



## Rendimiento de cultivares de Arveja (*Pisum sativum*, L) en diferentes ambientes de la República Argentina.

Prieto, G<sup>1</sup>; Appella, C<sup>3</sup>; Avila, F<sup>16</sup>; Casciani, A<sup>13</sup>; Díaz Zorita, M<sup>14</sup>; Dillchneider, A<sup>14</sup>; Espósito, A<sup>7</sup>; Fariña, L<sup>17</sup>; Gallego, JJ<sup>8</sup>; Introna, J<sup>4</sup>; Lazaro, L<sup>12</sup>; Loto, A<sup>1</sup>; Maggio, JC<sup>6</sup>; Mariño, J<sup>10</sup>; Melin, A<sup>2</sup>; Mora, JC<sup>9</sup>; Nemoz, JP<sup>5</sup>; Orliacq, A<sup>2</sup>; Pérez, D<sup>13</sup>; Prece, N<sup>4</sup>; Re, N<sup>13</sup>; Ressia, M A<sup>12</sup>; Vita Larrieu, E<sup>15</sup>; Zubillaga, F<sup>8</sup>.

<sup>(1)</sup>INTA Arroyo Seco; <sup>(2)</sup>MDA Cnel Suárez; <sup>(3)</sup>MDA/INTA Barrow; <sup>(4)</sup>INTA Pergamino; <sup>(5)</sup>INTA Azul; <sup>(6)</sup>Agrar del Sur Balcarce; <sup>(7)</sup>INTA Oliveros; <sup>(8)</sup>INTA Valle Inferior; <sup>(9)</sup>INTA Los Antiguos; <sup>(10)</sup>INTA El Hoyo; <sup>(11)</sup>INTA Trancas; <sup>(12)</sup>Fac Agronomía, UNCPBA; <sup>(13)</sup>Act Independiente; <sup>(14)</sup>Fac. Agronomía UN La Pampa; <sup>(15)</sup>INTA Pago de los Arroyos; <sup>(16)</sup>CREA; <sup>(17)</sup>Campo Exp UNNOBA.



**Palabras clave:** cultivares de arvejas; rendimientos; ambientes

### Introducción

El contexto internacional para la producción de arveja es muy favorable, a pesar de los efectos de la pandemia. La demanda es sostenida, principalmente por China, mientras que India comienza a dar signos de la necesidad de eliminar las restricciones a la importación, con lo que alienta la posibilidad de dinamizar más aún el mercado.

Por otro lado, el mercado doméstico confirmó la tendencia del crecimiento del área sembrada. En la última campaña se incrementó en un 43% el número de empresas que sembraron arveja y, a su vez, hubo un incremento de casi un 400%, con respecto al 2020, de semilla fiscalizada que fue comercializada (INASE, 2021). A pesar de ello, es pobre la oferta varietal, dado que el 78,5 % del área sembrada está cubierta por sólo 4 variedades, y de ellas sólo una de cotiledón amarillo. Teniendo en cuenta que, según las estadísticas de FAO (FAOSTAT, 2021), el comercio mundial es de poco más de 8 millones de toneladas y que, de ese volumen, la gran mayoría es de arveja amarilla, es de interés explorar el comportamiento de variedades de esas características para poder participar cada vez más de ese mercado.

Es por ello que, tal lo realizado en campañas anteriores, se implantó una red de evaluación de cultivares de arveja en localidades de la República

Argentina representativas de diferentes regiones con potencial de producción de esta legumbre invernal. Específicamente, el objetivo de este estudio es el de conocer el comportamiento agronómico de 12 variedades de arveja ante condiciones ambientales diversas para su crecimiento y producción de granos.

### Metodología

Los ensayos fueron implantados bajo un diseño en bloques completos aleatorizados, con 3 repeticiones en 15 localidades desde la provincia de Tucumán hasta Los Antiguos en la provincia de Santa Cruz (Figura 1).

En esta campaña participaron 12 variedades de arveja, de las cuales 5 fueron de cotiledón verde y 7 de cotiledón amarillo (Tabla 1).

En todos los casos las semillas fueron tratadas, según dosis de marbete, con los fungicidas Fludioxonil, Metalaxil-M y Tiabendazol (Maxim Evolution®) e inoculadas con cepas seleccionadas de *Rhizobium leguminosarum* (Rilegum Top®). En 5 sitios se hicieron determinaciones del porte de las plantas en estadios de madurez, contemplando una escala cualitativa de 1 a 4, donde 1 es erecto y 4 totalmente volcado. En madurez comercial se determinó el rendimiento y en 5 sitios se determinó el peso y número de las semillas por unidad de superficie.

Los resultados se analizaron integralmente, consi-



derando cada localidad como una réplica y se evaluó la estabilidad de los materiales a partir de la

relación entre los rendimientos medios de cada sitio y su rendimiento.

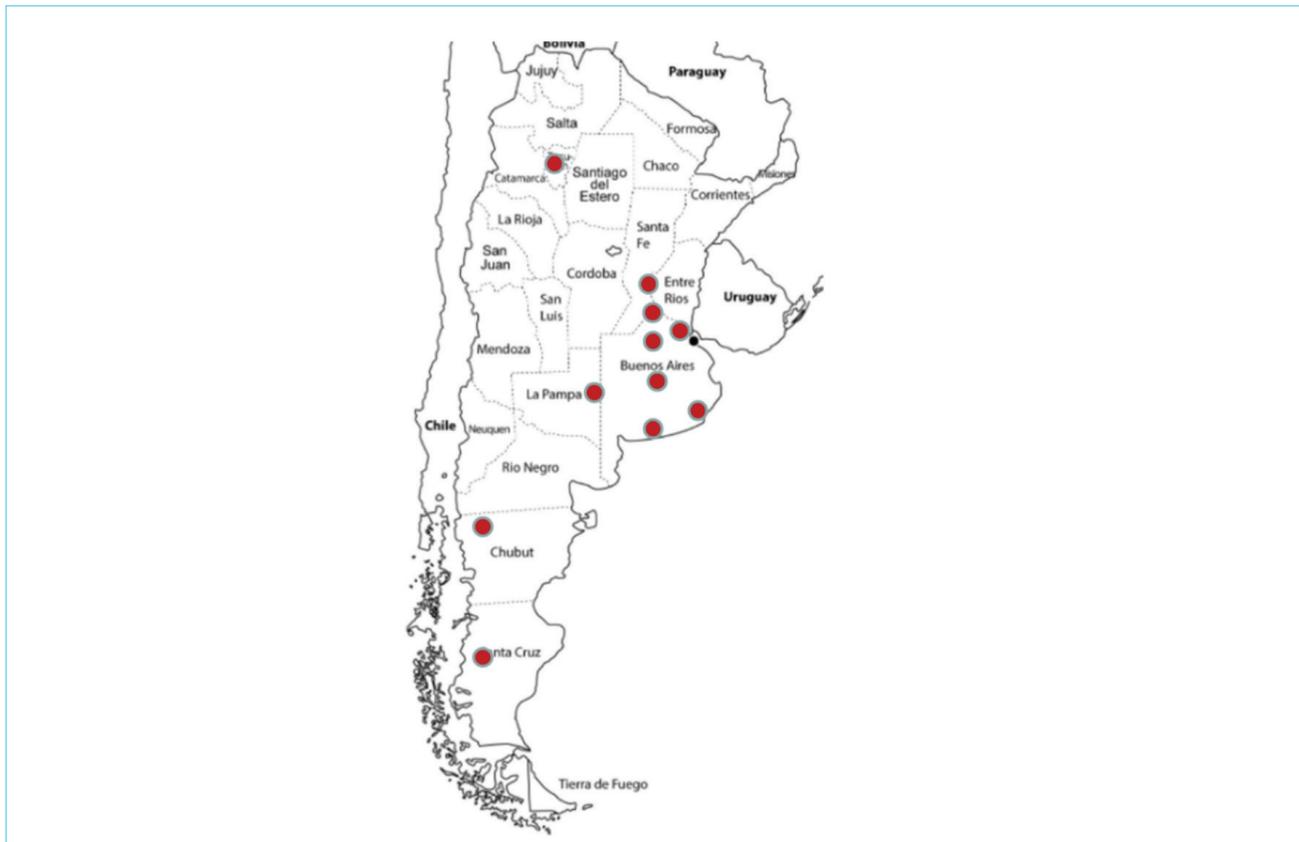


Figura 1: Ubicación geográfica de los sitios experimentales.



Tabla 1: Listado de variedades que participaron en todos los sitios y sus características.

Variedades	Color de cotiledón	Obtentor
Viper	Verde	AFA
Reussite	Amarillo	Bioseminis
Yams	Amarillo	Bioseminis
Meadow	Amarillo	AFA
Shamrock	Verde	Limagrain/Cold Seeds
Kingfisher	Verde	Limagrain/Southern Seeds
Primogénita	Verde	FCA-INTA
Aragorn	Verde	Lihue Tue
Volt	Amarillo	RAGT Semillas
Astronauta	Amarillo	RAGT Semillas
FCA 320	Amarillo	FCA-INTA
Avenger	Amarillo	Limagrain/Southern Seeds



Resultados

Las siembras se extendieron entre el 3 de julio en Coronel Bogado (Santa Fe) hasta el 5 de octubre en Los Antiguos (Santa Cruz) (Tabla 2). Dadas la incidencia de bajas temperaturas y condiciones extremas de sequía que predominaron en parte de la región pampeana durante la campaña 2020, sólo 11 de los sitios instalados completaron el ciclo de producción y se evaluó su producción de granos.

La media ambiental (rendimiento medio de todas las variedades en cada sitio) tuvo un rango muy amplio, desde 686 kg/ha (Gálvez, Santa Fe) a 4728 kg/ha en Azul (Buenos Aires) (Figura 2 y Tabla 2). El bajo rendimiento en Gálvez se debió al efecto combinado de muy bajas temperaturas y sequía persistente durante todo el ciclo del cultivo.



Tabla 2: Rendimiento medio de cada variedad en cada sitio, con las correspondientes fechas de siembra. Las variedades están ordenadas de menor a mayor rendimiento medio a través de todas las 11 localidades, y las localidades están ordenadas de menor a mayor rendimiento medio de todas las variedades.

		Localidades, Región y fechas de siembra											Promedio	
Variedad	Obtendor	Color	Gálvez Centro S Fe 7/7/2020	Bogado Sur S Fe 3/7/2020	Santa Rosa E La Pampa 3/8/2020	Oliveros Sur S Fe 20/7/2020	Junín Norte Bs As 17/7/2020	Pasman Sur Bs As 31/7/2020	Los Antiguos Santa Cruz 5/10/2020	Barrow Sur Bs As 31/7/2020	Doyle Norte Bs As 6/7/2020	Balcarce Sur Bs As 27/7/2020		Azul Centro Bs As 4/8/2020
Astronauta	RAGT Semillas	Amarillo	802	1840	1925	1758	2085	2744	4156	4669	3604	4471	5447	3045
Reussite	Bioseminis	Amarillo	740	1761	2068	2237	2077	2441	4952	3096	4282	3577	5353	2962
Volt	RAGT Semillas	Amarillo	894	1569	1640	1427	1980	2275	3622	3777	3187	5122	5389	2807
Yams	Bioseminis	Amarillo	678	1742	1883	1431	2158	2473	3665	3403	4015	3876	4787	2738
Avenger	Southern Seeds	Amarillo	740	1407	2155	1783	1883	2027	2904	3769	3615	4274	4966	2684
Aragorn	Lihue tue	Verde	709	1545	1475	1521	1509	2164	1784	2930	3788	4142	4908	2407
Kingfisher	Southern Seeds	Verde	678	1382	1604	1992	1500	1617	1589	2608	3133	4251	5236	2326
FCA 320	FCA-INTA	Amarillo	648	1643	1892	1391	1721	2730	1490	2641	3312	3448	3891	2255
Meadow	AFA	Amarillo	493	1478	1413	1717	1110	1864	3686	1866	3158	3368	4425	2234
Viper	AFA	Verde	463	1219	1060	1097	1176	2136	1601	1670	3041	3507	4897	1988
Primogénita	FCA-INTA	Verde	678	1077	919	1616	944	1568	1741	2187	3362	3700	3642	1949
Shamrock	Cold Seeds	Verde	709	1456	703	1713		1675	2007	2808	2950	3923	3797	2174
<b>Promedio Sitio</b>			<b>686</b>	<b>1510</b>	<b>1561</b>	<b>1640</b>	<b>1649</b>	<b>2143</b>	<b>2766</b>	<b>2952</b>	<b>3454</b>	<b>3972</b>	<b>4728</b>	
<b>Anova</b>			<i>ns</i>	<i>0,03</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>&lt;0,01</i>	
<b>DMS kg/ha</b>			-	408	387	495	329	357	729	617	447	569	1026	

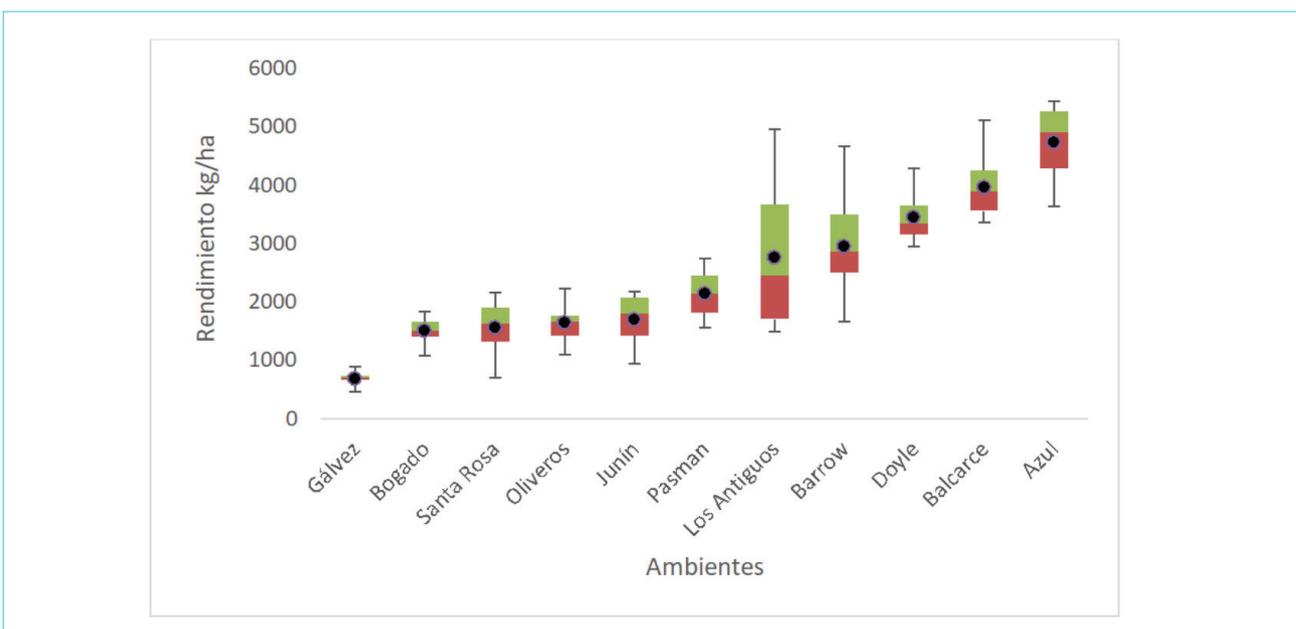


Figura 2: Rendimiento medio (círculos negros), máximo, mínimo y mediana de los 11 sitios experimentales, ordenados de menor a mayor rendimiento medio.





En promedio sobre los 11 ambientes (sitios), se observó que los rendimientos medios de los materiales variaron entre 1949 a 3045 kg/ha, correspondiendo a las variedades Primogénita y Astronauta respectivamente. Sin embargo, este análisis gener-

al no es extensivo al comportamiento de los materiales en cada sitio, dado que el orden y diferencias en productividad entre estos varió entre localidades (Tabla 2 y Figura 3).

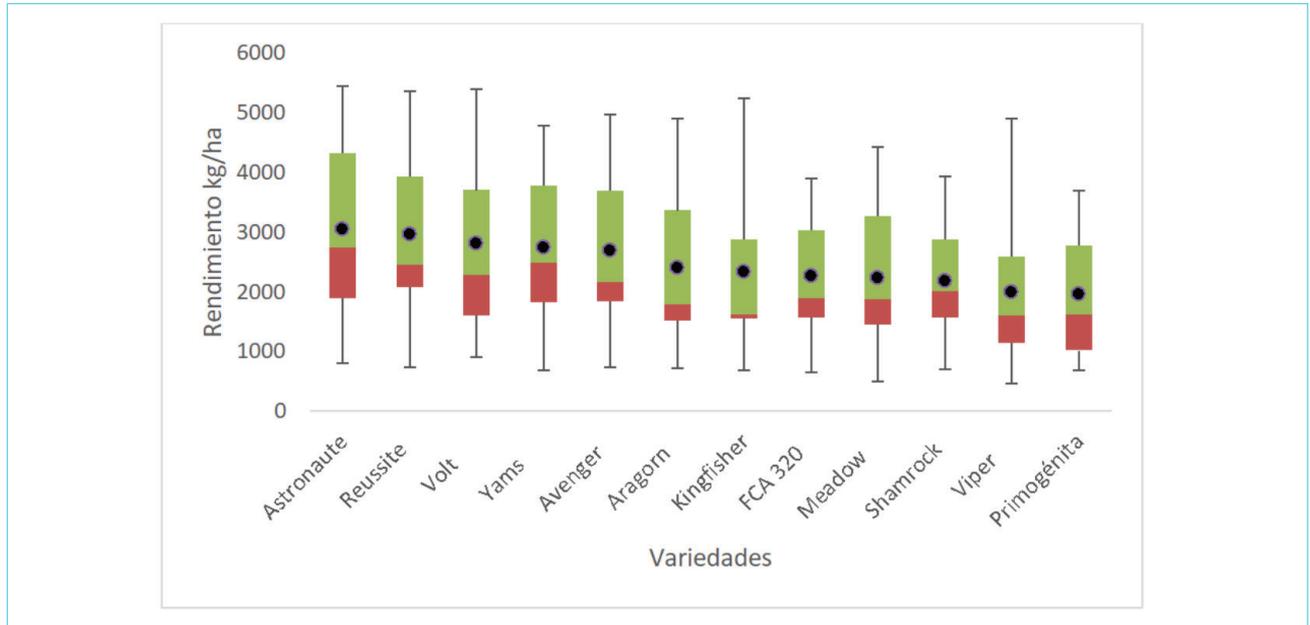


Figura 3: Rendimiento medio (círculos negros), máximo, mínimo y mediana de cada variedad en los 11 sitios experimentales, ordenados de mayor a menor rendimiento medio.

A partir del análisis de estabilidad de los rendimientos, se observó que las variedades Avenger, Yams y Aragorn se comportaron de forma más estables que

el resto. Los materiales Astronauta, Reussite, Volt, Yams y Avenger tuvieron rendimientos medios superiores a la media general de este set de datos.

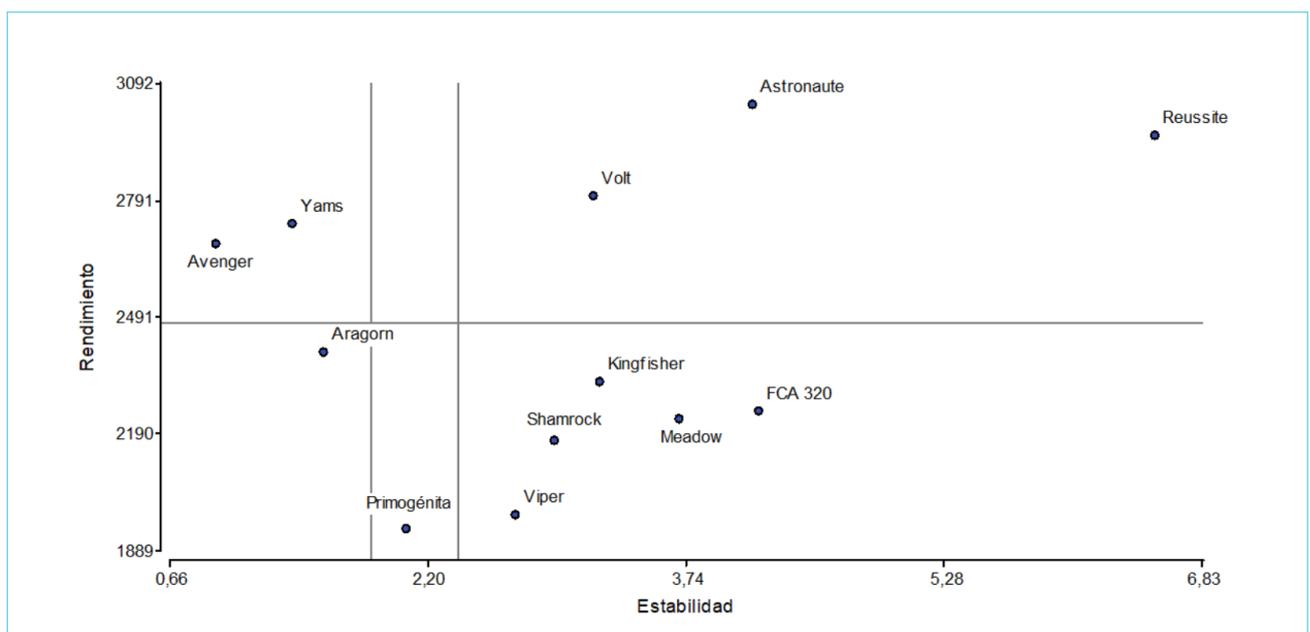


Figura 4: Cuadro de estabilidad de rendimientos de 8 variedades de arveja en 9 sitios de Argentina, con niveles de probabilidad al 1 y 5 %.



El peso de las 1000 semillas, promedio de 5 sitios, varió entre 138 g (Víper) y 272 g (Yams). Estos valores fueron inferiores al promedio normal de esas variedades, posiblemente en respuesta a condiciones

ambientales predominantes durante el llenado de los granos en los sitios donde se realizó esta medición (Figura 5).

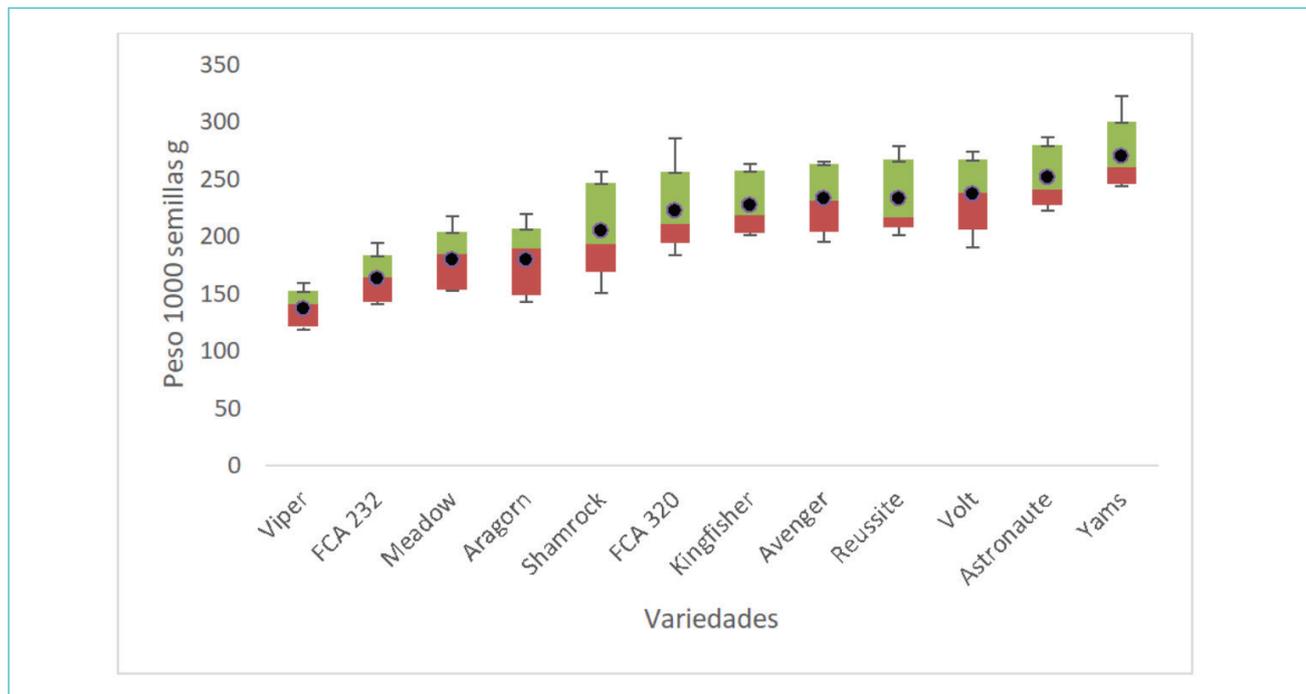


Figura 5: Peso de 1000 semillas promedio de 5 ambientes (círculos negros), mediana, máximos y mínimos de 12 variedades de arveja.



En este sentido, además del peso individual de las semillas, la generación del número de semillas por unidad de superficie, son las dos variables que definen el rendimiento. Ambas variables explican el rendimiento, y además, interactúan entre sí con las variedades y con el ambiente (Sitio). Si bien son analizados sólo 5 sitios, éstos tienen un amplio rango de rendimientos y diferente oferta ambiental, por lo que es de interés conocer el mecanismo o estrategia de compensación del rendimiento ante situaciones donde se limita el número de destinos, o por el contrario las condiciones de llenado son

limitantes. Así, en Coronel Bogado, las condiciones durante floración fueron limitantes (fijación de destinos reproductivos), mientras que en el llenado mejoraron sensiblemente, explicando mejor el rendimiento las variaciones en el peso que las variaciones en el número de semillas fijadas. Por otro lado en Azul, si bien se fijó un gran número de granos, las condiciones de llenado hicieron que el peso de las semillas explicara con la misma fuerza las variaciones de rendimiento (Figura 6 A y E).

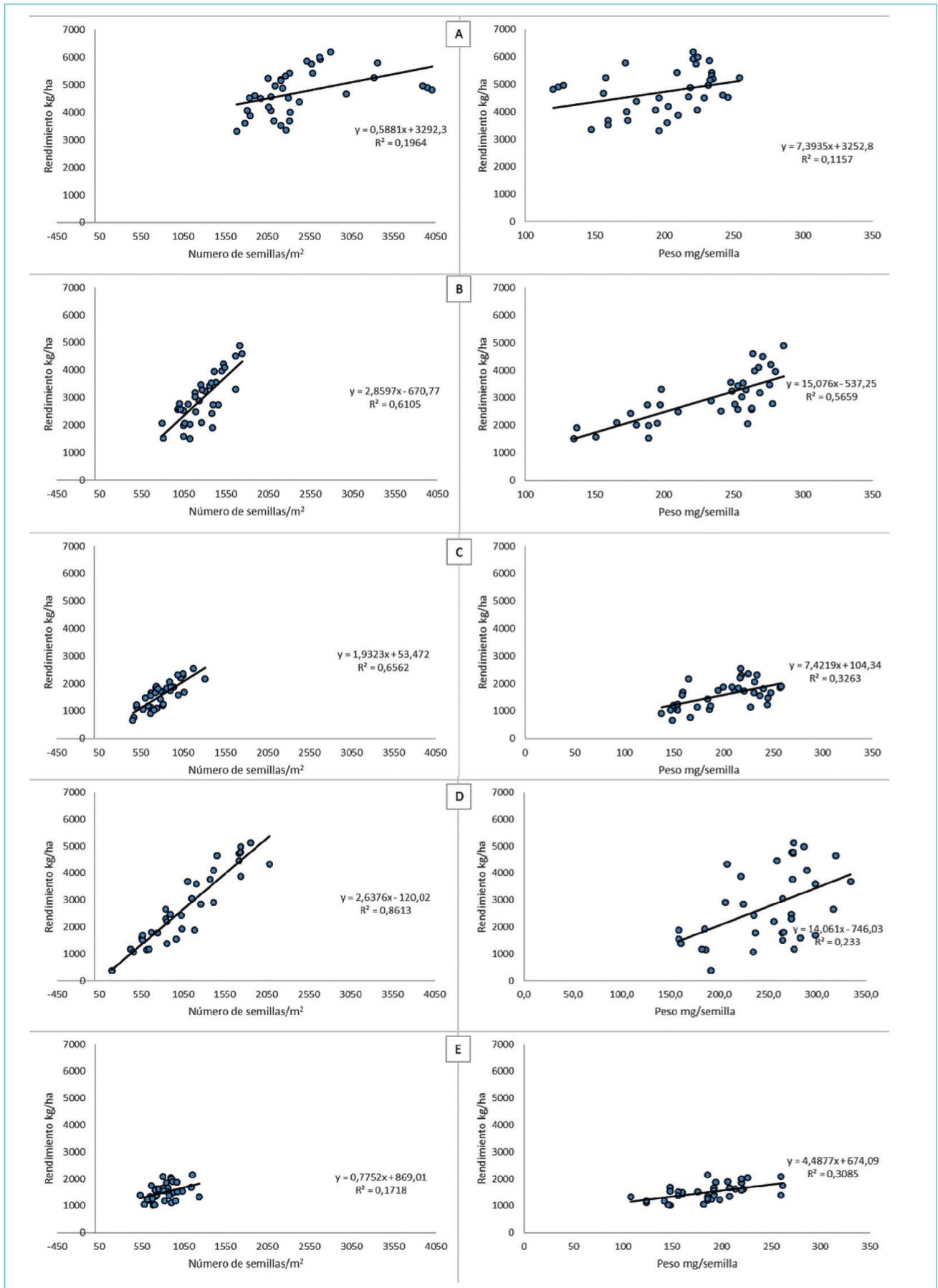


Figura 6: Relación entre el número y peso de las semillas (promedio del mismo set de variedades) con el rendimiento en 5 ambientes. A=Azul, B=Barrow, C=La Pampa, D=Los Antiguos y E=Cnel Bogado.





La estructura, o vuelco de las plantas, evaluada en madurez de cosecha es una característica que responde a la interacción genotipo-ambiente con una mayor influencia de diferencias entre variedades. En general, las variedades semiáfilas tienen mejor porte en relación con las foliosas. Todas las variedades evaluadas en esta red de estudio fueron semiáfilas y, entre

estas, se pueden describir diferencias en el comportamiento al vuelco. Los materiales Astronauta, Kingfisher y Volt se caracterizaron por presentar un porte más erecto, mientras que Primogénita y Viper mostraron mayor tendencia al vuelco (Tabla 3).



Tabla 3: Análisis del índice cualitativo de porte evaluado en madurez de cosecha. Promedio de 5 ambientes. Letras diferentes a la derecha del índice de vuelco muestran diferencias significativas entre variedades.

<b>Variedades</b>	<b>Vuelco</b>
<i>Astronauta</i>	1,2 a
<i>Kingfisher</i>	1,3 ab
<i>Volt</i>	1,4 ab
<i>Shamrock</i>	1,6 bc
<i>Avenger</i>	1,6 bc
<i>Reussite</i>	2,0 cd
<i>Meadow</i>	2,0 de
<i>FCA 320</i>	2,2 de
<i>Aragorn</i>	2,2 de
<i>Yams</i>	2,4 e
<i>Viper</i>	3,1 f
<i>Primogénita</i>	3,6 g

En la figura 7 se muestra el aporte relativo a la variabilidad del rendimiento discriminado entre variedades, ambientes y la interacción entre ambos factores. De su interpretación, se observa que si bien la variedad se elige por cuestiones comerciales (asociados al color del grano, tamaño de semilla, porte de la planta a cosecha), lo que define el rendimiento, en mayor magnitud, es el ambiente de producción. Este factor, en las condiciones de esta evaluación en redes, explicó más del 80 % de la variabilidad de los rendimientos alcanzados.

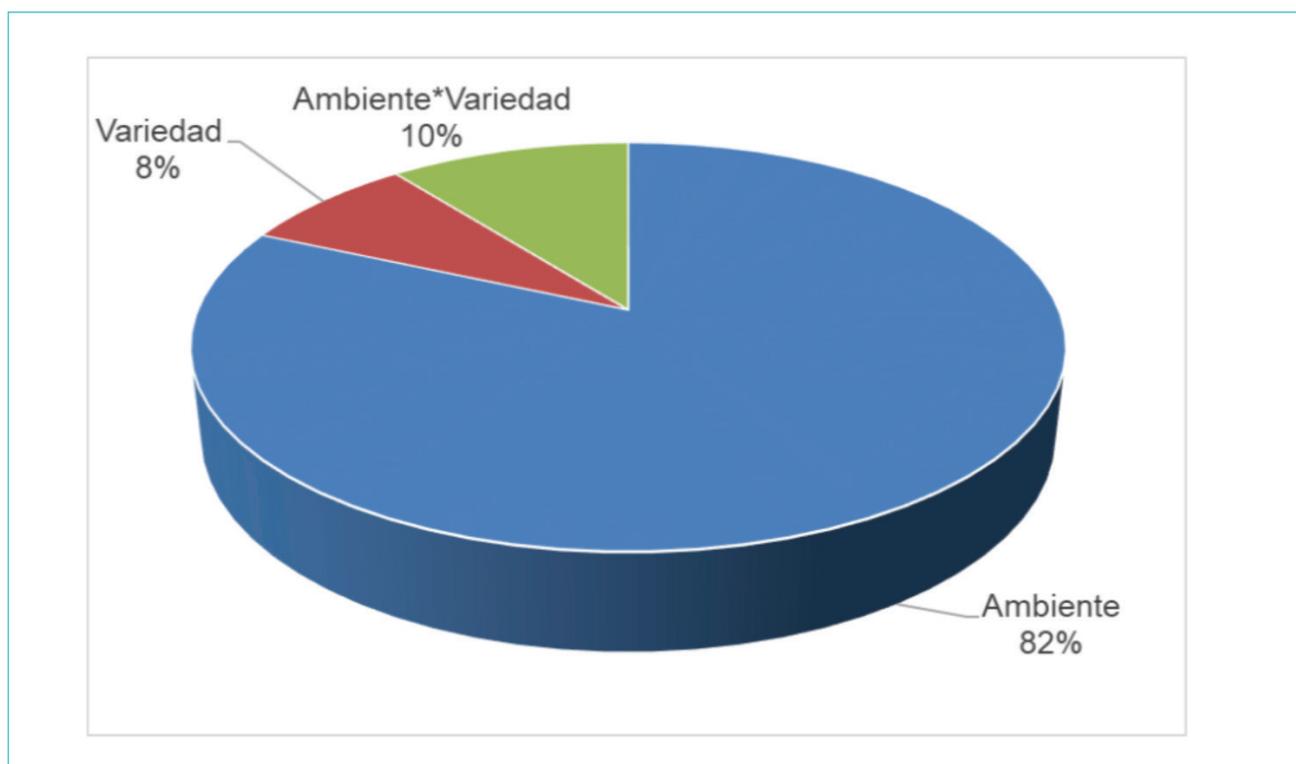


Figura 7: Aporte proporcional a la variabilidad total del rendimiento debido al ambiente, a la variedad, y a la Interacción Variedad-Ambiente.



### Agradecimientos

A los Proyectos INTA I 132 de Mejoramiento Genético de Legumbres, y al PE 150 Utilización de descartes de Cultivos por el soporte económico. Al convenio INTA-FCA Zavalla, AFA SCL, Bioseminis, Cold Seeds, Southern Seeds, RAGT Semillas, por aportar sus variedades para la realización de los experimentos. A Rizobacter por colaborar, aportando los tratamientos de semillas para toda la red. A las Instituciones involucradas y a todas las personas que colaboraron con su trabajo para el logro de la información presentada en este informe.

### Referencias

- FAO. 2021. FAOSTAT. En <http://fao.org/faostat/es/#data/qc>.
- Instituto Nacional de Semillas. 2021. Sistema de Información Agrícola Simplificada. Arvejas 2020/2021. En: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase\\_if\\_arvejas\\_20\\_21.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase_if_arvejas_20_21.pdf)
- Masiero, B. y Castellano, S.; 1991. Programa para el análisis de la interacción genotipo-ambiente usando el procedimiento IML de SAS. Actas I Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística. Valparaíso, Chile. 1:47-54.