



## Estimación a campo del rendimiento en Soja.

El proceso de estimación de rendimiento a campo suele arrojar en mayor o menor medida resultados erráticos. Esto se debe al impacto variable de un conjunto de factores en juego de la planta, el ambiente y el manejo. El artículo aborda esta problemática con enfoque en los aspectos del funcionamiento del cultivo de soja que, de no ser considerados, podrían sumar al error general del proceso. Además propone una metodología para el relevamiento y estimación de rendimiento en el cultivo de soja.



## Estimación a campo del rendimiento en Soja.

Por: Ing. Agr. Gabriel Guarino

Palabras clave: estimación, rendimiento, soja, ambiente, metodología



En poco tiempo muchos de los cultivos de soja entrarán en la recta final y los rendimientos de los lotes comenzarán a quedar definidos desde el punto de vista fisiológico. Son variados y numerosos los motivos por los cuáles suelen llevarse a cabo las estimaciones de rendimiento en pre-cosecha. En números anteriores de “Cultivar Decisiones” se plantearon los alcances y limitaciones de este proceso, y se abordó el uso de imágenes satelitales como herramienta de apoyo durante su realización. (Cultivar decisiones nº 61 y 113, respectivamente, disponibles en [www.cultivaragro.com.ar](http://www.cultivaragro.com.ar) ).

La presente nota busca hacer foco en el cultivo de soja, y particularmente en determinados aspectos del mismo que, por su impacto en la reducción del error que todo proceso de estimación acarrea, deben ser contemplados al momento de diseñar un procedimiento de estimación.

El rendimiento del cultivo de soja está fuertemente asociado al número de granos por unidad área (NG) y, en menor medida al peso de granos (P1000). Sobre esta base se apoyan la mayoría de las metodologías de estimación. Es decir, buscan una medida confiable del número de granos, que queda definido antes que su peso, y para éste último se estima en función de las condiciones actuales y futuras posibles cambios respecto de un peso teórico.

En el cultivo de soja, un determinado NG se puede lograr con distintas densidades de plantas. Modificaciones en la densidad o disponibilidad de recursos generan cambios en el tipo de planta que se logra –por ejemplo, desde el punto de vista del número de ramificaciones-. Asimismo, en muchos casos, la heterogeneidad de ambientes explorados

también genera una gran variabilidad entre plantas dentro del cultivo, o inclusive dentro de un mismo surco entre plantas linderas.

La estructura de planta queda entonces determinada por la cantidad de plantas logradas y la disponibilidad de recursos - aunque cabe aclarar que existen diferencias no menores entre genotipos-. A modo de ejemplos contrastantes, en un cultivo de baja densidad y adecuadas condiciones ambientales se generará una estructura de planta muy ramificada, mientras que cultivos muy densos en ambientes limitantes tendrán plantas con pocas o nulas ramificaciones. En el primer caso la variabilidad en la estructura de plantas linderas estará dada por la cantidad de ramificaciones, mientras que con altas densidades y escasez de recursos serán las diferencias entre plantas dominadas y dominantes las que generen la variabilidad. En cualquiera de los dos casos resulta determinante que la metodología de monitoreo y estimación de rendimiento contemple, en la mayor medida posible, la enorme variabilidad entre plantas de una población dentro del cultivo y no se apoye en el resultado de un pequeño número de plantas aisladas.

Frecuentemente, en el proceso de estimación se seleccionan plantas al azar con el objetivo de establecer el NG de una planta promedio que, multiplicado por la densidad y P1000 estime el rendimiento. Sin embargo, el ojo del estimador tiende a ser subjetivo y, en muchas ocasiones, la selección no resulta completamente al azar sino que se termina seleccionando determinado tipo de planta. Esta metodología incrementa finalmente el error en la estimación. Con el fin de eliminar subjetividad en otras metodologías se propone seleccionar plantas de manera sistemática, ej.



contar 20 plantas y seleccionar la nº 5 y la 15, para el recuento de granos por planta. Este criterio tampoco resulta eficaz en capturar la variabilidad que podría presentar el cultivo ya que depende principalmente del tipo de planta que se encuentre en esa posición -muy ramificada o poco ramificada, dominada o dominante-, y no contemplaría el comportamiento de las plantas que la rodean.

### **Propuesta de metodología de relevamiento y estimación de rendimiento**

El diseño del procedimiento debe buscar ser lo menos subjetivo posible. La metodología que se propone a continuación busca cuantificar el número de granos por unidad de superficie considerando la variabilidad de la población de plantas dentro del surco además de la variabilidad espacial del lote.

#### *-Localización de estaciones de muestreo.*

El lote puede presentarse como una unidad homogénea donde a priori no se espera encontrar diferencias de rendimiento en distintas zonas del mismo. Por el contrario, es posible que sea necesario separar secciones que a priori pueden tener distinto rendimiento por razones ambientales permanentes (tipos de suelo) o puntuales del año (la cercanía a napa, una helada o piedra en un sector, etc). Se establecerán muestras cada 15 has dentro de cada sección.

#### *-Procedimiento de muestreo y variables de registro en cada estación*

Las muestras se tomarán a partir del estado R6.5 del cultivo de soja (20-30 días post R5), a fin de poder contar con una buena estimación del número de granos cuajados, componente en el que se basa la estimación. Dentro de cada estación de muestreo se muestreará un segmento de un surco. Para posicionar los segmentos es conveniente pararse en un sitio representativo, por su

aspecto general, luego, elegir al azar un surco y marcar la planta al azar en un extremo.

(i) Incluyendo esa planta, se contarán 15 plantas **contiguas** en el mismo surco, marcando la última planta y se mide y registra la distancia entre la planta 1 y la 15 para el cálculo de densidad.

(ii) Planta por planta se contarán todos los granos de todas las chauchas que hayan alcanzado un estado cercano a R6 o más (no se cuentan chauchas que no tienen al menos un grano que ocupe casi toda la cavidad del fruto) y se registra el número de granos de cada planta.

(iii) Se calcula el número de **granos/m<sup>2</sup>**. Primero se promedia el número de granos por planta de las 15 plantas muestreadas. Luego se multiplica el promedio del número de granos por planta por (14 / (espaciamiento (mts) \* distancia entre planta 1 y 15 (mts))

#### *-Estimación del rendimiento de cada sección del lote.*

El rendimiento se estimará para cada sección homogénea del lote como el producto del número de granos por unidad de superficie, del peso normal de cada grano y de un factor de estrés en llenado:

#### **Rinde de cada sección (Kg/ha) =**

$$\text{Granos/m}^2 \times \text{Peso de 1000 granos (g)} / 100 \times (1 - \text{factor de estrés en llenado})$$

El número de granos/m<sup>2</sup> surge de todos los segmentos muestreados en cada sección homogénea del lote. Los que a su vez surgen del promedio de número de granos por planta por la densidad en ese segmento.

El peso de 1000 granos para condiciones normales de llenado varía con los genotipos. Los mismos deben ser acordados por el equipo técnico previo al momento de



comenzar el trabajo de estimación de rendimiento.

El estrés ambiental para el llenado se estima al momento de realizar la recorrida. Si el estrés es nulo, no habrá reducciones de rendimiento por caídas del peso de 1000 granos, si las condiciones de estrés son de una intensidad moderada se reducirá el rendimiento en un 10% y si son severas en un 30% .

El rendimiento del lote surge del rendimiento medio de cada sección ponderado por la proporción que esa sección ocupa de la superficie total del lote. El rendimiento de cada sección se calcula como se detalló antes y la proporción de cada sección la estima el recorridor. Para eso es imprescindible el conocimiento acabado del lote durante el ciclo de cultivo dado que es muy difícil apreciarlo con el cultivo en su etapa final. Es recomendable apoyar esta decisión en el uso de imágenes satelitales de índice verde (Ver Cultivar decisiones nº 113, *Ayudando a la estimación del rendimiento con imágenes satelitales*, disponibles en [www.cultivaragro.com.ar](http://www.cultivaragro.com.ar) ).

### **Comentarios finales**

Como toda estimación la suma de errores que se puede acarrear es mucha. En este sentido durante el diseño del procedimiento de estimación se debería tener como objetivo identificar las distintas fuentes que aportan al error total. Metodologías de relevamiento hay muchas, sin embargo independientemente de esto o de la cantidad de sitios o plantas que finalmente se muestreen, comprender el funcionamiento del cultivo que se está estimando resulta un aspecto de suma relevancia para identificar posibles fuentes de error y, eventualmente, realizar ajustes en el procedimiento que tiendan a reducirlos. 🌱