

Agricultura de Precisión: “zona con *deficiencia de Zinc en un cultivo de maíz bajo riego*”

Agustín E.F. Giménez¹
Adriana García Lamothe²

Introducción

La “Agricultura de Precisión” también denominada “Site Specific Management” comprende, en uno de sus varios sentidos básicos, la identificación y manejo diferencial o específico de “zonas problema” dentro de un mismo potrero o chacra.

En tal sentido, se promueve la ubicación de zonas en donde el cultivo o pastura produce menos que en el resto del área cultivada, el diagnóstico de las causas de tal efecto y el planteamiento y aplicación de algunas medidas de manejo distintas o “diferenciales” a las que se aplican en el resto del área.

En general, dichas actividades se realizan con la asistencia de distintas herramientas modernas. Algunas de ellas son 1) los **GPS** (global position system o sistemas de posicionamiento global) que permiten ubicar o “georreferenciar” en forma precisa las “zonas problema” y/o distintos tipos de informaciones obtenidas en el terreno, 2) los **monitores de rendimiento** que permiten ir recolectando datos de la producción del cultivo en forma continua a medida que se va realizando la cosecha, 3) los programas de computación llamados **GIS o SIG** (sistemas de información geográfica) que permiten mapear, analizar en forma espacial y relacionar las distintas informaciones obtenidas, y 4) los **controladores de dosis variable** montados en equipos aplicadores de agroquímicos o sembradoras, que permiten la aplicación diferencial de insumos, como por ejemplo herbicidas, fertilizantes y semillas, en distintas zonas del área cultivada.

Sin embargo, la identificación de zonas problema dentro de una misma área cultivada, el diagnóstico de causas y la aplicación diferencial de insumos o de medidas de manejo para su corrección, básicamente podrían realizarse también prescindiendo en forma parcial o total de las herramientas mencionadas previamente.

Es así que, en un área con maíz, en los **sistemas de producción bajo riego en INIA La Estanzuela**, se identificó visualmente y se delimitó físicamente una zona en donde el cultivo presentaba amarillamiento de las hojas y menor desarrollo de las plantas. Posteriormente, se diagnosticó, en base a análisis de planta y suelo, la deficiencia de Zinc (Zn) como posible causa de tales síntomas. Finalmente, se realizaron sólo en dicha “zona problema” aplicaciones de Zn foliar a distintas dosis, lográndose identificar alternativas para la solución del problema y corregir la deficiencia en el cultivo con tal manejo “diferencial” o “específico”.

Esta experiencia, representa un ejemplo más de las posibles aplicaciones, alcances, utilidad e importancia de la “**Agricultura de Precisión**” o “**Manejo Específico de Areas**”, ya sea

¹ Ing. Agr. (MSc, North Carolina State University, USA), Grupo de Riego y Agricultura Satelital (GRAS) del INIA La Estanzuela, Jefe del Programa Nacional de Cereales de Verano y Oleaginosas del INIA.

² Ing. Agr. (MSc, North Carolina State University, USA), Fertilidad y Química de Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos, INIA La Estanzuela, INIA.

para sistemas de producción altamente tecnificados o simplemente para aquellos de agricultura familiar realizada en predios pequeños. En ambos casos, uno de los principales objetivos es lograr el máximo resultado (cantidad y/o calidad por unidad de insumo aplicada) de los cultivos por unidad de superficie sembrada y en donde “zonas problema” dentro de un área cultivada pueden afectar en forma muy significativa el resultado esperado y el éxito de la empresa.

A continuación, se presenta información general del área en estudio cultivada con maíz bajo riego, así como los resultados obtenidos con la aplicación foliar de distintas dosis de zinc en la “zona problema” con deficiencia del mencionado nutriente. .

Evaluación de la aplicación foliar de distintas dosis de zinc

Principales materiales, metodologías utilizadas y determinaciones realizadas

Diagnóstico del problema:

- 1) amarillamiento (clorosis) de las hojas a lo largo del espacio internerval, apreciado visualmente desde el comienzo del desarrollo del cultivo.
- 2) menor altura y desarrollo general de las plantas, apreciable visualmente en forma más notoria desde 4 a 6 hojas en adelante.
- 3) análisis de suelo (pH, C.Org., N-NO₃, P, K, Ca, Mg, Na, Zn y textura) y planta (P, N, K y Zn) a 4 hojas del cultivo.
- 4) determinación del nivel de clorofila en las plantas afectadas y en las plantas sin afectar, utilizando el medidor portátil Minolta, Spad-502 al estado de 4 hojas del cultivo.

Aplicación de Zinc foliar:

Producto evaluado: “*Phyto Zinco*” (Agritec) formulado con 6,4% de Zn.

Tratamientos evaluados: 0, 2, 4 y 6 litros/ha de Phyto Zinco (0, 130, 260 y 380 g/ha de Zn) y testigo naturalmente sin clara deficiencia de zinc.

Momento de aplicación de los tratamientos con Zn: estado de 7 hojas del maíz (13/11/98) con un volumen de agua de 180 lt/ha y una presión de 2.1 kg/cm².

Principales determinaciones realizadas en los tratamientos:

- 1) estimación del nivel de clorofila en las plantas de maíz, utilizando el medidor portátil Minolta, Spad-502 a inicio de floración del cultivo (30/11/98).
- 2) análisis químico foliar de N, P, K, Zn, Ca, Na, B, Cu, Fe y Mn a floración del cultivo (18/12/98).
- 3) rendimiento de materia seca total y de grano del maíz a cosecha (18/1/99 para silo y 15/02/99 para grano).

Principales resultados y conclusiones

Los datos de análisis de suelo y planta de la “zona normal” y de la “zona problema” muestran que, en ambas zonas, los niveles de Zn no alcanzaban la categoría de *suficiencia*, de acuerdo a los criterios manejados en la bibliografía internacional.

En tal sentido, niveles de zinc en el suelo de 0.6 a 1 mg/kg son considerados como *marginales* y menores a 0.6 mg/kg son considerados *deficientes*.

Del mismo modo, contenidos de Zn en planta de entre 20 y 70 mg/kg son estimados como *marginales* o *críticos* y por debajo de 20 mg/kg se consideran *insuficientes*.

De acuerdo a tales rangos, la “zona normal” (0.81 mg/kg de Zn en el suelo y 21.6 mg/kg de Zn en planta) sería catalogada como *marginal* o *crítica* y la “zona problema” (0.31 mg/kg de Zn en el suelo y 14.6 mg/kg de Zn en planta) sería catalogada como *deficiente*, en lo que a disponibilidad de Zn para la producción de maíz se refiere.

Acorde con lo mencionado, en la “zona problema” con *deficiencia* de Zn, se cuantificó una disminución significativa en las producciones de materia seca y grano del maíz (7090 y 11800 kg/ha respectivamente), en relación con aquellas determinadas en la “zona normal” (10500 y 17300 kg/ha respectivamente).

La aplicación a 7 hojas del maíz de 6 litros/ha de *Phyto Zinco* revirtió el mencionado efecto, logrando que la producción del cultivo fuera similar a aquella cuantificada en la “zona normal”, con contenidos críticos pero no deficientes de Zn en el suelo.

En el tratamiento con 4 litros/ha de *Phyto Zinco* existió una clara tendencia a mejorar la producción del maíz, pero no se alcanzaron los niveles cuantificados en la “zona normal”.

La aplicación de *Phyto Zinco* a 2 lt/ha no mostró ninguna tendencia de mejorar la producción del maíz de la zona con *deficiencia* de zinc.

Estos resultados concuerdan con los contenidos de Zn cuantificados en las plantas de maíz. Tales valores estuvieron por arriba de 20 mg/kg en el cultivo tratado con 4 y 6 litros/ha de *Phyto Zinco*, con un contenido mayor en el tratamiento foliar con la dosis más alta de Zn. Con el tratamiento de 2 lt/ha de *Phyto Zinco*, el contenido de Zn en planta fue claramente *insuficiente*, menor a 20 mg/kg.

Finalmente, el contenido de clorofila tuvo una clara relación positiva con el contenido de zinc en la planta.

A modo de conclusiones se puede establecer que:

1) En la “zona normal”, con un contenido de Zn en suelo y planta considerado en la bibliografía como *marginal* o *crítico*, se alcanzaron rendimientos de maíz superiores a los 17000 kg/ha de materia seca total y 10000 kg/ha de grano.

2) En la “zona problema”, donde tales contenidos de Zn eran *deficientes*, se cuantificó una reducción significativa del rendimiento de materia seca total y grano del maíz.

3) Con una aplicación a 7 hojas del maíz de 6 litros/ha de *Phyto Zinco* se revirtió el mencionado efecto, logrando que la producción del cultivo fuera similar a aquella cuantificada en la “zona normal”, con contenidos críticos pero no deficientes de Zn en el suelo y en las plantas.

4) Probablemente, con la aplicación de Zn foliar en estados más tempranos del maíz (2-4 hojas), tal cual lo recomendado en la etiqueta del producto comercial utilizado, se obtendrían resultados positivos con dosis menores a 6 litros/ha de *Phyto Zinco*.

5) En tal sentido, el buen funcionamiento y velocidad de acción de los servicios de análisis de suelo y planta, se tornan un factor crítico, a fines de acortar el período entre la detección del problema y la realización del diagnóstico de causa y aplicación a tiempo de medidas para su solución.

Comentarios finales

La “zona problema” con deficiencia de zinc, representaba un 15% del área total bajo estudio, cultivada con maíz bajo riego.

La producción de grano de maíz fue de 10500 kg/ha en la “zona normal” sin clara deficiencia de Zn (85% del área cultivada). La producción de grano de maíz fue de 7090 kg/ha en la “zona problema” con marcada deficiencia de zinc (15% del área cultivada).

Considerando que la aplicación de zinc foliar a 6 lt/ha de *Phyto Zinco* corrigió la deficiencia del nutriente y permitió un rendimiento del cultivo similar a aquel alcanzado en la “zona normal”, se obtiene un beneficio bruto directo de 510 kg/ha de maíz o 58 dólares/ha (115 dól/tt) por realizar tal “manejo específico” (aplicación de Zn foliar) sólo en la “zona problema”.

Siendo que la zona problema a “tratar específicamente” sería en este caso un 15% del área cultivada, el costo del producto y aplicación del mismo sería de unos 5 dólares/há total cultivada. Considerando 3 dólares/ha más, de costos de análisis y otros, se alcanza un costo total de 8 dólares/ha total cultivada, lo cual deja un beneficio neto directo de 50 dólares/ha total cultivada.

Cabe aclarar que en este análisis extremadamente simple, no se tuvo en cuenta ni se valorizó la cuota parte de todas las labores e insumos aplicados pero no utilizados por el cultivo en la “zona problema”, al estar limitado su desarrollo y producción por un factor manejable, como lo fue la deficiencia de zinc en esta oportunidad.

Así mismo, tampoco se consideró ni se valorizó la posible mayor contaminación y otros efectos sobre los recursos naturales y el medio ambiente, causados, por ejemplo, por la pérdida (lavado, gaseosa, etc) de parte de los nutrientes naturales o agregados en forma de fertilizantes químicos, no utilizados por el cultivo con menor desarrollo en la “zona problema”.

Estas consideraciones, simplemente intentan representar y ejemplificar una vez más, los principales resultados y ventajas que, bien entendida y racionalmente utilizada, promueve la aplicación de la “Agricultura de Precisión”:

- mayor productividad por unidad de superficie
- mayor eficiencia de utilización de insumos y mayor eficiencia de producción
- mayor preservación de los recursos naturales y del ambiente

Finalmente cabe mencionar que, en el Proyecto “Intensificación de Sistemas de Producción del Litoral Sur del Uruguay Mediante la Utilización del Riego” con base ejecutiva en INIA La Estanzuela, se comenzarán a utilizar herramientas de Agricultura Satelital, tanto como soporte de las actividades de investigación, así como, para el “manejo más preciso” de los cultivos bajo riego.

Información sobre este Proyecto y otros relacionados (imágenes satelitales, pronósticos climáticos) puede encontrarse en el sitio WEB:

<http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/>