



Análisis de contenido proteico de soja en la Red de Oliveros. Campaña 2021-2022.

Accoroni C.¹; Almada, G.²; Boero, L.³; Casasola, E.A.⁴; Dickie, M.J.⁵; Ibarlucea, J.⁶; Prieto, G.M.⁷; Palu, E.⁸; Vitta Larrieu, E.⁸; Widmer, T.⁹; Enrico J.M.¹⁰.

1 Laboratorio de Agroindustria EEA Oliveros, INTA accoroni.cecilia@inta.gov.ar - 2 AER Carlos Pellegrini - 3 AER Gálvez - 4 AER Casilda - 5 AER Cañada de Gómez - 6 AER Roldan - 7 AER Arroyo Seco - 8 AER Pago de los Arroyos - 9 AER Venado Tuerto - 10 Manejo de Cultivos, Suelo y Agua EEA Oliveros, INTA.

 Palabras clave: soja, contenido proteína, profat.

Introducción

A lo largo de las últimas décadas la composición del grano de soja ha presentado una disminución progresiva del contenido proteico. Como consecuencia de ello, el complejo nacional de “crushing” se ha visto afectado a la hora de cumplir con los estándares de comercialización internacionales de harina de soja; contenido mínimo de 46,5 % (bs). Tanto los porotos de soja como sus harinas, se comercializan tomando como referencia parámetros de calidad base, con tolerancias de máximos y mínimos dependiendo del rubro considerado. Por ende, aquellos parámetros que se encuentren por fuera de los estándares establecidos implican castigos y descuentos o rechazo de la mercadería (BCR, 2019). Para el poroto de soja el contenido mínimo establecido por norma-

tiva es 39,31 % (bs) de proteínas, mientras que para las harinas es de HiPro 46,5 (%) y LoPro 45 % (en base húmeda), tal como lo indica la Tabla 1.

Particularmente en Argentina, en los últimos años, se ha detectado una disminución creciente y sostenida del contenido proteico del poroto de soja, alcanzando en la campaña 17/18 el valor medio nacional más bajo 34,6 % (bs) (Cuniberti *et al.*, 2018). Consecuentemente, esta situación se ve reflejada en la desventaja competitiva de la calidad de harinas soja y en la dificultad de cumplir con los parámetros preestablecidos por protocolos nacionales e internacionales (Accoroni, 2022).

En la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros de INTA, la Red de soja tiene como objetivo brindar información a los productores, profesionales y empresas acerca del rendimiento y la interacción genotipo-ambiente de diferentes variedades de soja

TI Tabla 1. Base de comercialización internacional (BCR, 2019).

Parámetro	Harina de soja (previo junio 2013)		Harina de soja (desde junio 2013)		Poroto de soja	
	Base	Tolerancia	Base	Tolerancia	Base	Tolerancia
Humedad (%)	12,50	13,00	12,50	13,00	13,50	14,00
Materia grasa (%)	2,50	3,00	2,50	3,00	18,50	Min 18,00
Fibra (%)	3,50	4,00	3,50	4,00		
Proteína (%)	47,00	45,50	46,50	45,50	34,00	Min 33,5
Proteínas (% bs)	53,71	52,29	53,14	52,29	39,31	Min 38,95



en diferentes sitios de toda la zona de influencia. Esta Red es el resultado del trabajo en conjunto. Tiene como objetivo evaluar por campaña un promedio de 30 variedades de diferentes empresas en diversos sitios de la región correspondiente al área cubierto por las Agencias de Extensión Rural de la EEA Oliveros (Venado Tuerto, Pago de los Arroyos, Casilda, Arroyo Seco, Roldán, Cañada de Gómez, Totoras y Las Rosas) y parte de la Estación Experimental Rafaela (Gálvez, Carlos Pellegrini y Castellanos). En las últimas dos campañas se ha sumado el análisis de calidad agroindustrial de granos a fin de brindar información útil para la industria aceitera.

Este trabajo pretende evaluar la calidad de granos de soja de la Red Oliveros de la campaña 2021/22. En este ensayo se han considerado un total de 347 muestras que provienen de 12 sitios y 35 variedades diferentes.

Materiales y métodos

En el ensayo de la Red Oliveros de soja de la campaña 2021/22 se consideraron 35 variedades de soja que fueron sembradas en 12 sitios del Centro y Sur de la provincia de Santa Fe. Los sitios considerados y sus fechas de siembra (1^a y/o 2^{da}) fueron: EEA Oliveros (1^o S1), Gessler (1^o S2), Arteaga (1^o S3, AER Casilda), San Eduardo (1^o S4, AER Venado Tuerto), Armstrong (1^o S5, AER Cañada de Gómez), Pavón Arriba (1^o S6, AER Arroyo Seco), Peyrano (1^o S7, AER Pago de los Arroyos), Landeta (1^o S8, AER Carlos Pellegrini), Ricardone (1^o S9, AER Roldan), Runciman (2^o S1, AER Venado Tuerto), Cañada de Gómez (2^o S2, AER Cañada de Gómez), Landeta (2^o S3, AER Carlos Pellegrini).

En cuanto a las variedades 33 de ellas son OGM y dos son no OGM (INTA Alim 5.09 de INTA Marcos Juárez e Indiana 5.2 de Bioseminis).

Análisis de calidad

Para realizar el análisis de calidad de proto de soja ha sido utilizado el equipo NIR DS 25000 (FOSS) con la curva calibrada por INTA Barrow y Marcos Juárez en 2021. Se obtuvieron datos de humedad, proteína y materia grasa tal cual, que luego fueron corregidos a base seca. El parámetro Profat ha sido calculado a partir de los datos de proteína y materia grasa corregidos a base seca.

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para resumir las variables proteína (Total – Prot), materia grasa (Total – MS) y Profat (Total - Profat) y correlaciones entre el contenido de proteínas y materia grasa sobre el total de muestras y, luego, diferenciando entre variedades OGM y NO OGM, fecha de siembra de primera y segunda. También se graficaron diagramas de bloques para los diferentes sitios utilizando el programa Minitab versión estudiantil (Minitab, 2021).

Resultados

Evaluación general

Del análisis de calidad realizado sobre el total de muestras consideradas (n= 347, sin segregación según fecha de siembra y genética), se observa que tanto el contenido proteico como el contenido de

T2 Tabla 2. Parámetros estadísticos descriptivos de muestras OGM.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Total - Humedad	347	11,653	1,654	2,737	14,20	8,140	11,360	18,410
Total - MS	347	88,347	1,654	2,737	1,87	81,590	88,640	91,860
Total - MG (bs)	347	24,086	1,811	3,281	7,52	17,840	24,230	28,000
Total – Prot. (bs)	347	35,571	1,428	2,039	4,01	32,280	35,570	40,420
Total - Profat (bs)	347	59,657	1,492	2,225	2,50	55,390	59,670	63,260

*MS: materia seca, MG: contenido de materia grasa, Prot.: contenido proteico, Profat: contenido de materia grasa más contenido proteico, N: número de muestras, Media: valor promedio, Desv.Est.: desvío estándar, CoefVar: coeficiente de variación

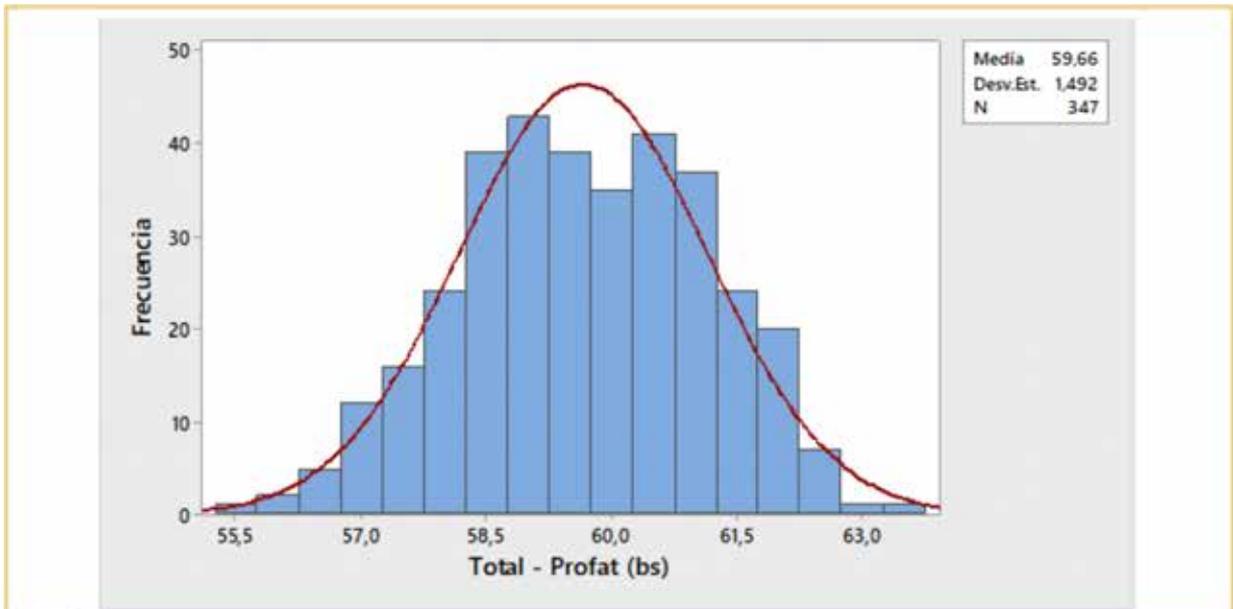


materia grasa han disminuido al comparar la campaña 20/21 y 21/22. La disminución del promedio del contenido proteico ha sido de 37,21 % (bs) a 35,57 % (bs) mientras que en lo respectivo al promedio de materia grasa ha sido de 24,60 % (bs) a 24,09 % (bs). Por ende, el promedio del parámetro Profat también ha sufrido un descenso para el mismo período de 61,81 % (bs) a 59,66 % (bs). En la Tabla 2 se puede observar el análisis estadístico descriptivo de los principales parámetros de calidad sobre el total muestras evaluadas en la campaña 21/22. Del mismo modo, en las Figuras 1, 2 y 3 se muestran los

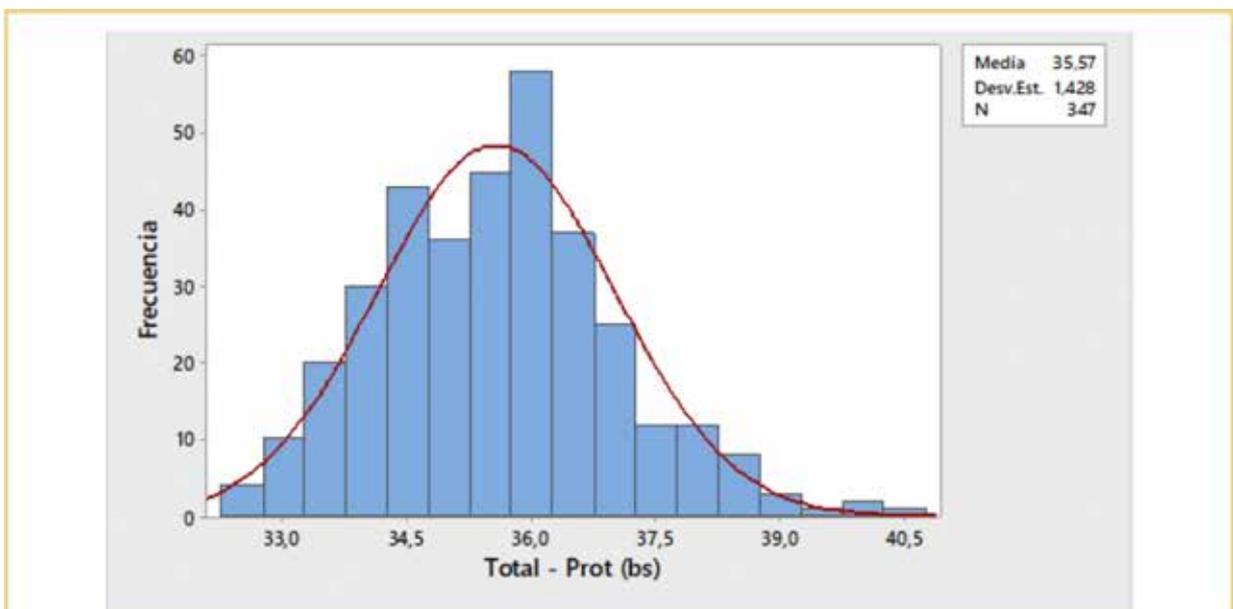
histogramas de los parámetros profat % (bs), contenido proteína % (bs) y contenido materia grasa % (bs) para la misma campaña.

Evaluación por diferencia de fecha de siembra (1ª y 2ª)

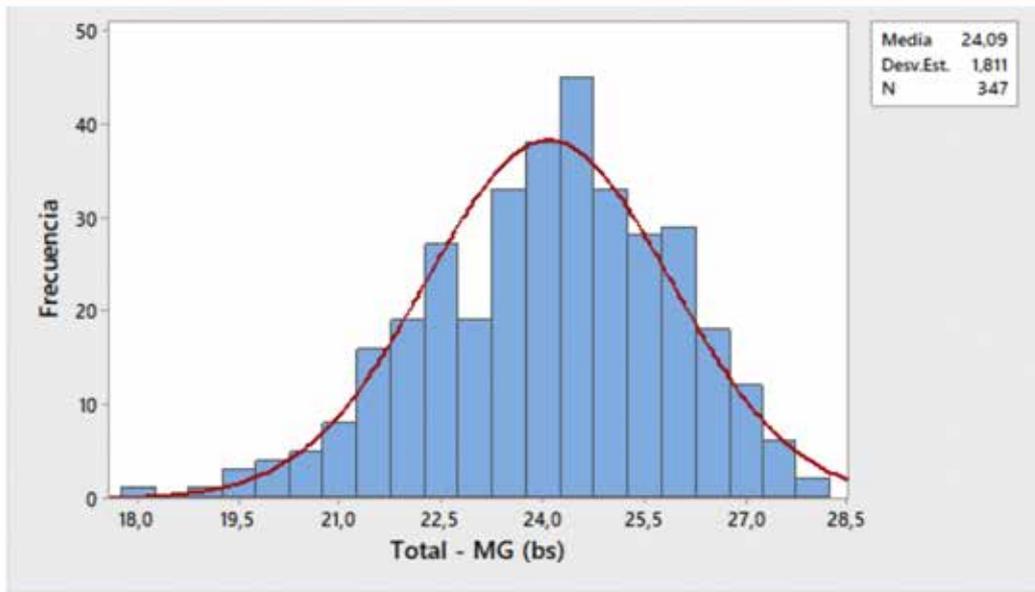
Al diferenciar entre estos dos grupos, se puede observar que el valor de Profat es superior para la fecha de primera, siendo 60,01 % (bs) respecto a 58,21 % (bs) de la fecha de segunda. Por un lado,



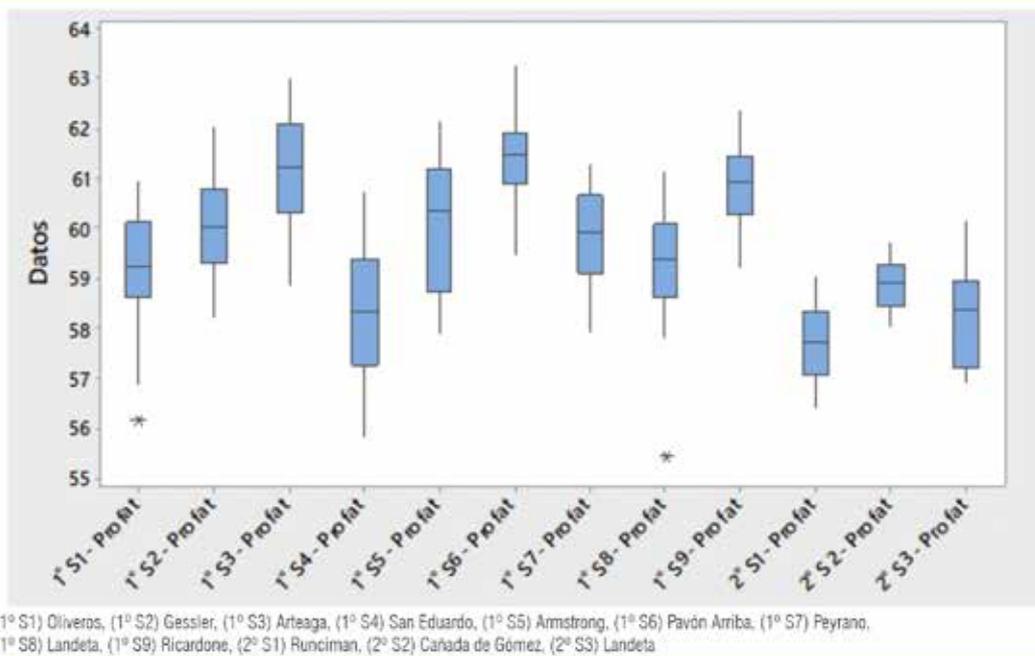
F1 Figura 1. Histograma contenido Profat.



F2 Figura 2. Histograma contenido de proteínas.



F3 Figura 3. Histograma contenido de materia grasa.



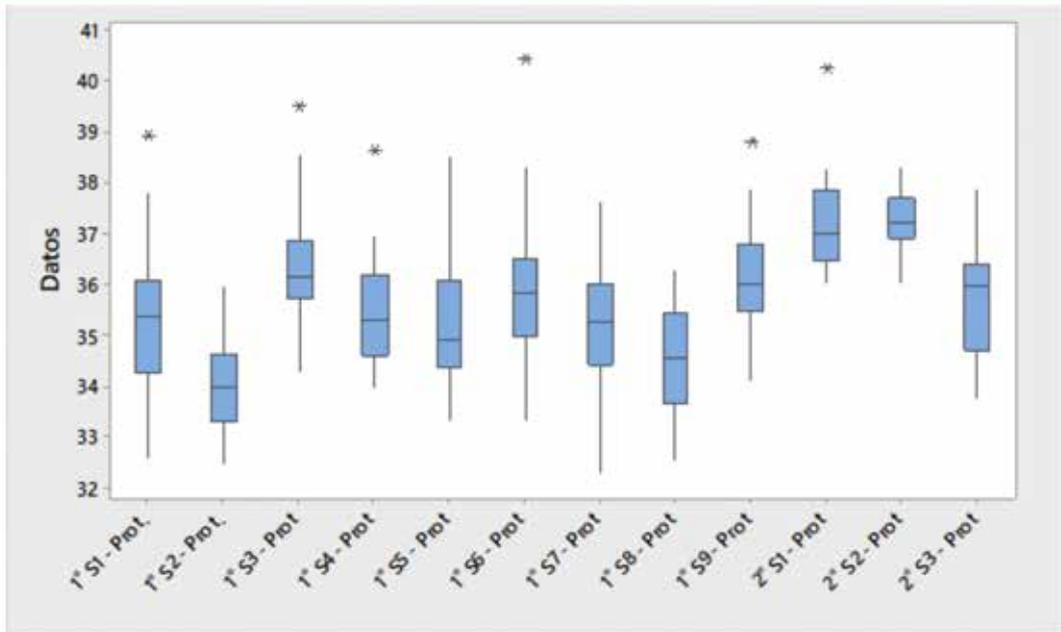
F4 Figura 4. Histograma contenido de Profat segregado por sitios y fecha de siembra.

el contenido de materia grasa promedio presenta un comportamiento similar al del Profat, siendo también superior para la fecha de primera igual a 24,69 % (bs) respecto a 21,58 % (bs). Por el contrario, el contenido proteico promedio es superior para la fecha de segunda, siendo 36,63 % (bs) y 35,32 % (bs) respectivamente.

En cuanto a la localización, se observa que en los tres sitios con el valor de Profat más elevado han sido de primera: Arteaga (S3), Pavón Arriba (S6) y

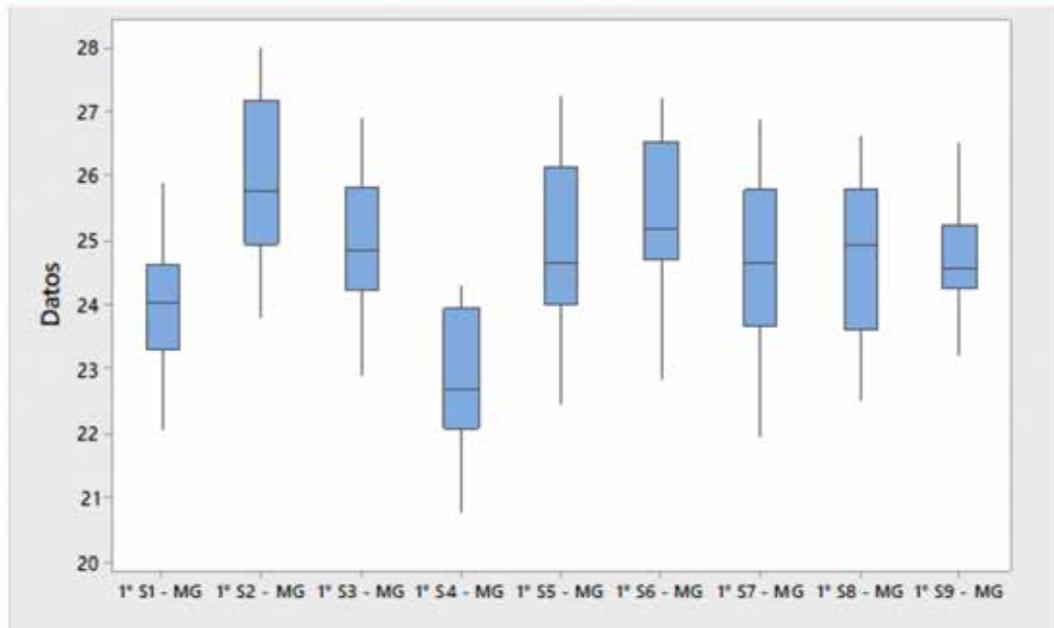
Ricardone (S9). Sin embargo, para los parámetros de aceite, el sitio de Gessler (S2) ha presentado el valor superior, mientras que para proteína los sitios de valores máximos han sido de fecha de siembra de segunda: Runciman (S10) y Cañada de Gómez (S11)

En las Figuras 4, 5 y 6 se presentan los parámetros de Profat, proteínas y materia grasa diferenciados por sitio y fecha de siembra. Se evidencia un rango de variación inferior en los sitios de fecha de siembra de segunda.



(1° S1) Oliveros, (1° S2) Gessler, (1° S3) Arteaga, (1° S4) San Eduardo, (1° S5) Armstrong, (1° S6) Pavón Arriba, (1° S7) Peyrano, (1° S8) Landeta, (1° S9) Ricardone, (2° S1) Runciman, (2° S2) Cañada de Gómez, (2° S3) Landeta

F5 Figura 5. Histograma contenido de proteína segregado por sitios y fecha de siembra.



(1° S1) Oliveros, (1° S2) Gessler, (1° S3) Arteaga, (1° S4) San Eduardo, (1° S5) Armstrong, (1° S6) Pavón Arriba, (1° S7) Peyrano, (1° S8) Landeta, (1° S9) Ricardone, (2° S1) Runciman, (2° S2) Cañada de Gómez, (2° S3) Landeta

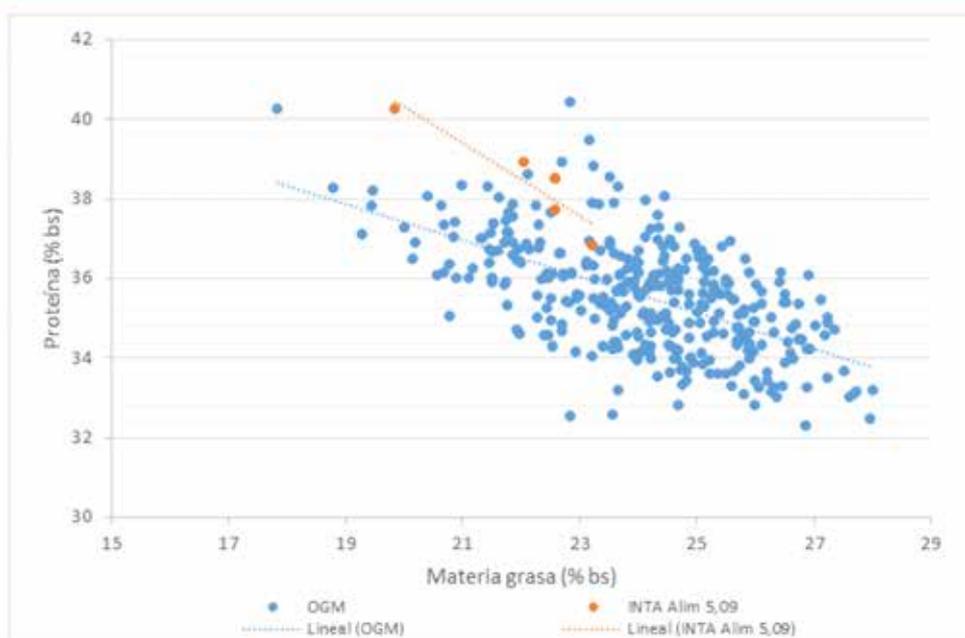
F6 Figura 6. Histograma contenido de materia grasa segregado por sitios y fecha de siembra.



T3 Tabla 3. Parámetros estadísticos descriptivos de muestras OGM.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
OGM - Humedad	343	11,643	1,654	2,735	14,20	8,140	11,350	18,410
OGM - MS	343	88,357	1,654	2,735	1,87	81,590	88,650	91,860
OGM - MG (bs)	343	24,108	1,802	3,248	7,48	17,840	24,260	28,000
OGM - Prot (bs)	343	35,538	1,393	1,940	3,92	32,280	35,540	40,420
OGM - Profat (%)	343	59,646	1,496	2,239	2,51	55,390	59,620	63,260

*MS: materia seca, MG: contenido de materia grasa, Prot.: contenido proteico, Profat: contenido de materia grasa más contenido proteico, N: número de muestras, Media: valor promedio, Desv.Est.: desvío estándar, CoefVar: coeficiente de variación



F7 Figura 7. Correlación proteína – materia grasa para soja OGM y Alim 5.09.

Evaluación de variedad No OGM - INTA Alim 5.09

La variedad INTA Alim 5.09 desarrollada en INTA Marcos Juárez ha recibido un mejoramiento genético orientado al aumento de su contenido proteico. Por ende, resulta interesante compararla con el resto de las variedades. Se determinó que los parámetros promedio de Profat y proteínas son superiores para INTA Alim 5.09 respecto del valor medio de las variedades OGM, aumentado de 59,65 a 61,01 % (bs) y 35,57 a 39,52 % (bs), respectivamente. Este aumento de casi 4 % en el contenido proteico estuvo acompañado de una reducción de 35% y 17% respecto

al rendimiento máximo y medio, respectivamente, alcanzado en el sitio EEA Oliveros por cultivares OGM (Enrico *et al.*, 2022). Sin embargo, una de las variedades OGM presentó el máximo valor de Profat igual 63,26 % (bs). Por el contrario, el contenido de materia grasa es superior para las variedades OGM, resultando en un valor medio igual a 24,11 % (bs) comparado con 21,49 % (bs). Es importante resaltar que el valor máximo relevado de materia grasa ha sido igual a 28,00 % (bs) y responde al grupo de variedades OGM, mientras que los valores de referencia esperados para contenido de materia grasa rondan en el 24 % (bs). La variedad Indiana 5.2, a pesar de



ser No OGM, presenta un comportamiento similar a las variedades OGM; 24,23 % (bs) de materia grasa, 36,65 % (bs) de proteínas y 60,88 % (bs) profat. En las Tabla 2 se muestran los parámetros estadísticos descriptivos de las variedades OGM.

En las Figura 7 se muestran las correlaciones entre el contenido de proteínas y materia grasa de las variedades de OGM (azul) y de INTA Alim 5.09 (naranja). Se puede observar que existe una leve correlación negativa para el grupo OGM ($R^2 = 34,5\%$). Por el contrario, la variedad No OGM de INTA presenta una marcada correlación negativa ($R^2 = 85,49\%$).

Conclusiones

Este trabajo pretende mostrar la situación actual de la región del centro y sur de la provincia de Santa Fe respecto a la calidad de soja. Como primera conclusión, podemos afirmar que el contenido proteico de la soja evaluada presenta un comportamiento similar al de los datos presentados en RECSO (2022). Es decir, que el contenido proteico muestra una tendencia decreciente a lo largo del tiempo, por debajo del límite inferior admitido para la comercialización sin penalización.

Respecto a la fecha de siembra, podemos concluir que el contenido de Profat es superior para la soja de primera. Esto se debe a la presencia de un contenido de materia grasa superior al comparar con la soja de segunda. No obstante, el valor medio del contenido proteico de la soja de segunda es superior.

Por último, se concluye que la variedad No OGM Alim 5.09 se diferencia de las demás por tener valores promedio de Profat y proteínas superiores y, por otro lado, valores medios de materia grasa notablemente inferiores. Por el contrario, la variedad Indiana 5.2 presenta un comportamiento similar al de variedades OGM. Sumado a lo anterior, se pudo evidenciar que la variedad INTA Alim 5.09 presentó una alta correlación negativa entre el contenido proteico y el contenido de materia grasa.

Bibliografía

Accoroni, C., Devia E.A., Cruz M.D., Magnano L., Saavedra A.E., 2022. Caracterización de texturizados de soja producidos por plantas procesadoras argentinas. Informes INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/informe_tecnico_-_caracterizacion_de_texturizados_de_soja_argentinos.pdf

Bolsa de Comercio de Rosario (2019). En esta campaña, la baja proteína de la soja podría llevar a U\$S 674 millones las pérdidas para Argentina. Informativo Semanal Mercados. ISSN 2796-7824.

Chialvo, E., Herrero, R. M., Mir, L. R., Pronotti, M. S., & Mansilla, G. J. (2021). Productividad y calidad de la soja en la zona núcleo-sojera.

Cuniberti, M., Herrero, R., Mir, L., Chialvo, E., Berra, O., Macagno, S., & Juárez, I. E. M. (2018). Productividad y calidad de la soja en la zona Núcleo-Sojera. *Soja 2018*, 57.

Cuniberti, M., Herrero, R., & Juárez, I. E. M. (2018). Problemática de la baja proteína de la soja. Informe de actualización técnica. INTA ediciones, 12, 9-3.

Cuniberti, M., Herrero, R., & Masiero, B. (2011, September). Evolución del contenido de proteína y de aceite en la región sojera argentina. In *Mercosoja 2011 y 5 Congreso de la soja del Mercosur, I Foro de la Soja Asia-Mercosur* (Vol. 14).

Enrico, JM., Bacigaluppo, S., Prieto, GM., Loto, AR., Dickie, MJ., Almada, G., Casasola Farre, EA., Gentili, OA., Boero, L., Calcha, JA., Vita Larrieu, EA., Palu, EM., Ibarlucea, JI., Widmer, T., Malmantile, A. <https://inta.gob.ar/documentos/informa-ya-soja-2021-2022>

Minitab (2021). Minitab statistics analysis for student version, Available at: <https://www.minitab.com>.

RECSO (2022). Red Nacional de Evaluación de cultivos de soja. Informe técnico de resultados - Campaña 2021-2022. Informes INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/red-nacional-de-evaluacion-de-cultivos-de-soja-informe-tecnico-de-resultados-campana-2021-2022>