

Taller : Manejo por ambientes : conceptos y fertilización variable en el sur de Bs As

Ing Agr, PhD Gabriel Vazquez Amabile

(Unidad I+D – AACREA)

1- Introducción

En los últimos años, en varias zonas de la región pampeana, el avance de la agricultura sobre la ganadería, y su consecuente abandono de la rotación con praderas, ha ido dando lugar a un replanteo del uso del alambre perimetral, en forma de cuadros, como elemento de división entre lotes de aptitud agrícola.

Paralelamente, y con el afianzamiento de la agricultura continua, ha ido también avanzando el concepto de “Agricultura por Ambientes” reemplazando la planificación tradicional de potreros cuadrados, por un criterio nuevo de división entre unidades agrícolas. Este criterio implica la redefinición de los límites de potrero de acuerdo a “ambientes” o unidades de paisaje que tienen potencialidades y limitaciones distintas, por ejemplo, separando los bajos de lomas, suelos profundos de suelos someros, etc.

El sur de la provincia de Bs As no ha sido ajeno a esta tendencia y se va extendiendo gradualmente una forma de planificación en la cual se asignan rotaciones distintas a unidades de paisaje que presentan limitantes y potencialidades contrastantes. En este sentido, cultivos como el maíz y el girasol se ubican preferentemente en posiciones de hondonadas y la soja, los cultivos de cosecha fina y sojas de segunda en posiciones de loma. Esta planificación por ambientes confiere mayor estabilidad entre años al rinde promedio de un establecimiento. Vale decir que el criterio antedicho considera no solo el potencial de producción, sino también el grado de variabilidad interanual y requiere de antemano identificar cuál o cuáles son los factores limitantes para los distintos cultivos.

Sin embargo, también en los últimos años, y de la mano del GPS y sus múltiples aplicaciones, la tecnología nos pone ante el desafío de lo que comercialmente se denominó como “agricultura de precisión”, y que preferentemente deberíamos denominar como “Manejo Sitio Específico”. En este aspecto, la fertilización en dosis variables y siembra en densidades variables, vienen siendo las dos prácticas propuestas más conocidas en agricultura extensiva, no exentas de dificultades a la hora de ser aplicadas.

2- Agricultura por ambientes y Manejo sitio Específico

El salto del lote rectangular a la “planificación por ambientes” ha sido, sin duda, un cambio significativo en la forma de planificar un establecimiento, e implica un análisis agronómico cuya solución varía de una zona agroecológica a otra (pampa arenosa, pampa ondulada, pampa serrana, Chaco, etc).

Sin embargo, lo que se denomina hoy como “Manejo Sitio Específico”, tiene un grado de complejidad mayor, ya que implica “hilar más fino” con el fin de poder asignar distintas dosis, dentro de un mismo “ambiente o Unidad de paisaje”, conforme a la potencialidad y disponibilidad de nutrientes de subunidades “de suelo”. Se dice aquí “de suelo” precisamente porque dentro de una unidad de paisaje (loma extendida, por ejemplo) las diferencias que presentan cierta “consistencia en el tiempo” suelen deberse fundamentalmente a diferencias en el perfil del suelo (unidad taxonómica de suelo por definición). No obstante, algunos autores han encontrado

heterogeneidades debidas a “historia de lote”, a la hora de unificar en un mismo ambiente lotes de igual suelo, pero con historias distintas de uso y manejo.

Un estimador “empírico” de la potencialidad productiva puede ser el uso de mapas de rendimiento. No obstante, pretender identificar diferencias de potencial productivo en función de un único mapa de rendimiento, por ejemplo, del cultivo anterior, encierra el riesgo de no ser exacto si las variaciones de rinde se han debido a cuestiones culturales tales como desuniformidad en la siembra, enmalezamiento por manchones, enfermedades o plagas no identificadas en manchones, granizo, heladas, etc. Debe recordarse que el rendimiento es la “resultante” de la conjunción de varios factores. De modo que el uso de mapas de rendimiento, de gran ayuda por cierto, implica tener una serie histórica de este tipo de registros, donde se pueda identificar, y luego validar en el potrero, los sitios de mayor o menor potencial productivo, su consistencia en el tiempo y sus causas (posición en el relieve, capacidad de retención de agua, profundidad efectiva, etc). De no ser así, por ejemplo, la implementación de un manejo nutricional sitio específico, en base a áreas identificadas incorrectamente, podría introducir “un ruido adicional” a la hora de explicar la variabilidad del próximo mapa de rendimiento.

A la luz del conocimiento agronómico actual, no parece descabellado considerar a la “Serie de suelo” como unidad discreta para identificar limitantes y potencialidades de rinde dentro de un paisaje. La complicación que esto implica “en la práctica”, es que un mapa muy detallado de suelo, no es algo sencillo de realizar a la hora de separar series puras en Asociaciones o Complejos edáficos.

Sin embargo, hay zonas en las que la tecnología actual nos permite separar series de suelo. Este es el caso de la zona Sudeste de Bs As, donde gran parte de las series de suelos de aptitud agrícola descriptas por INTA, difieren entre si, por su profundidad efectiva, es decir, por la profundidad de la capa de tosca o de piedra. Los suelos profundos de esta zona difieren en otras características, pero podría decirse que identificar la variabilidad en la profundidad efectiva de los suelos en esta zona, ha dejado de ser una limitante.

2.a- Algunos conceptos fundamentales

En los últimos 15 años, aparecieron muchas herramientas para la agricultura de precisión, como los banderilleros satelitales, el corte por secciones en pulverizadores, los monitores de siembra y de rendimiento, la fertilización y siembra variable, el acceso a imágenes de variada resolución, la altimetría de alta resolución, el *software* para cruzar y superponer información digitalizada, etcétera”.

Asimismo, estas herramientas nos permiten conocer mejor la variabilidad espacial y temporal de nuestros sistemas; caracterizar mejor nuestros lotes; producir considerando el suelo, la topografía y la hidrología; planificar mejor los cultivos y las actividades; hacer un uso más eficiente de los insumos, y ser más eficientes también en términos ambientales.

Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, lo más importante es recordar que todos estos instrumentos “son medios y no fines en sí mismos”. En este sentido, a veces creemos que el fin es saber usar tal o cual aparato, sin entender que es sólo un medio para producir mejor.

Con respecto a lo que aún “no” se puede hacer con estas herramientas, es caracterizar ambientes y mapear suelos “sin ir al campo”. Es decir, lo remoto tiene una utilidad, pero siempre necesita una validación o, al menos, un ajuste en el potrero. Tampoco se puede detectar en forma remota la profundidad de tosca ni la profundidad de la napa, aunque hay investigaciones que están tratando de lograr las dos cosas.

Inclusive hoy no se pueden detectar anticipadamente anomalías de cultivos en forma remota (malezas, insectos y enfermedades). Tampoco se pueden monitorear cultivos “desde el escritorio”, porque aún no hay tiempo real en baja ni en alta resolución.

2.b- Cinco Pasos para la ambientación

Ante la actual situación de los productores y técnicos en relación con la agricultura de precisión y el manejo por ambientes, podríamos definir cinco puntos a tener en cuenta al tratar de identificar qué ambientes son más aptos para cada actividad:

1. Identificar las limitantes más importantes de cada sistema, ya que cada zona tiene las suyas y cada campo también.
2. Determinar la escala de trabajo.
3. Identificar las herramientas que pueden servir y los datos que se necesita recopilar para separar áreas homogéneas de manejo del campo
4. Definir el o los suelos de cada ambiente.
5. Por último, se deben tener en cuenta los ensayos zonales o usar modelos para cuantificar la variabilidad temporal y espacial de distintos posibles escenarios de manejo, para la toma de decisiones

Identificación de Limitantes

Respecto del primer punto, las limitantes de cada sistema pueden ser climáticas o edáficas. Un ejemplo de las primeras es el clima de Santiago del Estero, que posee temperaturas altas e invierno seco. “En esta zona hay alta oxidación de residuos; por el clima, cuesta mucho mantener la cobertura, y el aporte de carbono al sistema es bajo”. Además, esta zona presenta dificultades para incorporar gramíneas, cuyo rol en la rotación es importante, ya que, por su sistema de raíces, generan estructura y aportan materia orgánica.

Otra forma de limitación climática es lo que ocurre en vastos sectores del sur de la provincia de Buenos Aires con las heladas. El período libre de heladas condiciona, porque no permite sembrar temprano o hacer soja de segunda.

Cuando se enfrentan limitaciones edáficas, una estrategia es ambientar en función de la situación que tenga cada establecimiento. Para esto es importante, primero, identificar cuál es la limitante: si hay presencia de tosca, si se trata de lomas con pendientes, si hay falta de retención de humedad por suelo arenoso.

Siempre es bueno ir de lo grueso a lo fino. Por ejemplo, si hay mucha pendiente, primero se debe hacer una práctica de conservación gruesa, como las terrazas. Luego se deben definir las rotaciones de cultivos, en loma y bajo. Y después hay que ir a lo fino, que son las estrategias de cultivos para cada ambiente en cada rotación: la fecha de siembra, la variedad, la densidad, la fertilización, etcétera”.

Escala y las herramientas

El segundo punto es definir la escala de trabajo: si voy a operar en el nivel regional o en el nivel de lotes, en potreros grandes o chicos. En esta etapa hay que tener cuidado, y saber la escala a la que fue relevada la información con la que contamos. A veces se pasa por alto si esa información es en escala 1:1000 o 1:50.000, lo cual conlleva al error de mezclar información de distinta escala o nivel de resolución.

En este sentido, se ha visto superponer un mapa del INTA escala 1: 50.000 con un mapa de rendimiento del mismo lote pero con una escala de 1:5000. “Superponer capas puede confundirnos si no respetamos la escala. A veces, los sensores son muy distintos; por eso, primero hay que identificar las limitantes, después pensar en qué escala voy que trabajar y decidir cuál es la que me va a servir”.

El tercer paso es identificar herramientas para separar áreas homogéneas de manejo. Entre ellas, podemos mencionar al Índice Verde Normalizado (NDVI) de imágenes satelitales, los mapas de rendimiento, la altimetría digital, la interpretación de fotos aéreas, el mapeo de tosca y los mapas de conductividad eléctrica.

Respecto del Índice Verde, esta herramienta permite observar las variaciones entre lotes y entre años, e identificar las variables que determinan el balance de agua del cultivo, que por lo general están ligadas al suelo”.

Observando el gráfico de la Figura 1 el color verde brillante, por ejemplo, significa que el cultivo está creciendo muy bien. En cambio, cuando un color verde más oscuro es sinónimo de menor biomasa vegetal. EL Índice verde es una ayuda muy valiosa cuando no se dispone de mapas de rendimiento y de costo muy accesible, incluso el acceso a muchas de las imágenes satelitales es gratuito (Landsat, CBERS, Modis, etc). Sin embargo, hay que aclarar que el Índice Verde “no siempre lo dice todo. Puede dar señales de buena biomasa, porque está bien verde, pero el mapa de rendimiento puede mostrar otra cosa por efecto de las malezas (figura 1).

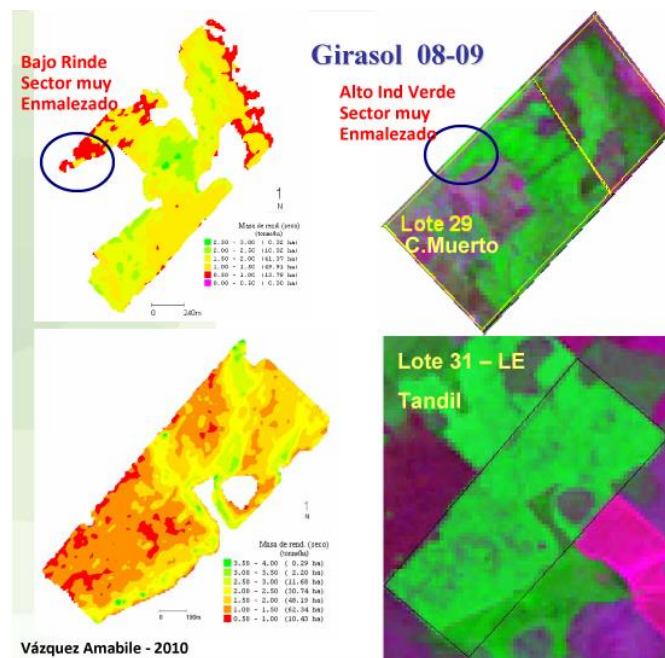


Figura 1. Mapa de rendimiento de un lote de girasol enmalezado (izquierda) y datos de Índice Verde (derecha)

También se avanzó mucho en la altimetría digital; hoy se puede desde interpolar cartas topográficas, mediante la digitalización de las curvas de nivel (resolución variable según escala de relevamiento), hasta contratar un agrimensor que diseñe un plan de altísima resolución para poder apreciar en detalle toda la topografía del

campo. Esto permite delinear vías de desagües, delimitar bajos y lomas y diseñar terrazas y canales con mucha precisión (figura 2).

Suelos y modelos

El cuarto paso para comenzar a ambientar es identificar y describir los suelos de cada ambiente. El suelo es resultante de la acción del clima, del relieve, de la vegetación y del tiempo; la serie es la unidad de ambiente por excelencia.

Esta instancia permite cuantificar el balance de agua y de nutrientes, y determinar las áreas de mayor o menor potencial productivo. Una vez que se conoce el perfil de suelo se abre la puerta al uso de modelos matemáticos y sistemas de soporte de decisiones (ya validados en algunas zonas). Estos modelos que requieren información edáfica y registros históricos climáticos locales, y permiten simular o reproducir la dinámica del agua y del crecimiento de un cultivo, para una serie de años determinada.



Figura 2. Mapas de altimetría digital – Delimitación de ambientes de loma y bajo (izquierda) y terrazas con sus vías de desagüe (derecha), en un establecimiento del partido de Tandil

Los modelos permiten cuantificar los potenciales y limitantes de cada ambiente asociados a cada suelo; comparar genotipos para distintos escenarios de manejo, climáticos y edáficos; y realizar análisis de riesgo de distintas estrategias de producción. En síntesis, permiten simular varios escenarios de manejo de sistemas agrícolas.

El uso de modelos de cultivo es una estrategia muy interesante para analizar cómo funciona el conjunto de un sistema agrícola. La ambientación es algo más que un mapa de suelos. Se requieren modelos para cuantificar variables clave de un sistema que está integrado por el suelo pero, también, por el cultivo y por el clima

Una vez que se identifican ambientes de manejo, o digamos “unidades homogéneas”, que indican que en un sector hay un mismo suelo y una misma combinación de factores, entonces tiene sentido pasar a un nivel superior de complejidad y hacer “*sintonía fina*” y manejar nutrición en forma diferencial.

3- Manejo Sitio Específico, Fertilización variable y sustentabilidad.

La posibilidad de aplicar fertilizantes en forma diferencial en sectores del lote con distinto potencial productivo, tiene sentido desde el punto de vista de la asignación eficiente de recursos a un cultivo. Pero no solamente desde el aspecto económico, sino también desde el punto de vista del impacto ambiental.

La aplicación en exceso de un fertilizante nitrogenado que no es aprovechado por el cultivo, deja abierta la posibilidad a su pérdida por lixiviación a la napa freática o por escurrimiento a cursos o cuerpos de agua superficial. Este proceso se conoce como riesgo de contaminación difusa.

Adicionalmente, una cuestión relativamente nueva es el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de todas las actividades antrópicas, a la cual la agricultura no está ajena. Los gases emitidos por la actividad agrícola proceden de varias fuentes tales como combustible utilizado, mineralización del Carbono del suelo y residuos de cosecha, y fundamentalmente por las emisiones de óxido nitroso que proceden de la fertilización nitrogenada.

De modo tal que la tecnología de aplicación variable de nitrógeno en cultivos extensivos, ofrecería algunas oportunidades tales como:

- Optimizar el uso de fertilizantes en base al potencial productivo diferencial dentro de un lote de producción
- Minimizar el contenido de N residual en sectores de menor potencial y sus posteriores pérdidas por lixiviación y volatilización
- Optimizar las emisiones de gases efecto invernadero producida por óxido nitroso y hacer más eficiente la relación insumo aplicado/ Carbono secuestrado.
- Maximizar el resultado económico del cultivo fertilizado.

Sin embargo, esta tecnología, para la cual existen herramientas de aplicación, encierra un desafío debido a que:

- No es sencillo identificar un factor limitante del sistema que sea consistente en el tiempo y que sea mapeable (discretizable).
- No es sencillo asignar el potencial productivo para distintos sectores de diferente aptitud
- El esfuerzo para realizar todo esto requiere más conocimiento y más detalle del lote de producción, que el requerido en un manejo tradicional de dosis uniforme.

4- Un caso de estudio en el Sudeste de Bs As: Fertilización Variable en suelos someros

La profundidad efectiva como limitante principal en suelos bien drenados y moderadamente bien drenados del sur de la provincia de Buenos Aires ocupa un área significativa. Si se analiza el Atlas de Suelos de INTA de la Prov. de Bs As (escala 1:500.000) (INTA ,1995), esta limitante por presencia de tosca, o piedra, abarca 1.331.000 hectáreas en el sudeste y 2.866.000 hectáreas en el sudoeste de la provincia.

La presencia de tosca o piedra en el perfil de suelo confiere una limitación al almacenaje de agua y a la exploración de las raíces. En este sentido, el potencial de producción se ve reducido a medida que disminuye la profundidad del perfil de suelo.

En este sentido, a modo de ejemplo, podemos referir un trabajo, o caso de estudio, realizado en el sudeste de la provincia de Bs As, en los años 2012, 2013 y 2014, con el fin de analizar el resultado de las estrategias de fertilización variable y uniforme, en cultivos de trigo y cebada, en lotes con presencia de tosca de Tandil y Necochea. El objetivo fue analizar su impacto sobre el rendimiento, el resultado económico y las emisiones de GEIs y la cantidad de N no utilizado por el cultivo.

Por razones de espacio, no se incluye el trabajo completo¹, pudiendo acceder a los detalles del mismo y en el sitio <http://elibrary.asabe.org/techpapers.asp?confid=miss2013>

Dicho estudio se llevó a cabo teniendo en cuenta los pasos y algunas de las herramientas mencionadas en los párrafos anteriores, tales como mapas de tosca, mapas de aplicación variable, mapas de rendimiento y modelos de simulación de cultivo.

Metodología

Para definir las dosis de nitrógeno a aplicar, se determinaron “rindes objetivo” para los tratamientos de fertilización uniforme y variable. La dosis “uniforme” se asignó conforme a un rendimiento objetivo alcanzable de 5000 kg/ha promedio para todo el lote, en base a los rindes obtenidos en años anteriores en los mismos lotes. En cuanto a las dosis variables, las mismas se asignaron definiendo un rendimiento objetivo, factible, para distintos rangos de profundidad de tosca.

Los rindes por rango de profundidad de suelo se estimaron en base a simulaciones con modelos matemáticos de cultivo, previamente validados. Las simulaciones se realizaron con el modelo Ceres Wheat, en DSSAT v.4.0, (Jones et al., 2003), para un período de 37 años, con datos climáticos diarios locales para el cultivo de trigo con Nitrógeno “No limitante”, en seco. La Figura 3 presenta las curvas de probabilidad acumulada de rendimiento para cuatro profundidades de suelo (25, 50,75 y 100 cm de profundidad efectiva), para el cultivo de trigo sembrado el 20 de junio, y los valores medios de rendimiento de cada escenario. Estos valores medios se utilizaron para establecer a priori, los rindes objetivo y la fertilización correspondiente en el tratamiento de fertilización variable. Los rindes simulados de trigo se tomaron como una aproximación a los rindes de cebada.

1. Vázquez Amabile, G, .Gonzalo, M. Pella, G. Cueto y S. Galbusera. 2013 Evaluation of the Variable Rate Fertilization in winter crops for shallow soils using depth-soil mapping and crop simulation models in southeastern Pampas, Argentina. 2013 ASABE Annual International Meeting. Kansas City, Missouri EEUU. 21 al 23 Julio.
<http://elibrary.asabe.org/techpapers.asp?confid=miss2013>

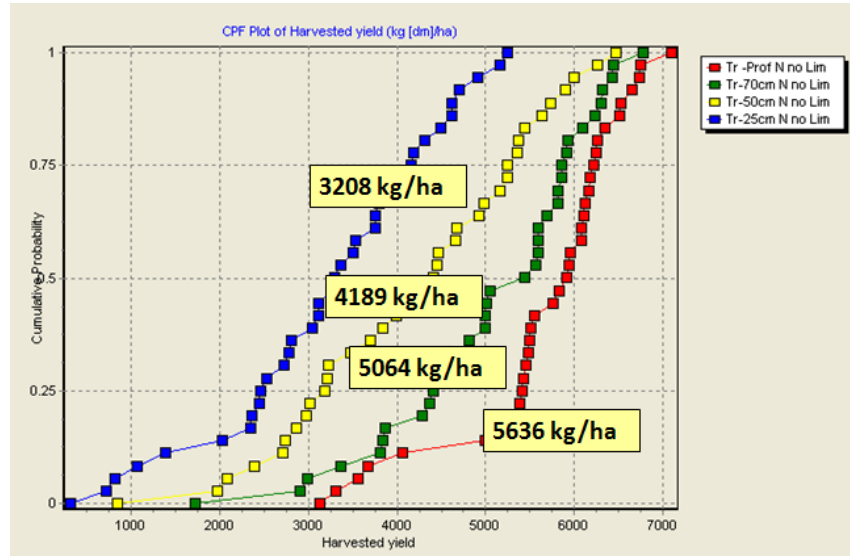


Figura 3 – Rendimientos simulados con el modelo Ceres Wheat para el periodo 1974-2010 para cuatro profundidades de Suelos y N no limitante.

Una vez establecidos los rindes objetivos para cada rango de profundidad de suelo (Tabla 1), se asignaron los modelos de respuesta a la fertilización nitrogenada utilizados y validados en la zona (González Montaner et al. , 1997). Los valores de fósforo inicial oscilaron entre las 10 y las 12 ppm (Kurtz y Bray 1) y todos los tratamientos recibieron una fertilización de 110 kg PDA/ ha a la siembra. En función del rinde objetivo, y el N inicial (a la siembra) hasta los 60 cm, se determinaron las dosis de urea a aplicar, a partir del comienzo de macollaje para cada lote en particular.

Seguidamente se procedió a confeccionar, para cada lote, un mapa de prescripción para la aplicación variable de urea, en base a rangos de profundidad de suelo y los rindes objetivo establecidos para cada rango. El mapa de prescripción se transfirió al equipo aplicador para la dosificación variable y posteriormente se chequearon las dosis aplicadas con las prescriptas, observando un excelente resultado de la aplicación.

En cada sitio de análisis, se procedió a realizar la cosecha con monitor de rendimiento. Los datos de los mapas de rendimiento se analizaron y se eliminaron datos erróneos. Posteriormente se cruzaron los datos de rendimiento con el mapa de tosca y de dosis de aplicación de urea, utilizando varios sistemas de información geográficos. (Figura 4).

Tabla 1- Definición de rindes objetivo para dosis variables y uniforme en los sitios de estudio, según rangos de profundidad de tosca.

Rango de Profundidad de Tosca (cm)	Dosis Variable		Dosis Uniforme	
	Rinde Objetivo	Modelo N	Rinde Objetivo	Modelo N
20-40	3300	100-Ni	4950	150-Ni
40-60	4125	125-Ni	4950	150-Ni
60-80	4950	150-Ni	4950	150-Ni

80-100	5940	180-Ni	4950	150-Ni
>100	5940	180-Ni	4950	150-Ni

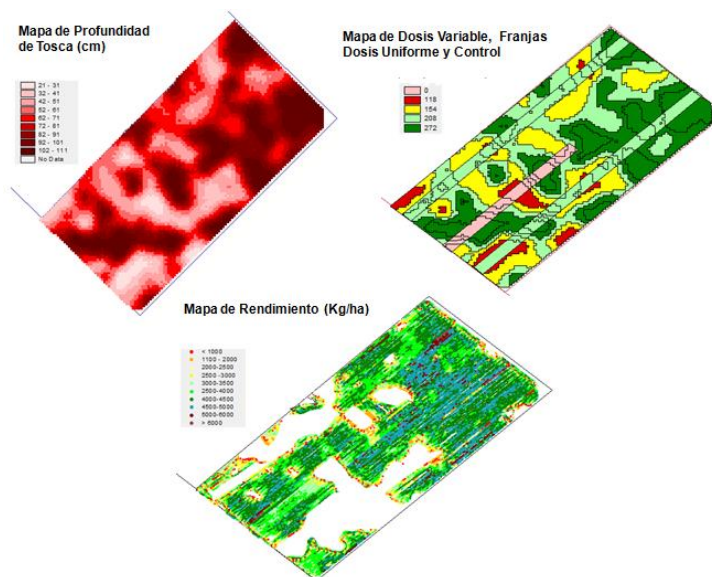


Figura 4- Información georreferenciada utilizada en todos los sitios. La Figura presenta los Mapas de Profundidad de tosca, de Dosis variable por rango de profundidad y de Monitor de Rendimiento del Sitio “Lote 31 , La Dulce, cebada 2012”.

Resultados y Conclusiones

La profundidad de tosca como criterio para la definición de sitios con mayor o menor potencial no parecería del todo inadecuado, debido a que, en todos los sitios, el rendimiento se incrementó significativamente con el aumento de la profundidad efectiva, en los 3 años del estudio. Sin embargo, no resultó suficiente para determinar una mayor respuesta en rendimiento frente a mayores dosis de N en sectores más profundos, en cultivos de invierno. Es probable que para lograr un rinde objetivo mayor en sectores de suelo más profundo, sea necesario no solo aplicar una dosis mayor de N, sino también hacer un manejo diferencial de la nutrición, por ejemplo incluyendo fertilizaciones parciales a lo largo del ciclo del cultivo.

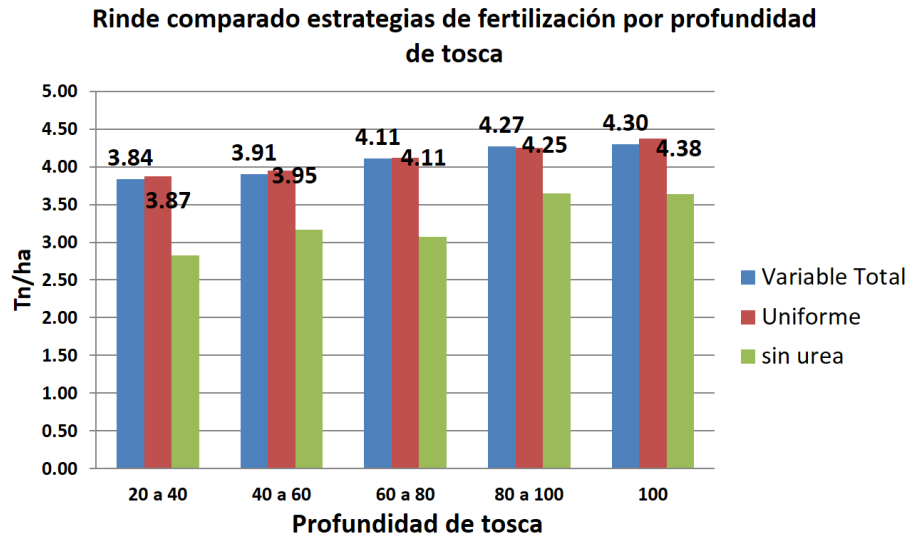


Figura 5 – Rendimientos según tratamiento por profundidad de suelo en los años 2012 y 2013

En los primeros dos años del ensayo, los rendimientos en los sectores más someros, fueron en general similares en ambos tratamientos. Esto hablaría en favor de la aplicación variable, con dosis menores para sectores con menor potencial de rendimiento, en seco, economizando urea y dejando menor N residual en el suelo. Sin embargo, en sectores profundos, la fertilización variable no superó a la uniforme, ni tampoco logró alcanzar rindes objetivos de casi 6000 kg/ha, en las dos campañas analizadas. De modo que, en los sectores más profundos, la dosis variable fue menos eficiente que la dosis uniforme.

Sin embargo, en el tercer año, con lluvias muy uniformes durante todo el ciclo, el agua no fue limitante en los sectores someros de los lotes, con lo cual los tratamientos con dosis variable limitaron el N disponible dando lugar a menores rendimientos que la dosis uniforme. En este sentido el “Efecto año” fue más significativo que las diferencias intra-lote por profundidad de suelo. La Figura 6 muestra que los rendimientos de la campaña 2013-2014 respondieron menos a la profundidad de suelo que en los años 2011-2012 y 2012-2013

En el tercer año con muy buena provisión de agua, el Margen Bruto (u\$s/ha) fue máximo para el testigo sin urea en suelo profundo y para dosis uniforme en sectores someros, siendo mayor la respuesta a la fertilización en los sectores someros que en los sectores de suelo profundo.

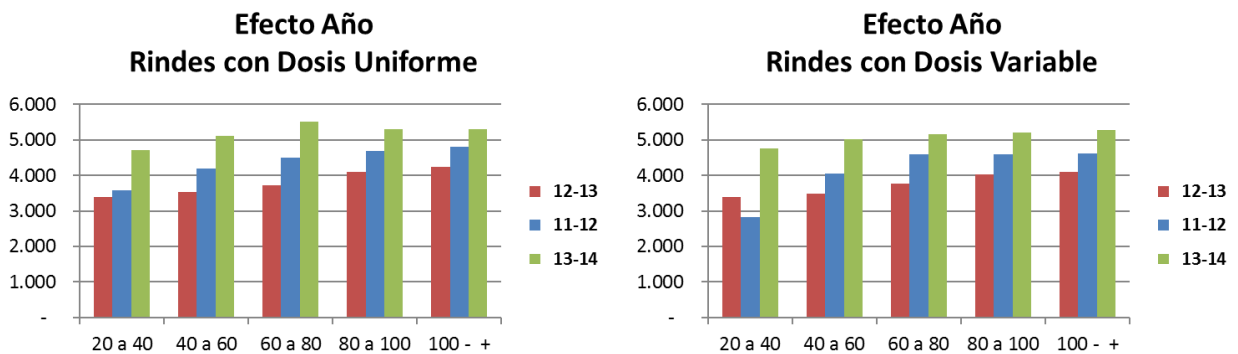


Figura 6- Efecto año muy favorable: los rendimientos de la campaña 2013-2014 respondieron menos a la profundidad de suelo que en los años 2012 y 2013

En cuanto a Emisiones de GEIs, la fertilización variable en sectores someros dio lugar a emisiones de 18% y 36% menores a la fertilización uniforme. En sectores de suelo profundo las emisiones fueron un 16% mayor en fertilización variable por utilizar dosis mayores de N, sin lograr el rinde objetivo. En el tercer año las emisiones totales por hectárea fueron similares, pero se modificaron por Tonelada de grano.

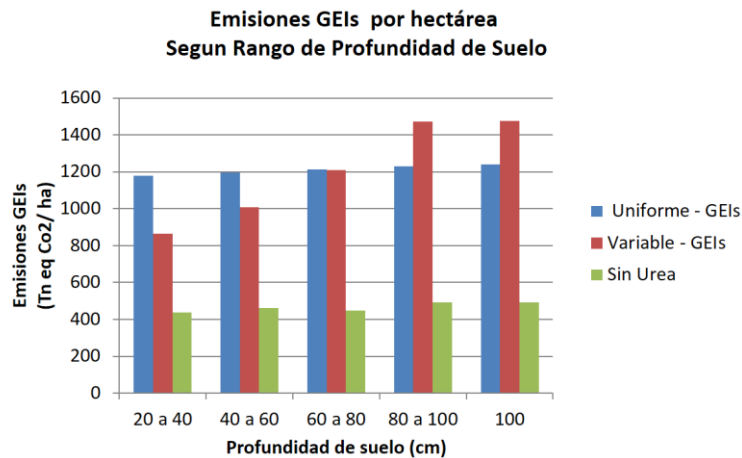


Figura 7 - Emisiones totales por hectárea promedio por rango de profundidad de suelo.

En agricultura de secano, las variaciones entre años pueden hacer que una misma estrategia funcione en algunos años y en otros no. Esto es un factor a tener en cuenta en fertilización variable donde se conjugan la variabilidad espacial con la variabilidad interanual. Es decir, en años más bien secos, una estrategia conservadora de fertilización puede ser exitosa y en años lluviosos resultaría poco eficiente. Esta solución de compromiso es difícil de resolver en forma categórica en lotes con variaciones grandes en la profundidad de suelo. Sin embargo, en cultivos bajo riego, ajustar las dosis de N por profundidad de suelo podría llegar a ser más exitoso.

Sería deseable continuar explorando el alcance de estas estrategias en suelos con presencia de tosca, en planteos bajo riego y con manejos nutricionales diversos. Vale también mencionar que la tecnología actual permite claramente realizar mapeos de la profundidad efectiva de suelos en lotes con presencia de tosca, o piedra, lo cual es una herramienta de gran valor en amplios sectores del sur de la provincia de Buenos Aires. Asimismo, está al alcance del productor la tecnología para asignar dosis variables de fertilizantes con equipo adecuado, de acuerdo a mapas de prescripción. Todo esto unido a la posibilidad de relevar el rendimiento con monitores de cosecha y obtener un gran número de puntos para su posterior análisis con GIS y software estadístico. Como contraparte puede mencionarse que la implementación de la fertilización variable requiere más conocimiento de parte de los técnicos y personal involucrado en la producción agrícola.