

ZONA CON DEFICIENCIA DE ZINC EN UN CULTIVO DE MAÍZ BAJO RIEGO

"Agricultura de Precisión"



Vista general del cultivo.

POR **AGUSTÍN E.F. GIMÉNEZ¹**
Y **ADRIANA GARCÍA LAMOTHE²**

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 la aplicación de algunas medidas de manejo distintas o "diferenciales" de las que se emplean 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 Systems 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.

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.

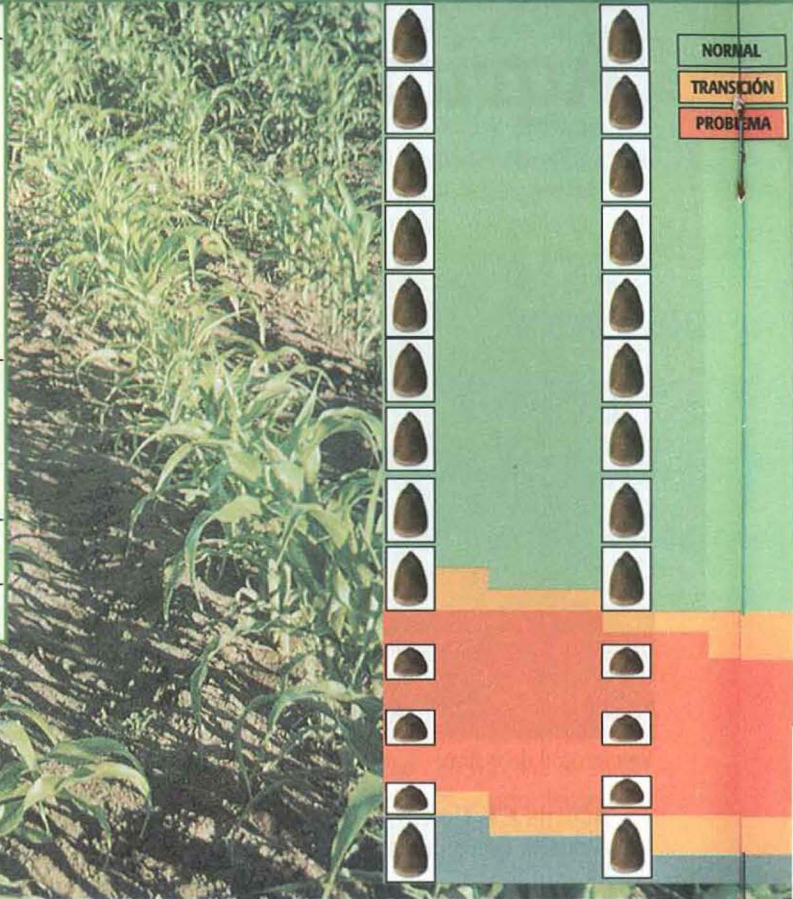
Sin embargo, la identificación de "zonas problema" dentro de una misma área cultivada, el diagnóstico de causas y la aplicación diferencial de insumos o de medidas de manejo para su corrección, básicamente podrían realizarse también prescindiendo en forma parcial o total de las herramientas mencionadas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

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

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

	"ZONA NORMAL"	"ZONA PROBLEMA"
Suelo:	20/10/98	20/10/98
pH (H ₂ O)	5,3	7,5
C. Org.	2,45%	1,34%
N-NO ₃	23 ug/g	26,5 ug/g
P	44 ug/g	41 ug/g
K	0,68 meq/100g	0,83 meq/100g
Zn	0,81 mg/kg	0,31 mg/kg
Arena	6%	9%
Limo	69%	57%
Arcilla	25%	34%
Planta:	20/10/1998 4 hojas	20/10/1998 4 hojas
N	4,56%	4,01%
P	4,63 mg/g	4,42 mg/g
K	4,82%	4,67%
Zn	21,6 mg/kg	14,6 mg/kg
Clorofila (índice Minolta)	52	30



"Zona problema".

Esta experiencia representa un ejemplo más de las posibles aplicaciones, alcances, utilidad e importancia de la "Agricultura de Precisión" o "Manejo Específico de Áreas", ya sea para sistemas de producción altamente tecnificados o simplemente para los 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 internodal, 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:

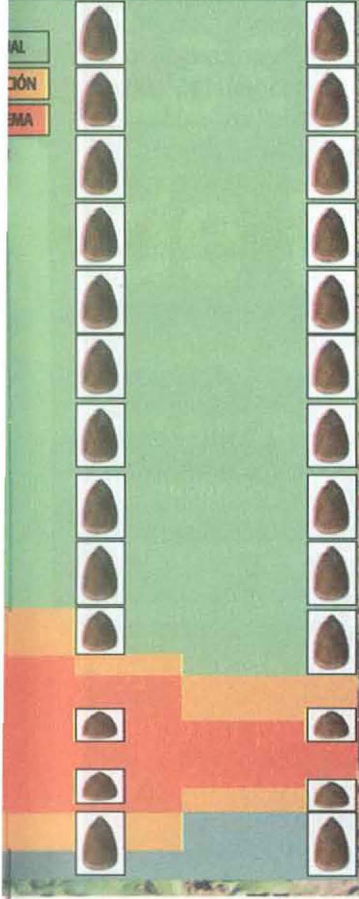
Producto evaluado: Phyto Zinco (Agritec), formulado con 6,4% de Zn.

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:

SUELO Y PLANTA DE LA "ZONA NORMAL"
MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DE MAÍZ



MANEJO GENERAL DEL CULTIVO	
Cultivar de maíz:	Pioneer 3752
Fecha de siembra del maíz:	5/9/98
Fecha de emergencia del maíz:	20/9/98
Nº de plantas/ha a cosecha:	95.000
Fertilización:	140 kg/ha de 18-46-0 a la siembra 90 kg/ha de urea a V6 (6 hojas)
Herbicida/ha:	Eradicane 7L.+ Atrazina 90 2kg
Riegos:	15 mm preemergencia (15/9) 30 mm a V2 (2 hojas, 9/10) 30 mm a floración (4/12) 30 mm a floración (11/12)
Cosecha para silo:	18/1/99
Cosecha para grano:	15/2/99
Superficie total:	1 ha
Superficie problema:	15% del área total

En el Proyecto "Intensificación de Sistemas de Producción del Litoral Sur del Uruguay Mediante la Utilización del Riego" se comenzarán a usar herramientas de Agricultura Satelital ●

- 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 (18/01/99 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, 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 de 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 (7.090 y 11.800 kg/ha, respectivamente), en relación con las determinadas en la "zona normal" (10.500 y 17.300 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 la 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 tendencia alguna a mejorar la producción del maíz de la zona con deficiencia de zinc.

La obtención de una mayor productividad por unidad de superficie es una de las ventajas de la "Agricultura de Precisión" ●

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 17.000 kg/ha de materia seca total y 10.000 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, lográndose que la producción del cultivo fuera similar a la 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), como se recomienda 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 la velocidad de acción de los servicios de análisis de suelo y planta se tornan un factor crítico, a fin de acortar el período entre la detección del problema y la realización del diagnóstico de causa y la aplicación a tiempo de medidas para su solución.

COMENTARIOS FINALES

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

La producción de grano de maíz fue de 10.500 kg/ha en la "zona normal", sin clara deficiencia de Zn (85% del área cultivada). La producción de grano de maíz fue de 7.090 kg/ha en la "zona problema", con marcada deficiencia de zinc (15% del área cultivada).

Considerando que la aplicación de zinc fo-

liar a 6 lt/ha de Phyto Zinco corrigió la deficiencia del nutriente y permitió un rendimiento del cultivo similar al alcanzado en la "zona normal", se obtuvo un beneficio bruto directo de 510 kg/ha de maíz o 58 US\$/ha (115 US\$/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, 15% del área cultivada, el costo del producto y su aplicación se ubicaría en unos 5 US\$/ha total cultivada. Considerando 3 US\$/ha más, de costos de análisis y otros, se alcanza un costo total de 8 US\$/ha total cultivada, lo cual deja un beneficio neto directo de 50 US\$/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 su producción por un factor manejable, como lo fue en esta oportunidad la deficiencia de zinc.

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 usar herramientas de Agricultura Satelital, como soporte de las actividades de investigación y para lograr un "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/>

Una mayor eficiencia en el uso de los insumos y una mayor eficiencia de producción son otros de los beneficios de este sistema ●