

T19 - CALIDAD INDUSTRIAL DEL GRANO DE SOJA EN ARGENTINA: MEGA-AMBIENTES ASOCIADOS A GRUPOS DE MADUREZ, AMBIENTES Y SU INTERACCIÓN.

J. Dardanelli*, M. J. Martínez M. Cuniberti M. Balzarini, S. F. Ramunda R. Herrero, S. Resnik, H. J.E. Baigorri, F. Fuentes, R. Rodríguez, R. Vicentini, H. Peltzer, M. Galván, R. Parra, F. Piatti, H., J. Grecco, E. Gardenal, S. Meira, N. Arias, J. J. De Batista, L. Iriarte, M. Lizondo, H. Robinet, H. Mirassón, M. Mondino, O. Peterlin, J. Villar, F. Gutheim, H. Catalani, I. Cettour. *EEA INTA Manfredi, ruta 9 km 636, Manfredi, 5988, Pcia Córdoba. TE 03572-493058, jdardanelli@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Argentina ha incrementado su producción de granos de 35 millones de toneladas en la década del 80, básicamente soja, trigo, maíz y girasol, a 84 millones en la campaña 2004/2005, de los cuáles el 50% correspondió a la soja <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>. En la actualidad Argentina es el tercer productor mundial de granos de soja y el primer exportador de harina y aceite. La industria aceitera de este país ha llevado a cabo inversiones importantes a fin de incrementar la capacidad de almacenaje y procesamiento, mejorando a la vez las instalaciones portuarias, y llegando a disponer al presente de las plantas más grandes y modernas del mundo, con la tecnología adecuada para responder a las demandas actuales.

La soja [*Glycine max* (L.) es el cultivo de mayor producción en el país representando un 25 % del total de las exportaciones. Su área agroecológica se extiende entre 23°S y 39°S y por lo tanto crece bajo gran diversidad de condiciones climáticas, donde variedades de una amplia gama de Grupos de Madurez (GM), entre II y IX, encuentran ambientes propicios para su desarrollo, pudiendo ser sembrados en un amplio rango de fechas que va desde Septiembre a Febrero. Estas condiciones dan como resultado considerable variabilidad ambiental.

Estudios previos indican que el contenido de aceite varía entre diferentes fechas de siembra dentro de la misma localidad. Los datos disponibles en la actualidad en relación al contenido de aceite y proteína en Argentina sugieren que una proporción considerable de la variación encontrada se debe a efectos ambientales ((Cuniberti y col.1999, 2004), Herrero y col. 1999, 2003)). Sin embargo no se han analizado aún en profundidad, las interacciones entre el ambiente y el grupo de madurez, para contenido de aceite, proteína y aceite+proteína. El objetivo de este trabajo fue evaluar la consistencia a través de los años de patrones relacionados a los efectos de los grupos de madurez y su interacción con el ambiente a partir del análisis de ensayos multiambientales, investigando primero si existen en la Argentina diferentes mega-ambientes para aceite, proteína y aceite mas proteína, y segundo si se pueden identificar mega-ambientes superiores, teniendo en cuenta estas variables.

Palabras Claves: Soja, aceite, proteína, mega-ambientes, grupos de madurez, calidad industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron ensayos multiambientales de tres campañas: 2000/01, 2001/02 y 2002/03, realizados por la Red de ensayos comparativos de rendimiento (RECSO) en diferentes Estaciones Experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estos ensayos se vienen realizando desde 1980 hasta la actualidad con el fin de evaluar el rendimiento, aspectos agronómicos y de calidad industrial de cultivares comerciales de soja, usando un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones en cada ambiente (combinación de localidad y fecha de siembra). Para este estudio se analizó una muestra compuesta de las tres repeticiones de cada cultivar en cada localidad y para cada fecha de siembra, cuando existía más de una fecha por localidad. El contenido de proteína y aceite fue determinado por NIR en el laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas del INTA Marcos Juárez, utilizando un equipo Infratec 1241 de acuerdo a la Norma AACC 39-21.

Para cada año, se obtuvo una matriz de datos constituida por ambientes (A), resultantes de la combinación de localidad y fecha de siembra, y por variedades agrupadas en 6 GM: II-III, IV, V, VI, VII y VIII-IX. Se obtuvieron catorce ambientes de la campaña 2000/2001, veinte ambientes de la campaña 2001/2002 y veinticuatro ambientes de la campaña 2002/2003 (Tabla 1). El número total de muestras analizadas para cuantificar aceite, proteína y aceite+proteína fue de 2938.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando ANOVA para identificar la contribución relativa del GM, A y su interacción (GMxA) a la variabilidad total. Para identificar la presencia de megaambientes (MA) se usó la metodología GGE (Yan et al, 2000), donde GGE es la suma de los efectos de GM y GMxA. Se construyeron gráficos biplots a partir de datos centrados en cada ambiente para explorar efectos relacionados a los grupos de madurez y así identificar mega-ambientes, donde los GM más importantes en explicar el efecto de GM y GMxA fueron identificados dibujando un polígono convexo entre ellos como vértices. Este polígono fue sectorizado según lo sugerido por Yan et al (2000), para identificar MA.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La mayor contribución a la variabilidad total estuvo dada por A. Sin embargo la contribución de los GM (permitiendo determinar el comportamiento general de estos GM a través del área de cultivo) y de GMxA (sugiriendo algunas adaptaciones específicas), fueron significativas.

Los biplots resultantes del análisis de los dos primeros Componentes Principales (PC1 y PC2) de los datos centrados por el efecto de A, explicaron aproximadamente el 70-80% de la variabilidad total tanto de los contenidos de aceite, proteína y aceite más proteína para todas las campañas analizadas. La Figura 1 ilustra los biplots a modo de ejemplo para el caso del contenido de proteína.

Del análisis de los biplots a través de las campañas surge que todos los ambientes constituyen un único MA favorable por alto contenido de aceite para los GM II-III y IV. El mejor grupo fue el IV en las campañas 2000/2001 y 2001/2002, y estuvo cerca del grupo II-III, que sobresalió en la campaña 2002/2003. En términos generales las variedades correspondientes a los GM II-III, IV y V (generalmente indeterminadas), presentan más contenido de aceite que las variedades pertenecientes a los GM VI, VII y VIII-IX. Por lo tanto los GM largos no presentaron en ningún ambiente mayor porcentaje de aceite que los GM cortos.

El análisis de los biplots realizado con los datos de proteínas (Figura 1) demuestra que en las tres campañas hay un grupo de ambientes (conformado por la mayoría de los ambientes en estudio), donde el GM de mayor concentración de proteína es el grupo VI, pero que también existe otro grupo de ambientes donde el GM II-III rinde más que el GM VI. El GM V presentó contenidos de proteína menores en todos los ambientes. La mayor contribución de la interacción GMxA para el contenido de proteína respecto al contenido de aceite, se refleja en el nivel de agrupamiento de los ambientes en la Figura 1. Lo que sugiere la posible existencia de al menos dos MA, que contiene vectores (A), delimitados por las líneas discontinuas.

El análisis de los biplots para aceite+proteína (resultados no mostrados), mostró aproximadamente el mismo patrón de interacción GMxA observado para proteínas, en cuanto a la existencia de al menos dos MA. Sin embargo, los GM destacados fueron diferentes. Hubo ambientes donde ganaron los MG II-III y en otros el GM VI y VII. Las variedades pertenecientes a los GM VIII-IX no se destacaron en ningún ambiente. Se concluye entonces que hay un único MA para contenido de aceite con mejor comportamiento relativo de los GM cortos en cualquier ambiente que lo compone. El mayor componente de interacción GMxA para proteína y aceite más proteína permitió identificar al menos dos MA para estos caracteres, aunque la mayor proporción de ambientes se destacaron respectivamente los GM VI para proteína y GM II-III para aceite más proteína. La existencia de diferentes MA sugiere la posibilidad de explorar ambientes con adaptaciones específicas para estos dos caracteres.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento provisto por: la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina (FONCYT-PICTO 08-12949), Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuniberti, M.B. y R. Herrero. 1999. Calidad de la producción sojera en la Región Pampeana Norte. Información para Extensión N° 59. Soja. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Pág.. 77-79.
- Cuniberti, M., R. Rossi, R. Herrero and B. Ferrari 2004. Industrial quality of soybean in Argentina. VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference y III Congreso Mundial de Soja (Brazilian Soybean Congress), Foz de Iguazú-Brasil, 1-5 marzo de 2004. Proceedings. Pág. 961-970.
- Herrero, R.M., M. Cuniberti, and B. Masiero. 2003. Calidad Industrial de variedades de soja de GM III al VII en la Región Pampeana Norte y Pampeana Sur. Soja: Actualización 2003. Inf. para Extensión N° 81 INTA M. Juárez, Pág. F10-20.
- Herrero, R.M., M. Cuniberti, and B. Masiero. 1999. Effect of planting date on the industrial quality of soybean. Proceedings World Soybean Research Conference VI, Chicago, USA. Pág.. 668-669.
- Yan, W.; Hunt, L. A.; Sheng, Q and Szlavnic, Z. 2000. Cultivar Evaluation and Mega-Environment Investigation Based on the GGE Biplot. Crop Sci. 40:597-605.

Tabla 1. Localidades y fechas de siembra involucradas en EMA desde el año 2000 al 2002.

Localidades (Código) (Latitud, Longitud, Altitud)	Meses						
	Fecha de siembra	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Paraná (31° 44', 60° 32', 384)	2000/01						
	2001/02		3/10	14/11	14/12	12/1	
	2002/03		1/10	12/11	26/12		
Reconquista (29° 40', 59° 12', 32)	2000/01		26/10	28/11	31/12	31/1	
	2001/02						
	2002/03	26/9	23/10		12/12	9/1	
Manfredi (31° 49', 63° 46', 292)	2000/01		18/10	21/11	19/12		
	2001/02		12/10	4-22/11	28/12		
	2002/03			24/11	23/12		
Río Tercero (32° 11', 64° 6', 365)	2000/01			24/11	18/12		
	2001/02				1/12		
	2002/03						
Marcos Juárez (32° 41', 62° 6', 105)	2000/01		18/10	13/11	13/12	4/1	
	2001/02			26/11			
	2002/03		1/10	5/11	6/12	1/1	
Salta (24° 47', 65° 24', 1183)	2000/01			15/11			
	2001/02			27/11	28/12	25/1	
	2002/03						
Concepción del Uruguay (32° 29', 58° 14', 3 ^a)	2000/01						
	2001/02			21/11		2/1	
	2002/03	23/9	23/10	24/11	15/12		
Río Cuarto (33° 8', 64° 21', 426)	2000/01						
	2001/02				21/12		
	2002/03						
Pergamino (33° 54', 60° 35', 57)	2000/01						
	2001/02				13/12	10/1	
	2002/03						
Famaillá (26° 51', 65° 10', 416)	2000/01						
	2001/02					4/1	4/2
	2002/03				12/12		
La Cocha (27° 46' 65° 34', 334)	2000/01						
	2001/02						
	2002/03				19/12		
Monte Cristo (31° 20' 63° 38', 339)	2000/01						
	2001/02						
	2002/03			1/11			
R. Sáenz Peña (26° 48' 60° 27', 235)	2000/01						
	2001/02						
	2002/03					28/1	
Rafaela (31° 10', 61° 28', 91)	2000/01						
	2001/02						
	2002/03		19/10	30/11	23/12		

Figura 1. GGE biplot basado en el análisis de EMA para proteína correspondiente a tres campañas en Argentina: a) 2000/2001, b) 2001/2002, c) 2002/2003.

