Catriló y Atreucó (La Pampa) y Pehuajó, Salliqueló y Guaminí (Buenos Aires)

Se accedió a 344 resultados de Pe (método Bray Kurtz 1) tomadas en los 20 cm superficiales de los suelos y a 731 resultados de N-NO<sub>3</sub> provenientes de muestras hasta los 40 o 60 cm de profundidad. La cantidad de N-NO<sub>3</sub> se estimó en unidades de kg/ha y hasta 60 cm de profundidad convirtiendo la concentración (ppm) de cada capa según valores medios de densidad aparente de los suelos predominantes de cada región. En los casos sin registros hasta 60 cm de profundidad se estimó la cantidad de N-NO<sub>3</sub> como el 70% del valor calculado para la capa de 20 a 40 cm. Este índice correspondió al promedio de 310 muestras con registros en las 3 capas de evaluación. El cultivo inmediato antecesor al muestreo fue informado en el 80% de las muestras (581 casos).

## Resultados

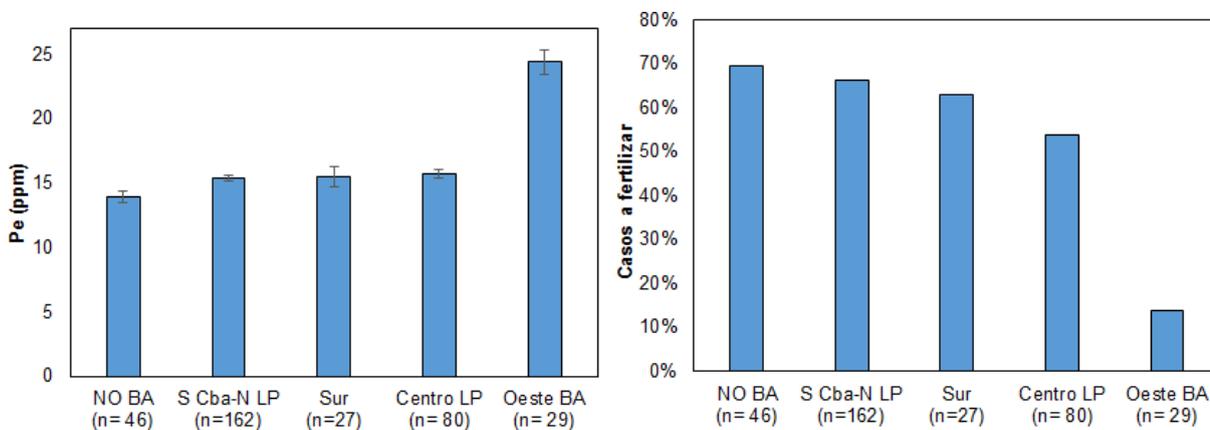
### Niveles extractables de fósforo

Los contenidos de Pe variaron entre 3,2 y 48,9 ppm, con un valor promedio de 16,0 ppm, y una mediana de 14,2 (Tabla 2). Este comportamiento refleja una distribución no normal de lotes según sus niveles de Pe siendo más frecuentes los de menores valores y con menor presencia de casos con alta concentración de este elemento. Entre estos se puede describir algunos provenientes de secuencias con ganadería y los de posiciones de lomas o en sitios con reducida extracción por ocurrencia de severas limitaciones productivas. Estos resultados sustentan la recomendación de la ambientación para el diagnóstico de fertilidad de suelos atendiendo a evitar distorsiones en los valores medios al mezclar sitios con distante concentración de Pe.

**Tabla 2:** Niveles de fósforo extractable (ppm) en 344 casos de cultivo de maíz demorado en la región semiárida-subhmedada pampeana central. DE = desvío estandar, CV = coeficiente de variación (%), Mín = Mínimo, Max = máximo, P = percentiles 10,25, 50, 75 y 90 , respectivamente.

Media	DE	CV	Mín	Máx	P(10)	P(25)	P(50)	P(75)	P(90)
16,0	7,5	46,6	3,2	48,9	7,8	10,6	14,2	19,8	27,1

En la región, los mayores valores medios se observaron en Oeste de Buenos Aires y centro de La Pampa y los menores en la zona noroeste de Buenos Aires (Fig.1). Considerando 16 ppm de Pe como el nivel crítico indicador de mayor frecuencia de respuestas a la fertilización de maíz, la mayor proporción de casos con necesidades de fertilización se observó en NO Buenos Aires y S Cba-NE de la Pampa, mientras que en Oeste de Buenos Aires fue menos frecuente.



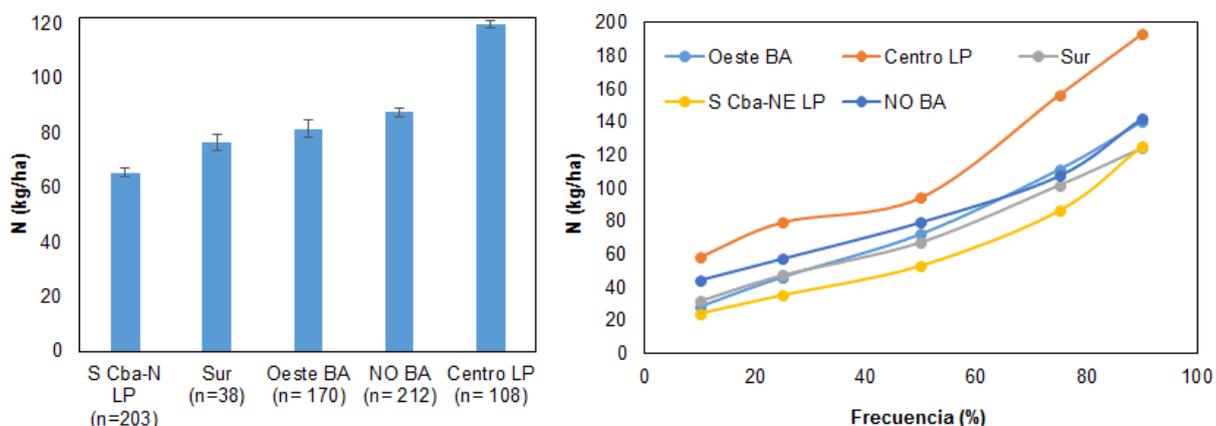
**Fig. 1.** Valores medios de fósforo extractable (Bray Kurtz 1) y proporción de casos con probabilidad de respuestas de maíz a la fertilización con fósforo en la región semiárida-subhmedada pampeana. n=número de casos relevados en cada zona.

## Disponibilidad de nitrógeno

La disponibilidad de  $N-NO_3$  en los 60 cm superficiales de 731 casos de producción de maíz demorado en la región semiárida-subhúmeda pampeana varió entre 7 y 343 kg/ha. Estos valores mostraron, en todas las zonas consideradas, alta variabilidad reflejada por coeficientes de variación próximos y superiores al 50% (Tabla 2). Entre varios factores, no contemplados en este estudio, la variabilidad dependió de factores edáficos de los sitios (textura, materia orgánica, humedad) en interacción con su manejo (años en agricultura continua a partir de pasturas, labranzas). Tal lo observado en el caso de los niveles de Pe, en todas las zonas, la cantidad media de nitrógeno fue mayor al valor de la mediana. Esta diferencia se atribuye a la presencia, poco frecuente de casos con muy altos contenidos de nitrógeno. La zona de menor disponibilidad media es el Sur de Cba- NE de la Pampa y la Zona Sur. En su mayoría en estas zonas predominan suelos de textura más arenosas que podría condicionar la mineralización de este nutriente. Es de destacar que un 25 % de los lotes presentan contenidos por debajo de 50 kg/ha lo que en general resultan bajos para el período en que se realizaron los muestreos. Los mayores valores medios de N se observaron en el área central de La Pampa atendiendo a la distribución desuniforme de casos con registros superiores a los 120 kg/ha (Fig.2). Parte de este comportamiento puede atribuirse a la menor frecuencia de cultivos de cosecha instalados en la última campaña antes restricciones hídricas severas durante el verano y consecuente mayor duración de barbechos.

**Tabla 2:** Niveles de nitrógeno como nitrato (kg/ha) hasta 60 cm de profundidad en 731 casos de la región semiárida-subhúmeda pampeana a cultivar con maíz en fecha demorada de siembra. Resultados agrupados según zonas. Cba = Córdoba, LP = La Pampa, BA = Buenos Aires. DE = desvío estándar, CV = coeficiente de variación (%), Mín = Mínimo, Max = máximo, P = percentiles 10,25, 50, 75 y 90 , respectivamente.

	Casos	Media	DE	CV	Mín	Máx	P(10)	P(25)	P(50)	P(75)	P(90)
<b>Todos</b>	<b>731</b>	<b>84</b>	<b>50</b>	<b>59</b>	<b>7</b>	<b>343</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>75</b>	<b>109</b>	<b>152</b>
S Cba- NE LP	203	65	45	68	7	299	24	35	53	86	125
NO BA	212	87	43	49	16	227	44	57	79	107	142
Oeste BA	170	82	45	56	13	231	28	46	72	111	140
Centro LP	108	120	61	51	37	343	58	79	94	156	193
Sur	38	76	42	55	10	227	31	47	67	102	124

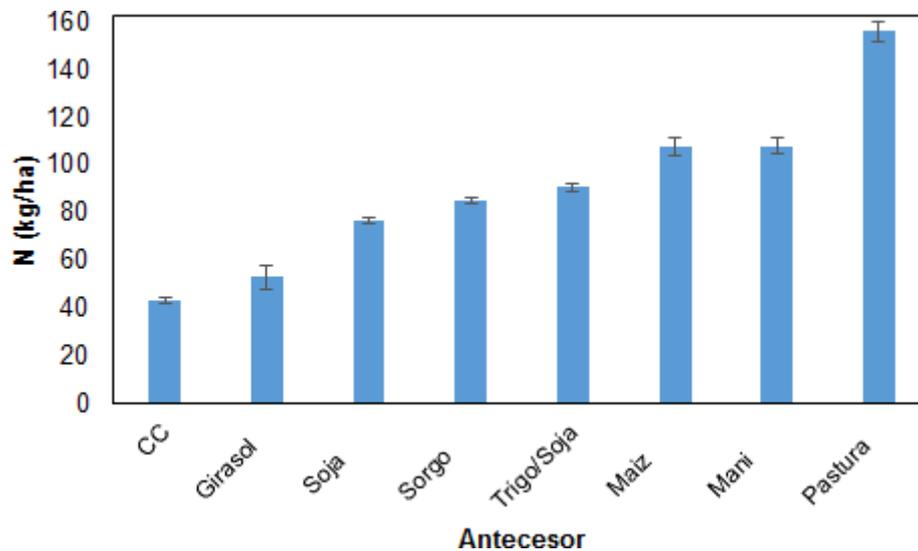


**Fig. 2:** Valores medios y distribución de frecuencias de  $N-NO_3$  en casos de producción de maíz demorado en la región semiárida-subhúmeda pampeana. Las barras en cada columna muestran el error estándar de la media.

En cuanto al cultivo antecesor se observa una mayor participación de soja de primera (38%) y de segunda sobre trigo (23%), seguida por cultivos de cobertura (CC, 15%), en su mayoría de vicia o vicia en mezcla con gramíneas (Tabla 3 y Fig. 3). También se destaca casi un 11 % de lotes que proviene de pastura. En general, se observa una menor disponibilidad y menor variabilidad de los valores de N sobre CC, que podría estar relacionado con los pocos días transcurridos entre la finalización de su ciclo y el monitoreo de N en los suelos, o por una mayor inmovilización de N en aquellos casos de alta participación de gramínea con una relación C/N mayor en los residuos. Los mayores contenidos de N disponibles se observan sobre antecesor pasturas, mani y maíz. Estos resultados son orientativos dado que la participación relativa de estos cultivos es inferior que los casos con antecesor soja y su distribución entre zonas también es más dispersa.

**Tabla 3:** Niveles de nitrógeno como nitrato (N) en kg/ha según cultivo antecesor. CC= Cultivo de cobertura, DE=desvío estandar, CV=coeficiente de variación, Mín= Mínimo, Max= máximo, P=percentiles 10,25, 50, 75 y 90 , respectivamente

Antecesor	Casos	Media	DE	CV	Mín	Máx	Prop (%)
CC	87	43	28	66	7	178	15,0
Girasol	7	52	25	48	28	98	1,2
Maiz	39	107	47	44	22	227	6,7
Mani	32	108	34	32	41	170	5,5
Pastura	63	155	66	42	44	343	10,8
Soja	220	76	41	54	8	299	37,9
Sorgo	2	85	4	4	82	87	0,3
Trigo/Soja	131	90	40	44	17	193	22,5



**Fig.3.** Niveles medios y variabilidad de contenidos de nitrógeno en la región semiárida-subhúmeda pampeana según antecesores inmediatos de maíz en siembra demorada. Las barras sobre cada columna muestra el error estandar de la media.



## Consideraciones finales

En la campaña agrícola 2021/22, los registros de indicadores del estado de fertilidad de suelos en la región semiárida-subhúmeda pampeana para maíz en fecha demorada de siembra validan la alta frecuencia de casos con restricciones de fósforo y de nitrógeno para el normal crecimiento y producción del cultivo.

Para el diagnóstico de ambos elementos nutrientes es recomendable implementar estrategias de muestreo ambientadas e inteligentes tal de limitar la inclusión de casos fuera de tipo que conducen a la sobreestimación en los valores medios de referencia.

Entre el 50 y el 75% de los casos presentaron valores de  $P_e$  que sugieren la conveniencia de fertilización con fósforo. En el caso de la oferta de nitrógeno, en casi la totalidad de los casos los niveles son insuficientes para alcanzar la productividad media de maíz en la región y requieren de la aplicación de fertilizantes. Estos resultados variaron, entre otros factores entre zonas y según cultivos previos. Los mayores contenidos se observaron en secuencias con leguminosas (soja, pasturas, maní) y con barbechos invernales. Para el manejo eficiente de la nutrición con nitrógeno, además del diagnóstico ambientado de suelos para su análisis es importante sincronizar la incorporación efectiva del fertilizante en la solución del suelo anticipando la demanda del cultivo.