



# La búsqueda de altos rendimientos en maíz

Sep 26, 2018 | Investigación



Autores: **Ing. Agr. Valeria Selva**

**Ing.Agr. (MSc – PhD) Gonzalo Berhongaray – Inv. CONICET / FCA-UNL**

*El cultivo de maíz se ha transformado en uno de los cultivos más atractivos para producir. El mismo es un cultivo de alta demanda tecnológica y son comunes las fertilizaciones en búsqueda de altos rendimientos.*

Las recomendaciones y fertilizaciones son generalmente apuntadas a corregir nitrógeno (N) utilizando en general fertilizaciones de N al suelo (UREA), siendo las fertilizaciones con otros nutrientes muy poco frecuentes. La eficiencia de la fertilización nitrogenada es afectada por la susceptibilidad a pérdida de N. Las salidas de mayor magnitud se dan por volatilización del gas amoníaco, la desnitrificación en condiciones de anaerobiosis, y la lixiviación por la que se lavan nitratos por debajo de la profundidad de enraizamiento. Es esperable que las pérdidas de N por desnitrificación y lixiviación sean más importantes

durante las fases tempranas del ciclo de los cultivos, cuando el sistema radicular no se encuentra desarrollado y las tasas de absorción son reducidas, y las de volatilización más tardíamente, cuando las temperaturas son mayores. Otro factor relacionado con las pérdidas es el efecto fuente de N.

En cereales se ha demostrado que la fertilización foliar nitrogenada (FFN) aumenta la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado al suelo (Berhongaray y Selva, 2017). Estos resultados se obtuvieron a partir de análisis de experimentos de FFN en trigo y maíz en el norte de la Región Pampeana durante la campaña 2016-2017. Para maíz se utilizaron solo dos dosis de nitrógeno al suelo, por esto es necesario evaluar el comportamiento de estos foliares en un mayor rango de fertilizaciones al suelo y en un mayor número de campañas.

Los altos rendimientos y las históricas recomendaciones basadas en corrección de N ha afectado el balance general de nutrientes en los suelos. Son numerosos los trabajos de respuestas sobre otros nutrientes, especialmente micronutrientes, en los últimos años. Entre los nutrientes de mayor importancia para maíz es reconocida la importancia del zinc. Diversos especialistas afirman que el zinc es el micronutriente que más se ha deteriorado en estos últimos años en nuestro país. Según los expertos, existe una deficiencia generalizada en la Región Pampeana, dada por diferentes causas. En el caso de la zona núcleo y áreas de alta producción sin reposición, la intensificación de cultivos generó la deficiencia. Por su parte, en el oeste pampeano se da por condiciones naturales de baja oferta de materia orgánica; mientras que en Entre Ríos, por un alto contenido de carbonato de calcio.

El zinc está asociado a múltiples funciones dentro de la planta, resumidas esas funciones en la mejora del metabolismo del N y promotor de la síntesis de hormonas de crecimiento vegetal. Por ello, se ha propuesto que la combinación de la nutrición mineral con tratamientos fisiológicos y hormonales permite mejorar la respuesta respecto a la nutrición mineral solamente.

Además, fertilizaciones balanceadas y con tratamientos fisiológicos tienden e incrementar la adaptabilidad del cultivo a condiciones ambientales desfavorables, tan frecuentes en cultivos de verano en seco. Esta combinación de nutrición mineral y hormonal también se ha propuesto como mejoradora de la eficiencia de uso del N y otros nutrientes, aunque estas respuestas en función de la aplicación de N ha sido poco explorada. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Evaluar la interacción entre dos tipos de fertilizaciones foliares con ambientes y fertilización de N en experimentos de maíz realizados en la Región Pampeana, 2) Encontrar nichos de mejor aplicación de las tecnologías.

## Metodología

A partir de la base de datos cruda de experimentos de fertilización foliar en maíz de la firma Stoller Argentina, se filtró por dos tratamientos de interés para el análisis: fertilizante foliar líquido nitrogenado (FFN) y un complejo nutricional foliar con macro, micronutrientes y reguladores de crecimiento (FFC). El FFN utilizado contiene dos ingredientes: nitrógeno amínico (con Tecnología N-HiB®) 240 g/l y calcio soluble 92 g/l. El FFC contiene: nitrógeno 10.0%, fósforo 1,7%, potasio 5.0%, magnesio 1.0%, zinc 4.0% y Boro 0.5%, Manganeseo

2%, Molibdeno 0,05%, y es aplicado en combinación con un regulador del crecimiento (bioestimulante) líquido formulado con kinetina 0.009%, ácido giberélico 0.005%, ácido 3-indol-butírico 0.005% y 10% de solventes y emulsionantes. Se lograron recopilar un total de 169 experimentos. Para cada experimento se computaron fecha de siembra, tipo de maíz (temprano o tardío), híbrido, densidad, dosis y fuente de fertilizante nitrogenado utilizado al suelo, momento de aplicación del fertilizante líquido foliar (FFN o FFC), rendimiento del testigo y rendimiento del tratado. Además, en el 90% de los casos se contaba con registro de las precipitaciones, y se computó las precipitaciones entre los meses de octubre a marzo inclusive. Los datos fueron obtenidos de ensayos bajo protocolo que tenían un diseño estadístico, y el 83% de los experimentos fueron realizados en instituciones oficiales y el 17% por ensayistas privados en distintas localidades de la Región Pampeana (Tabla 1).

**Tabla 1:** Localización de los ensayos por provincia y localidad, y números de experimentos en cada localidad. Ambiente corresponde al rendimiento promedio de los testigos de cada localidad.

Provincia	Localidad	Experimentos	Ambiente (kg/ha)
Buenos Aires	9 de Julio	54	9140
	Chacabuco	5	10100
	Junín	5	9000
	Pergamino	61	11750
	Rojas	10	17200
	Wheelwright	18	12950
	Córdoba	Calchín	1
Diego de Rojas		1	10850
Esquina		2	7600
Inrriville		9	12050
Ucacha		1	7200
Santa Fe	Hughes	1	10250
	Paraje La Fronterita	1	11600
Total		169	11250

Para el análisis estadístico se realizaron ANOVA y contrastes para testear las diferencias entre tratamientos. Se realizó un ANOVA entre maíces tempranos y tardíos utilizando como covariables la dosis de fertilización nitrogenada y el rendimiento del testigo. Se testeó la respuesta de los productos a diferentes ambientes generando modelos empíricos de regresión lineal múltiple, utilizando la respuesta (kg/ha) como variable dependiente, probando el tipo de maíz como variable categórica (dummy) y el rendimiento del testigo (ambiente), densidad de siembra, dosis de fertilizante nitrogenado al suelo, precipitaciones durante el ciclo y sus interacciones como variables continuas. Los modelos de regresión se construyeron por el método de selección stepwise utilizando un  $p=0.10$  como máximo para que ingrese y retenga cada variable.

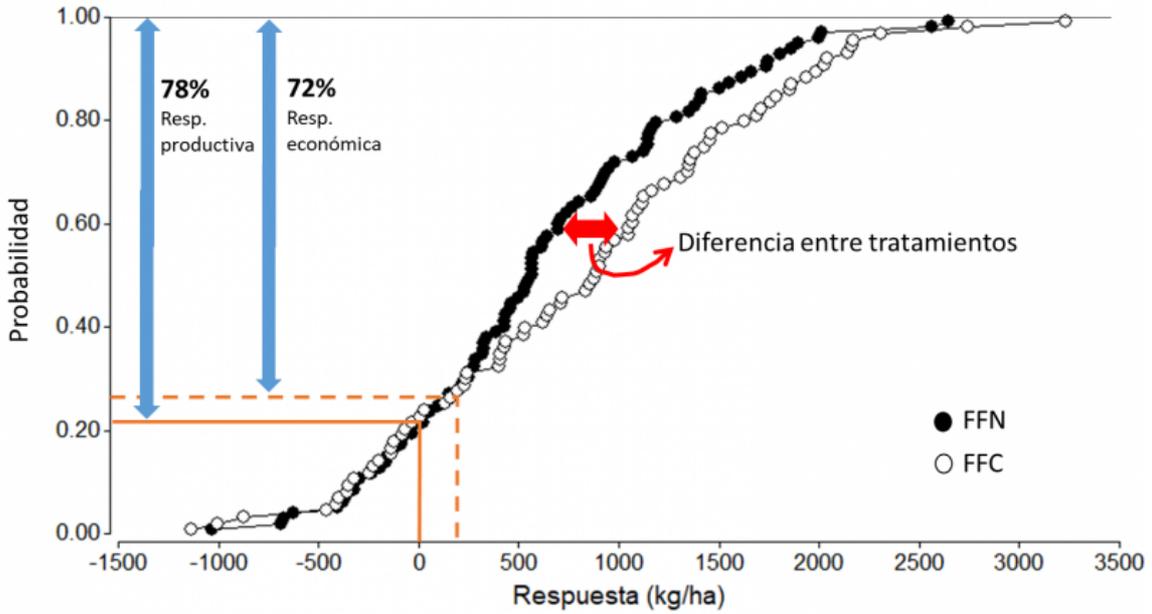
## Resultados

El rango de condiciones en que se realizaron los experimentos variaron en las dosis de fertilización nitrogenada al suelo desde 7 a 150 kg N/ha, mientras que los rendimientos variaron desde 5990 kg/ha a 17800 kg/ha en los tratamientos sin fertilización foliar (tabla 2). Se encontraron diferencias entre testigos y tratados a la fertilización foliar. La respuesta promedio fue del 5% para el FFN, y del 7% para el FFC (Tabla 2). El nivel de respuesta y el rango fue mayor para el tratamiento FFC. No se encontraron diferencias entre maíces tempranos y tardíos en la respuesta al FFN ( $p=0.20$ ) ni al FFC ( $p=0.10$ ) por lo que estos set de datos fueron agrupados.

**Tabla 2:** Dosis de fertilizante, ambientes y respuestas medias (y rangos, kg/ha) a la aplicación de fertilizantes foliares.

Experimento	n	Fertilización N al suelo	Ambiente	Respuesta
			kg/ha	
FFN	90	72 (7 a 150)	12400 (6200 a 17800)	623 (-1030 a 2640)
FFC	79	95 (50 a 150)	11500 (5990 a 17450)	815 (-1130 a 3230)

Para ambos tratamientos, en el 78% de los casos se obtuvo una respuesta productiva positiva (Figura 1, línea llena). Considerando que el costo del producto mas la aplicación equivalen a unos 200 kg de maíz en ambos tratamientos, existe un 72% de probabilidad de obtener una respuesta económica positiva (Figura 1, línea punteada).

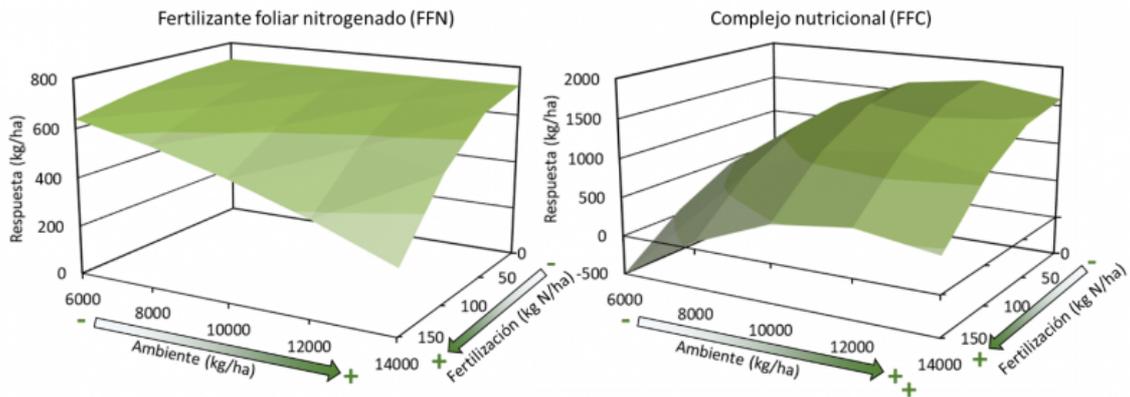


**Figura 1:** distribución acumulada de la respuesta a la fertilización foliar con nitrógeno (FFN, puntos negros) y con complejo nutricional (FFC, puntos blancos).

Dos variables resultaron significativas para la predicción de la respuesta, la dosis de fertilización de N al suelo (dosis N; kg/ha) y el rendimiento del testigo (ambiente; kg/ha). Se generaron modelos para predecir la respuesta a estos dos tratamientos según el ambiente y la dosis de fertilizante utilizada:

$$Rta\ FFN\ (kg/ha) = 723.7 - 0.0000000001059(dosis\ N * Ambiente)^2$$

$$Rta\ FFC\ (kg/ha) = -3033 - 0.0506\ dosis\ N^2 + 0.802\ Ambiente - 0.0000337\ Ambiente^2$$



**Figura 2:** Gráficos de estimación de la respuesta media a los tratamientos foliares según ambiente y nivel de fertilización nitrogenada al suelo.

En forma general, el modelo mostró que las mejores respuestas del FFN se encontraron en ambientes medios a más restrictivos, esto es de menor potencial y menores dosis de fertilización al suelo. Esto confirma resultados anteriores en donde la FFN aumentaba la eficiencia de uso del nitrógeno en dosis bajas de fertilización al suelo. En todos los casos

simulados la respuesta estuvo por encima del nivel de rendimiento de indiferencia (200 kg/ha) en donde se paga el producto y la aplicación. Contrario al FFN, la respuesta estimada al tratamiento FFC fue mayor en los mejores ambientes. Esto último puede explicarse por la Ley del Mínimo, en donde ambientes de mayor potencial están restringidos por nutrientes y este fertilizante obtiene sus mayores respuestas en estos nichos. Salvo en ambiente de muy bajo potencial y muy alta fertilización, en todos los otros casos simulados la respuesta media fue mayor al rendimiento de indiferencia.

## Conclusión

A partir de una larga serie de ensayos fue posible evaluar la interacción entre fertilizaciones foliares, ambientes y fertilizaciones nitrogenadas al suelo y encontrar nichos de mejor aplicación de las tecnologías. Los tratamientos FFC fueron los de mayor rendimiento y correspondió a una combinación común de nutrición complementaria con Stimulate y Mastermins Plus foliar. Es evidente que ante una buena oferta de recursos (mejores ambientes), las hormonas de crecimiento y micronutrientes presentan sus mayores efectos. Por el contrario, el FFN obtiene sus mejores resultados en ambientes de menor productividad, en donde la absorción del N del suelo se ve disminuida en ambientes limitantes y compensada por la vía foliar. La respuesta a las tecnologías fue de similar impacto en fechas tempranas y tardías, demostrando que estas últimas no deberían ser penalizadas por manejo ni limitadas en tecnología.

## Bibliografía

Berhongaray G, Selva V. 2017. Combination of soil and foliar nitrogen increases nitrogen use efficiency in cereals. 7 World Congress on Conservation Agriculture.



¿QUERÉS UNA



Diseñado y potenciado por HA EDICIONES