

INFORME

Diferenciación de parámetros de calidad de soja según zona agroecológica de producción

Noviembre 2021

Informe elaborado por Bárbara Carpaneto



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina

Estación Experimental
Agropecuaria
Balcarce

Diferenciación de parámetros de calidad de soja según zona agroecológica de producción

Informe noviembre 2021

Informe elaborado por Bárbara Carpaneto
Proyecto INTA 2019 - PE - E7 - I517 - 001

Participantes

Lic. Marina Montoya | INTA
Ing. Agr. Facundo Quiroz | INTA
Ing. Agr. Juan Erreguerena | INTA
Ing. Agr. Luis Lanzavecchia | INTA
Ing. Agr. Bárbara Carpaneto | INTA (responsable línea)
Ing. Agr. Natalia Izquierdo | FCA - CONICET
Ing. Agr. Daniel Boldrini | CABCSr.
Gabriel Gavarrino | CABC

Objetivo específico de la línea

Cuantificar parámetros de calidad industrial del grano de soja (proteína y aceite) según zona agroecológica de producción

Hipótesis de la línea

La concentración de proteína y aceite de los granos de soja del SE de la provincia de Buenos Aires se asocian a las zonas agroecológicas de producción.

Palabras claves: soja, proteína, aceite, zona agroecológica, sudeste bonaerense

Introducción

El mercado de granos se adecua cada vez más para un fin determinado demandando, en consecuencia, características de la materia prima más precisas y acordes al producto que se desee obtener. En un futuro los granos de cultivos extensivos dejarán de ser "commodities" para ser "specialities".

"Calidad" es un concepto dinámico que depende del fin último para el que está destinado el producto en cuestión y de quien la valore, por eso a través de una cadena de comercialización se

puede dar una definición de calidad diferente y podemos hablar de calidad comercial y calidad industrial.

En nuestro país, a los fines de las transacciones comerciales, se establecen las normas de comercialización para cada grano (o producto), estos estándares contemplan lo referente a calidad comercial. Por otro lado, no hay establecidos estándares de calidad industrial dado que, como se mencionó anteriormente, dependen del producto final que se desee obtener.

La composición de los granos obtenidos será determinante de la calidad del producto final. La misma está determinada por el genotipo, el ambiente y la interacción entre ambos.

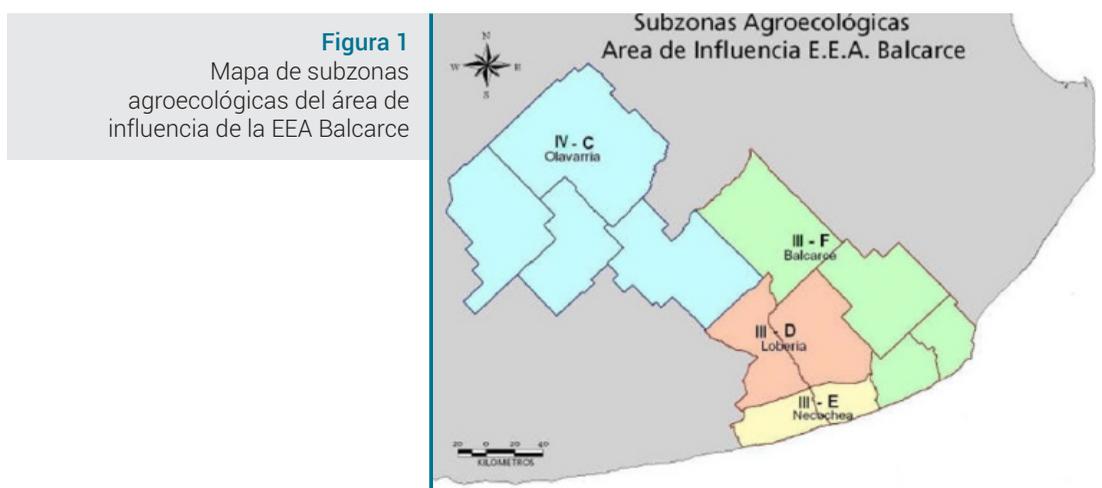
El territorio nacional tiene una vasta diversidad de clima y suelo que determina diferentes zonas productivas. Estas diferencias pueden trasladarse a la composición final de los granos haciendo que la misma sea característica y propia de cada zona producción pudiéndose diferenciar unas de otras.

Las redes de evaluación de cultivares y otros proyectos, se han ocupado de evaluar el efecto del genotipo sobre algunos de los parámetros de calidad, relacionándolos con la división política del territorio (partido, localidad, departamento), sin considerar ambientes productivos (zonas productivas homogéneas en cuanto a clima y suelo ej.: subzonas agroecológicas RIAN (Carpaneto, 2021, Figura 1).

El potencial de los productos ligados al origen radica en su calidad específica, resultado de la combinación de recursos naturales y técnicas o prácticas de producción locales relacionadas con la historia y la cultura. Es una herramienta que permiten diferenciar y hacer distinguible la calidad de un producto relacionada con su origen geográfico. Esta diferenciación permitiría una industria local más eficiente, con posibilidad de realizar productos de mayor valor agregado (Alimentos Argentinos, 2019).

Aspectos generales

Se entiende por zona agroecológica homogénea a la división y agrupación de los partidos que conforman el área de influencia de la EEA Balcarce, en áreas geográficas con cierto grado de homogeneidad en cuanto a suelo y clima, pudiéndose diferenciar las subzonas agroecológicas III D, E y F y IV C, según la descripción de la RIAN (Carpaneto, 2021; Figura 1).



Subzona III D: Comprende el área continental de los partidos de Necochea y Lobería. El área tiene, con cierta frecuencia, limitaciones edáficas importantes, principalmente la presencia del manto calcáreo (tosca) dentro del metro de profundidad, que restringe la zona de exploración radicular. El clima se caracteriza por un régimen hídrico subhúmedo–seco. La precipitación media anual es ligeramente superior a los 700 mm.

Subzona III E: Comprende el área costera de los partidos de Necochea y Lobería. Los suelos manifiestan, ausencia de tosca por encima del metro de profundidad, lo cual confiere al suelo mayor capacidad para almacenar agua y en consecuencia menores limitaciones. El clima se caracteriza por un régimen hídrico es subhúmedo – seco. La precipitación media anual es de 730 mm al este, disminuyendo a 680 mm al sudoeste. Debido a la proximidad del océano, el área presenta veranos frescos. Esta característica genera condiciones de humedad de suelo y ambiente, más favorables para el desarrollo de cultivos estivales.

Subzona III F: Comprende los partidos de Gral. Pueyrredón, Gral. Alvarado, Balcarce y Tandil. Existen tres situaciones edáficas predominantes: a) En el área de sierra, suelos líticos poco profundos, con roca muy cerca de la superficie, bien drenados y moderadamente bien drenados. b) Suelos lóessicos poco a medianamente profundos, con presencia de un manto de tosca a menos de 1,5 m de profundidad y c) Argiudoles típicos con horizonte B2t sin tosca ni contacto lítico hasta 1,8 m o más de profundidad. Son bien drenados y fértiles. La tosca no forma un manto continuo. Las áreas con suelos b) y c) son las de mayor superficie. Las restricciones más importantes que presentan estos suelos están dadas por las limitaciones de profundidad por la presencia de tosca o roca y por las pendientes pronunciadas que los exponen a procesos de erosión hídrica. El clima de esta subzona, presenta un régimen hídrico subhúmedo – húmedo. La precipitación media anual es del orden de los 800 mm.

Subzona IV C: Comprende los partidos de Olavarría, B. Juárez, Laprida y Gral. La Madrid. Presenta un patrón de suelos muy heterogéneo. Las limitaciones más importantes que presentan los suelos en esta área son: baja infiltración, exceso de alcalinidad, escasa pendiente y manto de tosca a poca profundidad. En la zona serrana las pendientes son del 5%, decreciendo rápidamente al 1%, generando riesgos de erosión hídrica cuando el manejo de los suelos no es el adecuado. El clima de esta subzona presenta un régimen hídrico subhúmedo-húmedo, con una precipitación media anual que oscila entre 800-900 mm (Carpaneto, 2021).

Metodología

Origen de las muestras

Se colectaron muestras de granos de soja provenientes de lotes comerciales (PRODUCTORES) de los partidos influencia de la EEA INTA Balcarce, de los que se tiene información de manejo y ubicación georreferenciada. Además, se analizaron granos de muestras provenientes de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RED) de las localidades de Balcarce (campañas 2019/2020 y 2020/2021) y Tandil (campaña 2019/2020). De esta forma se generaron dos bases de datos según el origen de las muestras.

En dos años de campaña (coincidentes con la pandemia COVID-19), se recolectó un total de 289 muestras de semilla de soja, de las cuales 50 provinieron de productores (PRODUCTORES) y las restantes (239) de las redes de evaluación de cultivares (RED).

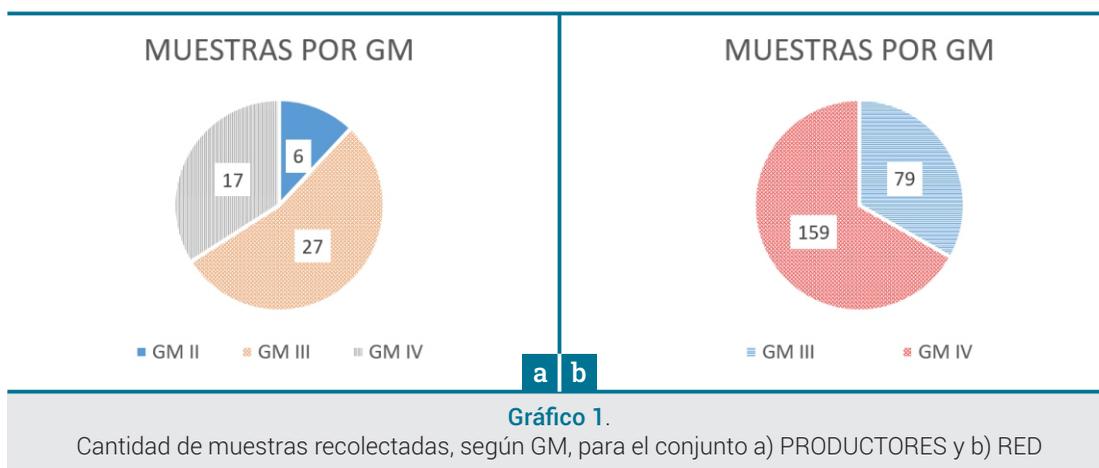
En la Tabla 1 se detalla la cantidad de genotipos evaluados por grupo de madurez (GM) y origen de las muestras.

Tabla 1. Cantidad de genotipos de soja analizados para cada GM y origen de las muestras

GM	PRODUCTORES	RED
II	3	-
III	14	29
IV	8	64

Las muestras de RED corresponden a cultivos de primera época de siembra y de las 50 muestras de productores, 15 corresponden a cultivo de segunda ocupación.

De las muestras provenientes de lotes de productores el 12% correspondió a cultivares del grupo de madurez II, 54% a GM III y 34% al GM IV (Gráfico 1a). Por su parte, para las muestras de la RED se observó mayor proporción del GM IV (67%) y no hubo muestras del GM II.



En el siguiente gráfico se presenta, para las muestras de los productores, la cantidad por subzona y época de siembra. Se puede ver que la mayor proporción proviene de soja de primera y sólo en la subzona III - F se obtuvieron similar cantidad de muestras de primera y de segunda.



Para cada muestra se solicitó la siguiente información: ubicación geográfica del lote, grupo de madurez, fecha de siembra, rendimiento, densidad de siembra, datos de manejo como uso de inoculante, fertilización, fungicida y cultivo antecesor.

El contenido de proteína y aceite se midió con equipo NIR y los datos se expresan como % en base seca.

Resultados

Al analizar los parámetros de calidad determinados (aceite, proteína, proteína + aceite) y también rendimiento, se observa una gran diferencia según el origen de la muestra: RED o PRODUCTORES.

PROTEINA

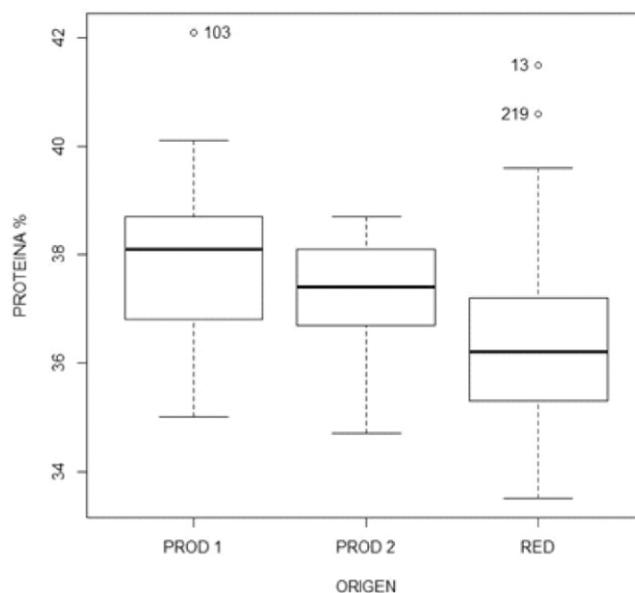
La concentración de proteína de los granos varió de 33,5 a 42,1%. En promedio, la concentración de proteína del conjunto PRODUCTORES (1° y 2° época de siembra) fue superior a la de RED (37,6% y 36,3%, respectivamente).

La semilla de soja de primera ocupación del set PRODUCTORES, presentó en promedio un valor de 1,7 puntos porcentuales superior respecto de las provenientes del conjunto RED: 37,9% y 36,3%, respectivamente.

Dentro del conjunto PRODUCTORES, la soja de segunda ocupación se diferenció en 0,8 puntos porcentuales por debajo de la soja de primera ocupación (Gráfico 3 y Tabla 2).

Gráfico 3

Concentración de proteína en base seca (%), según origen y época de siembra de las muestras: PROD 1= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 1° (n = 31), PROD 2= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 2° (n = 19) y RED= Conjunto de muestras de RED (n = 239).



En el gráfico anterior se observa el contenido de proteína en valores porcentuales (eje y) para cada grupo de datos (eje x): soja de primera y de segunda de productores y soja de las redes (PROD 1, PROD 2 y RED, respectivamente). En cada caja los bordes inferior y superior de la caja representan el 1° y 3° cuartil, la línea negra horizontal que está dentro representa la mediana, la cota inferior y

superior indican los valores mínimo y máximo y los puntos más alejados (103, 13 y 219, en este gráfico) son valores atípicos.

Tabla 2. Concentración de proteína base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES SOJA 1°		PRODUCTORES SOJA 2°		RED SOJA 1	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
PROTEÍNA (%)	37,9	3,9	37,2	3,1	36,3	3,8

En el ANEXO se presenta el contenido de proteína (%), para las distintas variedades en forma comparada.

ACEITE

En forma inversa a lo observado para proteína, la concentración de aceite de las muestras RED fue superior a la de PRODUCTORES (1° y 2° época de siembra), pero en menor magnitud (0,6 puntos superior). Se destaca la mayor variabilidad de este parámetro en el conjunto RED en comparación al conjunto productores: CV (%) = 5,1 % y 3,8 %, respectivamente para cada conjunto. Para el parámetro analizado, la concentración en los granos varió de 19,3 a 24,7% (Gráfico 4 y Tabla 3).

Dentro del conjunto PRODUCTORES, la soja de segunda ocupación se diferenció en 0,3 puntos porcentuales por debajo de la soja de primera ocupación.

Gráfico 4

Concentración de aceite en base seca (%), según origen y época de siembra de las muestras: PROD 1= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 1° (n = 31), PROD 2= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 2° (n = 19) y RED= Conjunto de muestras de RED (n = 239).

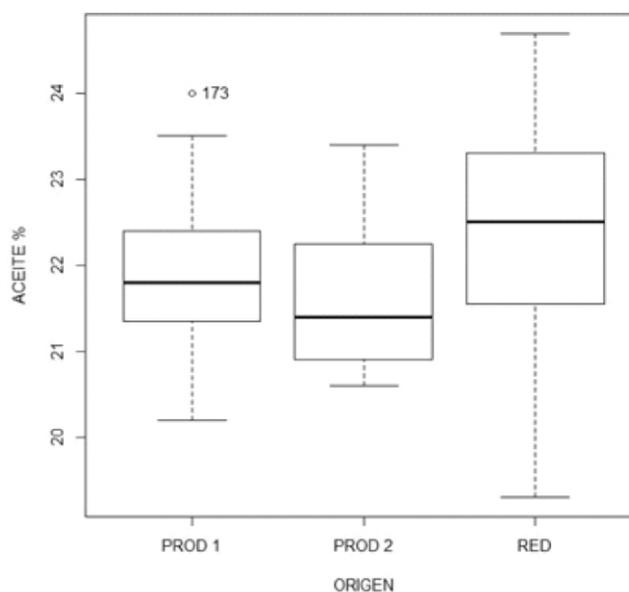


Tabla 3. Concentración de aceite base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES SOJA 1°		PRODUCTORES SOJA 2°		RED SOJA 1	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
ACEITE (%)	21,9	4,0	21,6	3,9	22,4	5,1

En el ANEXO se presenta el contenido de aceite (%), para las distintas variedades en forma comparada.

PROTEÍNA + ACEITE

La suma de ambos componentes (proteína + aceite) manifiesta un comportamiento similar al de proteína (componente mayoritario de la suma), para cada conjunto de muestras, pero con menor variabilidad (Gráfico 5 y Tabla 4).

Dentro del conjunto PRODUCTORES, la soja de segunda ocupación se diferenció en 1,0 punto porcentual por debajo de la soja de primera ocupación.

Gráfico 5

Concentración de proteína + aceite en base seca (%), según origen y época de siembra de las muestras: PROD 1= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 1° (n = 31), PROD 2= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 2° (n = 19) y RED= Conjunto de muestras de RED (n = 239).

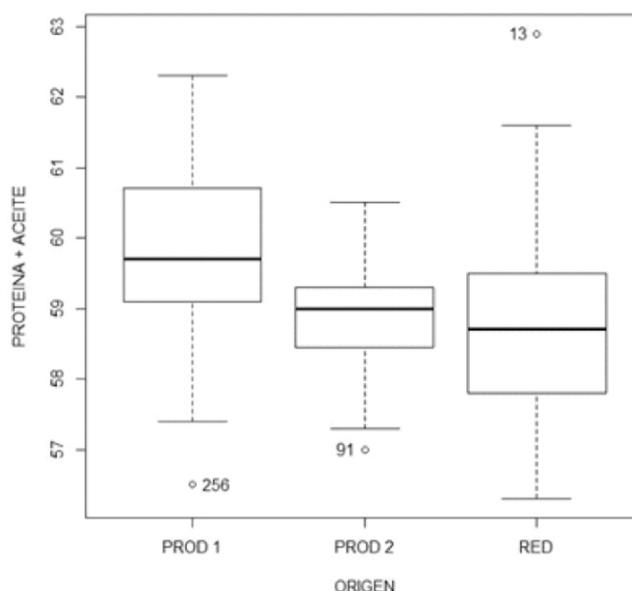


Tabla 4. Concentración de proteína + aceite base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES SOJA 1°		PRODUCTORES SOJA 2°		RED SOJA 1	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
PROTEÍNA + ACEITE	59,8	2,28	58,8	1,5	58,7	2,0

RENDIMIENTO

Las muestras provenientes de RED tuvieron, en promedio, un rendimiento de 3354 kg/ha mientras que para PRODUCTORES (soja 1°) fue de 2553,9 kg/ha y PRODUCTORES (soja 2°) de 2427,6 kg/ha, contenido de humedad=13%. Se destaca la gran variabilidad de este parámetro sobre todo en el conjunto de productores, siendo los CV (%) 14,5 y 38,6 % y 38,5%, para RED, PRODUCTORES soja 1° y PRODUCTORES SOJA 2°, respectivamente (Gráfico 6 y Tabla 5).

Dentro del conjunto PRODUCTORES, la soja de segunda obtuvo en promedio 126 kg/ha por debajo de la soja de primera.

Gráfico 6

Rendimiento del cultivo de soja (kg/ha), según origen y época de siembra de las muestras: PROD 1= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 1° (n = 31), PROD 2= Conjunto de muestras de PRODUCTORES, soja de 2° (n = 19) y RED= Conjunto de muestras de RED (n = 239).

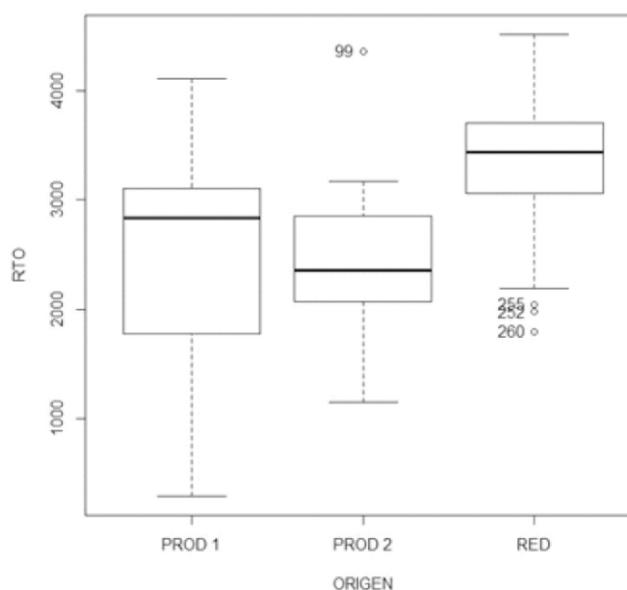


Tabla 5. Rendimiento (kg/ha), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES SOJA 1°		PRODUCTORES SOJA 2°		RED SOJA 1	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
RENDIMIENTO (kg/ha)	2554,0	38,6	2427,6	38,5	3353,9	14,5

Análisis por GM diferenciado por origen

PROTEÍNA

Para ambos conjuntos de muestras, el GM III presentó una concentración de proteína promedio mayor al GM IV (Gráfico 7 y Tabla 6).

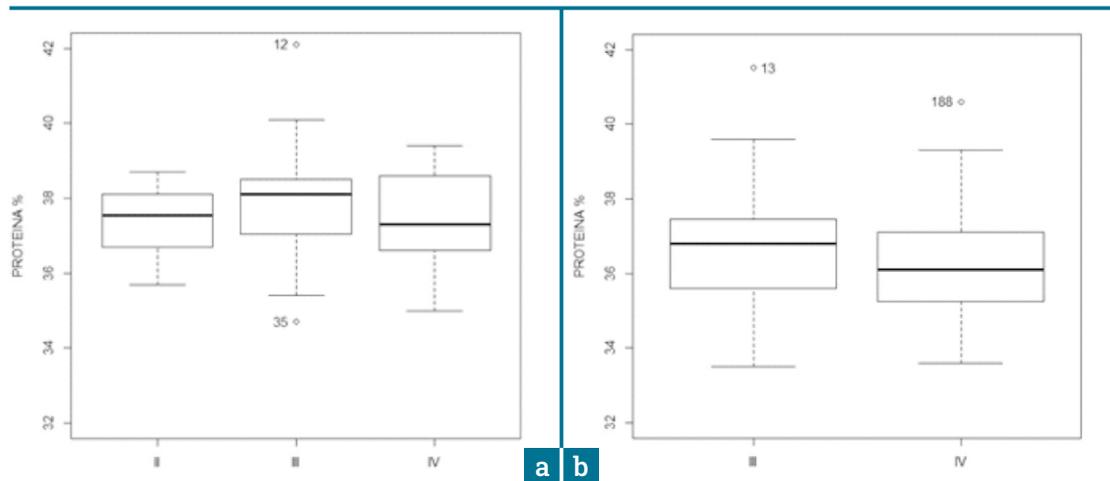


Gráfico 7.

Contenido de proteína en base seca (%) para cada grupo de madurez para el conjunto de muestras de a) PRODUCTORES (GM II n = 6, GM III n = 27, GM IV n = 17) y b) RED (GM III n = 80, GM IV n = 159).

Tabla 6. Concentración de proteína base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES		RED	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
II	37,38	2,9	-	-
III	37,86	4,2	36,61	4,0
IV	37,45	3,3	36,15	3,6

ACEITE

Para ambos conjuntos de muestras, el GM IV presentó una concentración de aceite mayor al GM III. La variabilidad fue menor para el conjunto PRODUCTORES (Gráfico 8 y Tabla 7).

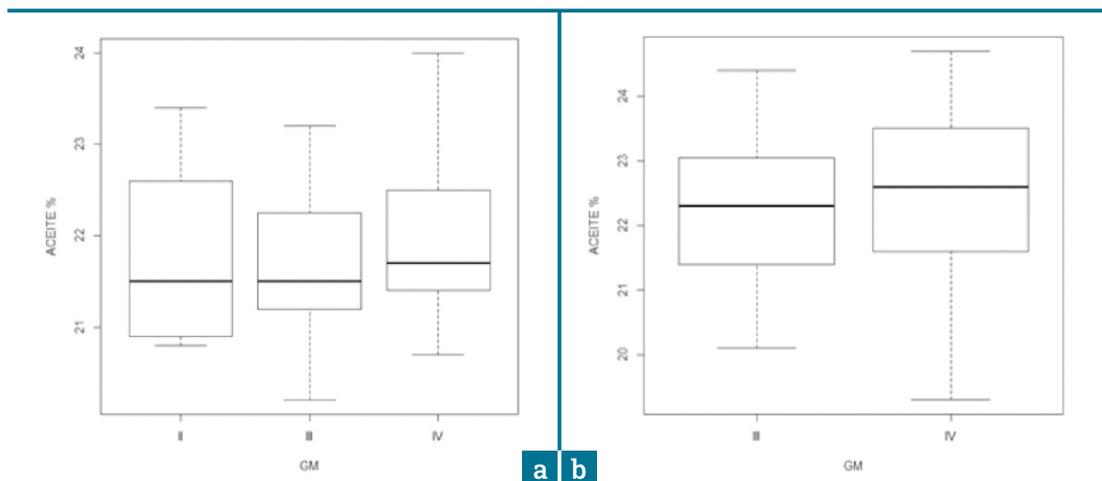


Gráfico 8.

Concentración de aceite en base seca (%) para cada grupo de madurez para el conjunto de muestras de a) PRODUCTORES (GM II n = 6, GM III n = 27, GM IV n = 17) y b) RED (GM III n = 80, GM IV n = 159).

Tabla 7. Concentración de aceite base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES		RED	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
II	21,78	5,0	-	-
III	21,65	3,5	22,24	4,7
IV	21,98	4,3	22,50	5,3

PROTEÍNA + ACEITE

Para ambos conjuntos de muestras, el GM III presentó una concentración de proteína + aceite promedio mayor al GM IV (Gráfico 9 y Tabla 8).

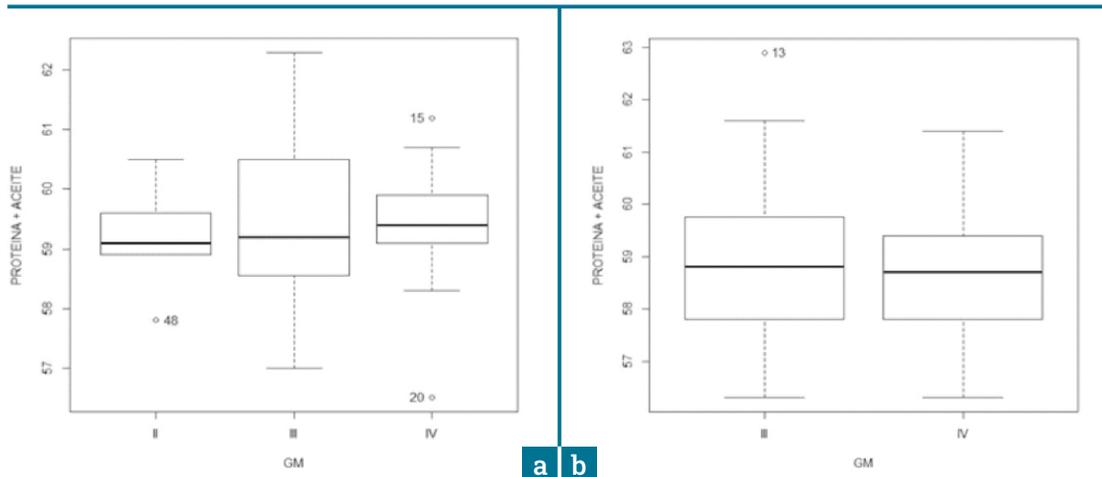


Gráfico 9.

Concentración de proteína y aceite de granos de soja en base seca (%) para cada grupo de madurez para el conjunto de muestras de a) PRODUCTORES (GM II n = 6, GM III n = 27, GM IV n= 17) y b) RED (GM III n = 80, GM IV n= 159).

Tabla 8. Concentración de proteína + aceite base seca (%), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES		RED	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
II	59,17	1,5	-	-
III	59,51	2,6	58,85	2,3
IV	59,42	1,7	58,66	1,8

RENDIMIENTO

En rendimiento (kg/ha con 13% de humedad) se observa mayor valor para el GM IV en el grupo RED y menor para GM III. Diferente es lo obtenido para dichos GM en el conjunto PRODUCTORES (Gráfico 10 y Tabla 9).

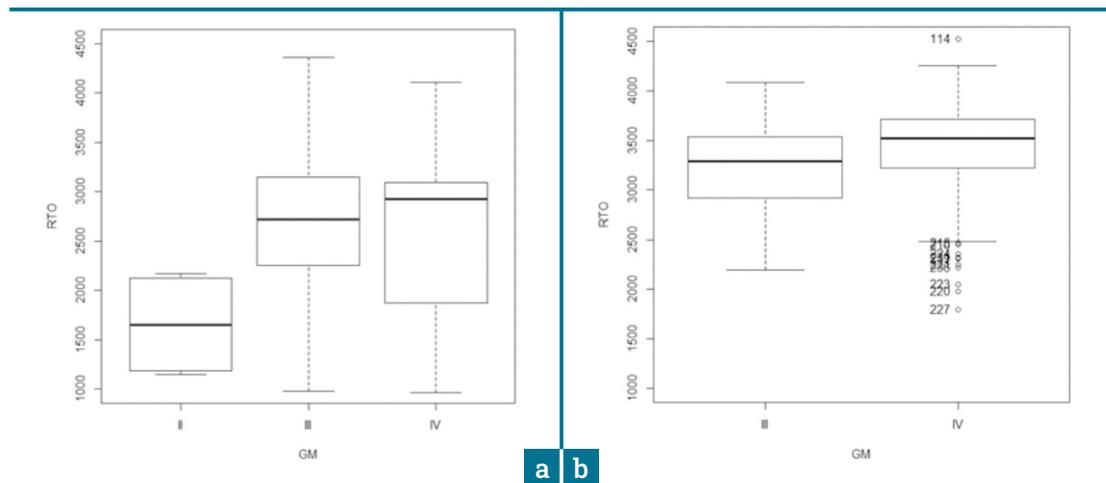


Gráfico 10.

Rendimiento del cultivo de soja (kg/ha) para cada grupo de madurez para el conjunto de muestras de a) PRODUCTORES (GM II n = 6, GM III n = 27, GM IV n = 17) y b) RED (GM III n = 80, GM IV n = 159).

Tabla 9. Rendimiento (kg/ha), media y coeficiente de variación (%)

GM / ORIGEN	PRODUCTORES		RED	
	MEDIA	CV (%)	MEDIA	CV (%)
II	1652	32,8	-	-
III	2641	37,1	3233	13,4
IV	2589	36,9	3415	14,6

Análisis por subzona (Soja de 1° y Soja de 2°)

Sólo se analizan las muestras provenientes de productores para las dos épocas de siembra.

PROTEÍNA

Tanto en las subzonas III – D y III – F, de las que se dispone de muestras de ambas épocas de siembra, la soja de primera muestra mayor contenido de proteína que la de segunda. La magnitud de dicha diferencia (cuántas unidades porcentuales) en la subzona III – D es de 1,4 unidades, mientras que para la subzona III – F es de 0,2. Para este parámetro la respuesta según época de siembra es diferente, en cuanto a magnitud, dependiendo de la subzona agroecológica de producción (Gráficos 11 y 12).

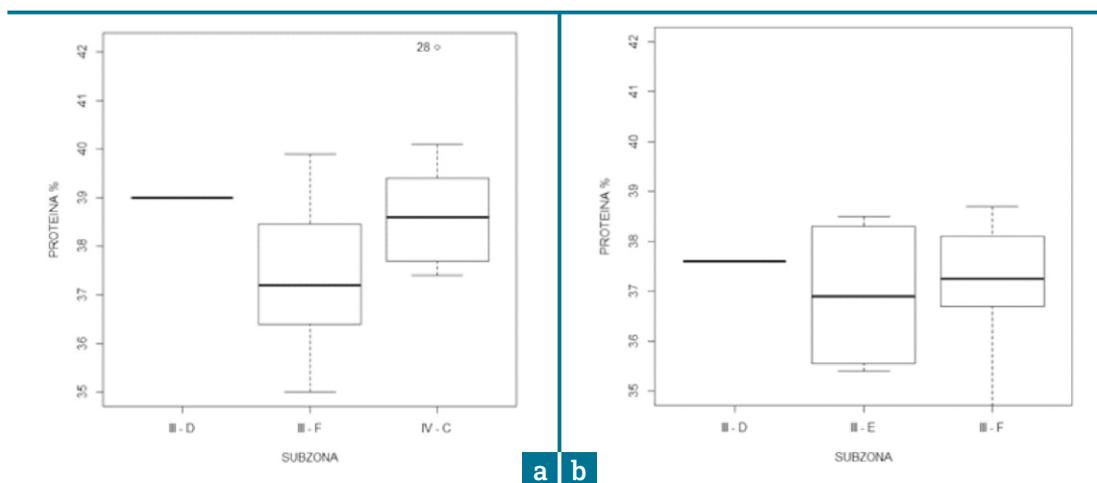


Gráfico 11.

Concentración de proteína en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra: a) soja de 1era (n subzona III – D = 1, III - F = 20, IV – C = 9) y b) soja de 2da (n subzona III – D = 1, III - E = 4, III - F = 14).

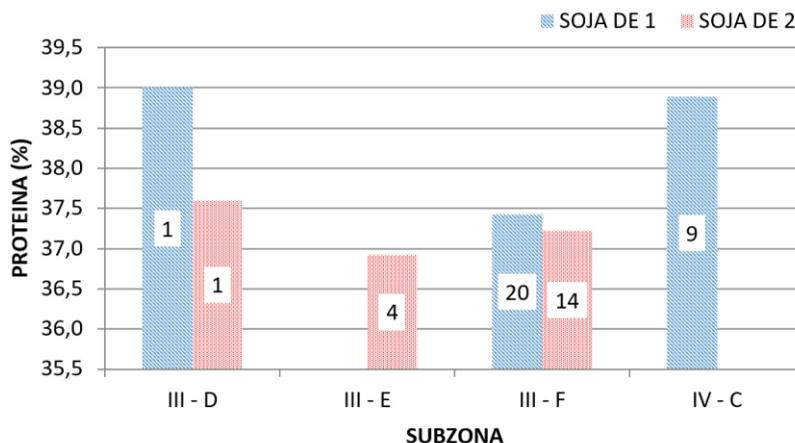


Gráfico 12.

Concentración de proteína en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra (soja de 1era o de 2da). Los números dentro de las barras indican el n.

ACEITE

Se observa mayor contenido de aceite para la soja de primera época de siembra (subzonas III – D y III-F). La magnitud de dicha diferencia (cuántas unidades porcentuales) es de 0,3 y 0,5 unidades para la subzona III –D y III – F, respectivamente. Para este parámetro la respuesta según época de siembra es diferente, en cuanto a magnitud, dependiendo de la subzona agroecológica de producción (Gráficos 13 y 14).

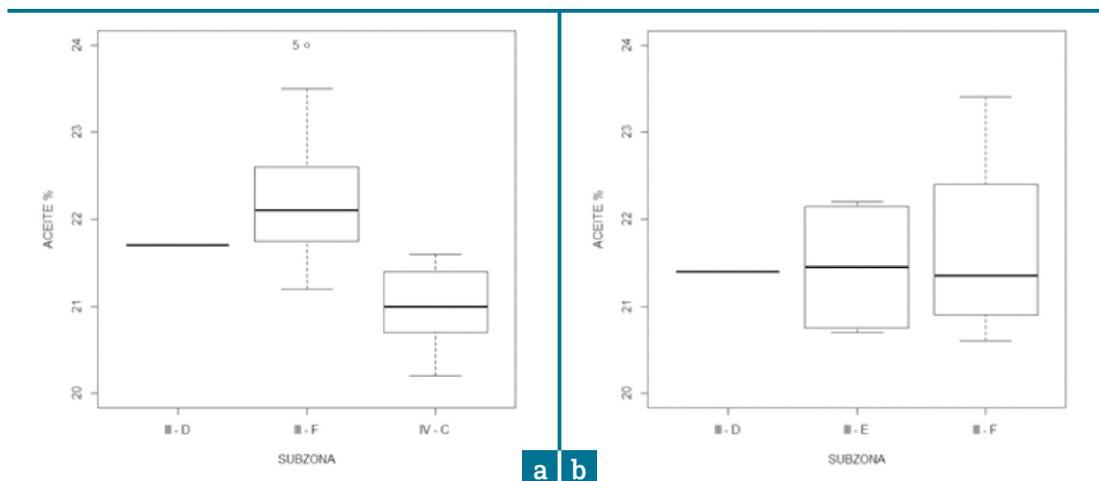


Gráfico 13.

Concentración de aceite en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra: a) soja de 1era (n subzona III – D = 1, III - F = 20, IV – C = 9) y b) soja de 2da (n subzona III – D = 1, III - E = 4, III - F = 14).

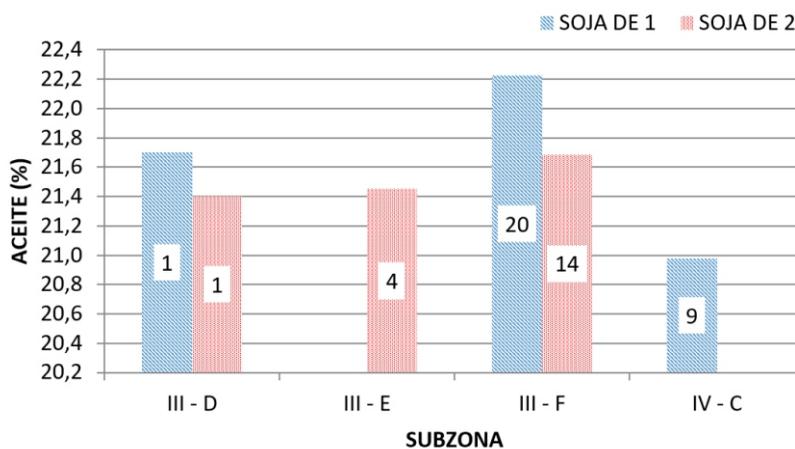


Gráfico 14.

Concentración de aceite en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra (soja de 1era o de 2da). Los números dentro de las barras indican el n.

PROTEÍNA + ACEITE

En los Gráficos 15 y 16 se presenta la concentración de proteína y aceite de granos de soja en base seca (%). Observando estos gráficos se puede suponer que en fechas tempranas de siembra se maximiza la suma contenido de aceite + proteína y cae en siembras tardías a expensas de otros componentes del grano.

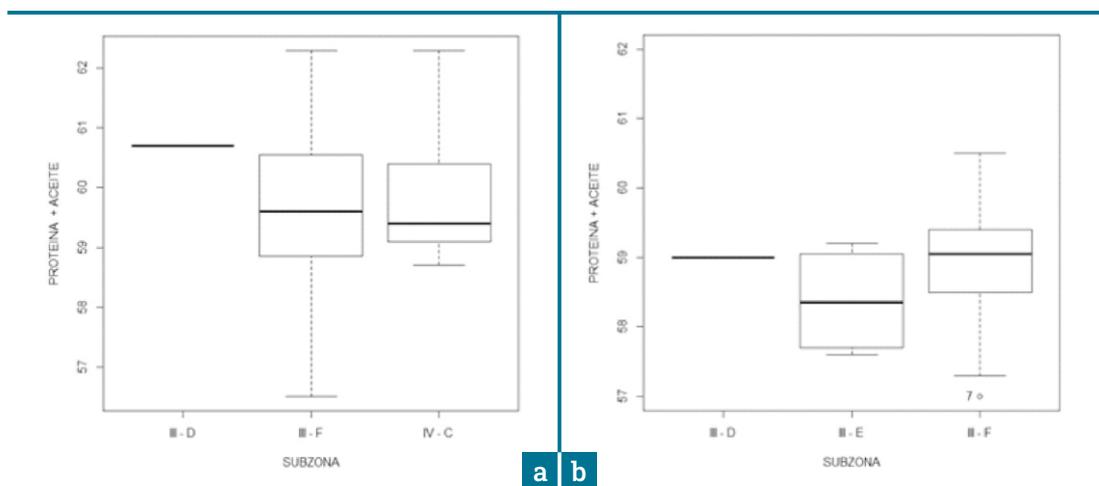


Gráfico 15.

Concentración de proteína y aceite de granos de soja en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra:

- a) soja de 1era (n subzona III - D = 1, III - F = 20, IV - C = 9)
- y b) soja de 2da (n subzona III - D = 1, III - E = 4, III - F = 14).

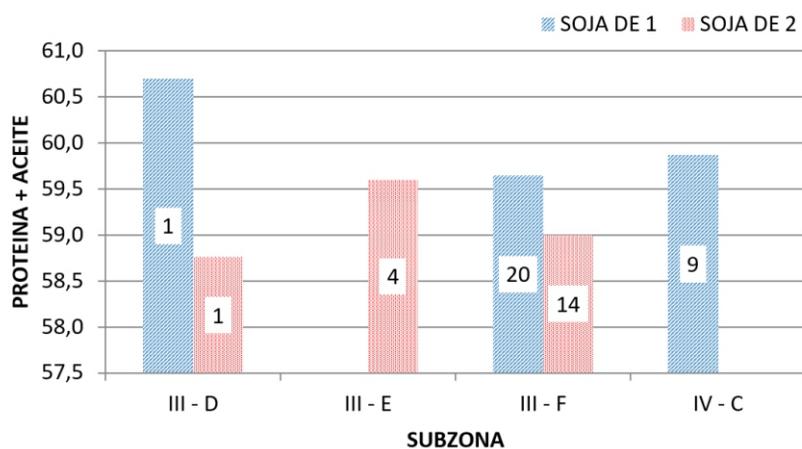


Gráfico 16.

Concentración de proteína y aceite de granos de soja en base seca (%) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra (soja de 1era o de 2da).

Los números dentro de las barras indican el n.

RENDIMIENTO

El rendimiento (kg/ha) de soja de primera fue superior al de soja de segunda (subzonas III – D y III - F), siendo la magnitud de esas diferencias de 23,5 y 12,1 unidades, respectivamente. Para este parámetro la respuesta en magnitud depende de la subzona agroecológica de producción (Gráficos 17 y 18).

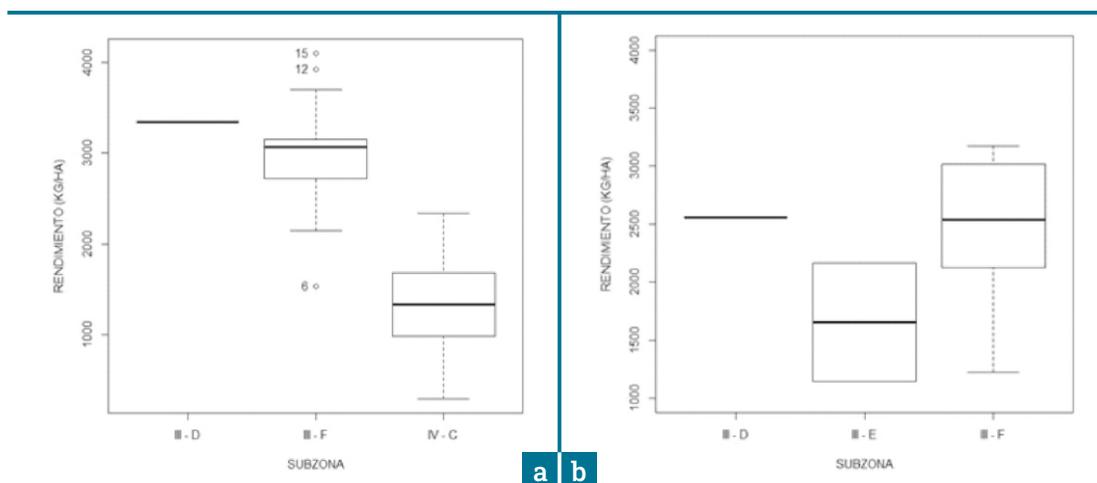


Gráfico 17.

Rendimiento (kg/ha) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra: a) soja de 1era (n subzona III – D = 1, III - F = 20, IV – C = 9) y b) soja de 2da (n subzona III – D = 1, III - E = 2, III - F = 7).

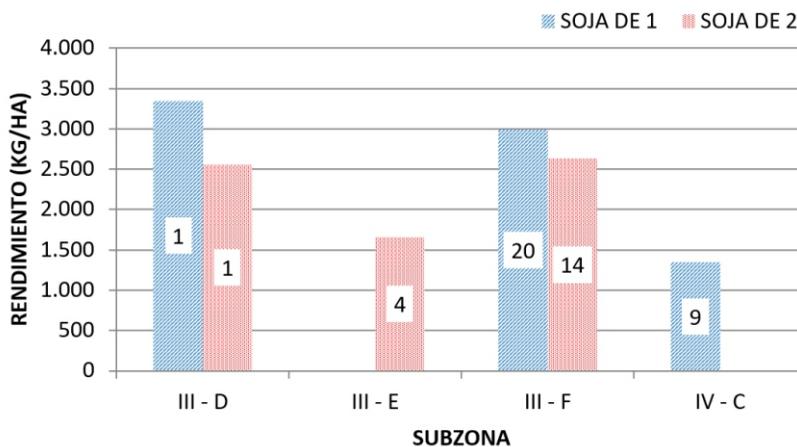


Gráfico 18.

Rendimiento (kg/ha) para cada subzona para el conjunto de muestras de productores según época de siembra (soja de 1era o de 2da). Los números dentro de las barras indican el n.

RELACIONES ENTRE VARIABLES

En el siguiente gráfico se presenta una regresión entre el contenido de proteína (% base seca) y el rendimiento (kg/ha) para soja de primera y segunda época de siembra, del conjunto de muestras de productores (Gráfico 19 a) y para el conjunto de la RED (Gráfico 19 b).

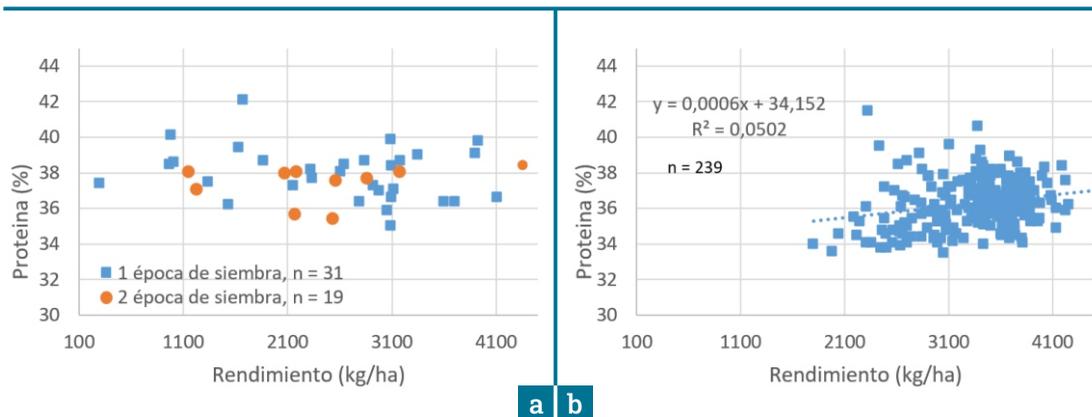


Gráfico 19.

Regresión entre Rendimiento (kg/ha) y concentración de proteína (base seca, %) para a) conjunto PRODUCTORES, soja de 1° y 2° época de siembra y b) conjunto RED, 1° época de siembra.

Para el conjunto de muestras de PRODUCTORES con las que se cuenta hasta el momento, no se observó relación entre Rendimiento y contenido de proteína. En cambio, si se observó una regresión fue positiva y significativa (p -valor=0,00056) para el conjunto RED.

Se relacionó la concentración de proteína con la de aceite, la regresión fue negativa y significativa (p -valor=0,00146, $n=50$ y p -valor=2,2 e-16, $n=239$ para PRODUCTORES y RED, respectivamente), lo que coincide con lo encontrado por Morris et al (2021). El bajo coeficiente de la regresión indica que otros componentes del grano (ej. carbohidratos) también están variando en función del ambiente (Gráfico 20).

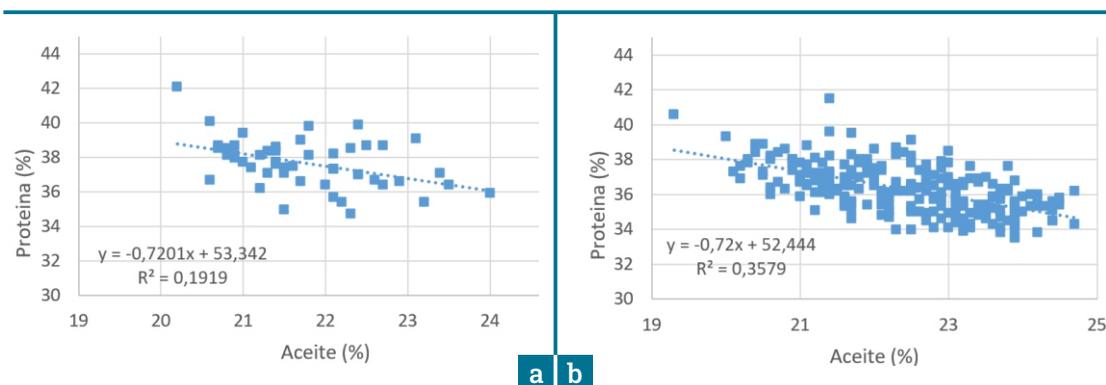


Gráfico 20.

Regresión entre concentración de proteína (base seca, %) y aceite (base seca, %) para a) conjunto PRODUCTORES y b) conjunto RED.

Las muestras recogidas en este trabajo tienen dos orígenes: la red de cultivares y lotes comerciales (productores). Se han analizado los datos considerando todo el conjunto de muestras y también diferenciando según origen. Esto permitió un mejor análisis y está de acuerdo con lo propuesto por Bosaz *et al.* (2019).

Según Assefa *et al.* (2019), el medio ambiente es el factor dominante que representó más del 70% de la variación tanto en la composición de semillas como en el rendimiento. Como se expresara previamente, se entiende por ambiente tanto a la ubicación geográfica como a la fecha de siembra y prácticas de manejo (uso de inoculante, fungicida, fertilización, cultivo antecesor, siembra directa o convencional, etc.).

Ya referido a contenido de proteína, Cuniberti (2018), establecen que las variaciones en su concentración se deben principalmente a variaciones en el ambiente (57%) y sólo el 13% a la genética.

La misma autora menciona que los GM más largos tienen mayor concentración de proteína y menor de aceite, esto coincide con lo presentado por Assefa *et al.* (2019) para GM de III a VII. Si bien lo encontrado en este trabajo no coincide con los autores mencionados, está de acuerdo con Morris *et al.* (2021), lo que indica que más estudios relacionando GM y fechas de siembra son necesarios.

Tanto Cuniberti (2018) en ensayos conducidos en la región Pampeana norte (zona sudoeste y sur de Santa Fe, sudeste, sudoeste y noreste de Córdoba y norte de Buenos Aires), como Jarecki y Bobrecka-Jamro, 2021, quienes realizaron trabajos en Polonia (50°11'N, 21°29'E) mencionan que fechas de siembra tardías se relacionan positivamente con el contenido de proteína y en forma negativa con el de aceite. Por el contrario, Morris *et al.* (2021) quienes realizaron evaluaciones entre los 35,2°N y los 36,4°N de latitud, encuentran una relación negativa entre el contenido de proteína y atrasos en la fecha de siembra. En este trabajo, considerando el conjunto de muestras PRODUCTOR, encontramos una reducción tanto del contenido de aceite como de proteína para la soja de 2da época (fechas de siembra más retrasadas), con respecto a la de 1era en 0,4 y 0,8 puntos respectivamente para cada parámetro. Por tanto, la fecha de siembra tiene efectos diferentes en el contenido de aceite y proteína según la zona geográfica de producción.

Bosaz *et al.* (2019) mencionan una correlación negativa entre proteína y rendimiento. Esto coincide con lo observado para GM IV y siembras de primera ocupación.

Varios autores (Nabeel *et al.*, 2020; Assefa *et al.*, 2019; Bosaz *et al.*, 2019) sugieren factores propios del ambiente como la temperatura, fotoperiodo y / o lluvias como condicionantes en la acumulación de proteína y aceite de los granos. Además, Assefa *et al.* (2019) encuentran que las respuestas en contenido de proteína y/o aceite son diferentes para un mismo GM o fecha de siembra, según latitud geográfica. Es el interés de esta línea de trabajo continuar profundizando en cuáles factores ambientales afectan y de qué manera la concentración de proteína y aceite en granos de soja, para lo cual se necesitan captar mayor cantidad de muestras provenientes de lotes comerciales (productores).

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que hay efecto del GM y la época de siembra en la concentración de proteína y aceite. Estos resultados, en algunos casos están de acuerdo a la bibliografía y en otros se opone. Es necesario continuar con los análisis de muestras para poder establecer relaciones entre los parámetros mencionados y factores ambientales a fin de poder delimitar zonas agroecológicas con diferentes aptitudes para la obtención de calidades de soja diferenciales.

Bibliografía

Alimentos Argentinos. [En línea]:

<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/IGeo/index.php>. Consulta mayo 2019.

Assefa, Y.; Purcell, L.C.; Salmeron, M.; Naeve, S.; Casteel, S.N.; Kovács, P.; Archontoulis, S.; Licht, M.; Below, F.; Kandel, H.; Lindsey, L.; Gaska, J.; Conley, S.; Shapiro, C.; Orłowski, J.; Golden, B.; Kaur, G.; Singh, M.; Thelen, K.; Laurenz, R.; Davidson, D.; Ciampitti, I. 2019. Assessing Variation in US Soybean Seed Composition (Protein and Oil). *Frontiers in Plant Science*, Vol 10.

Bosaz, L.; Gerde, L.; Borrás, P.; Cipriotti, L.; Ascheri, M.; Campos, S.; Gallo y Rotundo, J.L. 2019. Factores de manejo y ambiente que explican la variabilidad de la proteína en soja en la región central de Argentina

Carpaneto, B.B. (2021). Caracterización subzonas RIAN área EEA Balcarce. Estación Experimenta Agropecuaria Balcarce, Buenos Aires, Argentina. 14p.
<http://hdl.handle.net/20.500.12123/10870>

Cuniberti, M. 2018. Calidad de la soja argentina región núcleo sojera, 20 años de análisis de la calidad. Ediciones INTA, 346 p.

Jarecki, W., Bobrecka-Jamro, D. 2021. Effect of sowing date on the yield and seed quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Article in *Journal of Elementology*.

Morris, T.C.; Vann, R.A.; Collins, G.D.; Heitman, J.; Kulesza, S.B. 2021. Planting date and maturity group impact on soybean seed quality in the southeastern United States. *Agronomy Journal*, 2021;1-15.

Nabeel, H.; Al-Hamadani, H.; y Zhmurko, V. 2020. INFLUENCE OF DIFFERENT PHOTOPERIODIC CONDITIONS ON THE PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN SEEDS (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.). *Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science»* №1(22)2020 10.

Anexo

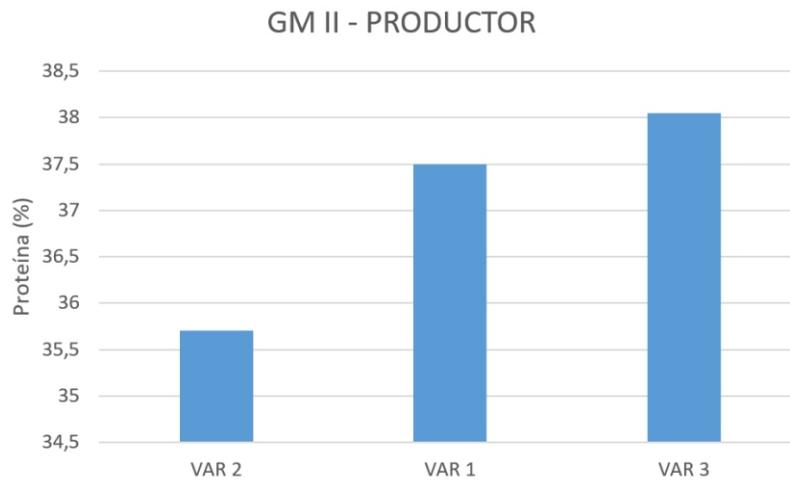


Gráfico 1.

Contenido de proteína (%) para las distintas variedades del grupo de madurez II. Éste GM sólo estuvo presente en el conjunto de muestras de PRODUCTOR. VAR 1, 2 y 3 indican diferentes cultivares.

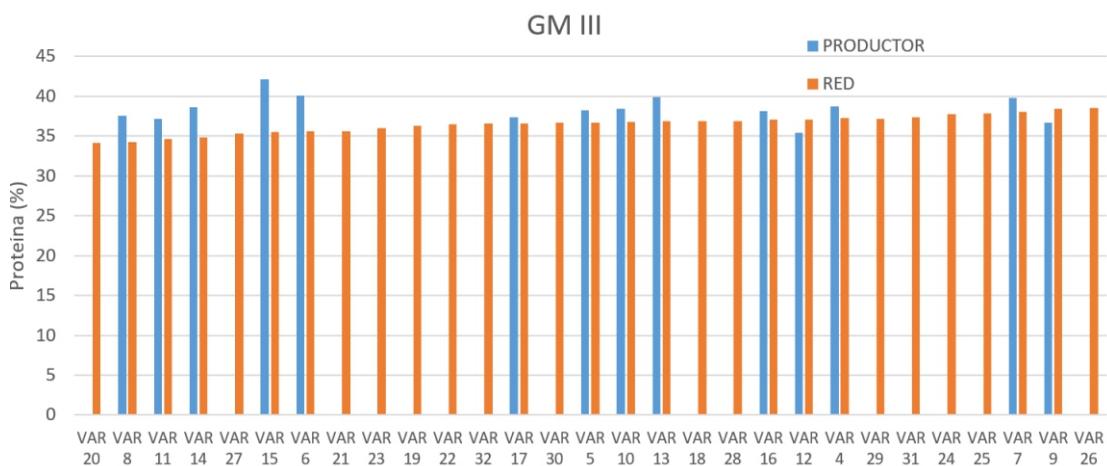


Gráfico 2.

Contenido de proteína (%) para las distintas variedades del grupo de madurez III, para las muestras del conjunto PRODUCTOR y RED. VAR 4, 5, 6, etc., indican diferentes cultivares.

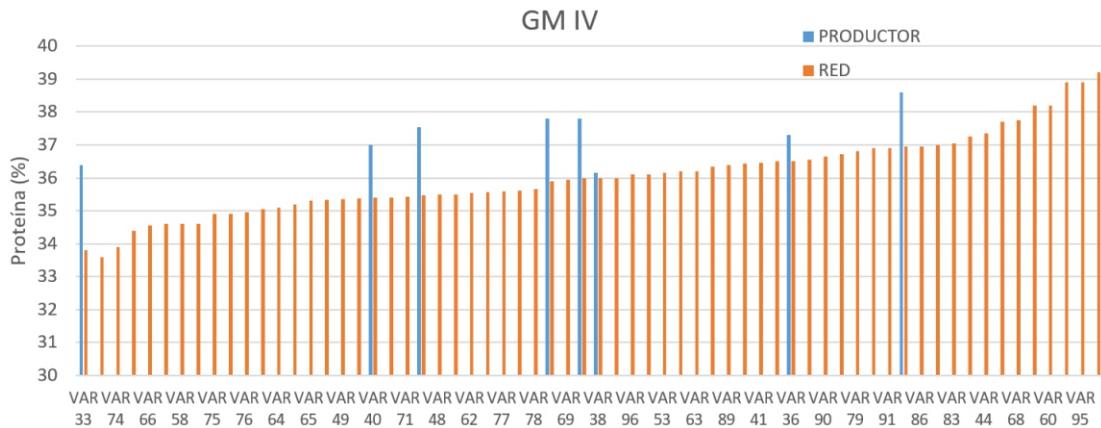


Gráfico 3. Contenido de proteína (%) para las distintas variedades del grupo de madurez IV, para las muestras del conjunto PRODUCTOR y RED. VAR 33, 35, 37, etc., indican diferentes cultivares.

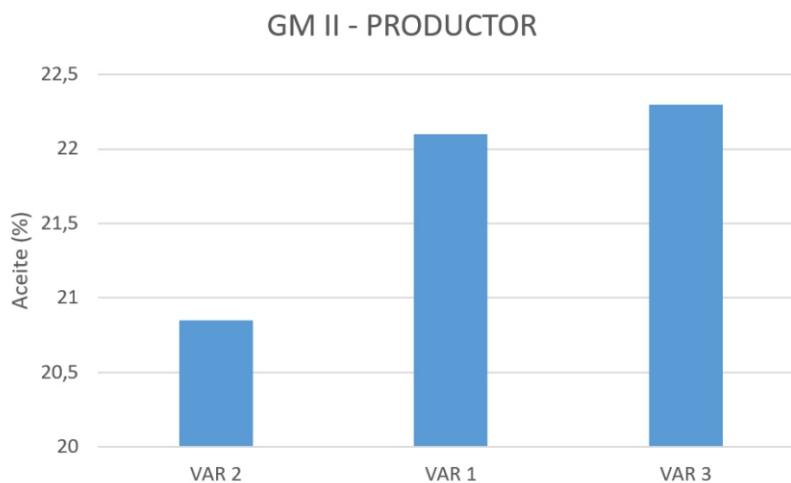


Gráfico 4. Contenido de aceite (%) para las distintas variedades del grupo de madurez II. Éste GM sólo estuvo presente en el conjunto de muestras de PRODUCTOR. VAR 1, 2 y 3 indican diferentes cultivares.

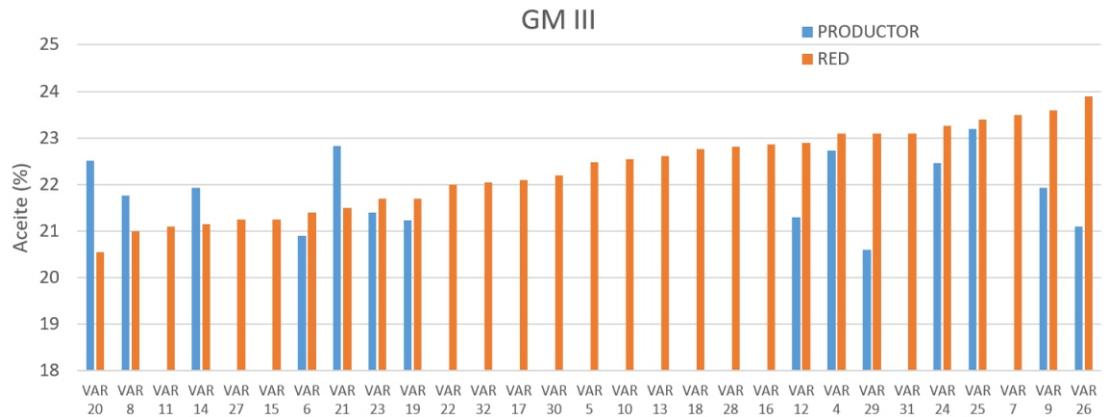


Gráfico 5.

Contenido de aceite (%) para las distintas variedades del grupo de madurez III, para las muestras del conjunto PRODUTOR y RED. VAR 4, 5, 6, etc., indican diferentes cultivares.

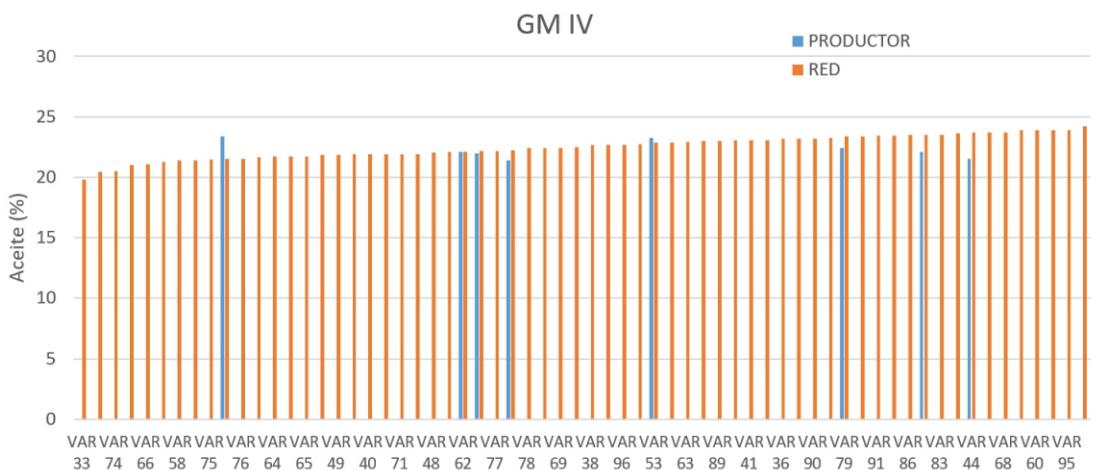


Gráfico 6.

Contenido de aceite (%) para las distintas variedades del grupo de madurez IV, para las muestras del conjunto PRODUTOR y RED. VAR 33, 35, 37, etc., indican diferentes cultivares.