



Revista Industrial  
y Agrícola de  
Tucumán

ISSN 0370-5404

En línea  
1851-3018

Tomo 101 (1):  
29-34; 2024



ESTACION EXPERIMENTAL  
AGROINDUSTRIAL  
OBISPO COLOMBRES  
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150  
T4101XAC - Las Talitas.  
Tucumán, Argentina.

Fecha de  
recepción:  
23/10/2023

Fecha de  
aceptación:  
26/06/2024

# Evaluación con ajuste lineal de genotipos de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) negro, blanco y rojo para Tucumán y zonas de influencia

Clara M. Espeche\*, Lucas E. Tarulli\*, Mario R. Devani\* y L. Daniel Ploper\*\*

\*Sección Granos, EEAOC, \*\* Sección Fitopatología, EEAOC. Email: cespeche@eeaac.org.ar.

## RESUMEN

El poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo regional para el noroeste de Argentina (NOA) siendo una alternativa estival importante para zonas semiáridas. Su rendimiento presenta fluctuaciones a través de los años, con un promedio de 1172 kg/ha para las últimas 10 campañas. Estas variaciones son el resultado de la conjunción de diversos factores bióticos y abióticos, siendo de estos últimos los más importantes en la región la sequía estacional y las altas temperaturas. La obtención de variedades con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación, permitiría mitigar la problemática mencionada. El objetivo de este trabajo fue estudiar la adaptabilidad de cinco genotipos de poroto negro, siete de rojo y cinco de blanco, la mayoría pertenecientes al programa de mejoramiento del Proyecto Legumbres Secas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), evaluados en Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR) durante el período 2016-2022, en diferentes localidades del NOA. Considerando los índices ambientales y por ajuste lineal, se analizó la estabilidad del rendimiento de los genotipos considerados. Los resultados mostraron que existen genotipos de comportamiento adaptables en los tres colores analizados. Las variedades de poroto negro lograron mayor productividad que los otros colores analizados para la zona en estudio, mientras que los genotipos de poroto blanco presentaron la más baja.

**Palabras clave:** ajuste lineal, adaptabilidad y estabilidad, genotipos de poroto.

## ABSTRACT

### Evaluation with linear adjustment of black, white and red beans (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for Tucuman and areas of influence

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is grown in northwestern Argentina (NWA), being an important alternate summer crop for semi-arid areas. Its yield fluctuates over the years, with an average of 1172 kg/ha for the past 10 seasons. These variations are the result of the interaction of various biotic and abiotic factors; seasonal drought and high temperatures which are important factors. Obtaining varieties with high yield potential and broad adaptation would allow the mitigation of the aforementioned problem. The objective of this work was to study the adaptability of five genotypes of black, seven red and five white beans, most of them belonging to the breeding program of the Dry Legumes Project of the Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) evaluated in Comparative Yield Tests (ECR) during the period 2016-2022 in different locations of NWA. Considering the environmental indices and using a linear adjustment, the stability of the performance of the genotypes considered was analyzed. The results showed that there were genotypes with adaptable behavior in the three colors analyzed. In the area under study. Black bean varieties presented higher productivity than the other colors analyzed while white bean genotypes had the lowest productivity.

**Key words:** linear adjustment, adaptability and stability, genotype.

## INTRODUCCIÓN

El poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo regional para el noroeste de Argentina (NOA) y representa una importante alternativa estival para zonas semiáridas donde no es posible la siembra de otros cultivos de verano, como la soja y el maíz.

El rendimiento de este cultivo es muy fluctuante. Según datos de la Dirección de Producción Agrícola, en 2021 se sembraron alrededor de 523.000 hectáreas de poroto en el NOA con una producción de 758.750 t. Esto significa un rinde promedio de 1450 kg/ha. Sin embargo, los rendimientos a lo largo de los últimos 10 años fueron muy variables, con un mínimo de 664 kg/ha y 1450 kg/ha como máximo, con un promedio de 1172 kg/ha.

Los bajos rendimientos son el resultado de la conjunción de diversos factores bióticos y abióticos en la región. De estos últimos, los más importantes son la sequía estacional y las altas temperaturas. Este cultivo requiere durante su ciclo entre 350 a 400 mm de agua para lograr una producción satisfactoria. Con respecto a las temperaturas, el rango tolerable es de 15 – 29°C y la temperatura media es de 21°C (Fancelli, 2016). Entre los factores bióticos se pueden mencionar las enfermedades virales como el complejo mosaico dorado-mosaico enano. Entre las fúngicas, la mancha angular causada por *Pseudocercospora griseola* la mustia hilachosa producida por *Thanatephorus cucumeris*, y entre las enfermedades de origen bacteriano, la bacteriosis común (*Xhantomonas axonopodis*) es la más importante en la región.

La obtención de variedades con alto potencial de rendimiento, amplia adaptación y tolerancia a los principales factores bióticos y abióticos es una alternativa factible para mitigar la problemática mencionada; y es también uno de los objetivos del Proyecto Legumbres Secas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Para tal propósito se evalúan líneas y nuevas variedades en diferentes ambientes, con el objetivo de identificar genotipos sobresalientes, con características agronómicas superiores y mayor productividad que las de uso actual.

En la selección de mejores genotipos es necesario considerar las características agronómicas superiores, el rendimiento y la adaptación. Una vía para determinar la adaptación de genotipos en diferentes ambientes es mediante estudios de estabilidad del rendimiento (López Salinas *et al.*, 2011).

Para facilitar la interpretación de los resultados, en esta investigación definimos **adaptabilidad** como la capacidad de un genotipo de dar mayores respuestas a condiciones de mejor calidad ambiental; en tanto que **estabilidad** del rendimiento se refiere a su capacidad para proporcionar un comportamiento muy previsible, incluso con los cambios ambientales (Borém, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través del índice ambiental y el ajuste lineal, el comportamiento de variedades comerciales y líneas avanzadas de poroto negro, blanco y rojo en diferentes ambientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis se utilizaron los resultados de los ensayos de poroto que conduce el Proyecto Legumbres Secas de la EEAOC, en diferentes localidades de Tucumán y zonas de influencia durante el período 2016-2022. Las localidades de evaluación fueron: San Agustín (departamento Cruz Alta, provincia de Tucumán), Los Altos (departamento Santa Rosa, provincia de Catamarca), Pozo Hondo (departamento Jiménez, provincia de Santiago del Estero) y Joaquín V. González (departamento Anta, provincia de Salta).

Como las localidades no se repitieron todos los años del período 2016-2022, se consideraron las combinaciones Localidad-Año como ambientes diferentes, quedando definidos 12 ambientes de prueba.

Los genotipos evaluados corresponden a variedades y líneas avanzadas de los Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR) de cada uno de los colores analizados, teniendo en cuenta para este estudio las que se repitieron en los 12 ambientes. En la Tabla 1 se presentan algunas características de las 17 variedades y líneas avanzadas estudiadas.

Al rendimiento promedio para cada ambiente, obtenido al promediar el rendimiento de los 17 genotipos, se lo denomina Índice Ambiental (IA), obteniéndose así 12 IA, uno para cada ambiente de prueba (Loc-Año). Los índices ambientales se ubicaron en el eje de las abscisas, ordenados de menor a mayor, y sobre ellos se localizaron en el gráfico los puntos de los valores de rendimiento logrados por esas variedades en cada ambiente. Estos rendimientos se ubicaron en el eje de las ordenadas, también dispuestos de manera creciente. Así, para cada ambiente se obtuvo una nube de puntos, que a su vez sirvieron de

**Tabla 1.** Principales características de las variedades y líneas de poroto, evaluadas en 4 localidades del NOA, durante el período 2016-2022.

Color de grano	Variedad/genotipo	Obtendor	Categoría
negro	TUC 300	EEAOC	variedad
	TUC 510	EEAOC	variedad
	TUC 550	EEAOC	variedad
	TUC 560	EEAOC	variedad
	TUC 570	EEAOC	variedad
blanco	Alubia Cerrillos	INTA Salta	variedad
	Leales INTA 10	INTA Leales	variedad
	BG 91-9	Productor local	variedad
	BG 91-9 x BG 2-2	Cruza EEAOC	línea
	CT x BG 2-2	Cruza EEAOC	línea
rojo	TUC 190	EEAOC	variedad
	T- Anita	Cruza EEAOC	línea
	T-AL	Cruza EEAOC	línea
	T-AR	Cruza EEAOC	línea
	TUC 180	EEAOC	variedad
	TUC 362	EEAOC	línea
	TUC 296	EEAOC	línea

base para poder realizar el ajuste lineal de los materiales. La pendiente de la recta obtenida indicó el comportamiento del genotipo, información que permitió determinar la “estabilidad” (pendiente similar o menor a la unidad) y “adaptabilidad” (valor de la pendiente superior a 1) de cada material, en función de la variación de su rendimiento por cada unidad de variación en el potencial productivo del ambiente (Figura 1).

En la Tabla 2 se presentan los milímetros de lluvia acumulados mensuales del período enero–junio, fecha de siembra y cosecha, y los milímetros de lluvia aportados durante el ciclo del cultivo.

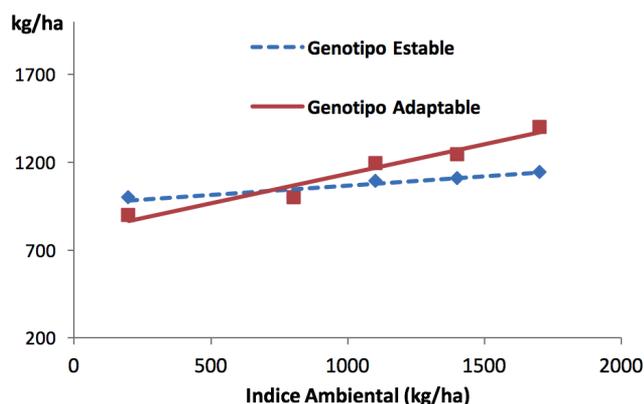


Figura 1. Ilustración de genotipo estable y adaptable.

## RESULTADOS

### Índice ambiental

Considerando los IA obtenidos de cada ambiente de prueba, se definieron siete ambientes favorables:

JVG 2019, JVG 2018, SA 2022, SA 2017, SA 2016, SA 2019 y PH 2019; y cinco ambientes desfavorables: LA 2017, JVG 2020, SA 2021, PH 2018 y SA 2018. En la Figura 2 se muestra el rendimiento promedio (IA) para cada ambiente y los milímetros de lluvia registrados durante el ciclo del cultivo en cada caso.

El rendimiento promedio general fue 1450 kg/ha; por encima de este valor se ubicaron los ambientes favorables y por debajo, los desfavorables. Los IA más altos correspondieron a JVG 2019 y JVG 2018, con 2326 y 1947 kg/ha, respectivamente; en ambos casos no se contó con los registros de los aportes de lluvia durante el ciclo del cultivo. Si consideramos los siguientes ambientes favorables -SA 2022, SA 2016, SA 2019 y PH 2019-, los milímetros recibidos por el cultivo durante su ciclo fueron inferiores a los requeridos teóricamente (300 mm); pero si se observa en la Tabla 3 cómo fueron las distribuciones de los mm, en términos generales fueron uniformes siendo importantes los aportes en el mes de marzo, momento en que el cultivo para las zonas analizadas estaba iniciando la etapa reproductiva.

Los ambientes en los que el cultivo tuvo la menor productividad

fueron SA 2018 y PH 2018, con rendimientos promedio de 690 y 725 kg/ha, respectivamente. Si tenemos en cuenta el aporte hídrico durante el ciclo del cultivo en cada caso, el valor estuvo por debajo de los requerimientos del cul-

Tabla 2. Precipitaciones mensuales acumuladas y acumuladas del ciclo del cultivo para cada uno de los ambientes, evaluadas en cuatro localidades del NOA durante el período 2016-2022.

Ambiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	mm durante el ciclo
SA 2016	1230	105	52	40	16	26	03-feb	31-may	185
SA 2017	73	200	260	51	29	4	07-feb	09-jun	524
LA 2017	82	169	335	100	31	2	14-feb	22-jun	548
JVG 2018*							20-feb	12-jun	
SA 2018	311	81	50	125	22	0	05-feb	19-jun	280
PH 2018	256	87	12	63	44	0	14-feb	28-jun	180
JVG 2019*							06-feb	10-jun	
SA 2019	247	50	160	99	30	5	15-feb	19-jun	297
PH 2019	166	113	173	49	0	0	13-feb	12-jun	222,
JVG 2020*							13-feb	12-jun	
SA 2021	76	155	78	34	38	13	05-feb	04-jun	304
SA 2022	92	82	84	76	2	5	02-feb	03-jun	244

\*La localidad de Joaquín V. González no tiene registro de las precipitaciones.

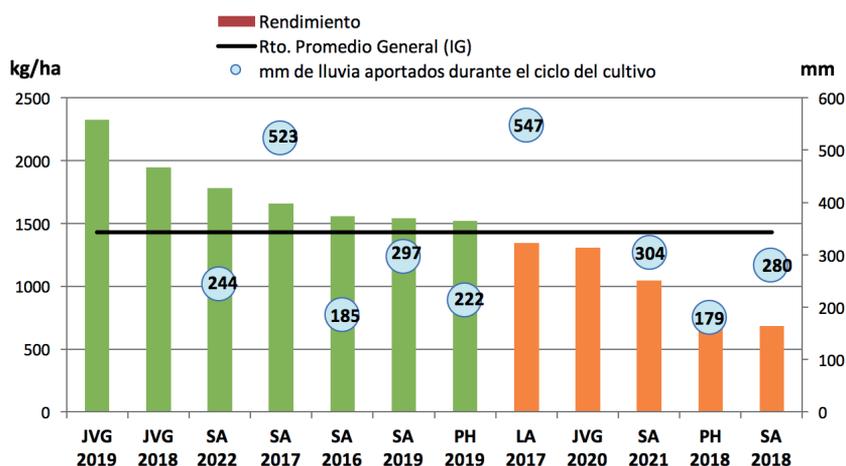


Figura 2. Índices ambientales (columnas verdes representan ambiente favorables, columnas anaranjadas representan ambientes desfavorables), rendimiento promedio general y milímetros de lluvia acumulada durante el ciclo del cultivo, en cuatro localidades del NOA, durante el período 2016-2022.

tivo; además, la distribución de las precipitaciones indica que la misma no acompañó en los momentos clave del cultivo. En el caso de SA 2018 hubo un exceso hídrico en abril (125 mm), lo cual va en detrimento del rendimiento; en PH 2018, en el mes de marzo solo ocurrieron 12 mm, fenómeno que afectó al cultivo en estadio inicio de floración.

**Comportamiento de las variedades por Ajuste Lineal**

• **Variedades de poroto negro**

Para este análisis se tuvieron en cuenta 12 ambientes de prueba. Las variedades TUC 570 y TUC 510 se comportaron como adaptables, presentando esta última la menor productividad cuando la calidad ambiental disminuía.

Por el contrario, en mejores condiciones tuvo una alta productividad con relación al resto de las variedades. TUC 560, TUC 550 y TUC 300 presentaron un comportamiento estable, ofreciendo TUC 560 la mayor productividad entre estas en todos los ambientes (Figura 3).

• **Variedades de poroto rojo**

De los siete genotipos de poroto rojo, tres se comportaron como adaptables y cuatro como estables (Figura 4). Entre los adaptables, T-AL presentó la mayor respuesta frente a las diferentes condiciones del ambiente, obteniendo el menor rinde en ambientes de baja calidad; y al contrario, a medida que mejoraron las condiciones del ambiente, logró un rendimiento superior al de los otros seis genotipos evaluados. Los restantes genotipos de comportamiento adaptable fueron TUC 190 y TUC 180.

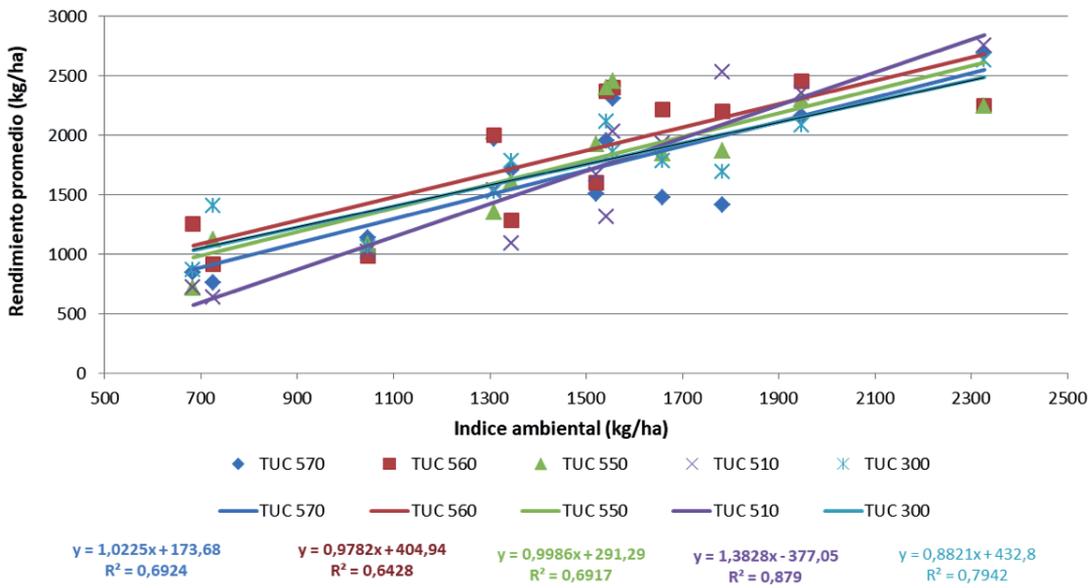


Figura 3. Ajuste lineal de las variedades de poroto negro, en cuatro localidades del NOA, durante el período 2016-2022.

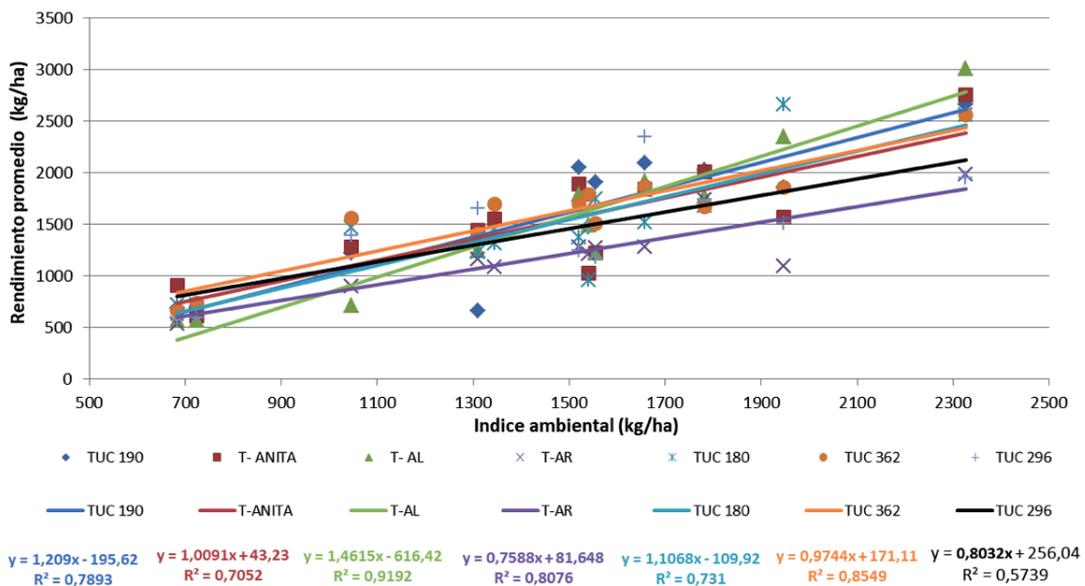


Figura 4. Ajuste lineal de las variedades de poroto rojo en cuatro localidades del NOA, durante el período 2016-2022.

Entre los estables, T-Anita, T-AR, TUC 362 y TUC 296, puede mencionarse que T-AR presentó la menor productividad en todos los ambientes, siendo esta una característica poco deseable en una variedad. TUC 362 presentó la mayor productividad en ambientes de baja calidad y cuando mejoró el ambiente se mantuvo estable, sin presentar un mayor incremento en el rendimiento.

• **Variedades de poroto blanco**

De las variedades de este grupo solo una presentó un comportamiento adaptable: la línea CT x BG 2-2, la cual en situaciones desfavorables obtuvo una productividad inferior a las otras variedades, que presentaron un comportamiento estable. En mejores condiciones, esta línea superó marcadamente al resto (Figura 5).

Entre las variedades de comportamiento estable,

Leales INTA 10 presentó la mejor productividad en todas las condiciones.

**Resumen del comportamiento de las 17 variedades evaluadas**

En la Figura 6 se observan las 17 variedades analizadas ubicadas en la gráfica en función del rendimiento promedio (eje de las abscisas) y la pendiente de la ecuación (eje de las ordenadas). El rendimiento promedio fue de 1450 kg/ha, ubicándose hacia la derecha del mismo las variedades con mayor potencial de rinde; y hacia la izquierda, las de menor potencial. Con respecto a la pendiente de la recta, por encima de 1 están las variedades adaptables y por debajo (menor a la unidad), las estables.

Se observa que las variedades de poroto negro

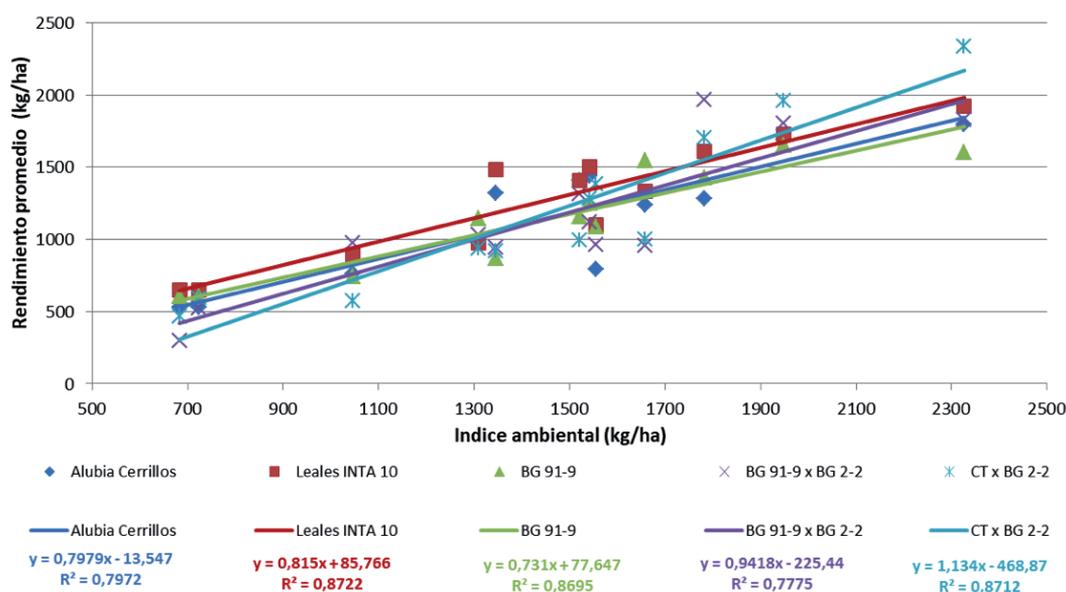


Figura 5. Ajuste lineal de las variedades de poroto blanco, en cuatro localidades del NOA, durante el período 2016-2022.

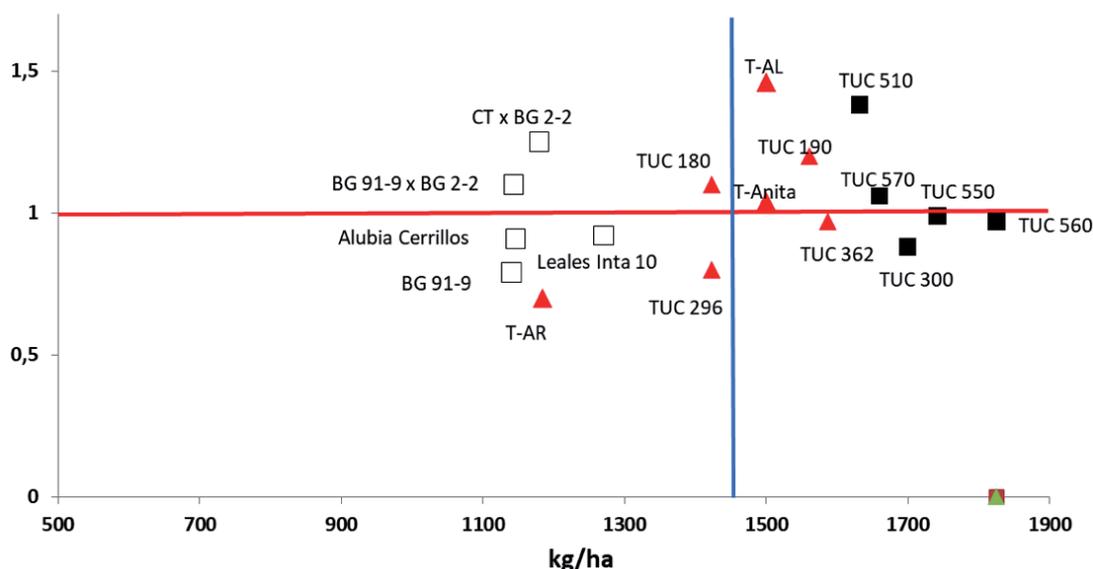


Figura 6. Ubicación de las variedades de poroto negro (representados por cuadros negros), rojo (representados por triángulos rojos) y blanco (representados por cuadros blancos) de acuerdo a su potencial de rendimiento y a su estabilidad. Durante el período 2016-2022 en cuatro localidades del NOA.

presentan mayor potencial de rendimiento que el resto de los otros colores analizados, mientras que las variedades de poroto blanco presentaron los menores rendimientos. Por otro lado, en los tres colores se encontraron variedades de comportamiento estable y adaptable. En este sentido, si el objetivo es identificar variedades que aseguren la productividad en el tiempo, las ubicadas en el cuadrante derecho inferior son las sugeridas (TUC 560, TUC 550, TUC 300 y TUC 362), mientras que las que están por encima de estas (TUC 570, TUC 510, TUC 190, T- AL y T- Anita) son de alto potencial de rendimiento con una respuesta diferencial a la mejora del ambiente.

### CONCLUSIONES

El rendimiento del cultivo de poroto presenta grandes variaciones en función del ambiente.

Puede atribuirse la productividad del poroto en gran medida al aporte de agua durante el ciclo del cultivo; sin embargo, en algunos casos esta no llega a explicar la mayor o menor productividad obtenida, por lo que hay factores que hacen al ambiente, como las temperaturas y aspectos del manejo agronómico, entre otros, que no fueron contemplados en este análisis.

La distribución de las precipitaciones durante los meses del cultivo también es un factor que influye en el rendimiento, ya que el exceso o déficit hídrico en algunas etapas resulta en detrimento del rinde.

Con respecto al comportamiento de los genoti-

pos, en los tres colores se encontraron genotipos estables y adaptables.

Las variedades de poroto negro presentaron mayor adaptación y productividad que los otros colores analizados para la zona en estudio.

Los genotipos de poroto blanco tuvieron menor productividad que los otros colores considerados en este análisis.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

**Borém, A. 2001.** Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade de comportamento. In: Melhoramento de Plantas. 3. ed. Viçosa, Editora UFV, pp. 109-135.

**Fancelli, A. L. 2016.** Aspectos fisiológicos relevantes e influyentes en la productividad. En: Vizgarra, O. N.; C. M. Espeche y L. D. Ploper (eds). Manual técnico del cultivo de poroto para el Noroeste Argentino. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán 2016, pp. 288.

**López Salinas, E.; J. A. Acosta Gallegos; O. H. Tosquy Valle; R. A. Salinas Pérez; B. M. Sánchez García; R. Rosales Serna; C. González Rivas; T. Moreno Gallegos; B. Villar Sánchez; H. M. Cortinas Escobar y R. Zandate Hernández. 2011.** Estabilidad de rendimiento en genotipos mesoamericanos de frijol de grano negro en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2: 29-40.