

## Comportamiento agronómico de cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región central de Venezuela

Oralys León-Brito<sup>1\*</sup>, Catalina Ramis<sup>2</sup>, Nicolas Valladares<sup>3</sup>, Jesús Rafael Méndez-Natera<sup>3</sup>, Carlos Marín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Aragua, Venezuela. <sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO), Instituto de Genética, Maracay, Aragua, Venezuela. <sup>3</sup>Universidad de Oriente (UDO), Escuela de Ingeniería Agronómica. Maturín, Monagas, Venezuela. \*Correo electrónico: oralys927@gmail.com

### RESUMEN

En Venezuela, el cultivo y consumo de las leguminosas, principalmente, de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), tiene una larga tradición histórica. Este rubro se produce en casi todos los estados del país. Con el objetivo determinar el comportamiento agronómico de cultivares de caraota en la región central de Venezuela, se sembraron 30 cultivares en cuatro ambientes: Samán Mocho 2010-11, Samán Mocho 2011-12, CENIAP y Zuata. Los ensayos se establecieron en un diseño de bloques al azar en arreglo alfa láttice de 10 x 3, con dos repeticiones. Se determinó la altura de planta (AP), el número de frutos por planta (NFP), número de semillas por vaina (NSV), peso de 100 semillas (P100S) y se estimó rendimiento (R). Se realizó el análisis de varianza con el programa estadístico GENES 1 y la comparación de medias por Duncan ( $P < 0,05$ ). La interacción cultivar x ambiente resultó significativa para altura de planta, rendimiento y P100S. El NFP presentó diferencias significativas para ambientes y cultivares, mientras que el NSV mostró diferencias estadísticas entre cultivos. El rendimiento ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) estuvo influenciado por las condiciones de suelo, principalmente el contenido de materia orgánica; resaltándose el potencial genético de todos los cultivares en el ambiente Samán Mocho 2010-11, a excepción de la variedad comercial Magdalena. El mayor valor de P100S (23,8 g) lo reflejó el cultivar UCV-28, línea avanzada del programa de mejoramiento genético de la FAGRO-UCV y el menor valor fue de 3,4 g y lo mostró el cultivar local I-2368, ambos en la localidad de Zuata.

**Palabras clave:** caracteres de rendimiento, material genético, leguminosas de grano, rendimiento de cultivos.

## Agronomic behavior of commun bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) in the central region of Venezuela

### ABSTRACT

In Venezuela, the cultivation and consumption of legumes, mainly bean (*Phaseolus vulgaris* L.), has a long historical tradition. This item is produced in almost all the states of the country. In order to determine the agronomic behavior of bean cultivars in the central region of Venezuela, 30 cultivars were planted in four environments: Samán Mocho 2010-11, Samán Mocho 2011-12, CENIAP Aragua and Zuata. The trials were established in a randomized block design in a 10 x 3 alpha lattice arrangement, with two replications. The height of the plant (AP), the number of fruits per plant (NFP) were determined, number of seeds per pod (NSV), weight of 100 seeds (P100S) and yield (R) was estimated. The analysis of variance was carried out with the GENES 1 statistical program and the comparison of means by Duncan ( $P < 0.05$ ). The cultivar x environment interaction was significant for plant height, yield and P100S. The NFP presented significant differences for environments and cultivars, while the NSV showed statistical differences between cultivars. The yield ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) was influenced by soil conditions, mainly the content of organic matter; highlighting the genetic potential of all cultivars in the environment Samán Mocho 2010-11, except for the commercial variety Magdalena. The highest value of P100S (23.8 g) was reflected by the cultivar UCV-28, an advanced line of the FAGRO-UCV genetic improvement program, and the lowest value was 3.4 g and was shown by the local cultivar I-2368, both in the town of Zuata.

**Key words:** yield components, genetic material, grain legumes, crop yield.

Recibido: 28/11/2018 - Aprobado: 24/04/2019

## INTRODUCCIÓN

En el conjunto de las leguminosas comestibles, la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las más importantes en el ámbito mundial; por su distribución en los cinco continentes y contribución como complemento nutricional en la dieta alimenticia. Esta leguminosa es un elemento de tradición primordial en América Latina y, en general, en muchos países en vías de desarrollo donde se cultiva. Esto, principalmente, por su valioso contenido en proteínas, minerales como hierro, calcio y zinc, polifenoles,  $\alpha$ -galactósidos y fibra soluble, constituyéndose en un alimento beneficioso para la salud (Granito *et al.* 2006).

En Venezuela, el cultivo y consumo de las leguminosas, principalmente de caraota, tiene una larga tradición histórica, se produce en casi todos los estados del país (Pérez *et al.* 2018). El consumo per cápita de caraota fue de 3,8 kg/persona/año en el 2010, según cifras de Instituto Nacional de Nutrición (INN), reportadas por Fedeagro (2014). De acuerdo a las estadísticas del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra, en el año 2014, la producción de caraota fue de 6.191 t, con un rendimiento de 833 kg.ha<sup>-1</sup>, en una superficie cosechada de 7.616 ha (MPPAT 2015). Las cifras reflejan que para cubrir la demanda de la población venezolana, proyectada en 31.838 millones de habitantes en el 2018 (INE 2018), es necesaria una producción de 120.946 t. Esto representa un déficit superior al 90 %, que el Estado cubre con importaciones. Es así como, para el periodo 2008-2010 se menciona la importación de aproximadamente 56.000 t anuales de leguminosas de grano, especialmente caraotas (Pérez *et al.* 2013).

Aunque el rubro cuenta con alto potencial productivo, éste se ve afectado por diversos factores, entre los que destacan: la existencia de muy pocos cultivares mejorados que sean accesibles a los agricultores y adaptados a las condiciones edafoclimáticas de las zonas de producción en el país; limitada disponibilidad de semillas de calidad; vulnerabilidad y riesgo a elementos ambientales, lo que trae consigo problemas de enfermedades, específicamente las pudriciones radicales causadas por hongos del suelo; la poca

atención que se presta al combate de las malezas durante el desarrollo del cultivo; en general, problemas de manejo agronómico del cultivo (Pérez *et al.* 2013, Pérez *et al.* 2018).

Los factores limitantes durante el desarrollo del cultivo de caraota, contribuyen a aumentar la diferencia entre el rendimiento potencial y real, comportamiento agronómico de mayor interés. Entre los factores directos, que influyen en el rendimiento, los de mayor importancia son el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso del grano. Existen otros componentes de importancia, entre los que se encuentra la altura de la planta; sin embargo, se consideran como secundarios. De todos estos, el número de vainas por planta es el componente más correlacionado con el rendimiento (López y Ligarreto 2006).

La evaluación agronómica permite caracterizar el comportamiento de cultivares o especies en función del manejo que se les pueda dar, según los distintos ambientes del área de siembra. Esto se logra por la existencia de caracteres agronómicos en las plantas, conocidos desde otro punto de vista como marcadores morfológicos, que condicionan su manejo. Al evaluar el comportamiento de dichos caracteres, en distintos ambientes (localidades, épocas y años), se puede inferir y recomendar bajo ciertas condiciones algunos cultivares o especies para ciertas localidades. De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento agronómico de cultivares de caraota en la región central de Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal.

Se evaluaron 30 cultivares de caraota (*P. vulgaris* L.), entre locales y mejorados (Cuadro 1). Los cultivares locales se encuentran en la Unidad de Conservación de Recursos Fitogenéticos (UCRFG) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP) y en el Banco de Germoplasma de la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía (UCV- FAGRO), Maracay, Venezuela.

Cuadro 1. Identificación de los 30 cultivares de caraota (*P. vulgaris* L.) evaluados por su comportamiento agronómico en los estados Aragua y Carabobo, Venezuela. Periodos 2010-2011 y 2011-2012.

#	Identificación	Procedencia	
<b>Cultivares locales</b>			
1	I-2011/DP-02-98-008	Carabobo	
2	I-2019/MGM-02-99-006	Aragua	
3	I-2041/MEM-01-00-006	Lara	
4	I-2148/DP-03-01-026	Guárico	
5	I-2162/CQ-04-01-001	Trujillo	
6	I-2208/AB-02-01-017	Apure	Unidad de Conservación de Recursos Fitogenéticos (UCRFG) del INIA-CENIAP
7	I-2226/MGM-08-02-001	Sucre	
8	I-2254/MGM-08-02-056	Sucre	
9	I-2363/MGM-10-02-097	Mérida	
10	I-2368/MGM-10-02-102	Mérida	
11	I-2494/DON-12-06-010	Lara	
12	El Chino	Aragua	Banco de Germoplasma FAGRO-UCV
<b>Lineas avanzadas</b>			
13	Gen-3/DOR-440 x RIZ-86 (SA016F2-1-1-MS-6-3)	Programa de Mejoramiento Genético del INIA-CENIAP	
14	Gen-10/EMP-414 x NAG-8 (SA018F2-3-4-1-3-1-2)		
15	Gen-12/EMP-414 x NAG-8 (SA018F2-3-5-MS-MS-MS)		
16	Gen-16/XAN-222 x DOR-470 (SA024F2-19-2-5-10-6-3-2)		
17	Gen-18/(EMP-414 x DOR-500 (SA029F2-MS-MS-MS-MS)		
18	Gen-19/SEL-13		
19	UCV- 27/XAN154 x MEM3031013F2:7	Programa de Mejoramiento Genético de la FAGRO-UCV Maracay	
20	UCV- 28/XAN154 x MEM3031013F2:7		
21	UCV- 56/XAN154 x MEM3031013F2:7		
22	UCV- 88/XAN154 x MEM3031013F2:7		
23	UCV- 96/XAN154 x MEM3031013F2:7		
24	UCV- 100/XAN154 x MEM3031013F2:7		
<b>Cultivares comerciales</b>			
25	Magdaleno	SEHIVECA-Privado	
26	Tacarigua (Línea: Ven 44, Año: 1972)*	Selección individual en Ven 44*	
27	Corocito	SEFLOARCA-Privado	
28	Tenerife (Línea: ICA Pijao, Año: 1994)*	Porrillo Sintético x Mex 11*	
29	Montalbán (Línea: BAT 58, Año: 1988)*	(G3664 x G4215) x (G4525 x G4485)*	
30	Manuare (Línea: BAT 304, Año: 1990)*	G4495 X G5711*	

\*Fuente: Elaborado con base en Voysest 2000.

Estos son provenientes de colectas en siembras de pequeños agricultores, en diversas localidades del país. Los cultivares mejorados corresponden a líneas avanzadas del Programa de Mejoramiento Genético de las instituciones antes mencionadas; así como, a las variedades comerciales más sembradas en Venezuela. Estos cultivares de caraota se seleccionaron, primordialmente, por el color de la semilla, siendo todas negras. En el caso de los cultivares locales se escogieron los provenientes de las principales zonas de producción de caraota del país, considerados por los agricultores de buena adaptación y rendimiento.

### Ubicación y características de los ambientes donde se establecieron los ensayos de campo

Los ambientes estuvieron definidos por cada localidad y año de evaluación, por lo que se generaron cuatro ambientes descritos en el Cuadro 2. Las localidades correspondieron a la Estación Experimental "Samán Mocho", situada en las cercanías de la población de Tacarigua, municipio Carlos Arvelo, estado Carabobo; Campo Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria (CENIAP) del INIA, Av. Universidad, vía El Limón, municipio Mario Briceño Iragorry y Zuata, Sector Punta del Monte, Embalse de Zuata, en el estado Aragua.

Previo al establecimiento de los ensayos, en cada ambiente, se practicaron los análisis de suelo de las áreas de siembra, para determinar sus características físicas y químicas (Cuadro 3). Estos se efectuaron en la Unidad de Servicio de Análisis de Suelo-Agua-Planta del INIA-CENIAP, para el caso de las muestras de Samán Mocho, ciclo norte-verano 2010-2011 y del Campo Experimental INIA-CENIAP en Maracay, ciclo norte-verano 2011-2012. Las muestras de Samán Mocho y Zuata correspondientes al ciclo norte-verano 2011-2012 se analizaron en el Laboratorio General de Suelos, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, UCV. Los resultados mostrados constituyen condiciones adecuadas de suelos, para la siembra del cultivo de la caraota (Acevedo 2003, Pérez *et al.* 2013), por lo que no se esperaba limitaciones por fertilidad o textura del suelo para la producción.

Cuadro 2. Ubicación y características generales de los ambientes donde se establecieron los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.).

Localidad / Época / Año	Latitud / Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Siembra / Cosecha
Samán Mocho norte-verano 2010-11	10° 05'58"N 67°51'40"W	425	01-11-2010 08-02-2011
Samán Mocho norte-verano 2011-12	10°05'58"N 67°51'40"W	425	02-11-2011 23-01-2012
CENIAP-Aragua norte-verano 2011-12	10°17'14"N 67°36'02"W	480	12-12-2011 21-03-2012
Zuata norte-verano 2011-12	10°13'40"N 67°20'01"W	550	26-10-2011 13-01-2012

Elaborado con base en Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente (USICLIMA). Cátedra de Climatología Agrícola, UCV-Facultad de Agronomía (2010) y Estación Agrometeorológica INIA-CENIAP.

Durante el período de los ensayos se realizó un registro semanal de los datos climáticos para las variables; precipitación (mm); evaporación (mm); temperatura (°C) máxima, mínima y media; humedad relativa (%) máxima, mínima y media; e insolación (horas luz). Para los ambientes Samán Mocho 2010-11 (Figuras 1 y 2) y Samán Mocho 2011-12 (Figuras 3 y 4), se contó con el apoyo de la estación climatológica de la EE "Samán Mocho", de la UCV- FAGRO, estado Carabobo.

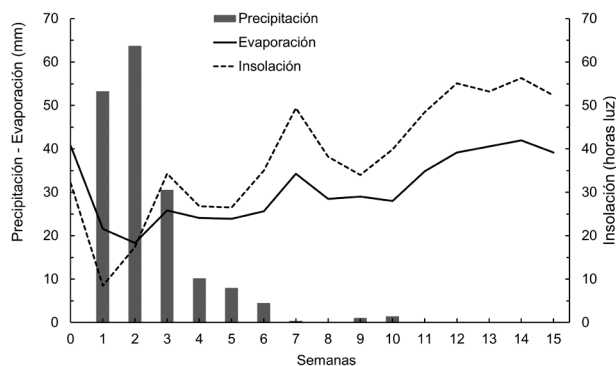


Figura 1. Condiciones de precipitación, evaporación e insolación durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en Samán Mocho 2010-11, Carabobo.

Cuadro 3. Análisis físicos-químicos de suelos de los ambientes donde se establecieron los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.).

Localidad	Samán Mocho 2010-11 <sup>1</sup>	Samán Mocho 2011-12 <sup>2</sup>	CENIAP Aragua <sup>1</sup>	Zuata <sup>2</sup>
<b>Análisis Físico</b>				
Arena (%)	32	32	50	48
Limo (%)	36	35,6	32	37,6
Arcilla (%)	32	32,4	18	14,4
Textura	Franco-Arcilloso	Franco-Arcilloso	Franco	Franco
<b>Análisis Químico</b>				
Fósforo (mg.kg <sup>-1</sup> )	52 (Alto)	193,64 (Muy alto)	32 (Alto)	374,66(Muy alto)
Potasio (mg.kg <sup>-1</sup> )	130 (Alto)	92 (Medio)	99 (Medio)	204,8(Muy alto)
Calcio (mg.kg <sup>-1</sup> )	2000 (Alto)	3138,4 (Muy alto)	588 (Alto)	1741,6 (Alto)
Sodio	-	44,8 (Bajo)	-	23,2 (Bajo)
Magnesio (mg.kg <sup>-1</sup> )	200 (Alto)	464 (Muy alto)	mayor a 200 (Alto)	43,2 (Medio)
Materia Orgánica (%)	7,54 (Alta)	12,21 (Muy alto)	2,66(Media)	2,24 (Media)
pH	7,20	7,58	6,50	5,56
Conductividad Eléctrica (dS.m <sup>-1</sup> )	0,44 (Media)	0,33 (Baja)	0,11 (Baja)	0,35 (Baja)

Elaborado con base en informes emitidos por: <sup>1</sup>Unidad de Servicio de Análisis de Suelo-Agua-Planta del CENIAP-INIA, Aragua. <sup>2</sup>Laboratorio General de Suelos, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, UCV.

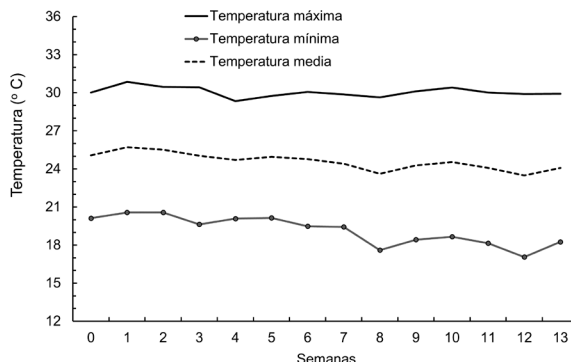
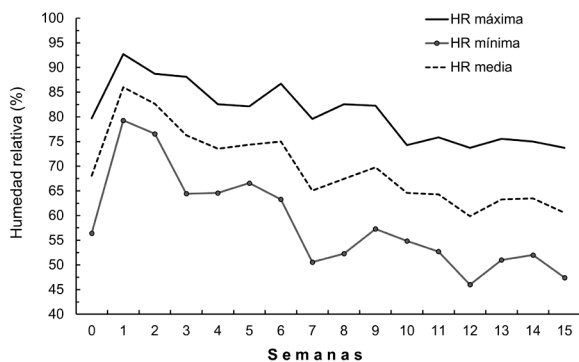
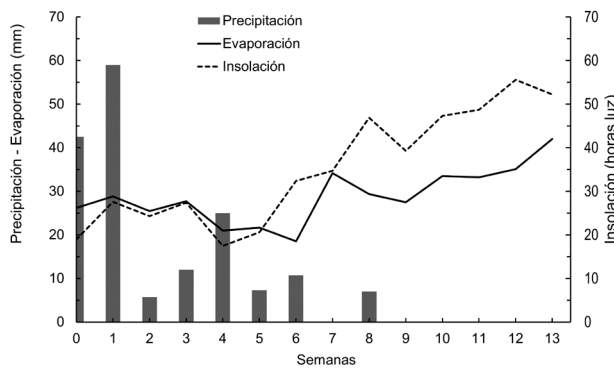
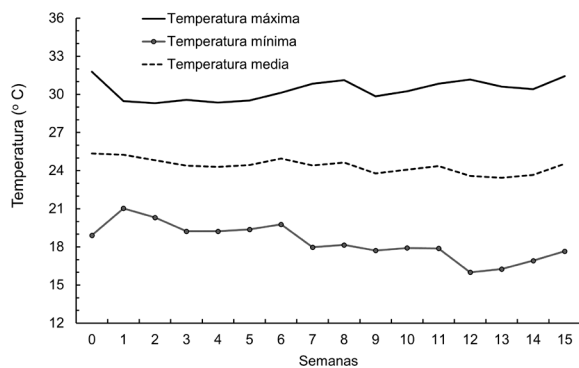


Figura 2. Condiciones de temperatura y humedad durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en Saman Mocho 2010-11, Carabobo.

Figura 3. Condiciones de precipitación, evaporación, insolución y temperatura durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en Saman Mocho 2011-12, Carabobo.

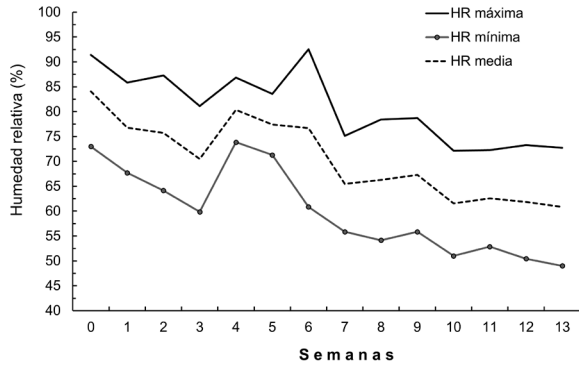


Figura 4. Condiciones de humedad durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en Saman Mocho 2011-12, Carabobo.

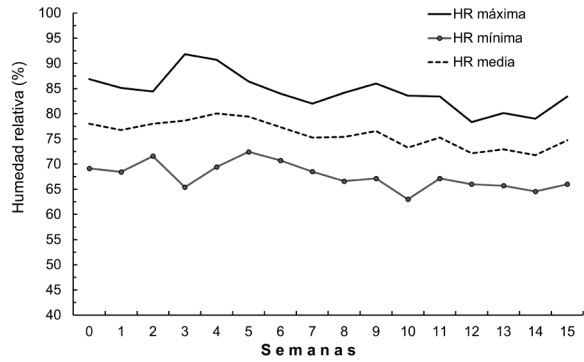


Figura 6. Condiciones de humedad durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en CENIAP, Aragua.

Para el ambiente CENIAP Aragua (Figuras 5 y 6), la información climática se obtuvo de la Red Agrometeorológica del INIA, Estación INIA-CENIAP en Maracay, estado Aragua. En el caso del ambiente en Zuata no se encontró información climatológica.

### Diseño Experimental

En todos los ambientes, los ensayos se establecieron en un diseño de bloques al azar en arreglo alfa láttice de 10 x 3, con dos repeticiones. La escogencia del arreglo se basó en el alto número de cultivares que se evaluaron y el tamaño de la unidad experimental que, dependiendo del suelo y el manejo agronómico, pudieran limitar la condición de uniformidad dentro de las repeticiones. Con el uso del arreglo de cultivares y bloques en alfa láttice, la posible desuniformidad dentro de cada repetición se puede distribuir entre los bloques.

### Unidad Experimental

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por cuatro hileras en camellones de 3 m de largo, con una separación entre hilo de 0,60 m y 0,20 m entre plantas, para un área de parcela de 7,2 m<sup>2</sup>. Los cultivares se sembraron aleatoriamente en las parcelas. Las evaluaciones se realizaron en los dos hilos centrales de cada parcela (3,6 m<sup>2</sup>).

### Manejo Agronómico

La preparación del suelo se realizó según las labores que ejecutan los agricultores de caraota en cada zona, con tres pases de rastra y surcadora para la preparación de los camellones. En la siembra, se colocaron tres semillas por punto; luego de la emergencia se entresacaron para dejar una densidad de 10 plantas por metro lineal, para una población final de 166.667 plantas.ha<sup>-1</sup>. Al momento de la siembra se aplicó fertilizante de fórmula completa 15-15-15 en Samán Mocho

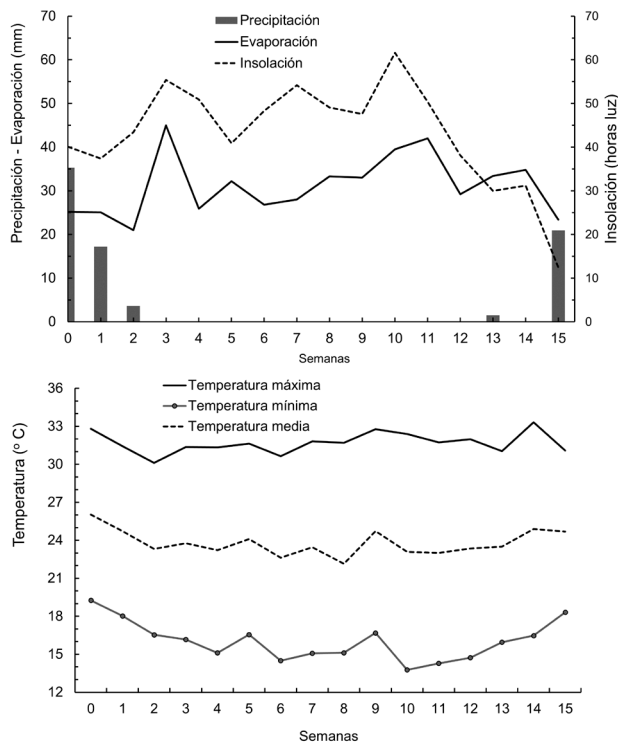


Figura 5. Condiciones de precipitación, evaporación, insolación y temperatura durante los ensayos de caraota (*P. vulgaris* L.) en CENIAP, Aragua.

2010-11 y Zuata; 10-20-20 en Samán Mocho 2011-12 y CENIAP Aragua, a razón de 300 kg.ha<sup>-1</sup>. Se re-abono con urea en una proporción de 50 kg.ha<sup>-1</sup>, antes de la floración (20 días después de la siembra). La fertilización se aplicó en bandas superficiales a chorro corrido y luego se aporcó. En Samán Mocho 2010-11 y CENIAP Aragua, fue necesario aplicar abono foliar (Nitrofoska) a razón de 2 L.ha<sup>-1</sup>, a los 28 días después de la siembra; a fin de, inducir el crecimiento del follaje de las plantas, debido a su pérdida por una alta incidencia de coquitos perforadores (Coleoptera:Chrysomelidae).

Para suplir la demanda de agua del cultivo se aplicó riego complementario, con una lámina de agua suficiente para mojar adecuadamente el terreno. Se utilizaron los equipos de riego disponibles en las áreas de siembra. En Zuata se aplicó riego por aspersión y en los ambientes Samán Mocho 2010-11, Samán Mocho 2011-12 y CENIAP Aragua por gravedad.

Para el control de malezas, al momento de la siembra, se aplicó la combinación de Pendimetalin y Linurón, como herbicidas pre-emergentes, en dosis de 3 L.ha<sup>-1</sup> y ½ L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Antes de la floración y del reabono con urea (abono nitrogenado) se aplicaron los herbicidas post-emergentes R-2-[4-(5-trifluorometil-2-piridiloxo) fenoxiac.propiónico], Fomesafen y Bentazone, en dosis de 2 L.ha<sup>-1</sup>, 1 L.ha<sup>-1</sup> y 2 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el caso, de los ensayos de Samán Mocho 2011-12 y Zuata también se realizó una limpieza manual con machete. En Samán Mocho 2011-12 y CENIAP Aragua se presentó una alta incidencia de coquitos perforadores (Coleoptera: Chrysomelidae), que se controlaron con la aplicación de Metomil al 90 %, a razón de 1 L.ha<sup>-1</sup>, a los 23 días después de la siembra.

### Características agronómicas evaluadas

Se midió la altura de planta en centímetros, al comienzo de la madurez fisiológica, en 10 plantas tomadas al azar, desde la cicatriz de los cotiledones hasta el dosel de la planta. Al momento de la cosecha se tomaron 10 plantas al azar de las dos hileras centrales de cada unidad experimental y se determinó el número promedio de frutos por planta

(NFP); número promedio de semillas por vaina (NSV) y peso promedio de 100 semillas (P100S) ajustadas al 12 % de humedad.

Al momento de la cosecha, cuando los frutos (vainas) estaban en madurez comercial, se contaron el número total de plantas de las dos hileras centrales de la parcela. Se cosecharon todos los frutos, los cuales se contaron, pesaron y se trillaron. Las semillas se pesaron, y se determinó el porcentaje de humedad. De esta manera se calculó el rendimiento en gramos por planta y se estimó en kg.ha<sup>-1</sup> ajustado al 12 % humedad.

### Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza, previa evaluación del cumplimiento de los supuestos. Para el análisis se utilizó un modelo de efectos fijos, considerando cultivares y ambientes fijos, a través del programa estadístico GENES 1. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, a un nivel de probabilidad de 5 %, en aquellas variables que presentaron diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectó interacción cultivar (C) x ambiente (A) en las variables AP (cm), R (kg ha<sup>-1</sup>) y P100S. En el caso de NFP, se observó diferencias significativas para ambiente y cultivares; mientras que, el NSV solo presentó diferencias significativas para el efecto del cultivares (Cuadro 4).

### Altura de Planta (AP)

La interacción CxA resultó altamente significativa para la altura de planta (Cuadro 4), lo que indica un comportamiento distinto de los cultivares en los diferentes ambientes. Las menores alturas de planta correspondieron a los cultivares UCV-27 y UCV-56 en el ambiente Zuata; comportándose estadísticamente similares en el ambiente CENIAP, con diferencias respecto a los ambientes Samán Mocho, donde presentaron alturas mayores y similares (Cuadro 5).

Las mayores alturas, se observaron en el ambiente Samán Mocho 2010-11 y las presentaron los cultivares I-2011, I-2254 y Manuare, con valores de

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de la varianza para; altura de plantas (AP), rendimiento (R) número de frutos por planta (NFP), número de semillas por vaina (NSV) y peso de 100 semillas (P100S), de 30 cultivares de caraota (*P. vulgaris* L.), en cuatro ambientes.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios				
		AP	R	NFP	NSV	P100S
Ambiente (A)	3	55.591,03**	2,94 x 10 <sup>7</sup> *	2349,11*	1,03ns	89,76ns
Repetición(Ambiente)	4	836,37	2.248,52	305,20	2,60	67,10
Cultivares (C)	29	1.186,88**	221,94ns	46,56*	1,04**	29,24**
C x A	87	393,37**	231.714*	32,71ns	0,51ns	14,84*
Error	116	193,51	158.061	27,00	0,41	10,63
CV (%)		16,92	40,55	31,20	14,54	20,63

\*: Diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ); \*\*: altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ), ns: no significativa. CV: Coeficiente de Variación

141,1; 144,7 y 146,0 cm, respectivamente; con un comportamiento estadísticamente similar, entre las mismas. El cultivar I-2011 tuvo un comportamiento estadísticamente similar entre Samán Mocho 2010-11 y Samán Mocho 2011-12, siendo diferente con respecto a los ambientes CENIAP Aragua y Zuata, donde presentó menores alturas (48,5 y 49,1 cm, respectivamente), las cuales fueron similares. El comportamiento del cultivar I-2254 fue similar con respecto a Samán Mocho 2010-11 y CENIAP Aragua, pero diferente a Zuata, donde presentó el menor valor de AP (47,8 cm). En el caso de Manuare, se conformaron cuatro grupos estadísticamente diferentes de AP, ubicándose cada ambiente en un grupo. De esta manera, ordenados en forma creciente, la AP (50,9 cm) de Zuata se ubicó en un primer grupo; la del CENIAP Aragua (92,4 cm) en un segundo grupo; de Samán Mocho 2011-12 (114,6 cm) en el grupo tres y en el grupo cuatro la AP (146,0 cm) de Samán Mocho 2010-11.

Las menores alturas se observaron en los ambientes con porcentaje medio de materia orgánica, como es el caso de CENIAP y Zuata. Los cultivares que mostraron las menores alturas son provenientes del programa de mejoramiento genético de la FAGRO-UCV; sin embargo, los mismos expresaron alturas superiores en los ambientes

con alto contenido de materia orgánica en el suelo, como es el caso de Samán Mocho.

Madriz (2009), analizando la altura de planta de diez cultivares de caraota, en ocho ambientes donde estaba incluido Samán Mocho, encontró una altura de 35,9 cm, para las dos variedades comerciales, Magdaleno y Tacarigua. En las seis selecciones del programa de mejoramiento genético de leguminosas del INIA CENIAP, se observaron alturas desde 45 cm hasta 67,38 cm. Estos resultados difieren de los obtenidos en esta investigación para las variedades Tacarigua y Magdaleno, donde la AP fue superior. Mientras que, el rango de AP es cercano al encontrado en las seis líneas avanzadas del programa de mejoramiento del INIA-CENIAP, en dos de los ambientes (CENIAP Aragua y Zuata).

### Rendimiento (R)

Se observa que los rendimientos superiores se ubicaron en Samán Mocho 2010-11, donde se destacaron los cultivares I-2363, Gen-16 e I-2254 con 2.895,3; 2.868,9 y 2.759,0 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Sin embargo, estos presentaron un comportamiento estadísticamente diferente a los otros ambientes, en los que mostraron tendencias a obtener rendimientos inferiores (Cuadro 6). El cultivar Magdaleno mostró un comportamiento



Cuadro 5. Comparación de medias para la interacción cultivar por ambiente en altura de plantas (AP) de caraota (*P. vulgaris* L.).

Cultivar	AP (cm)				Promedio
	Samán Mocho 2010-11	Samán Mocho 2011-12	CENIAP	Zuata	
I-2011	141,1 <sup>z</sup>	107,8 <sup>q-z</sup>	48,5 <sup>a-f</sup>	49,1 <sup>a-f</sup>	86,6
I-2019	90,9 <sup>h-u</sup>	107,7 <sup>q-z</sup>	55,7 <sup>a-h</sup>	54,3 <sup>a-e</sup>	77,2
I-2041	118,5 <sup>u-z</sup>	99,3 <sup>n-x</sup>	100,5 <sup>n-x</sup>	95,0 <sup>l-x</sup>	103,3
I-2148	109,8 <sup>r-z</sup>	103,5 <sup>o-y</sup>	69,2 <sup>b-p</sup>	73,1 <sup>c-q</sup>	88,9
I-2162	113,2 <sup>t-z</sup>	106,4 <sup>q-z</sup>	58,6 <sup>a-k</sup>	60,1 <sup>a-l</sup>	84,6
I-2208	117,9 <sup>t-z</sup>	90,1 <sup>g-u</sup>	43,5 <sup>a-d</sup>	39,2 <sup>a-c</sup>	76,4
I-2226	122,2 <sup>x-z</sup>	94,1 <sup>k-u</sup>	59,3 <sup>a-l</sup>	54,1 <sup>a-g</sup>	78,7
I-2254	144,7 <sup>z</sup>	123,3 <sup>x-z</sup>	94,0 <sup>k-u</sup>	47,8 <sup>a-e</sup>	102,4
I-2363	123,0 <sup>x-z</sup>	92,5 <sup>j-u</sup>	62,2 <sup>a-m</sup>	60,1 <sup>a-l</sup>	84,4
I-2368	121,2 <sup>x-z</sup>	89,7 <sup>g-u</sup>	84,3 <sup>f-u</sup>	56,2 <sup>a-i</sup>	87,8
I-2494	136,6 <sup>y-z</sup>	118,5 <sup>u-z</sup>	92,1 <sup>i-u</sup>	58,9 <sup>a-l</sup>	101,5
El Chino	113,2 <sup>t-z</sup>	113,9 <sup>t-z</sup>	52,2 <sup>a-f</sup>	56,5 <sup>a-r</sup>	83,9
Gen-3	100,7 <sup>n-x</sup>	94,5 <sup>k-u</sup>	45,3 <sup>a-d</sup>	43,4 <sup>a-d</sup>	71,0
Gen-10	105,6 <sup>q-z</sup>	92,6 <sup>k-u</sup>	40,4 <sup>a-d</sup>	43,2 <sup>a-d</sup>	70,4
Gen-12	109,7 <sup>r-z</sup>	62,2 <sup>a-m</sup>	42,8 <sup>a-d</sup>	42,9 <sup>a-d</sup>	64,4
Gen-16	115,6 <sup>t-z</sup>	99,4 <sup>n-x</sup>	44,0 <sup>a-d</sup>	35,3 <sup>a-b</sup>	73,6
Gen-18	122,5 <sup>x-z</sup>	106,3 <sup>q-z</sup>	51,4 <sup>a-f</sup>	38,7 <sup>a-c</sup>	79,7
Gen-19	90,8 <sup>h-u</sup>	89,1 <sup>g-u</sup>	68,7 <sup>b-o</sup>	35,5 <sup>a-b</sup>	71,0
UCV-27	127,2 <sup>x-z</sup>	106,6 <sup>q-z</sup>	50,3 <sup>a-f</sup>	26,9 <sup>a</sup>	77,7
UCV-28	93,8 <sup>k-u</sup>	105,3 <sup>f-z</sup>	49,2 <sup>a-f</sup>	46,3 <sup>a-e</sup>	73,6
UCV-56	97,1 <sup>m-x</sup>	99,6 <sup>n-x</sup>	45,8 <sup>a-e</sup>	27,1 <sup>a</sup>	67,4
UCV-88	111,4 <sup>s-z</sup>	103,7 <sup>o-y</sup>	34,7 <sup>a-b</sup>	43,5 <sup>a-d</sup>	73,3
UCV-96	130,9 <sup>x-z</sup>	104,1 <sup>o-y</sup>	43,4 <sup>a-d</sup>	34,9 <sup>a-b</sup>	78,3
UCV-100	113,0 <sup>s-z</sup>	118,2 <sup>u-z</sup>	43,5 <sup>a-d</sup>	40,8 <sup>a-d</sup>	78,9
Magdaleno	117,1 <sup>t-z</sup>	81,7 <sup>e-t</sup>	93,2 <sup>k-u</sup>	76,7 <sup>d-s</sup>	90,4
Tacarigua	92,2 <sup>i-u</sup>	74,8 <sup>c-r</sup>	68,1 <sup>b-o</sup>	52,7 <sup>a-f</sup>	71,6
Corocito	98,8 <sup>n-x</sup>	97,4 <sup>m-x</sup>	66,7 <sup>b-n</sup>	36,0 <sup>a-b</sup>	74,7
Tenerife	98,8 <sup>n-x</sup>	111,1 <sup>r-z</sup>	54,6 <sup>a-g</sup>	46,3 <sup>a-e</sup>	77,7
Montalban	125,2 <sup>x-z</sup>	112,8 <sup>s-z</sup>	105,6 <sup>q-z</sup>	112,4 <sup>s-z</sup>	114,0
Manuare	146,0 <sup>z</sup>	114,6 <sup>t-z</sup>	92,4 <sup>c-u</sup>	50,9 <sup>a-f</sup>	101,0
Promedio	114,9	100,7	62	51,2	
CV (%)	11,51	17,93	15,71	26,07	

Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

Cuadro 6. Comparación de medias para interacción cultivar de por ambiente para la variable rendimiento (R) en kg.ha<sup>-1</sup> de caraota (*P. vulgaris* L.).

Cultivar	R (kg.ha <sup>-1</sup> )				Promedio
	Samán Mocho 2010-11	Samán Mocho 2011-12	CENIAP	Zuata	
I-2011	2.397,9 <sup>a-c</sup>	1.623,1 <sup>a-o</sup>	291,9 <sup>r-u</sup>	207,2 <sup>s-u</sup>	1.130,02
I-2019	1.113,1 <sup>f-u</sup>	1.272,3 <sup>c-t</sup>	735,5 <sup>j-u</sup>	372,9 <sup>q-u</sup>	873,46
I-2041	2.317,5 <sup>a-e</sup>	1.378,2 <sup>b-s</sup>	645,3 <sup>k-u</sup>	551,0 <sup>n-u</sup>	1.222,98
I-2148	1.766,3 <sup>a-m</sup>	740,5 <sup>r-u</sup>	641,9 <sup>k-u</sup>	642,0 <sup>k-u</sup>	947,69
I-2162	1.247,4 <sup>c-t</sup>	959,5 <sup>g-u</sup>	431,9 <sup>p-u</sup>	593,4 <sup>m-u</sup>	808,06
I-2208	2.087,9 <sup>a-g</sup>	1.238,2 <sup>c-t</sup>	371,7 <sup>q-u</sup>	423,4 <sup>p-u</sup>	1.030,32
I-2226	2.374,7 <sup>a-d</sup>	513,0 <sup>n-u</sup>	384,9 <sup>p-u</sup>	522,8 <sup>n-u</sup>	948,86
I-2254	2.759,0 <sup>a</sup>	908,9 <sup>g-u</sup>	687,9 <sup>k-u</sup>	455,3 <sup>o-u</sup>	1.202,79
I-2363	2.895,3 <sup>a</sup>	904,6 <sup>g-u</sup>	570,7 <sup>n-u</sup>	323,3 <sup>r-u</sup>	1.173,45
I-2368	2.214,4 <sup>a-f</sup>	465,4 <sup>o-u</sup>	393,5 <sup>p-u</sup>	292,0 <sup>r-u</sup>	841,36
I-2494	1.958,7 <sup>a-i</sup>	1.433,9 <sup>b-r</sup>	936,5 <sup>g-u</sup>	655,9 <sup>k-u</sup>	1.246,23
El Chino	1.085,1 <sup>f-u</sup>	1.201,5 <sup>d-u</sup>	507,9 <sup>n-u</sup>	443,1 <sup>o-u</sup>	809,40
Gen-3	1.255,8 <sup>c-t</sup>	1.339,1 <sup>b-t</sup>	364,2 <sup>q-u</sup>	541,5 <sup>n-u</sup>	875,19
Gen-10	2.004,7 <sup>a-h</sup>	715,1 <sup>k-u</sup>	433,6 <sup>p-u</sup>	414,1 <sup>p-u</sup>	891,89
Gen-12	1.945,6 <sup>a-i</sup>	638,2 <sup>k-u</sup>	521,7 <sup>n-u</sup>	478,7 <sup>n-u</sup>	896,06
Gen-16	2.868,9 <sup>a</sup>	1.561,9 <sup>b-p</sup>	431,0 <sup>p-u</sup>	177,9 <sup>t-u</sup>	1.259,94
Gen-18	2.003,9 <sup>a-h</sup>	860,9 <sup>h-u</sup>	617,5 <sup>l-u</sup>	491,5 <sup>n-u</sup>	918,43
Gen-19	1.791,7 <sup>a-l</sup>	970,9 <sup>g-u</sup>	674,5 <sup>k-u</sup>	275,4 <sup>r-u</sup>	928,12
UCV-27	1.445,8 <sup>b-r</sup>	1.123,3 <sup>f-u</sup>	529,4 <sup>n-u</sup>	40,7 <sup>u</sup>	784,82
UCV-28	1.821,3 <sup>a-k</sup>	239,3 <sup>s-u</sup>	556,1 <sup>n-u</sup>	343,2 <sup>r-u</sup>	739,96
UCV-56	2.471,0 <sup>a-b</sup>	1.071,5 <sup>f-u</sup>	527,0 <sup>n-u</sup>	339,8 <sup>r-u</sup>	1.102,32
UCV-88	2.456,3 <sup>a-b</sup>	1.028,6 <sup>g-u</sup>	453,4 <sup>o-u</sup>	487,0 <sup>n-u</sup>	1.106,32
UCV-96	2.214,8 <sup>a-f</sup>	1.560,2 <sup>b-p</sup>	489,7 <sup>n-u</sup>	248,5 <sup>s-u</sup>	1.128,29
UCV-100	2.353,6 <sup>a-d</sup>	1.109,5 <sup>f-u</sup>	464,4 <sup>o-u</sup>	476,2 <sup>n-u</sup>	1.100,93
Magdaleno	567,9 <sup>n-u</sup>	704,4 <sup>k-u</sup>	618,1 <sup>l-u</sup>	500,5 <sup>n-u</sup>	597,74
Tacarigua	2.052,6 <sup>a-g</sup>	832,8 <sup>h-u</sup>	548,1 <sup>n-t</sup>	443,3 <sup>o-u</sup>	969,18
Corocito	1.904,9 <sup>a-j</sup>	1.321,1 <sup>b-t</sup>	599,6 <sup>m-u</sup>	657,2 <sup>k-t</sup>	1.120,70
Tenerife	1.660,2 <sup>a-n</sup>	995,5 <sup>g-u</sup>	561,0 <sup>n-u</sup>	203,4 <sup>s-u</sup>	855,01
Montalban	1.545,8 <sup>b-q</sup>	782,2 <sup>i-u</sup>	392,1 <sup>p-u</sup>	644,9 <sup>k-u</sup>	841,26
Manuare	2.045,5 <sup>a-g</sup>	1.152,4 <sup>e-u</sup>	516,9 <sup>n-u</sup>	243,5 <sup>s-u</sup>	989,56
Promedio	1.954,2	1.021,5	519,9	416,3	978,01
CV (%)	33,61	29,63	24,57	73,01	

Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

estadísticamente similar, en los cuatro ambientes. Es decir, que independientemente de las mejoras ambientales mantuvo un rendimiento estable, aunque estuvo muy por debajo de la media general de los ambientes (978,01 kg.ha<sup>-1</sup>).

El rendimiento más bajo lo reflejó la línea avanzada UCV-27, en el ambiente de Zuata, con 40 kg.ha<sup>-1</sup>. Este resultado, probablemente se correspondió a causas de manejo y bajo contenido de materia orgánica del suelo; por cuanto en los ambientes Samán Mocho 2010-11 y Samán Mocho 2011-12 los rendimientos fueron muy superiores, con 1.445,8 y 1.123,3 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el ambiente CENIAP Aragua, aunque el rendimiento fue menor a los ambientes anteriores, en 36,62 y 47,13 %, respectivamente, superó en 92 % al resultado en el ambiente Zuata.

El 70 % de los cultivares presentaron un comportamiento lineal y decreciente, entre los ambientes, desde Samán Mocho 2010-11 hasta Zuata. El 26,67 % mostró, en su mayoría un rendimiento decreciente, desde Samán Mocho 2010-11 hasta CENIAP Aragua, con un aumento ligeramente superior en Zuata; aunque tuvieron un comportamiento estadísticamente similar en Samán Mocho 2011-12, CENIAP Aragua y Zuata, siendo diferente e inferior sus rendimientos con respecto a Samán Mocho 2010-11. En este grupo se incluyen los cultivares I-2162, I-2208, I-2226, Gen-3, UCV-88, UCV-100, Corocito y Montalban. El 3,33 % restante lo representó el cultivar Magdaleno, con un ligero aumento de su rendimiento desde el Samán Mocho 2010-11 hasta Samán Mocho 2011-12 y posterior disminución en CENIAP Aragua y Zuata.

En general, en el ambiente Samán Mocho 2010-11 los cultivares mostraron un alto potencial de rendimiento, seguido del ambiente Samán Mocho 2011-12; mientras que, en los ambientes CENIAP Aragua y Zuata hubo una disminución de los mismos, con las excepciones ya presentadas. Al relacionar estos resultados con las condiciones climáticas (Figuras 1 - 6), que fueron semejantes en todos los ambientes; donde además se aplicó riego complementario, se puede inferir que las condiciones, principalmente de requerimiento de agua, no limitaron el rendimiento de los cultivares.

Con referencia a la situación de los suelos, el pH y materia orgánica varió de acuerdo al ambiente, siendo superior en Samán Mocho 2010-11 y Samán Mocho 2011-12 con respecto a CENIAP Aragua y Zuata (Cuadro 3); esto posiblemente influyó en los resultados. Es importante señalar que el rendimiento de cualquier cultivo depende de factores ambientales, manejo agronómico y de sus características genéticas (Lobell et al. 2009).

### Número de Frutos por Planta (NFP)

La variable número de frutos por planta presentó diferencias significativas para ambiente y cultivares. El NFP resultó ser estadísticamente igual en los ambientes Samán Mocho 2010-11 (25,1) y Samán Mocho 2011-12 (17,6); mientras que, en CENIAP Aragua (12,1) y Zuata (11,8) estuvieron en un segundo grupo, siendo ambos iguales al NFP en Samán Mocho 2011-12, pero inferiores al obtenido en Samán Mocho 2010-11 (Cuadro 7).

En la prueba de media de los cultivares se observa la conformación de siete grupos para los valores de las medias del NFP. Los cultivares de mayor número de frutos por planta estuvieron en los dos primeros grupos, representados por I-2162 e I-2492 con valores de 21,5 y 20,4, respectivamente. Seguidamente, el grupo 3 con un rango de 18,2 hasta 19,00 NFP, integrado por los cultivares locales I-2208, I-2254 e I-2368 y las líneas avanzadas UCV-88, UCV-96 y UCV-100. El grupo más numeroso fue el 4, con un rango de 15,2 hasta 17,6 NFP. Este grupo lo conformaron cuatro cultivares locales, tres y dos líneas avanzadas del INIA-CENIAP y FAGRO-UCV, respectivamente, y dos variedades comerciales. El cultivar I-2019 presentó el menor NFP (11,7) y se ubicó en el último grupo. Igualmente, el grupo 5 lo representó sólo por el Gen-10, con 14,6 NFP.

En un estudio de la respuesta agronómica de 12 cultivares de frijol común (*P. vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba, de la Fé Montenegro *et al.* (2016), encontraron una variaron de 24,30 a 8,60 del número de vainas por planta.

El número de frutos de los ambientes más productivos, ambos en Samán Mocho, fueron superiores a los obtenidos por Madriz (2009), en la misma localidad; quien señaló que esta

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Duncan para número de frutos por planta (NFP) de cada ambiente y cultivar de caraota (*P. vulgaris* L.) evaluado.

Cultivar	NFP					Grupos
	Samán Mocho 2010-11	Samán Mocho 2011-12	CENIAP	Zuata	Promedio	
I-2011	21,20	17,40	6,90	10,41	14,0 <sup>cd</sup>	6
I-2019	12,50	11,90	13,10	9,35	11,7 <sup>d</sup>	7
I-2041	20,85	21,75	11,70	14,30	17,2 <sup>abcd</sup>	4
I-2148	22,85	17,80	12,25	17,30	17,6 <sup>abcd</sup>	4
I-2162	25,45	23,40	16,55	20,60	21,5 <sup>a</sup>	1
I-2208	32,10	19,80	10,20	10,60	18,2 <sup>abc</sup>	3
I-2226	23,05	11,30	14,50	21,50	17,6 <sup>abcd</sup>	4
I-2254	23,30	21,25	14,60	13,65	18,2 <sup>abc</sup>	3
I-2363	25,65	14,00	11,60	9,35	15,2 <sup>abcd</sup>	4
I-2368	27,70	14,85	13,60	18,11	18,6 <sup>abc</sup>	3
I-2494	28,45	25,05	15,00	13,15	20,4 <sup>ab</sup>	2
El Chino	16,15	16,75	9,85	10,95	13,4 <sup>cd</sup>	6
Gen-3	24,90	20,20	10,80	9,45	16,3 <sup>abcd</sup>	4
Gen-10	22,90	13,80	10,55	11,00	14,6 <sup>bcd</sup>	5
Gen-12	24,65	9,50	12,35	8,45	13,7 <sup>cd</sup>	6
Gen-16	23,55	21,10	8,40	12,13	16,3 <sup>abcd</sup>	4
Gen-18	21,95	11,80	12,00	8,71	13,6 <sup>cd</sup>	6
Gen-19	24,65	17,70	14,25	4,85	15,4 <sup>abcd</sup>	4
UCV-27	16,90	22,50	9,30	5,28	13,5 <sup>cd</sup>	6
UCV-28	27,95	14,50	12,90	9,00	16,1 <sup>abcd</sup>	4
UCV-56	24,10	15,50	11,70	13,42	16,2 <sup>abcd</sup>	4
UCV-88	28,95	23,25	15,24	8,50	19,0 <sup>abc</sup>	2
UCV-96	33,10	22,70	8,85	10,40	18,8 <sup>abc</sup>	3
UCV-100	35,25	21,40	9,25	8,62	18,6 <sup>abc</sup>	3
Magdalena	22,80	13,10	15,25	12,49	15,9 <sup>abcd</sup>	4
Tacarigua	30,65	19,55	12,75	15,00	19,5 <sup>abc</sup>	3
Corocito	22,70	25,40	12,80	16,94	19,5 <sup>abc</sup>	3
Tenerife	21,60	11,20	12,30	9,65	13,7 <sup>cd</sup>	6
Montalban	36,40	12,25	12,05	12,00	18,2 <sup>abc</sup>	3
Manuare	31,60	18,35	12,50	7,62	17,5 <sup>abcd</sup>	4
Promedio	25,1 <sup>A</sup>	17,6 <sup>AB</sup>	12,1 <sup>B</sup>	11,8 <sup>B</sup>		
CV (%)	27,86	24,36	32,22	42,79		

Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Letras minúsculas para las comparaciones de medias entre cultivares y letras mayúsculas para la comparación de medias entre ambientes.

variable es importante por su relación directa con el rendimiento. Cuando se observa el NFP en cada ambiente, se puede señalar que las condiciones de suelo y climáticas de los ambientes Samán Mocho 2010-11 y Samán Mocho 2011-12 (Cuadro 3, Figuras 1 - 6), aunado al riego complementario para suplir la demanda de agua de los cultivares, favoreció el resultado en estos ambientes. Caso contrario, sucedió en los ambientes CENIAP Aragua y Zuata. Los resultados de NFP son similares a los reportados por Angola y Hernández (2010).

### Número de Semillas por Vaina (NSV)

En el análisis de varianza (Cuadro 4), hubo diferencias altamente significativas entre cultivares, para la variable NSV. En el Cuadro 8 se observa la conformación de doce grupos para los valores de las medias del NSV. El cultivar I-2254 presentó 5,3 semillas por vaina, siendo el mayor entre los cultivares y se ubicó en el grupo 1, seguido de El Chino con 5 NSV y Gen-19 con 4,9 NSV, en los grupos 2 y 3, respectivamente. El grupo que representó el mayor número de cultivares fue el 5, conformado por I-2011, Tenerife, I-2019, I-2148, UCV-28 y UCV-26; los dos primeros genotipos tuvieron un NSV de 4,7 y el resto, 4,6 semillas por vaina. El cultivar Gen-18 presentó 3,7 semillas por vaina, correspondiendo al menor valor y se ubicó en el último grupo, que fue el 12.

Al contrastar el NSV, con respecto a la clasificación de los cultivares (Cuadro 1) se observa que los cultivares locales, líneas avanzadas del INIA y de la UCV, así como las variedades comerciales, están representadas en varios grupos de medias. Sin embargo, los dos primeros grupos están compuestos, cada uno, por un cultivar local. El tercer grupo lo representa sólo la línea avanzada del programa de mejoramiento genético de caraota del INIA-CENIAP, Gen-19 (4,9 NSV). Los dos últimos grupos, 11 y 12, lo constituyen las líneas avanzadas UCV-56 (3,8 NSV) y Gen-18 (3,7 NSV), de los programas de mejoramiento genético de la FAGRO-UCV e INIA-CENIAP, respectivamente.

El promedio general del NSV para los ambientes fue de 4,42, valor que los representó a todos por cuanto no mostraron diferencias significativas. En

una comparación de 20 cultivares de caraota en dos condiciones distintas de manejo, San Vicente (1982), señaló que el número de semillas por vaina resultó ser una característica con un rango estrecho entre ambas localidades.

### Peso de 100 Semillas (P100S)

La interacción C x A para P100S (Cuadro 4) resultó significativa y sus comparaciones de medias se muestran en el Cuadro 9. El mayor peso de 100 semillas (23,8 g) se ubicó en el ambiente Zuata, y lo representó el cultivar UCV-28. Este genotipo mostró un comportamiento estadísticamente similar con los cultivares Gen-19, Gen-3, UCV-100, Gen-18, I-2363, Magdaleno, Manuare, I-2041, UCV-56 y Gen-10, con respecto al mismo ambiente. Al comparar el mayor P100S de UCV-28 con el resto de los ambientes, se observó una similitud estadística con el ambiente Samán Mocho 2010-11; que está relacionado con los ambientes Samán Mocho 2011-12 y CENIAP Aragua, aunque ambos ubicados en diferentes grupos, sin embargo, los mismos son diferentes al ambiente de Zuata.

El menor P100S fue de 3,4 g y lo obtuvo el cultivar I-2368, también en el ambiente 4, con diferencias estadísticas con el resto de los ambientes. El I-2368, probablemente por su condición de cultivar local proveniente de Mérida, se vió afectado en las condiciones ambientales de Zuata, periodo 2011-2012. Aunque para el resto de los ambientes presentó mayores pesos, en ninguno de los casos superó al mejor valor de 23,8 g. Cabe destacar que el cultivar con mayor P100S, no presentó el mayor NSV, resultado que coincidió con los reportados por Angola y Hernández (2010).

Silva *et al.* (2011), indica que entre los principales componentes del rendimiento de frijol común (*P. vulgaris* L.), el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso de cien semillas son los caracteres con mayor potencial de selección e identificación de genotipos superiores.

La caraota es un rubro de producción y consumo, de tradición en Venezuela y, se siembra en la geografía nacional. Esto implica la necesidad de disponibilidad de cultivares adaptados a diferentes zonas agroecológicas y considerar el ideotipo de

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable número de semillas por vaina (NSV) de cada cultivar de caraota (*P. vulgaris* L.) evaluado.

Cultivar	NSV					Grupos
	Samán Mocho 2010-11	Samán Mocho 2011-12	CENIAP	Zuata	Promedio	
I-2011	5,26	5,33	3,85	4,88	4,7 <sup>abcde</sup>	5
I-2019	4,27	5,08	4,84	4,16	4,6 <sup>abcde</sup>	5
I-2041	4,28	4,97	4,32	3,82	4,3 <sup>bcdefg</sup>	7
I-2148	4,40	4,68	5,05	4,40	4,6 <sup>abcde</sup>	5
I-2162	4,55	4,29	3,20	4,47	4,1 <sup>defg</sup>	9
I-2208	5,06	4,66	4,24	4,13	4,5 <sup>bcdef</sup>	6
I-2226	4,57	4,01	4,21	5,30	4,5 <sup>bcdef</sup>	6
I-2254	5,41	5,17	5,61	5,01	5,3 <sup>a</sup>	1
I-2363	4,92	5,75	4,13	3,87	4,5 <sup>bcdef</sup>	6
I-2368	4,68	4,35	4,07	4,13	4,3 <sup>bcdefg</sup>	7
I-2494	4,57	5,05	4,94	4,68	4,8 <sup>abcd</sup>	4
El Chino	4,64	5,01	4,82	5,49	5,0 <sup>ab</sup>	2
Gen-3	3,84	4,62	3,63	3,76	4,0 <sup>efg</sup>	10
Gen-10	4,24	2,85	4,02	4,80	4,0 <sup>efg</sup>	10
Gen-12	3,73	3,86	4,22	4,33	4,0 <sup>efg</sup>	10
Gen-16	4,60	4,58	4,03	3,06	4,1 <sup>defg</sup>	9
Gen-18	3,94	4,05	3,41	3,50	3,7 <sup>g</sup>	12
Gen-19	4,60	4,98	4,30	5,57	4,9 <sup>abc</sup>	3
UCV-27	4,96	4,48	4,68	3,37	4,4 <sup>bcdefg</sup>	7
UCV-28	4,96	4,27	5,08	3,91	4,6 <sup>abcde</sup>	5
UCV-56	4,00	4,00	3,15	3,85	3,8 <sup>fg</sup>	11
UCV-88	5,17	4,39	5,08	4,51	4,8 <sup>abcd</sup>	4
UCV-96	5,13	5,07	3,88	4,23	4,6 <sup>abcde</sup>	5
UCV-100	3,66	4,14	3,96	4,87	4,2 <sup>cdefg</sup>	8
Magdalena	4,16	3,92	4,82	4,05	4,2 <sup>cdefg</sup>	8
Tacarigua	4,75	4,70	4,25	4,12	4,5 <sup>bcdef</sup>	6
Corocito	4,64	4,94	4,41	3,89	4,5 <sup>bcdef</sup>	6
Tenerife	4,77	4,94	4,97	4,20	4,7 <sup>abcde</sup>	5
Montalban	3,43	4,61	4,43	5,26	4,4 <sup>bcdefg</sup>	7
Manuare	3,46	5,05	4,32	3,92	4,2 <sup>cdefg</sup>	8
Promedio	4,49	4,57	4,33	4,30		
CV (%)	15,38	6,89	15,73	18,23		

Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

Cuadro 9. Comparación de medias para la interacción cultivar X ambiente para la variable peso de 100 semillas (g) de caraota (*P. vulgaris* L.).

Cultivar	P100S (g)				Promedio
	Samán Mocho 2010-11	Samán Mocho 2011-12	CENIAP	Zuata	
I-2011	17,2 <sup>a-n</sup>	14,9 <sup>b-n</sup>	15,9 <sup>a-n</sup>	13,5 <sup>e-n</sup>	15,40
I-2019	16,7 <sup>a-n</sup>	16,2 <sup>a-n</sup>	13,9 <sup>d-n</sup>	11,1 <sup>j-o</sup>	14,49
I-2041	16,9 <sup>a-n</sup>	12,2 <sup>g-n</sup>	16,1 <sup>a-n</sup>	16,0 <sup>a-n</sup>	15,30
I-2148	17,7 <sup>a-n</sup>	13,7 <sup>d-n</sup>	15,0 <sup>b-n</sup>	13,3 <sup>f-n</sup>	14,92
I-2162	15,4 <sup>a-n</sup>	12,0 <sup>g-n</sup>	16,9 <sup>a-n</sup>	11,2 <sup>i-o</sup>	13,88
I-2208	14,4 <sup>b-n</sup>	10,9 <sup>l-o</sup>	16,1 <sup>a-n</sup>	10,7 <sup>m-o</sup>	13,01
I-2226	18,4 <sup>a-n</sup>	17,2 <sup>a-n</sup>	13,3 <sup>f-n</sup>	11,7 <sup>h-o</sup>	15,13
I-2254	17,0 <sup>a-n</sup>	10,0 <sup>n-o</sup>	11,6 <sup>h-o</sup>	13,6 <sup>e-n</sup>	13,02
I-2363	19,3 <sup>a-m</sup>	14,5 <sup>b-n</sup>	17,5 <sup>a-n</sup>	18,1 <sup>a-n</sup>	17,33
I-2368	16,3 <sup>a-n</sup>	17,7 <sup>a-n</sup>	13,5 <sup>e-n</sup>	3,4 <sup>o</sup>	12,72
I-2494	17,3 <sup>a-n</sup>	14,0 <sup>c-n</sup>	16,0 <sup>a-n</sup>	14,9 <sup>b-n</sup>	15,52
El Chino	18,7 <sup>a-n</sup>	14,0 <sup>d-n</sup>	15,1 <sup>a-n</sup>	13,3 <sup>f-n</sup>	15,26
Gen-3	19,9 <sup>a-j</sup>	17,8 <sup>a-n</sup>	18,1 <sup>a-n</sup>	22,4 <sup>a-d</sup>	19,53
Gen-10	18,2 <sup>a-n</sup>	20,6 <sup>a-g</sup>	16,1 <sup>a-n</sup>	15,4 <sup>a-n</sup>	17,58
Gen-12	19,7 <sup>a-k</sup>	21,7 <sup>a-f</sup>	17,1 <sup>a-n</sup>	12,0 <sup>g-n</sup>	17,61
Gen-16	19,4 <sup>a-m</sup>	17,7 <sup>a-n</sup>	19,0 <sup>a-m</sup>	12,9 <sup>g-n</sup>	17,24
Gen-18	18,3 <sup>a-n</sup>	18,5 <sup>a-n</sup>	20,1 <sup>a-h</sup>	18,6 <sup>a-n</sup>	18,89
Gen-19	17,5 <sup>a-n</sup>	13,2 <sup>f-n</sup>	15,6 <sup>a-n</sup>	23,0 <sup>a-b</sup>	17,33
UCV-27	14,2 <sup>c-n</sup>	12,0 <sup>g-n</sup>	16,6 <sup>a-n</sup>	11,0 <sup>k-o</sup>	13,47
UCV-28	15,6 <sup>a-n</sup>	14,4 <sup>b-n</sup>	13,1 <sup>f-n</sup>	23,8 <sup>a</sup>	16,72
UCV-56	18,4 <sup>a-n</sup>	22,8 <sup>a-c</sup>	19,5 <sup>a-e</sup>	15,7 <sup>a-n</sup>	19,73
UCV-88	15,1 <sup>a-n</sup>	11,5 <sup>h-o</sup>	13,7 <sup>d-n</sup>	11,7 <sup>h-o</sup>	12,97
UCV-96	16,0 <sup>a-n</sup>	18,1 <sup>a-n</sup>	22,1 <sup>a-l</sup>	11,5 <sup>i-o</sup>	16,27
UCV-100	19,9 <sup>a-i</sup>	12,3 <sup>g-n</sup>	17,2 <sup>a-n</sup>	20,7 <sup>a-g</sup>	17,54
Magdaleno	16,4 <sup>a-n</sup>	18,2 <sup>a-n</sup>	14,4 <sup>b-n</sup>	17,2 <sup>a-n</sup>	16,54
Tacarigua	17,4 <sup>a-n</sup>	13,1 <sup>f-n</sup>	14,8 <sup>b-n</sup>	11,2 <sup>i-o</sup>	14,11
Corocito	15,6 <sup>a-n</sup>	13,9 <sup>d-n</sup>	16,3 <sup>a-n</sup>	14,6 <sup>b-n</sup>	15,08
Tenerife	19,4 <sup>a-m</sup>	17,7 <sup>a-n</sup>	14,3 <sup>b-n</sup>	10,9 <sup>e-o</sup>	15,57
Montalban	18,1 <sup>a-n</sup>	16,3 <sup>a-n</sup>	15,0 <sup>b-n</sup>	14,2 <sup>c-n</sup>	15,91
Manuare	17,5 <sup>a-n</sup>	14,4 <sup>b-n</sup>	15,5 <sup>a-n</sup>	17,0 <sup>a-n</sup>	16,10
Promedio	17,39	15,37	15,98	14,48	
CV (%)	8,71	20,54	19,80	31,07	

Letras iguales indican promedios estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

plantas de interés para los agricultores. León y Ramis (2016) señalan que el ideotipo de plantas de caraota preferido por los agricultores es de porte erecto (tipo matica), relacionado con la altura de la planta; con alto número de vainas por planta (buena carga) y maduración uniforme de los frutos, que tengan una producción de semilla grande y pesada. En el análisis del presente estudio se muestran cultivares que pueden ser de interés para los agricultores, según las condiciones agroecológicas de siembra.

### CONCLUSIONES

Se evidenció la influencia de interacción genotipo x ambiente, en las variables altura de planta, rendimiento y peso de 100 semillas, de los cultivares de caraota y ambientes incluidos en este estudio.

En la altura de planta se detectaron diferencias altamente significativas, con un comportamiento distinto de los cultivares en los diferentes ambientes, lo cual dificulta la recomendación de un genotipo para todos los ambientes.

El comportamiento del rendimiento ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) estuvo determinado por las condiciones de suelo, principalmente el contenido de materia orgánica; resaltando el potencial genético de todos los cultivares en el ambiente Samán Mocho 2010-2011, a excepción de la variedad comercial Magdaleno.

El mayor valor de P100S (23,8 g) lo reflejó el cultivar UCV-28, que es una línea avanzada del programa de mejoramiento genético de caraota de la FAGRO-UCV y el menor valor fue de 3,4 g y lo tuvo el cultivar local I-2368. Ambos valores se presentaron en el ambiente Zuata.

### AGRADECIMIENTO

Al personal de la Estación Experimental "Samán Mocho", UCV-Facultad de Agronomía, estado Carabobo, donde se establecieron parte de los ensayos de campo. Al Sr. Simón Ortega por permitir un área de su Finca en Zuata, estado Aragua, para establecer uno de los ensayos de campo. Al personal de Instituto de Genética de la UCV-Facultad de Agronomía, principalmente a los del Laboratorio de Genética Molecular del Centro

de Investigaciones en Biotecnología Agrícola (CIBA), Maracay, estado Aragua.

### LITERATURA CITADA

- Acevedo, FJ. 2003. El cultivo de la caraota. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora, Colección Docencia Universitaria. Barinas – Venezuela. Fondo Editorial UNELLEZ. 208 p.
- Angola, CC; Hernández, JG. 2010. Evaluación Agronómica de líneas promisorias de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en un enfoque de mejoramiento genético participativo. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Maracay, Venezuela; Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 70 p.
- De la Fé Montenegro, CF; Lamz P, A; Cárdenas T, RM; Hernández P, J. 2016. Agronomic response of newly-introduced common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in Cuba. *Cultivos Tropicales* 37(2):102-107. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2992.2805>
- Fedeagro (Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios, Venezuela). 2014. Estadísticas Agropecuarias. Producción Agropecuaria (en línea). Consultado 13 jun. 2015. Disponible en <https://bit.ly/2laGr8k>
- Granito, M; Guinand, J; Pérez, D. 2006. Composición química y nutricional de variedades *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Venezuela. *Agronomía Tropical*. 56(4):513-522.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, Venezuela). 2018. Ministerio del Poder Popular de Planificación (en línea). Gobierno Bolivariano de Venezuela. Consultado 03 de abr 2018. Disponible en <https://bit.ly/3k95N3k>
- León-Brito, O; Ramis, C. 2016. Experiencia del mejoramiento genético participativo para la selección de cultivares de caraota en el estado Carabobo. *INIA Divulga* 35:28-32.
- Lobell, D, Cassman, K; Field C. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Review of Environment and Resources*. (34):179-204.



- López, J; Ligarreto, G. 2006. Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia. *Agronomía Colombiana* 24(2):238-246.
- Madriz, PM. 2009. Efecto del ambiente en la aborción de flores y frutos y estabilidad del rendimiento en caraota, *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela 244 p.
- MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra, Venezuela). 2015. Dirección de Estadística. Producción Agrícola (disco compacto). MPPAT. Caracas. Venezuela. 1 disco compacto
- Pérez, D; Camacaro, N; Morros, ME; Higuera, A. 2013. Leguminosas de grano comestible en Venezuela. Caraota, frijol y quinchoncho. *Agricultura en Venezuela* N° 1. José Luis Berroterán (Editor). Ediciones ONCTI, Caracas (Venezuela). 157 p.
- Pérez, H; De Gouveia, M; Viera B, F; Méndez B, A. 2018. Evaluación de cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona de colinas del estado Guárico, Venezuela. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"* 57:1-11.
- San Vicente, F. 1982. Comparación del comportamiento de 20 cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos condiciones distintas de manejo. Tesis de Maestría. Maracay, Venezuela; Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 32 p.
- Silva C, PD; Bastos S, TC; Passos L, AB; Bastos S, YJ; Da Silva, JA. 2011. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. *Revista Ciência Agronômica* 42(1):132-138. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100017>
- Voysest, O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de variedades de América Latina 1930-1999. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 195 p.