



## Evaluación del contenido proteico en variedades de arveja

Dra. M. Andrea Esposito; Dra. Cecilia Accoroni.  
EEA INTA Oliveros

 **Palabras clave: contenido proteico; arvejas; variedades**

### Introducción

El aumento constante de la población mundial en los últimos años, ha fomentado la búsqueda de fuentes proteicas vegetales alternativas a las proteínas animales. Históricamente, la proteína de soja representa la principal fuente de proteína vegetal debido a su alto contenido proteico en comparación con el resto de las fuentes vegetales. No obstante, las legumbres como porotos, lentejas, garbanzos y arvejas vuelven lentamente al foco de la investigación. Este resurgimiento hace interesante la utilización de sus productos proteicos como ingredientes innovadores para la industria alimentaria, principalmente garantizando una alimentación suficiente y sostenible para los vegetarianos, veganos y celíacos.

Las legumbres reemergentes, como lentejas, porotos y arvejas, son también ricas en almidón, fibra, vitaminas y minerales (Reinkensmeier *et al.*, 2015). La composición de los granos varía, dependiendo del genotipo y de los factores ambientales; por ejemplo, el contenido total de proteínas de las arvejas oscila entre 18 – 30 % (bs) entre las diferentes variedades. Esta fracción proteica se compone, principalmente, de proteínas de almacenamiento o globulinas, que representan el 65 – 80 % de la proteína total (Barac *et al.*, 2010), y respecto a la calidad proteica tienen niveles más altos de lisina, pero carecen de aminoácidos azufrados (Gruber, Becker y Hofmann, 2005). Como aspecto negativo, las arvejas contienen una serie de compuestos antinutritivos como inhibidores de tripsina, lectinas

y saponinas, que tienen un límite máximo admitido para el consumo humano.

En sintonía con esta tendencia, la región sudeste del sur de la provincia de Santa Fe, particularmente sur del departamento Rosario y este del departamento Constitución, se caracteriza por la producción primaria de legumbres; especialmente arvejas. La producción de arvejas en Argentina se estima en más de 100.000 toneladas anuales, de las cuales más del 50 % se destina a la exportación. Por tal motivo, el mejoramiento de arveja y el desarrollo de nuevas variedades ha sido un desafío para el INTA. Es por ello que desde 2014 se desarrolla un programa para tal fin, en convenio con la Facultad Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCA UNR).

Recientemente, en la EEA INTA Oliveros, se comenzaron los estudios para evaluar la calidad industrial de uno de los usos más frecuentes de las harinas de arvejas, que es la producción de concentrados y aislados proteicos, para así determinar la potencialidad de valorización de las mismas para la producción de productos proteicos.

Un aspecto importante de esta evaluación ha sido comparar tanto el contenido proteico como la calidad de las proteínas presentes en las variedades consideradas. Estos parámetros son fundamentales para el posterior procesamiento de harinas y avance industrial de la cadena de agregado de valor. En tal sentido, la determinación de proteínas solubles en solución de hidróxido de potasio permite evaluar el daño que haya podido sufrir la proteína en las etapas de almacenamiento y molienda. Asimismo, nos da una estimación de



cuán disponible están las proteínas para su posterior extracción y cuáles serán los rendimientos de producción de productos proteicos.

En este contexto, el objetivo de este estudio ha sido evaluar la potencialidad comercial de las variedades desarrolladas por INTA y la FCA UNR en comparación con las disponibles en el mercado, contemplando tanto el comportamiento en la producción primaria como la calidad industrial de los granos producidos. Para este último punto, se propuso evaluar la composición y el comportamiento de solubilidad de las proteínas, dado que es un parámetro importante previo a la producción de aislados proteicos.

### Materiales y Método

En el campo experimental de la EEA INTA Oliveros, fueron evaluadas nueve variedades de arveja en dos campañas consecutivas, 2019 y 2020. De estas variedades, tres son pre-comerciales y han sido desarrolladas por INTA y la FCA UNR: B232, B320 y B313, siendo la primera de color de cotiledón verde y las restantes de color de cotiledón amarillo, y seis variedades comerciales: Viper, Kingfisher y Aragorn (color de cotiledón verde), y Astronauta, Reussite y Meadow (amarillas). Las semillas antes de la siembra fueron tratadas con curasemillas Maxim Evolution® e inoculada con Rilegum Signum® a dosis de marbete.

El experimento se sembró en un lote de la EEA Oliveros (31° 34' 01"S- 60° 52' 35"W), sobre un suelo Argiudol típico, serie Maciel, en un diseño en bloques completamente aleatorizado en tres repeticiones. Se controlaron durante el ciclo del cultivo, la aparición de malezas, plagas y/o enfermedades. Se tomaron datos de rendimiento por parcela, peso de

1000 semillas para calcular el rendimiento en kilos por hectárea de cada material. La cosecha se efectuó con cosechadora experimental.

En el laboratorio, las semillas de las variedades consideradas fueron molidas y tamizadas resultando una harina de tamaño de partícula igual a 250 µ m. Luego, fueron caracterizadas fisicoquímicamente las composiciones de las harinas mediante las siguientes determinaciones analíticas por triplicado: Materia seca y humedad por Método Oficial 925.10 (AOAC, 2005), Cenizas por Método Oficial Ba 5-49 (AOCS, 2017) y Proteínas totales por Método Oficial 954.01 (AOAC, 2005). Por último, para evaluar la calidad industrial se consideró la determinación de proteína soluble en KOH por Método Araba y Dale (1990) y de Actividad ureásica por Método Oficial Ba 9-58 (AOCS, 2011).

Los resultados fueron procesados mediante análisis de estadística descriptiva y análisis de varianza (ANOVA) por el programa estadístico Infostat (Balzarini y Di Renzo, 2010).

### Resultados

#### Rendimiento y comportamiento a campo

En la Tabla 1 se presentan los valores de peso de mil semillas (P 1.000) y rendimiento de las variedades de las campañas 2019 y 2020. Respecto a la evaluación del (P 1.000), se observa que el promedio se mantuvo para ambas campañas en 203 y 206. Al evaluar los resultados de las medias de P 1000, se detecta que existe diferencia significativa entre las variedades que presentan valores medios de 248 a 229 (FCA 320, Kingfisher, Astronauta, Reussite, FCA 313) con aquellas que resultaron en valores medios de 178 a 147 (Meadow, FCA 232, Aragorn y Viper), tal como se observa en la Tabla 2.



Tabla N°1: Valores P 1000 y rendimientos de las variedades (2019 - 2020).

Variedades	Color	P 1000		Rendimiento (kg/has)	
		2019	2020	2019	2020
FCA 232	Verde	173	182	3660.72	1615.72
FCA 320	Amarillo	256	240	3344.14	1390.56
FCA 313	Amarillo	225	233	3122.47	1603.18
Viper	Verde	132	162	3122.47	1097.07
Kingfisher	Verde	230	244	3726.17	1992.44
Aragorn	Verde	178	151	2904.25	1520.52
Astronauta	Amarillo	250	216		1757.87
Reussite	Amarillo	225	238	3892.16	2237.48
Meadow	Amarillo	166	190	2637.19	1716.5
<b>Promedio</b>					



Tabla N°2: Análisis de peso de 1000 semillas por Test de Fisher ( $\alpha=0,05$ ; DMS=36,8149; Error: 254,875; gl: 8).

Variedades	Medias
FCA 320	248,00A
Kingfisher	237,00A
Astronauta	233,00A
Reussite	231,50A
FCA 313	229,00A
Meadow	178,00B
FCA 232	177,50B
Aragorn	164,50B
Viper	147,00B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

La campaña 2020 sufrió sequía y varias heladas consecutivas; por ende, los rendimientos obtenidos están muy por debajo de lo esperado, con un promedio de 1.659 kg/has. No obstante, al evaluar la campaña 2019, de condiciones ambientales normales, se observa un promedio de 3.301 kg/has. En el caso de la variedad pre-comercial FCA 232, en

ambas campañas presentó rendimientos por encima de la media. En la Tabla 3 se observan diferencias significativas entre las variedades, siendo Reussite, Kingfisher y FCA 232 las de mayor rendimiento. En el caso de las variedades pre-comerciales FCA 232, FCA 320 y FCA 313, no existen diferencias significativas.



Tabla N°3: Análisis de rendimiento (Kg/ha) por Test de Fisher ( $\alpha=0,05$ ; DMS=482,27531; Error: 153495,2132 gl: 39).

Variedades	Medias
REUSSITE	3064,82 A
KINGFISHER	2854,36 A
FCA 232	2638,22 AB
B320	2367,35 BC
B313	2298,28 BCD
ARAGON	2212,39 BCD
MEADOW	2177,10 CD
VIPER	2109,77 CD
ASTRONAUTE	1757,87 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Composición variedades

En la Tabla 4 se muestran los valores medios de los parámetros evaluados con sus respectivos desvíos estándares. Los parámetros deseables son altos contenidos proteicos, así como también alta solubilidad de proteínas en medio levemente alcalino. Sumado a esto, en la Tabla 5 se presentan los valores promedios, máximos y mínimos del contenido proteico y proteína soluble.

En cuanto al contenido proteico, el promedio para ambas campañas ha superado el 26 % (bs), manteniéndose el promedio en 27 % (bs) en el caso de las variedades verdes, y aumentando de 25,59 a 26,71 % (bs) en variedades amarillas. De todas las variedades evaluadas, los valores máximos de proteína totales encontrados fueron 28,37 % (bs) en 2019 para Viper y 30,31 % (bs) en 2020 para Reussite. Por el contrario, el contenido mínimo que se registró en 2019 fue igual a 24,66 % (bs) para Kingfisher y 19,62



% (bs) en 2020 en B 313. En el caso de B232, el contenido proteico se mantuvo en ambas campañas en 27,36 y 27,91 % (bs), B320 aumentó 2 % su contenido de proteínas alcanzando 27,17 % (bs) en 2020. Por el contrario, la B313 disminuyó de 25,22 a 19,62 % (bs) en el mismo período.

Respecto al parámetro de proteína soluble, la industria de alimentos considera que los valores óptimos deben ser superiores a 70 (Van Eys J.E., 2004), ya que valores inferiores indican sobre procesamiento o algún grado de desnaturalización de las proteínas, lo cual es indeseable. De las variedades evaluadas, se observa que la proteína soluble en promedio fue de 80,98 en 2019 y 81,3 en 2020. El valor promedio de proteína soluble fue superior para variedades verdes 85,76 y 82,92 comparadas con las variedades amarillas 77,16 y 80,00, para 2019 y 2020, respectivamente. En 2019, los

valores máximos de proteínas solubles corresponden a las variedades B323 y B320; por el contrario, los valores más bajos de solubilidad para arveja amarilla corresponde a Reussite (2019 y 2020) con 66,54 y 69,67 y para verde Kingfisher (2019) y Aragorn (2020) con 85 y 62, respectivamente.

En el caso de cenizas, los valores medios obtenidos fueron 3,12 y 2,92 % y están por debajo de los citados en la bibliografía iguales a 3,81 – 4,01 % (Boye *et al.*, 2010).

Por último, todos los valores de actividad ureásica obtenidos se encuentran muy por debajo del límite máximo admitido en el Código Alimentario Argentino para harinas de legumbres y soja con destino a la alimentación humana igual a 0,3 unidades de pH.



Tabla N°4: Composición media de variedades de arveja evaluadas (2019-2020).

Año	Muestras	Color	Proteína (% bs)		Proteína soluble		Materia seca		Cenizas		Actividad ureásica	
2019	B 232	Verde	27,36	0,20	86,22	2,29	89,65	0,28	2,76	0,04	0,05	0,01
	B 320	Amarilla	25,69	0,37	75,68	1,61	88,83	0,38	4,63	0,10	0,01	0,01
	B 313	Amarilla	25,22	0,13	79,50	1,86	89,13	0,26	4,08	0,06	0,02	0,01
	Viper	Verde	28,37	0,31	85,86	2,85	89,96	0,34	2,78	0,08	0,04	0,00
	Kingfisher	Verde	25,85	0,11	85,16	4,08	89,69	0,34	2,23	0,06	0,03	0,01
	Aragorn	Verde	27,11	0,14	85,82	3,48	89,41	0,50	2,99	0,00	0,03	0,01
	Astronauta	Amarilla	24,66	0,16	72,44	1,98	88,92	0,30	3,13	0,03	0,03	0,01
	Reussite	Amarilla	25,80	0,13	66,54	2,65	89,84	0,71	3,04	0,05	0,04	0,00
	Meadow	Amarilla	26,57	0,39	91,64	3,25	88,16	0,33	2,46	0,10	0,05	0,01
2020	B 232	Verde	27,91	0,33	94,95	2,22	90,37	0,09	3,07	0,27	0,04	0,01
	B 320	Amarilla	27,12	1,42	95,02	3,42	90,49	0,47	2,73	0,10	0,05	0,01
	B 313	Amarilla	19,62	0,25	88,22	9,14	90,24	0,19	2,88	0,59	0,02	0,01
	Viper	Verde	25,70	0,55	85,86	2,85	91,13	0,13	3,66	0,03	0,03	0,01
	Kingfisher	Verde	26,30	0,23	88,80	2,62	91,54	0,08	2,86	0,02	0,02	0,01
	Aragorn	Verde	28,33	0,11	62,06	4,01	90,78	0,25	3,01	0,08	0,03	0,00
	Astronauta	Amarilla	28,58	0,62	69,99	1,69	89,53	0,16	2,82	0,46	0,03	0,01
	Reussite	Amarilla	30,31	0,11	69,55	3,57	88,83	0,23	2,65	0,08	0,04	0,00
	Meadow	Amarilla	27,92	0,21	77,21	1,11	90,48	0,21	2,58	0,02	0,06	0,03



Tabla N°5: Composición media de variedades de arveja evaluadas (2019-2020).

	Proteína (% bs)		Proteína soluble	
	2019	2020	2019	2020
Media	26,29	26,87	81,00	81,30
Error típico	0,39	1,01	2,69	4,00
Mediana	25,85	27,91	85,16	85,86
Desviación estándar	1,16	3,03	8,06	12,00
Varianza de la muestra	1,34	9,18	64,90	144,04
Curtosis	-0,26	4,71	-0,44	-1,36
Coficiente de asimetría	0,49	-1,91	-0,66	-0,40
Rango	3,71	10,70	25,11	32,96
Mínimo	24,66	19,62	66,54	62,06
Máximo	28,37	30,31	91,64	95,02
Suma	236,58	241,80	729,00	731,67
Cuenta	9	9	9	9

## Conclusiones

Respecto a la evaluación del peso de mil semillas (P 1.000), se observa que el promedio se mantuvo para ambas campañas 203 y 206. Los rendimientos disminuyeron significativamente en la campaña 2020, debido a causas climáticas, con un promedio de 1.659 kg/has respecto del año anterior de 3.301 kg/has. De las variedades pre-comerciales, sólo la FCA 232 mantuvo rendimientos por encima de la media.

En general, las variedades evaluadas, tanto las comerciales como en desarrollo, resultan ser alternativas proteicas de relevancia. Particularmente, las variedades de arveja verde B 232 y amarilla B320 desarrolladas por INTA y la FCA UNR, han presentado altos rendimientos, contenidos proteicos superiores a 25 % (bs) en ambas campañas y valores de solubilidad en KOH muy superiores al límite inferior sugerido, lo cual anticiparía una buena performance de extracción de proteínas durante la producción de concentrados proteicos.

## Bibliografía

- AOAC (2005). Official method 954.01. Protein (crude) in animal feed and pet food. AOAC International
- AOCS 2011a. (2011). Urease Activity. Official Method Ba 9-58. Official Methods and recommended Practices of the AOCS, AOCS, 6th ed., Second Printing, Urbana, IL.
- AOCS 2011d. (2011). Combustion Method for Determination of Crude Protein in Soybean Meal. Official Method Ba 4f-00. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, AOCS, 6th ed., Second Printing, Urbana, IL.
- AOCS 2011e. (2011). Protein Dispersibility Index (PDI). Official Method Ba 10-65. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, AOCS, 6th ed., Second Printing, Urbana, IL
- Araba, M., Dale, N.M., 1990. Evaluation of protein



solubility as an indicator of underprocessing of soybean

meal. *Poult. Sci.* 69 (10) <https://doi.org/10.3382/ps.0691749>.

- Balzarini, M. y Di Renzo, P. 2010. InfoStat: Software para análisis estadístico de datos genéticos. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Argentina.
- Barac M.B., Stanojevic S.P., Jovanovic S.T., Pesic M.B. (2004). Soy protein modification - a review. *Acta Period. Technol.* 35, 3–16. <https://doi.org/10.2298/APT0435003B>.
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43 (2), 414-431.
- Gruber, P., Becker, W. M., & Hofmann, T. (2005). Influence of the Maillard reaction on the allergenicity of rAra h 2, a recombinant major allergen from peanut (*Arachis hypogaea*), its major epitopes, and peanut agglutinin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 2289-2296.
- Reinkensmeier, A., Bußler, S., Schluter, O., Rohn, S. & Rawel, H.M., (2015). Characterization of individual proteins in pea protein isolates and air classified samples, *Food Research International*. doi: 10.1016/j.foodres.2015.05.009
- Van Eys J.E. (2004). *Manual of Quality Analyses for soybean products in the feed industry*. 2nd Edition. U.S. Soybean Export Council.

# PMP

Manejo de fitosanitarios

