



Estabilidad y adaptabilidad: criterios que contribuyen en la elección de variedades de trigo

Ing. Agr. Ana María Brach - Ing. Agr. Sebastián Zuil - INTA EEA Reconquista

Todas las acciones, decisiones tomadas en relación al cultivo que se planifica sembrar, son importantes y contribuyen en mayor o menor medida, al éxito de la producción alcanzada. En torno del 8 y el 21 % de la variabilidad de resultados de una campaña es explicada por la combinación de variedad, fecha de siembra, espaciamiento entre hileras y densidad. Además el manejo de los factores bióticos (insectos, malezas, enfermedades) y abióticos (nutrientes, agua etc), resultan estratégicos para favorecer el crecimiento del cultivo y por ende a la productividad.

Si bien en la región norte de Santa Fe, la potencialidad am-

biental (dada por la radiación, temperatura y disponibilidad de agua) es marcadamente inferior a la zona triguera típica de Argentina, la inclusión de trigo en la rotación, es una opción interesante para la sustentabilidad ambiental y productiva. Además, ofrece a la empresa agrícola un ingreso financiero, promediando la primavera. El resultado económico dependerá del rendimiento y la calidad comercial de lo producido.

En general se podría decir que la siembra de trigo, en esta zona, implica un manejo poco complejo, donde la elección de la variedad a sembrar es lo más importante. Rendimiento, sanidad y calidad es el orden de los aspectos que incide en

la elección de la variedad. Estos son intrínsecos al genotipo, con respuesta ligada al ambiente. Si el ambiente es bueno, se intentará capitalizarlo, con un conjunto de variedades de alto potencial, que expresan mayor rendimiento en esos ambientes. Asimismo, para ambientes que presentan restricciones para satisfacer las demandas del cultivo (básicamente factores abióticos), las variedades a considerar serán otras. Por lo tanto, conocer la productividad media (adaptación) y probables variaciones (estabilidad) de las diferentes variedades, forma parte de la información básica para reducir error al seleccionar la o las variedades (Zuil 2017).

La adaptabilidad es la habilidad de un cultivar determinado a manifestar buen desempeño en determinadas condiciones ambientales, es decir, se considera la producción promedio. Existe una respuesta diferencial de los genotipos ante variaciones en las condiciones ambientales.

La estabilidad es la capacidad genética de mantener rendimiento a través de una serie de ambientes.

Los ambientes pueden variar en prácticas de manejo, en la presión de factores bióticos, así como en condiciones edáficas y climáticas. Las posiciones relativas entre los genotipos evaluados en diferentes ambientes a menudo difieren entre ellas, por lo que se dificulta la identificación del genotipo. Por lo mencionado en párrafos anteriores, la interacción genotipo ambiente (GxA) es la principal causa de las diferencias entre genotipos y está asociada al comportamiento diferencial que presentan los genotipos bajo diferentes condiciones de desarrollo y años de evaluación (Pérez-Ruiz, et al.2015). Es así que, el rendimiento de un cultivo es el resultado final de una compleja interrelación entre los procesos de crecimiento y desarrollo, fuertemente afectados por factores genéticos, ambientales y principalmente por la interacción de ambos (Slafer, 2007).

ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD EN VARIEDADES CICLO CORTO

Para este análisis se consideraron sólo variedades de ciclo corto, ya que, en la zona de producción en el noreste de Santa Fe, al menos el 95% de la superficie destinada al cultivo de trigo corresponden a variedades de este ciclo. Se evaluó rendimiento (kg ha^{-1} de grano) y porcentaje de proteína (%P) en grano de 32 variedades comerciales. Todas las variedades participaron entre 3 y 8 campañas de la RET de trigo (Red de Ensayos Territoriales), actividad bajo protocolo, coordinada

por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). INTA Reconquista participa en dicha RET, como un sitio de evaluación dentro de la subregión 1 de trigo; por lo que la evaluación se realizó en el Campo Experimental de la EEA Reconquista (Lat.29° 11'S y 59° 52'O), Santa Fe. La fecha de siembra óptima para este ciclo es la comprendida entre el 5 y 30 de junio, variando la densidad de siembra entre 280 y 320 plantas por unidad de superficie. La fertilización de base con fósforo y aporte de nitrógeno (N) a la siembra y macollaje (60 kg ha^{-1}). Se realizó control de malezas e insectos plagas, no así de enfermedades.

Cada fecha de siembra representó un ambiente en cada campaña del cultivo.

Se realizó un análisis simple de estabilidad y productividad, para lo cual se utilizó como criterio de estabilidad al cociente de variación versus el rendimiento de la variedad. Esta información permite "ordenar" las variedades en diferentes cuadrantes según su mayor o menor estabilidad (cuadrantes superior o inferior respectivamente); como así también mayor o menor rendimiento (derecha o izquierda), según se muestra en Figura 1, lo que permite, asimismo, ordenar gráficamente el comportamiento de las variedades consideradas en este estudio (Figura 2)

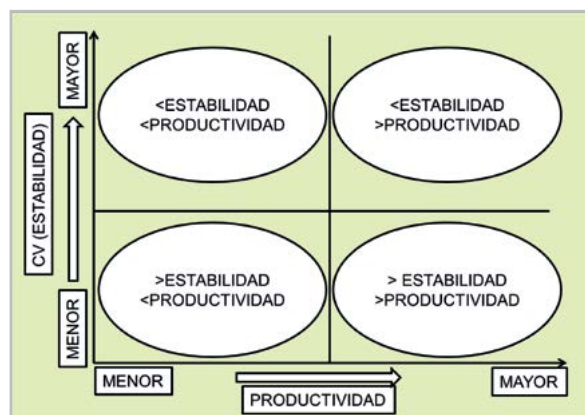


Figura 1. Esquema para facilitar interpretación entre coeficiente de variación y rendimiento (Zuil 2017)

A modo de ejemplos, para la interpretación de lo presentado en Figura 2 se podría decir que, las ocho variedades que se ubican en el cuadrante inferior derecho, son aquellas variedades de mayor estabilidad y rendimiento. Por otro lado, las ubicadas en cuadrante inferior izquierdo, son variedades para considerar en planteos productivos donde el rendimiento no es el criterio considerado para la elección.

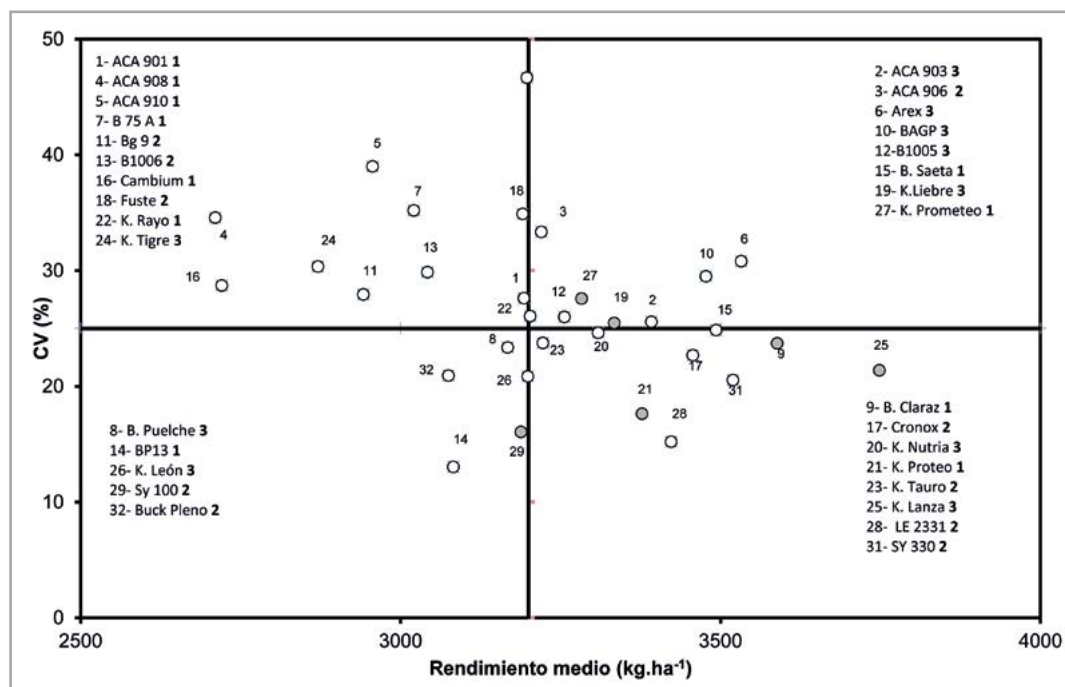


Figura 2: Cociente de variación (CV %) en función del rendimiento en granos, de variedades de trigo ciclo corto. Número seguido al nombre variedad corresponde al grupo de calidad panadera. Línea horizontal representa valor promedio para CV. Línea vertical representa valor promedio para rendimiento.

Luego de este método rápido de análisis, resta preguntarse si esta información es suficiente para una recomendación de siembra. Por ejemplo ¿qué sucede con las ubicadas en cuadrante superior derecho, es decir, con las variedades de rendimiento mayor al promedio, pero de mayor CV? En este caso, el análisis de estabilidad, no brindaría por sí solo, información suficiente. Por lo tanto, se requiere un análisis de adaptabilidad, el cual permitiría analizar en qué ambientes una variedad

puede expresar su potencial y en cuáles no.

El análisis de adaptabilidad que se realizó fue el método de regresión lineal adaptado de Finlay & Wilkinson (1963). En este método se analizan dos parámetros, llamados "a" y "b", que representan los parámetros de la regresión lineales entre rendimiento del cultivar y el rendimiento ambiental considerado como el promedio del ensayo (Tabla 1)

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

"a"	"b"	Interpretación
=1	<0	Variedad estable, rinde en todos los ambientes menos que el promedio
=1	=0	Variedad estable, rinde igual al promedio ambiental
=1	>0	Variedad 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 al 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

En Tabla 2, se detalla rendimiento (kg ha⁻¹ ± desvío estándar) y los parámetros “a” y “b”, de las variedades ciclo cortos, que participaron en al menos 3 campañas.

Tabla 2. Variedades de trigo ciclo corto, rendimiento kg ha⁻¹ (± desvío estándar), parámetros “a” y “b”

Cultivar	Rendimiento	a	b
Aca 901	3193 ± 882	0,9	181,1
ACA 903	3392 ± 867	1,1	-148,4
Aca 906	3220 ± 1074	1,1	-429,0
ACA 908	2711 ± 937	1,1	-440,3
ACA 910	2956 ± 1153	1,3	-1123,0
Arex	3532 ± 1088	1,2	-472,7
Buck 75 Aniversario	3021 ± 1063	1,2	-693,4
Buck Puelche	3167 ± 739	0,8	484,6
Buck Claraz	3589 ± 851	0,8	909,8
Buck AGP Fast	3477 ± 1026	1,1	-25,5
Baguette 9	2942 ± 821	0,8	636,3
Biointa 1005	3256 ± 846	1,1	-106,2
Biointa 1006	3042 ± 908	1,1	-152,9
Baguette P 13	3083 ± 401	1,0	495,4
Buck Saeta	3493 ± 868	0,9	701,8
Cambium	2721 ± 781	0,8	269,5
cronox	3457 ± 784	0,9	507,3
Fuste	3191 ± 1113	1,2	-182,9
Klein Liebre	3334 ± 849	0,8	704,7
Klein Nutria	3309 ± 815	0,8	823,8
Klein Proteo	3378 ± 595	0,5	1690,6
Klein Rayo	3203 ± 834	0,9	381,6
Klein Tauro	3222 ± 765	0,9	475,0
Klein Tigre	2871 ± 871	0,9	-26,7
Klein Lanza	3749 ± 801	0,7	1303,9
Klein León	3199 ± 667	0,9	561,6
Klein Prometeo	3283 ± 905	0,9	435,7
LE 2331	3423 ± 520	0,6	1374,2
Sy 100	3188 ± 512	0,6	1448,2
Sy 300	3198 ± 1492	1,1	-574,3
Sy 330	3520 ± 722	0,7	1199,4

Como ya se mencionó, esta información, aporta criterios más precisos para considerar en la elección de la variedad a sembrar, asociando este comportamiento a la “oferta ambiental del lote”. Por ejemplo, Arex, el Figura 1, fue una de las variedades con rendimiento mayor al promedio, pero con baja estabilidad, debido a que su CV es superior al promedio. Pero analizando esa misma variedad, considerando los parámetros “a” y “b”, se completaría el análisis mencionando que, es una variedad de bajo desempeño en ambientes malos (b<0), pero es muy bueno (superior al promedio), en ambientes buenos. Similar conclusión, corresponde a la variedad ACA 906 (un ejemplo de otra variedad, que sí es sembrada en la zona). Por lo que estas variedades son recomendadas para siembras en lotes de alto potencial.

CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN GRANO

Los criterios expuestos para selección de variedades por rendimiento, son posibles aplicar para selección de variedades por contenido de proteínas en grano (%P). Vale destacar que el contenido de proteínas del grano está fuertemente ligado al manejo del cultivo y a la fertilización nitrogenada.

El número de variedades analizadas fue inferior que las consideradas para rendimiento ya que dispone de equipo para su determinación (NIR) a partir del año 2012.

En Figura 3, se grafican las variedades en diferentes cuadrantes, en función al % P en grano y el CV.

Analizando la ubicación de las variedades en cada cuadrante, se podría decir, por ejemplo, que Buck Claraz, Buck Saeta y Klein Proteo, son tres variedades clasificadas como grupo 1 de calidad panadera, con un % P superior al promedio y mayor estabilidad.

En base al análisis de adaptabilidad, arriba mencionado, en Tabla 3, se detalla porcentaje de proteínas (% P ± desvío estándar) y los parámetros “a” y “b”, de las variedades ciclo cortos, que participaron de la RET en al menos 3 campañas.

Los ejemplos expuestos con la información presentada, se ofrecen como una herramienta más en la toma de decisiones. No se define a las variedades como “buenas, malas o regulares”. La mejor variedad será aquella que permita alcanzar el objetivo de producción propuesto. Lograr mayor rendimiento, cosechar mejor calidad, seleccionar una variedad que integre rendimiento - calidad o simplemente seleccionar la de mejor sanidad (menor costo en manejo).

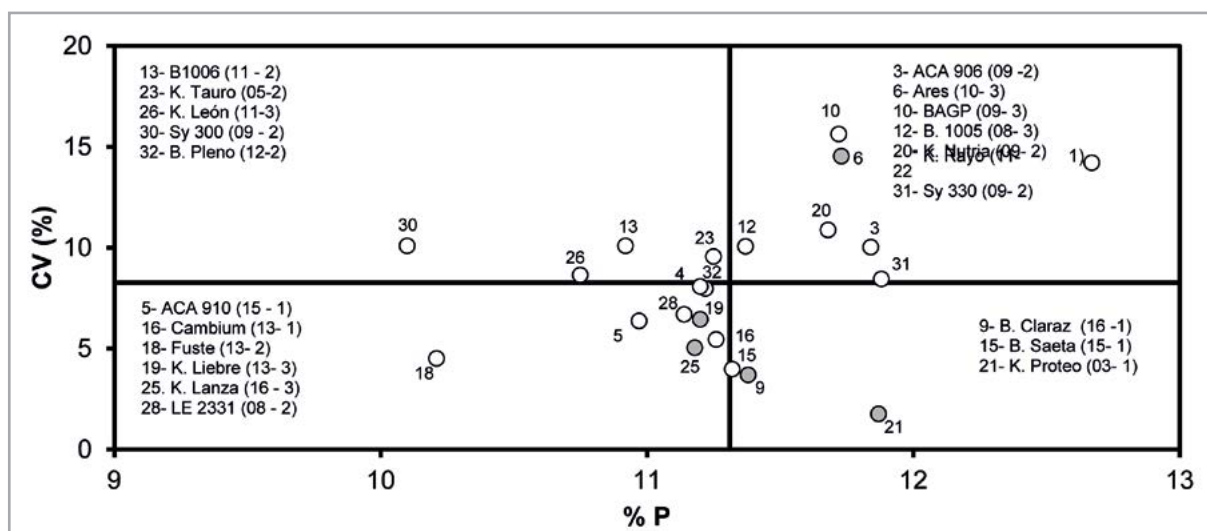


Figura 3. Cociente de variación (CV %) en función del porcentaje de proteínas (%P), en variedades de trigo ciclo corto. Números seguidos al nombre variedad corresponde al año de ingreso a la RET y grupo de calidad panadera. Línea horizontal representa valor promedio para CV. Línea vertical representa valor promedio para %P.

Tabla 3. Variedades de trigo ciclo corto, % P (\pm desvío estándar) y los parámetros "a" y "b"

Variedad	% P	"a"(pendiente)	"b"(ord.Al ori.)
ACA 906	11,8 \pm 1,2	1,5	-5,2
ACA 908	11,2 \pm 0,9	0,8	1,8
ACA 910	11 \pm 0,7	0,9	1,2
Arex	11,7 \pm 1,7	1,0	-0,2
Buck Claraz	11,4 \pm 0,4	1,1	-1,0
Buck Pleno	11,2 \pm 0,9	0,5	5,3
Buck AGP F	11,7 \pm 1,8	1,3	-0,4
Biointa 1005	11,4 \pm 1,1	0,8	3,2
Biointa 1006	10,9 \pm 1,1	0,7	3,0
Buck Saeta	11,3 \pm 0,4	0,8	2,4
Cambium	11,3 \pm 0,6	1,0	-0,1
Fuste	10,2 \pm 0,5	0,7	2,0
Klein Nutria	11,7 \pm 1,3	1,2	-2,4
Klein Rayo	12,7 \pm 1,8	1,4	-2,9
Klein Tauro	11,3 \pm 1,1	0,8	1,7
Klein Lanza	11,2 \pm 0,6	0,7	3,5
Klein León	10,8 \pm 0,9	0,8	2,1
LE 2331	11,1 \pm 0,7	0,5	5,0
Sy 300	10,1 \pm 1	0,9	0,1
Sy 330	11,9 \pm 1	1,8	-8,2

Es por todo esto que la oferta comercial de variedades de trigo es fundamental, como también lo es, conocer la interacción GxA. Las prácticas de manejo del cultivo con las cuales se busca adecuar los requerimientos del cultivo con la oferta del ambiente, permitirá disminuir la variabilidad en los resultados productivos.

BIBLIOGRAFÍA

Perez-Ruiz, J., Zamora-Díaz, M., Mejía-Contreras, J., Hernandez-Livera, A., y Solano-Hernandez, S. (2015). Estabilidad del rendimiento de grano de cebada maltera en el Bajío, México. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-ciencia 31 (3): 12-19. ISSN 0719-3890 online

Slafer G.A. (2007) Physiology of Determination of Major Wheat Yield Components. In: Buck H.T., Nisi J.E., Salomón N. (eds) Wheat Production in Stressed Environments. Developments in Plant Breeding, vol 12. Springer, Dordrecht

Zuil, S. G. (2017). Elección de cultivares de soja en el NEA.