



Elección de cultivares de soja en el NEA

Ing. Agr. (M. Sc.) Sebastián G. Zuil
EEA INTA Reconquista

La selección de la variedad a sembrar es un aspecto central en la tecnología de producción del cultivo de soja puesto que determina la eficiencia con que aprovecha la oferta de recursos disponibles (radiación, temperaturas, lluvias, nutrientes), y junto con la fecha de siembra, el ambiente climático al que se someterá en los momentos críticos de definición del rendimiento.

Mediante prácticas de manejo agronómico se busca brindar un ambiente favorable (suelo, clima, plagas, enfermedades, etc.) para el desarrollo y crecimiento del cultivo de soja, donde vale destacar la variabilidad en los registros de los parámetros ambientales (radiación, temperaturas, disponibilidad hídrica, entre otros). Esta variabilidad es la que resta estabilidad a los sistemas productivos del Norte de Santa Fe. Una adecuada definición del ambiente productivo y la caracterización del comportamiento de los genotipos en forma integrada, contribuirá a una mejor comprensión de la productividad media (adaptación) de los distintos genotipos y probables variaciones (estabilidad) de la misma, constituyendo una información básica para reducir el error al momento de concretar la selección.

La selección de cultivares resulta compleja en un entorno variable como el Norte de Santa Fe, donde las condiciones de temperatura, radiación y distribución de precipitaciones varían ampliamente de una campaña a otra. En este sentido, en el INTA Reconquista, desde hace tiempo se llevan adelante ensayos comparativos de rendimiento de los que participan cultivares de grupos de madurez VI, VII y VIII.

Al analizar las últimas siete campañas (2010-11 hasta 2016-17) se observa que los grupos de madurez largos (GM VII largos y VIII) fueron los de mayor rendimiento promedio (incrementos de 300 kg/ha aproximadamente comparado con GM VI, Figura 1 a). No obstante, cuando se analiza el rendimiento promedio de cada campaña (sin considerar los grupos de madurez), se encuentra que la brecha de productividad es

mucho mayor entre campañas que entre grupos de madurez. Por ejemplo, comparando la campaña 2013 y 2016, el rendimiento promedio obtenido fue de 3600 y 2000 kg/ha respectivamente (Figura 1 b). Esto indica que la brecha interanual de rendimiento fue de 1600 kg/ha mientras que la brecha entre GM fue de 300 kg/ha. Es muy importante remarcar que estas diferencias entre grupos de madurez y campañas no son constantes a través de los años sino que tienen un efecto interactivo (Figura 1 c). Por ejemplo, en la campaña 2013 el rendimiento del GM VII L y VIII fue superior al resto de los grupos de madurez en esa estación de crecimiento, mientras que en el 2014, el comportamiento fue inverso, siendo el grupo VI superior. Esto hace más complejo el sistema productivo y orienta a buscar cultivares con adaptación específica a las condiciones de los lotes y los ambientes en los cuales se

decidirá sembrar.

Una cuestión que se debe tener en cuenta al momento elegir cultivares es que sólo un 26% de la variabilidad de rendimiento es debida al cultivar y a la interacción entre el cultivar y el ambiente de siembra (Figura 1 d). Por lo tanto, al momento de producir, se tiene que considerar todas las prácticas de manejo que permitan maximizar la productividad ya que las mismas constituyen el restante 74% de la variabilidad de rendimiento. Prácticas como rotaciones, cosecha de agua útil en el perfil al momento de siembra, fertilización adecuada del sistema, calidad de siembra, elección de fecha de siembra según probabilidad de ocurrencia de estrés abióticos, manejo integrado de organismos plagas, controles adecuados y oportunos de enfermedades, entre otras, que forman parte del 74 % de aporte ambiental que se debe planificar.

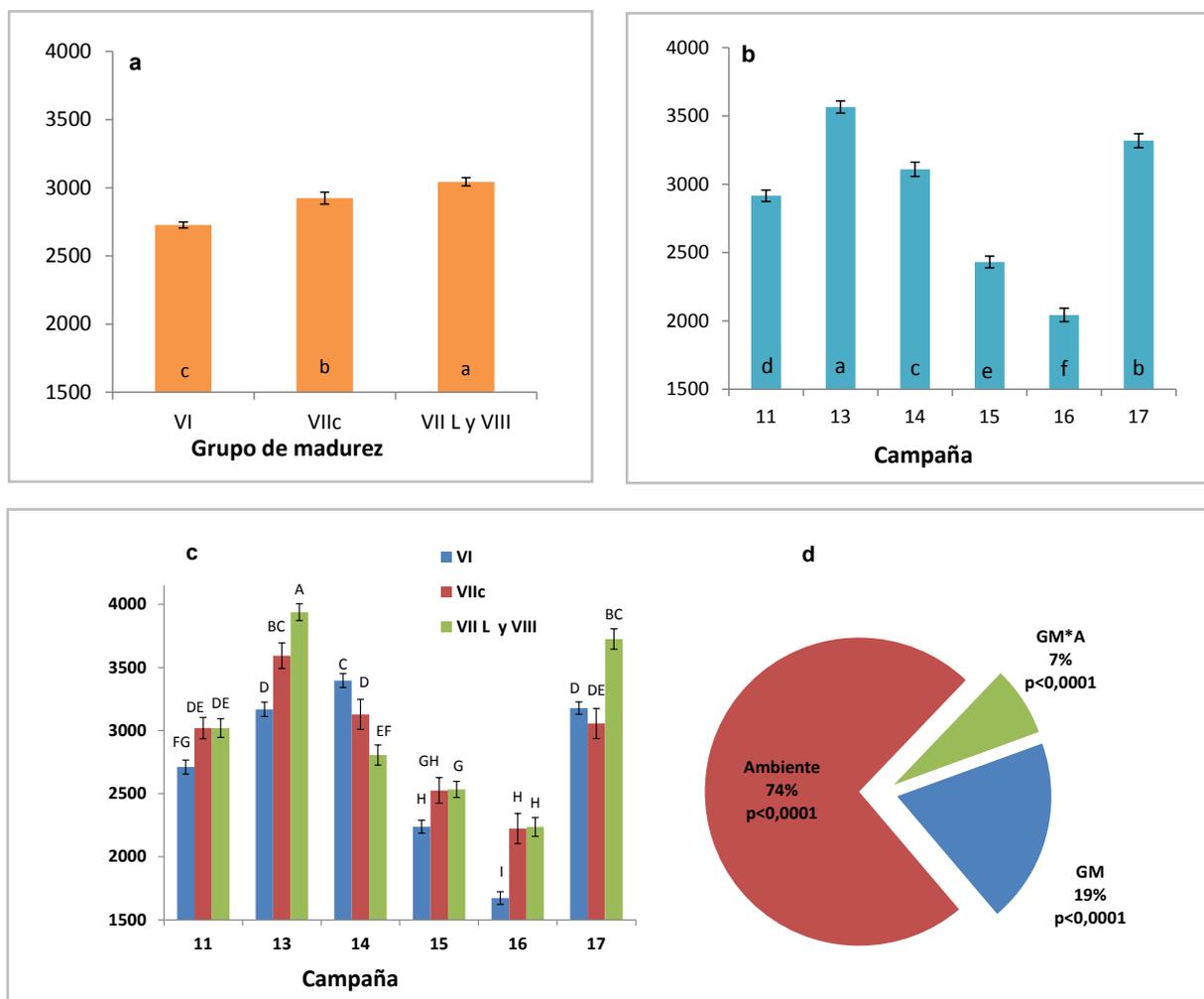


Figura 1. Rendimiento en grano (kg/ha) en función de a) grupos de madurez, b) campañas, c) campañas por grupo de madurez (columnas azul, rojo y verde representan VI, VIIc y VII L y VIII respectivamente) correspondiente a los ensayos comparativos de rendimiento de soja desde la campaña 2010/11 hasta 2016/17. d) corresponde al porcentaje de Ambiente, grupo de madurez (GM) y la interacción (GM*A) de la variabilidad explicada del set de datos. Líneas verticales corresponden al error estándar de los datos. Letras diferentes indican diferencias significativas (LSD $p < 0,05$).

Por otro lado, no solo hay que considerar el comportamiento al año de los grupos de madurez, sino que también el comportamiento de cada cultivar dentro de un grupo de madurez determinado, puesto que hay diferencias entre genotipos (Figura 2).

Al analizar las tres últimas campañas de soja, en general, se puede concluir que la campaña 2016 no fue buena comparada con la 2017, pero es interesante comparar. por ejemplo, el

comportamiento del cultivar 1 y 2 (Figura 2). El rendimiento logrado por el cv 1 durante la campaña 2016 fue intermedio mientras que el cv 2 el rendimiento alcanzado fue bajo. Esto se debe al distinto comportamiento productivo de los diferentes genotipos de soja. Por lo tanto evaluar el rendimiento de un solo año para la elección de cultivares es una práctica muy arriesgada si "a priori" no se conoce el comportamiento genotípico.

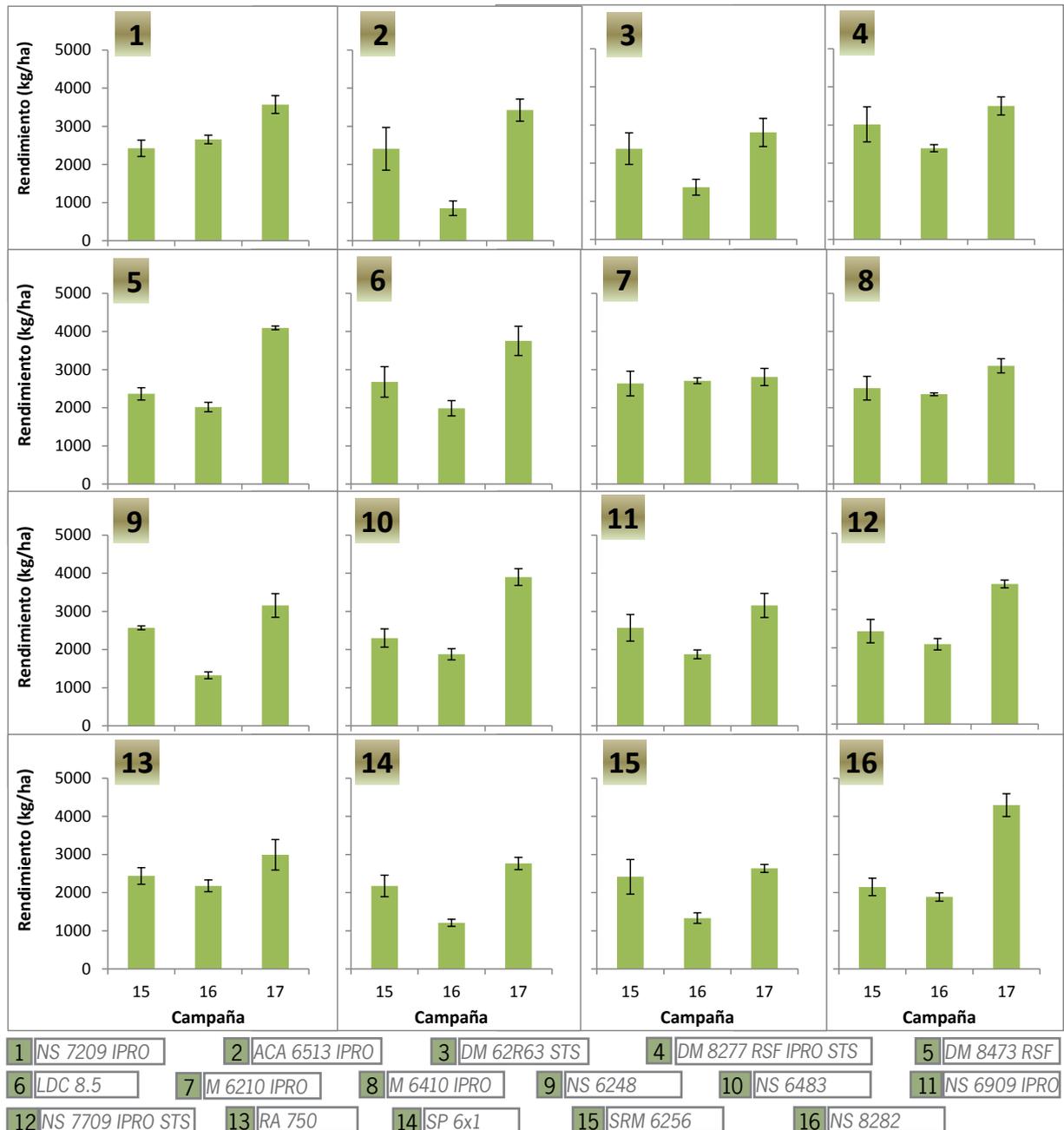


Figura 2 Rendimiento en grano (kg/ha) en función de la campaña (2015, 16 y 17) correspondiente a 16 cultivares comerciales de soja sembrados en los ensayos comparativos de rendimiento que se repitieron en las 3 campañas. Tabla corresponde a los códigos y nombres de los cultivares comerciales evaluados. Líneas representan desvío estándar de los datos.

Es necesario entonces, al momento de elegir un cultivar a sembrar, tener presente algunas características que son clave para una apropiada elección. Conocer, además, además de su potencialidad, la adaptabilidad y estabilidad a los distintos ambientes.

La adaptabilidad es la habilidad de un cultivar determinado a manifestar un buen desempeño en determinadas condiciones ambientales. Un genotipo puede ser específicamente o ampliamente adaptado. El término estabilidad dependerá si es estabilidad tipo 1 (llamada también biológica o estática), o sea, cultivar de comportamiento estable (sin cambios) ante variaciones ambientales. Caso contrario, se llama estabilidad tipo 2 (llamada también dinámica o agronómica), donde un cultivar es estable tipo 2 si tiene una respuesta predecible a las variaciones ambientales, se espera que un genotipo estable rinda lo predicho para las condiciones ambientales. Hay muchas metodologías aceptadas y validadas para caracterizar los diferentes cultivares de soja (como cualquier otra especie) con un rango muy grande de complejidad en el cálculo (desde cálculos sencillos hasta análisis multivariados).

Indistintamente de la metodología utilizada, lo que estos análisis requieren es que un mismo cultivar este repetido en todas las condiciones a evaluar, cuestión compleja de lograr. Para ello se realizó un análisis con los resultados de los ensayos comparativos de rendimiento de Reconquista utilizando los cultivares que se repiten las últimas 3 campañas.

Un análisis simple para realizar es el de estabilidad y productividad utilizando como criterio de estabilidad al coeficiente de variación versus el rendimiento del cultivar (teniendo en cuenta varias campañas). Por lo tanto, se pueden “ordenar” los cultivares en diferentes cuadrantes según tengan mayor o menor estabilidad (cuadrantes superior e inferior respectivamente) y mayor o menor productividad (izquierdo o derecho, respectivamente) según se muestra en la Figura 3 a. De esta manera, gráficamente se puede ordenar los distintos cultivares según su comportamiento como se ve en la Figura 3 b. En la misma Figura, considerando las últimas 3 campañas en el INTA Reconquista, los cultivares más estables fueron 1, 4, 7, 8 y 13.

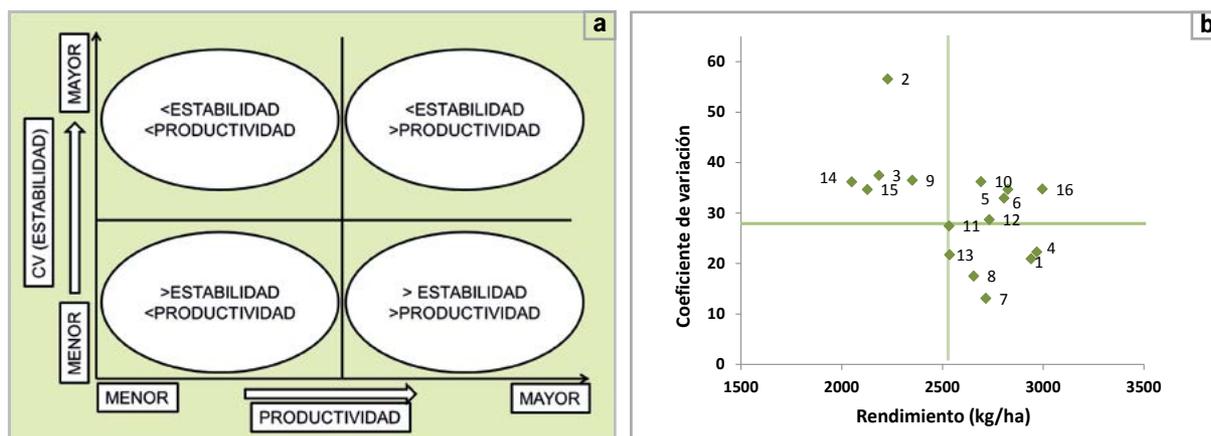


Figura 3 a) Esquema de representación gráfica del coeficiente de variación versus la productividad por cultivar y la interpretación de la ubicación en el gráfico según tenga mayor o menor estabilidad y productividad. b) CV en función del rendimiento en grano (kg/ha) correspondiente a los ensayos comparativos de rendimiento de soja de las últimas 3 campañas de los cultivares que se repitieron en todas ellas. Código de cada cultivar corresponde a la figura 3 b. Líneas representan valores promedios de rendimiento y CV.

Este análisis si bien es muy importante para analizar la estabilidad de manera rápida, no brinda suficiente información como para hacer recomendaciones apropiadas. Por ejemplo un cultivar “estable” rinde similar en los ambientes y/o campañas analizadas, pero uno “inestable” puede comportarse muy bien en campañas de alto potencial (buenas precipitaciones) mientras que producir muy poco en campañas con limitantes. Por lo tanto se requiere un análisis de adaptabilidad para poder analizar en qué condiciones un cultivar puede expresar

su potencial y en cuales no es recomendable.

El análisis de adaptabilidad que se está realizando en la EEA Reconquista es el método de regresión lineal adaptado de Finlay & Wilkinson (1963). En este método se analizan 2 parámetros, llamados “a” y “b” (tabla 1), que representan los parámetros de las regresiones lineales entre el rendimiento del cultivar y el rendimiento ambiental considerado como el promedio del ensayo.

"a"	"b"	Interpretación
=1	<0	Cultivar estable, rinde en todos los ambientes menos que el promedio
=1	=0	Cultivar estable, rinde igual que el promedio ambiental
=1	>0	Cultivar estable, rinde en todos los ambientes más que el promedio
<1	>0	Rendimiento mayor al promedio en ambientes de menor calidad, pero en ambientes buenos la productividad es menor al promedio
>1	<0	Rendimiento menor al promedio en ambientes de baja calidad, pero en ambientes buenos la productividad es mayor al promedio
>1	>0	En todos los ambientes, el rendimiento es mayor al promedio pero en ambientes buenos el rendimiento es mucho mejor que el promedio
<1	<0	En todos los ambientes, el rendimiento es menor al promedio pero en ambientes buenos el rendimiento es mucho peor que el promedio

Tabla 1. Coeficientes "a", "b" y su interpretación para la determinación del comportamiento del cultivar en función del rendimiento ambiental (adaptado de Finlay & Wilkinson, 1963).



En base a dicho criterio se puede hacer una elección más precisa de los distintos cultivares en base a la planificación de los lotes (Tabla 2). Por ejemplo es interesante analizar el cultivar 16, en el análisis anterior (Figura 3) se puede concluir

que es un cultivar con un rendimiento mayor al promedio pero con una estabilidad mayor al promedio. Por ende, de la Figura 3 se podría concluir que es más variable que el promedio. Con la obtención de los parámetros a y b puede concluir que este

cultivar es de bajo desempeño en ambientes malos ($b < 0$) pero es muy bueno (superior al promedio) en ambientes buenos. Por lo tanto, este cultivar debería ser usado en condi-

ciones o lotes con buen potencial, donde se espere lograr altos rendimientos mientras que no sería recomendable en ambientes de menor calidad.

Cultivar	Grupo de madurez	Rendimiento	a	b
1 - NS 7209 IPRO	VII c	2882 ± 601	0,7	1045,4
2 - ACA 6513 IPRO	VI	2227 ± 1259	1,7	-2148,0
3 - DM 62R63 STS	VI	2184 ± 818	0,9	-203,5
4 - DM 8277 RSF IPRO STS	VII I y VIII	2969 ± 661	0,8	1071,6
5 - DM 8473 RSF	VII I y VIII	2825 ± 980	1,5	-1032,1
6 - LDC 8.5	VII I y VIII	2805 ± 924	1,2	-335,7
7 - M 6210 IPRO	VII c	2715 ± 355	0,1	2498,9
8 - M 6410 IPRO	VI	2655 ± 464	0,5	1279,7
9 - NS 6248	VI	2350 ± 857	1,2	-711,0
10 - NS 6483	VI	2692 ± 975	1,5	-1036,9
11 - NS 6909 IPRO	VI	2533 ± 695	0,9	330,3
12 - NS 7709 IPRO STS	VII I y VIII	2637 ± 817	1,2	-178,6
13 - RA 750	VII c	2535 ± 551	0,6	1065,7
14 - SP 6x1	VI	2049 ± 741	1,0	-587,9
15 - SRM 6256	VI	2127 ± 737	0,8	18,9
16 - NS 8282	VII I y VIII	3090 ± 1365	1,8	-1749,5
DM 7976 RSF IPRO	VII I y VIII	3114 ± 606	0,8	1047,1
Ho 7510 IPRO	VII I y VIII	2856 ± 829	1,1	189,4
NA 8009 RG	VII I y VIII	2300 ± 426	0,8	517,6

Tabla 2. Listado de cultivares, grupos de madurez, rendimiento en kg/ha (\pm desvío estándar) y los coeficientes "a" y "b" (adaptado de Finlay & Wilkinson, 1963) de los cultivares repetidos en los ensayos comparativos de rendimiento de soja en la localidad de Reconquista.

La selección de cultivares para cualquier cultivo y en especial para soja, es un tema clave en el momento de decidir la siembra. Las diferentes variedades, aun pertenecientes a igual GM, responden de una manera diferente a cada ambiente, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar análisis de estabilidad y/o adaptabilidad de los diferentes cultivares. En el mercado actual hay cultivares de adaptabilidad general (por ejemplo se comportan bien en todos los ambientes) con un valor $a \approx 0$ y $b > 0$ (por ejemplo el cultivar 11). Mientras que hay otros cultivares de adaptación específica, es decir, aquellas

que expresan mejor su potencial productivo en determinadas zonas o condiciones como por ejemplo el 16 que expresa su mejor potencial en los ambientes de alta productividad. Asimismo, es necesario para hacer una correcta selección de cultivares, tener un apropiado y ajustado conocimiento de los ambientes en los cuales se sembrará. Para ello es clave tener muy en cuenta la historia del lote, prácticas de manejo a realizar y pronósticos climáticos ajustados y confiables que provean información útil sobre la potencialidad ambiental en la que se sembrará.