

Metodos cuantitativos para la investigación agropecuaria

Efecto de la fecha de siembra para grupos de madurez de soja sembrado en localidades de la provincia de Córdoba durante las campañas del 2005 al 2017

*Autores: Gustavo Federico Barrionuevo
Ignacio Pozo Arce
Jure Solian*

Tutor: Ing. Agr. (MSc) Margot Tablada



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
DESCRIPCION GENERAL	9
Campañas	9
Fechas	11
Departamento Colón	14
Departamento Rio Primero	16
Departamento Rio Segundo	17
Departamento Santa María	19
CONCLUSIÓN	22
BIBLIOGRAFIA	23

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Categorización de las fechas de siembra utilizadas en ensayos de soja realizados en localidades de la provincia de Córdoba. Campañas 2005 a 2017	8
Tabla 2: Rendimiento medio y CV para 12 campañas de soja (2005 a 2017). Datos de departamentos de la provincia de Córdoba.	10
Tabla 3: Rendimiento medio y CV para cada fecha de siembra. Datos de departamentos de la provincia de Córdoba. Campañas 2005 a 2017	12
Tabla 4: Frecuencias de uso de los GM por fecha de siembra, empleados en departamentos de la provincia de Córdoba durante 12 campañas (2005 a 2017)	12
Tabla 5: Medias de los rendimientos (Kg/ha) en doce campañas de soja (2005 a 2017), en departamentos de la provincia de Córdoba, según la fecha de siembra (F1 a F14).....	13
Tabla 6: Cantidad de ensayos de soja según grupos de madurez empleados en departamentos de la provincia de Córdoba, Campañas 2005 a 2017.	14
Tabla 7: Medias ajustadas para las fechas de siembra en rendimientos de soja (kg/ha) obtenidos en el departamento Colón. Campañas 2005 a 2017.....	15
Tabla 8: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Río Primero.....	17
Tabla 9: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Río Segundo.....	18
Tabla 10: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Santa María ...	20
Gráfico 1: Rendimientos medios de 12 campañas de soja (2005 a 2017). Datos de departamentos de la provincia de Córdoba.	10
Gráfico 2: Rendimiento medio por fecha de siembra. Datos de departamentos de la provincia de Córdoba. Campañas 2005 a 2017	11
Gráfico 3: Rendimientos medio de cada GM por FS. Departamento Colón	14
Gráfico 4: Rendimiento medio de cada GM por FS. Departamento Río Primero.....	16
Gráfico 5: Rendimiento medio de cada GM por FS. Departamento Río Segundo.....	18
Gráfico 6: Rendimiento medio de cada GM por FS. Departamento Santa María	19

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestro tutor Ing. Agr. Margot Tablada (MSc) por la dedicación, paciencia y acompañamiento que nos brindó. A nuestras familias por ser partícipes en este proceso de aprendizaje y creer siempre en nosotros. Por último, a todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron esto posible.

TÍTULO

Efecto de la fecha de siembra para grupos de madurez de soja sembrado en localidades de la provincia de Córdoba durante las campañas del 2005 al 2017.

RESUMEN

La soja (*Glycine Max* (L) Merr.) es una especie cuyos granos (ricos en proteína y con contenido medio de aceite) y subproductos (aceite y harina), poseen alta demanda mundial y buenos precios. En Argentina y en la provincia de Córdoba, es una de las principales producciones agrícolas; por ello es de interés reconocer variedades que logren los mejores rendimientos. El ambiente, el grupo de madurez (GM) y la fecha de siembra (FS), son factores que inciden en la producción. El objetivo de este estudio fue evaluar rendimientos de 12 campañas de soja (2005 a 2017) de la provincia de Córdoba, para determinar el periodo de siembra más conveniente para los GM más utilizados (III, IV, V y VI). El análisis se realizó a nivel de 4 departamentos ubicados alrededor del Departamento Capital y en cada uno de ellos, por GM, se compararon los rendimientos obtenidos según distintas decenas mensuales de siembra que abarcaban desde setiembre a enero. Se ajustó un modelo con efectos fijos de FS y efecto aleatorio de localidad y campaña dentro de localidad; las medias se compararon mediante la prueba DGC. En general: con los genotipos del GM V se obtuvieron iguales rendimientos en todo el rango de siembras (tempranas, óptimas y tardías); para los GM III y VI las FS más favorables para la producción dependieron de los departamentos y para el GM IV el rango de FS con mejores respuestas correspondió a las fechas consideradas óptimas (octubre a comienzos de diciembre).

Palabras claves: Soja, Fecha de siembra, Grupo de madurez, Rendimiento, Modelos Mixtos.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine Max* (L) Merr.) is a species whose grains (rich in protein and with a medium oil content) and by-products (oil and flour), have high global demand and good prices. In Argentina and in the province of Córdoba, it is one of the main agricultural productions; therefore it is of interest to recognize varieties with the best yields. The environment, the maturity group (GM) and the sowing date (FS) are factors that affect production. The objective of this study was to evaluate yields of 12 soybean harvests (2005 to 2017) from the province of Córdoba, to determine the most suitable sowing period for the most used GM (III, IV, V and VI). The analysis was carried out at the level of 4 departments located around the Capital Department; for each department, by GM, the obtained yields were compared according to different monthly sowing tens that covered from September to January. A model with fixed effects for FS and random effects for locality and harvest within locality, was adjusted. The means were compared by the DGC test. In general: with GM V genotypes, equal yields were obtained in the whole range of sowings (early, optimal and late), for GM III and GM VI the most favorable FS depended on the departments; finally, the FS range with the best answers for GM IV, corresponded to optimal dates (October to the beginning of December).

Keywords: Soybeans, sowing date, Maturity groups, yield grain, Mixed models.

INTRODUCCIÓN

La soja (*Glycine Max* (L) Merr.) es una especie de la familia Fabaceae (leguminosas). Sus granos (de contenido medio en aceite y alto en proteína) y subproductos derivados de los mismos (aceite y harina de soja, principalmente), se utilizan en la alimentación humana y del ganado y se comercializan en todo el mundo lo cual genera alta demanda y buenos precios. En este marco, en nuestro país y en las últimas décadas, se ha producido un proceso denominado “sojización”, que ubica al cultivo de la soja entre los principales destinos para el uso de la tierra. Para la campaña 2005/2006 se sembraron 15.393.474ha. y 20.479.094ha para la campaña 2015/2016, esto significó un 33% de incremento en la superficie sembrada en el país (SIIA,2017). Según la Bolsa de Comercio de Rosario (2017), en 2016/2017 Argentina es el tercer país exportador de granos de soja a nivel mundial y el primero en las exportaciones de harina y de aceite de soja. De esta manera, se produce más de lo que se exporta, a su vez, se prioriza la industrialización de la soja, generando así, valor agregado al producto. De acuerdo con la FAO, Argentina ha permanecido como tercer productor mundial de soja, desde 2005 a 2016, pasando de 38 289744 t a 59 799258 t, lo que significa un 53% de incremento en 11 años sostenidos de producción. Para la provincia de Córdoba, la producción de soja, como materia prima, conserva su lugar dentro de las primeras producciones agrícolas. En la campaña 2016/17 se obtuvieron 13.211.600 millones de t, cosechadas sobre 4.019.600 ha, con un rendimiento promedio a nivel provincial de 33 qq/ha (BCCBA, 2017).

El mayor interés en una evaluación sobre soja es reconocer aquellas variedades, que logren los mejores rendimientos. El mismo, como única variable, lleva complejidad. De tal manera, se trabaja sobre aquellas variables que la integran. El ambiente, el grupo de madurez (GM) y la fecha de siembra (FS), son variables que conforman al rendimiento, y que serán de interés en este trabajo. El ambiente impone límites productivos. La provincia de Córdoba posee un clima templado, donde en invierno, se registran temperaturas por debajo de 0°C y veranos con temperaturas superiores a los 30°C. La temperatura base para la germinación de la semilla de soja, es de 8°C. Esto, fija momentos del año en los que serán posible sembrar. Para conocer el ambiente nos centramos en diversos aspectos como: suelo, radiación, agua útil de suelo, temperatura del aire y fotoperiodo.

La disponibilidad de agua en el suelo al momento del llenado de granos es un factor clave para el rendimiento. Dado que la ocurrencia de déficit hídrico es temporalmente variable, se combinan genotipos de diferentes ciclos (cortos, medios y largos) con fechas de siembra tempranas, óptimas y tardías para evitar que el llenado de granos se produzca en momentos de

falta de agua. Cuando el agua no es limitante, se utilizan cultivares de ciclo corto y fechas de siembra tempranas, como estrategia que apunta a lograr mayor producción.

La temperatura es otro factor que afecta la duración del ciclo de los cultivares y su incidencia aumenta al retrasar la fecha de siembra: a menor temperatura menor tasa de llenado de granos. Por ello, en la producción de soja el régimen térmico también condiciona la elección de la fecha de siembra (no atrasar la fecha) y los grupos de madurez que se pueden usar.

La radiación solar es un factor del ambiente que también influye en el rendimiento. Durante el llenado de granos es importante contar con alta radiación solar; en este sentido, en siembras tardías se dispone de mayor incidencia de radiación.

Las características físicas del suelo inciden en el almacenaje del agua y también en la disponibilidad de ésta y de nutrientes, por parte de las plantas. Los suelos de textura pesada reducen el crecimiento de las plantas y en ellos se prefiere utilizar genotipos de ciclo medio o largo.

En el mercado existe un amplio número variedades comerciales de soja que se pueden ordenar de acuerdo con los GM, los cuales van de grupos bajos (II, III, IV) a grupos altos (V, VI, VII, VIII). Estos grupos simbolizan la duración del ciclo, desde siembra a R1 (comienzo de floración), y la interacción entre el fotoperiodo y la temperatura. Aquellos grupos bajos manifiestan baja sensibilidad al fotoperiodo y alta sensibilidad a la temperatura. Caso contrario para los grupos altos.

La elección de una fecha de siembra óptima es la determinación de las condiciones fototérmicas, que el grupo de madurez requiere para alcanzar su valor de rendimiento potencial. Para un mismo GM, adelantar la fecha de siembra, implica favorecer una alta tasa de crecimiento del cultivo con un fotoperiodo largo, favoreciendo la acumulación de biomasa, por lo que el rendimiento tiende a ser máximo o potencial. Si se atrasa la fecha de siembra, con una menor radiación, se reduce la duración de la etapa de crecimiento, por lo tanto, menor acumulación de biomasa, y consecuentemente se logra un rendimiento por debajo del potencial.

Se puede destacar que Córdoba se encuentra dentro de la zona delimitada como *Región pampeana norte*, donde se pueden trabajar con grupos de madurez desde III hasta VI y fechas de siembra que van desde septiembre hasta enero (Baigorri 2002). A su vez, esta región se encuentra dividida en subregiones, delimitadas de acuerdo con las localidades (RESCO, 2017)

En términos generales, el rendimiento se verá afectado por la combinación de la fecha de siembra y el grupo de madurez, pudiendo alternar éstos, buscando el mejor rendimiento posible, dentro de los límites establecidos por el fotoperiodo y la temperatura para cada región.

Es objetivo de este estudio fue, evaluar datos históricos de rendimientos de soja, obtenidos en localidades de la provincia de Córdoba, para determinar el periodo de siembra más conveniente en cada grupo de madurez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos correspondieron a rendimientos de soja obtenidos en la provincia de Córdoba, Argentina, desde el año 2005 al 2017 (12 campañas). La base contaba con 4223 registros y estaba conformada por las variables: campaña (año), empresa, localidad, zona, campo, lote, superficie sembrada, 1º malezas, 2º malezas, 1º antecesor de invierno, 2º antecesor de verano, soja de 1º o 2º, densidad (semilla/ha), variedad, grupo de madurez, habito de crecimiento (determinado/indeterminado), fecha de siembra (dd/mm/aaaa), decena de siembra, rendimiento (Kg/ha) y rendimiento total. Para algunas variables la base presentaba registros incompletos y/o datos confusos y, dado que no se pudo acceder a más información que la registrada, en los casos factibles, los datos fueron corregidos. Se disponía de un solo dato por localidad y campaña, por lo que cada combinación entre dichas variables fue considerada un ensayo. Estos ensayos se consideraron como repeticiones. La base presentaba desbalance entre los genotipos, fechas y las campañas registradas en cada localidad. La variable “decena de siembra”, fue redefinida como “fecha de siembra”, empleando la simbología de “Fi” (Tabla 1). A los fines del análisis y debido a la multiplicidad de localidades y a las diferencias entre el número de las campañas registradas en cada una de ellas, se decidió crear la variable “Departamento” en base a “localidad”. Se sembraron 145 variedades, que se distribuyen desde el grupo III al VI.

A los fines de interpretación de resultados la variable Fecha de siembra (Tabla 1), fue categorizada formando tres grupos de siembra “Temprana”, “Optima” y “Tardía”.

TABLA 1: Categorización de las fechas de siembra utilizadas en ensayos de soja realizados en localidades de la provincia de Córdoba. Campañas 2005 a 2017

Temprana	Optima	Tardía
F1 (3 decena de Setiembre)	F5 (1 decena de Noviembre)	F10 (3 decena de Diciembre)
F2 (1 decena de Octubre)	F6 (2 decena de Noviembre)	F11 (1 decena de Enero)
F3 (2 decena de Octubre)	F7 (3 decena de Noviembre)	F12 (2 decena de Enero)
F4 (3 decena de Octubre)	F8 (1 decena de Diciembre)	F13 (3 decena de Enero)
	F9 (2 decena de Diciembre)	F14 (1 decena de Febrero)

En una primera etapa de análisis se realizó una descripción general de los rendimientos mediante el uso de tablas, medidas resumen y gráficos. En una segunda etapa, se realizó un análisis detallado por departamento; esta decisión se basó en considerar a los departamentos como mega-ambientes de producción ya que es el ambiente el que condiciona la oportunidad de la siembra. Esto es, las fechas de siembra pueden representar a condiciones ambientales que no pueden ser controladas por el productor. Por lo tanto, el análisis propuesto se orienta a identificar aquellos grupos de madurez más promisorios en cada fecha. No se trabajó con los genotipos porque durante las campañas algunos dejan de participar y a su vez ingresan otros. Como los GM representan a materiales genéticos de similar performance, se los consideró mejor opción para la elaboración de conclusiones.

Para cada departamento se consideraron datos atípicos a los valores de rendimiento alejados a 3 desvíos, por encima y por debajo, de la media departamental. No se incluyeron en el análisis aquellos departamentos, que no contaban con registros en al menos 6 campañas.

Para identificar diferencias de comportamiento para cada GM se compararon las medias de los rendimientos obtenidos en las diferentes fechas de siembra a través del análisis de la varianza. En el modelo los efectos de las FS fueron considerados fijos y como aleatorios los efectos de localidad y año dentro de localidad. Ante evidencias de diferencias significativas entre las medias, las mismas fueron determinadas usando la prueba DGC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCION GENERAL

Campañas

En el gráfico 1, se observa que en 2014-2015 se logró el mejor rendimiento medio por campaña (4010 Kg/ha), coincidente con los informes de la Bolsa de Cereales de Córdoba (3600Kg/ha). En esta campaña las precipitaciones registradas fueron consideradas abundantes para la época, lo que acompañó a las fechas tardías. Con respecto a las fechas tempranas, se presentaron síntomas de estrés hídrico al comienzo del ciclo, pero, esto se revirtió con las últimas precipitaciones (enero, febrero y marzo), coincidiendo con la etapa fenológica crítica del cultivo (Informe Número 69, 2015).

En la campaña 2008-2009, se registró el menor rendimiento medio (2386 Kg/ha), que fue similar con los informados por la Bolsa de Cereales de Córdoba (2700 kg/ha). En esta campaña se registraron déficit hídrico y altas temperaturas, situación que se manifestó con mayor intensidad en el periodo crítico de cultivo (R4-R5). Esto derivó no solo en un bajo rendimiento, sino también en una pérdida de calidad de los granos (Fiant, 2009).

El rendimiento medio de las 12 campañas fue 3060 Kg/ha. Solo el 58% de las campañas se superó a dicha media.

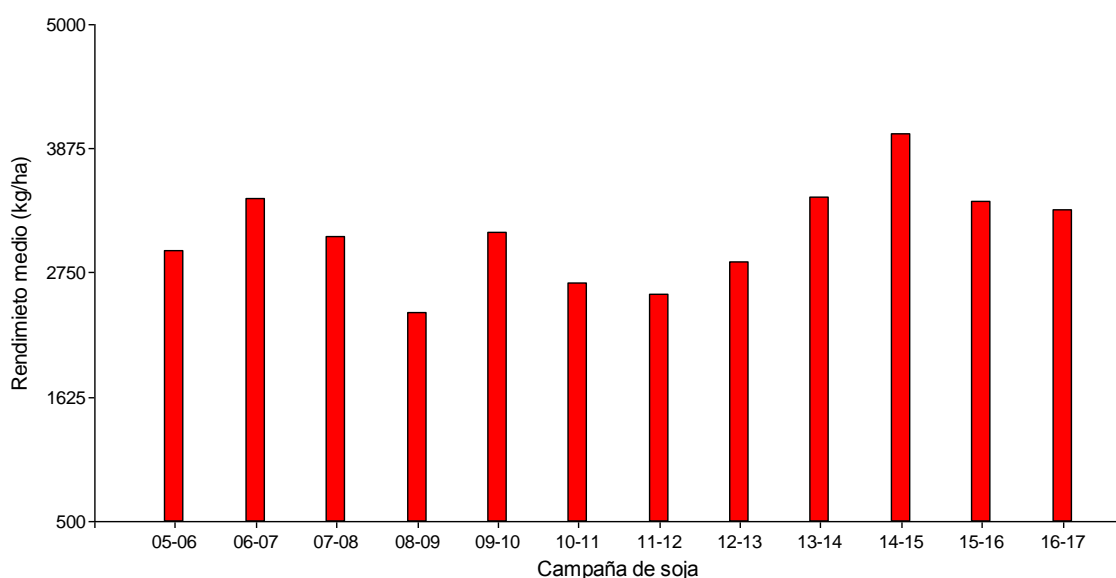


GRÁFICO 1: RENDIMIENTOS MEDIOS DE 12 CAMPAÑAS DE SOJA (2005 A 2017). DATOS DE DEPARTAMENTOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

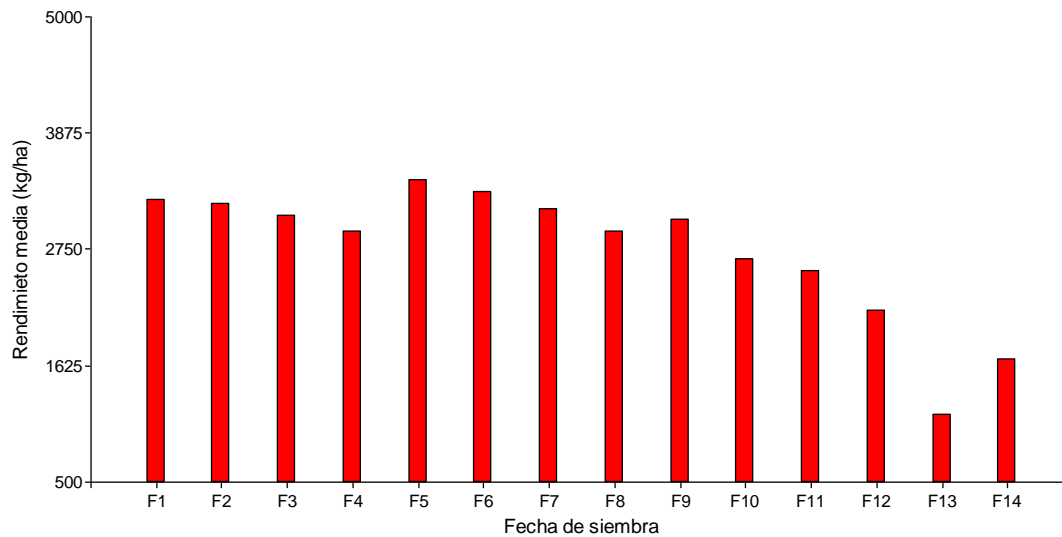
En la tabla 2, se presenta la media de rendimiento por campaña y el coeficiente de variación (CV). La variabilidad fue alta en campañas con bajos valores medios de la variable respuesta. Esto se pudo deber a las irregularidades en las condiciones climáticas como en el caso de la campaña 08-09.

TABLA 2: Rendimiento medio y CV para 12 campañas de soja (2005 a 2017). Datos de departamentos de la provincia de Córdoba.

Campaña	n	Media (kg/ha)	CV(%)
05-06	293	2941,61	25,89
06-07	199	3415,78	17,25
07-08	267	3076,31	27,66
08-09	286	2385,76	32,76
09-10	225	3116,20	18,62
10-11	200	2658,27	28,75
11-12	186	2556,00	36,95
12-13	289	2845,79	33,03
13-14	261	3428,71	17,20
14-15	270	4009,73	17,25
15-16	24	3394,13	18,76
16-17	58	3313,26	22,69

Fechas

El 38% de las fechas de siembra presentaron rendimiento promedio por encima del rendimiento medio de todas las campañas; éstas se concentran en las fechas tempranas y óptimas, siendo las fechas tardías de menor rendimiento (Gráfico 2). La fecha de mayor rendimiento (3425 kg/ha) fue F5 (primera decena noviembre) y en contraste a ella la de menor rendimiento (2156 kg/ha) fue F12 (segunda decena de enero). En las fechas F11 y F12 (enero), los menores rendimientos, pueden deberse a que las etapas vegetativas y reproductivas se acortan, acompañadas por una disminución del fotoperiodo, bajas temperaturas y precipitaciones, que se manifiestan con intensidad en el periodo crítico del cultivo.



Decena siembra: F1: 3^{ra} Sep.; F2: 1^{ra} Oct.; F3: 2^{da} Oct.; F4: 3^{ra} Oct.; F5: 1^{ra} Nov.; F6: 2^{da} Nov.; F7: 3^{ra} Nov.; F8: 1^{ra} Dic.; F9: 2^{da} Dic.; F10: 3^{ra} Dic.; F11: 1^{ra} Ene.; F12: 2^{da} Ene.; F13: 3^{ra} Ene.; F14: 1^{ra} Feb.

GRÁFICO 2: RENDIMIENTO MEDIO POR FECHA DE SIEMBRA. DATOS DE DEPARTAMENTOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. CAMPAÑAS 2005 A 2017

La variabilidad de los rendimientos, respecto a la media, en cada fecha de siembra fue alta, entre 25% y 33%. En la fecha 4, se registró el mayor valor (33.06 %) y el menor (24.99%) fue para F9. (Tabla 3).

TABLA 3: Rendimiento medio y CV para cada fecha de siembra. Datos de departamentos de la provincia de Córdoba. Campañas 2005 a 2017

Fecha	n	Media (kg/ha)	CV(%)
F2	35	3195,56	30,69
F3	124	3073,93	30,98
F4	230	2918,94	33,06
F5	344	3425,33	27,06
F6	397	3300,36	25,62
F7	371	3140,13	25,26
F8	400	2925,29	29,95
F9	310	3037,50	24,99
F10	213	2650,55	26,93
F11	93	2545,81	30,89
F12	27	2156,41	32,24

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

En la tabla 4, se puede observar la frecuencia de uso de cada GM en cada fecha de siembra. Se destacan los grupos IV y V (87% de las siembras) y el periodo entre F4 y F10 (89% de las siembras), como los más utilizados durante las campañas en estudio.

TABLA 4: Frecuencias de uso de los GM por fecha de siembra, empleados en departamentos de la provincia de Córdoba durante 12 campañas (2005 a 2017).

FECHA/GM	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
F1	0	3	7	0	0	0	10
F2	3	13	19	0	0	0	35
F3	2	84	38	0	0	0	124
F4	15	124	86	5	0	0	230
F5	17	201	113	13	0	0	344
F6	8	222	156	9	0	2	397
F7	2	178	179	11	0	1	371
F8	5	177	180	35	1	2	400
F9	5	88	139	63	8	7	310
F10	10	53	92	37	5	16	213
F11	0	30	38	16	0	9	93
F12	0	7	15	5	0	0	27
F13	1	1	0	0	0	0	2
F14	1	1	0	0	0	0	2
Total	69	1182	1062	194	14	37	2558

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

Para una visión general de los rendimientos logrados en cada departamento, según FS en las doce campañas de soja, los rindes medios se reflejan en la tabla 5. Se observa que solo para el departamento de Río Primero, se tienen registros para todo el rango posible de fechas de siembra, para la provincia de Córdoba. Entre la fecha F4 y F10 (tercera de octubre y tercera diciembre) se llevaron a cabo el 89% de las siembras, la fecha F6, F8 y F9 son las únicas que se

implementó en todos los departamentos. En F6 y F7 se lograron los rendimientos medios más altos (3363 Kg/ha y 3337Kg/ha, respectivamente); ambas fechas se consideran indicadoras de una fecha de siembra media óptima para la provincia de Córdoba. Como se puede ver en la Tabla 5 a medida que la FS se alejó de la F7 y F6 (segunda y tercera decena de noviembre, respectivamente) los rendimientos medios por departamento disminuyeron progresivamente, como así también la cantidad de siembras llevadas a cabo.

TABLA 5: Medias de los rendimientos (Kg/ha) en doce campañas de soja (2005 a 2017), en departamentos de la provincia de Córdoba, según la fecha de siembra (F1 a F14).

Dpto.	Fecha siembra													
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
Río	3239	2589	2831	2938	3632	3336	3193	3031	3381	2760	2493	2161	1153	1688
Primero														
Río	3100	3421	3062	2925	3333	3043	3117	2914	2775	2600	2108	2477		
Segundo														
Colón			3174	2943	3454	3289	2899	2672	2473	2335	2620			
Gral.			2200	2659	2988	2980	3693	2686	2527	2666	2200			
San														
Martín														
Ischilín					2042	2300	3217	2867	2907	3480	1670			
Río Seco						4108		2466	2110	2350	3024	2700		
San			2991	2080	2633	3380	3154	3366	3439	2401	1943	2025		
Justo														
Santa		3155	2964	3309	3434	3052	3062	2912	2700	2436	1632			
María														
Tercero			3576	3535	3613	3882	4392	2936	2576	2266	2860			
Arriba														
Total			3735	2784	2918	3311	3413	3097	2830	1010	3000			
Unión		4000	3314	2668	3005	3480	3015	3079	2835	765		1581		
Juarez		3780	3646	3787	4046	4197	3558	2114	2658					
Celman														
Media	3169	3389	3149	2962	3190	3363	3337	2845	2767	2268	2354	2188	1152	1687

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

Como se muestra en la tabla 6 no todos los grupos de madurez fueron sembrados en los 12 departamentos estudiados. Solo en Río Primero y Colón se implantaron los 6 GM, seguidos por Río Seco con 5 GM. A su vez no todos los grupos se emplearon con la misma frecuencia. Los grupos IV y V representan prácticamente el 90% de las siembras realizadas.

TABLA 6: Cantidad de ensayos de soja según grupos de madurez empleados en departamentos de la provincia de Córdoba, Campañas 2005 a 2017.

Departamentos/GM	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
Colón	6	108	88	7	1	1	211
General San Martín	0	92	78	5	0	0	175
Ischilín	0	19	12	1	0	0	32
Juárez Celman	3	67	22	0	0	0	92
Río primero	25	382	435	118	6	22	988
Río Seco	0	4	4	19	7	14	48
Río Segundo	11	217	174	24	0	0	426
San Justo	0	14	49	14	0	0	77
Santa María	17	122	111	2	0	0	252
Tercero Arriba	0	59	22	1	0	0	82
Totoral	2	33	15	2	0	0	52
Unión	5	65	52	1	0	0	123
Total	69	1182	1062	194	14	37	2558

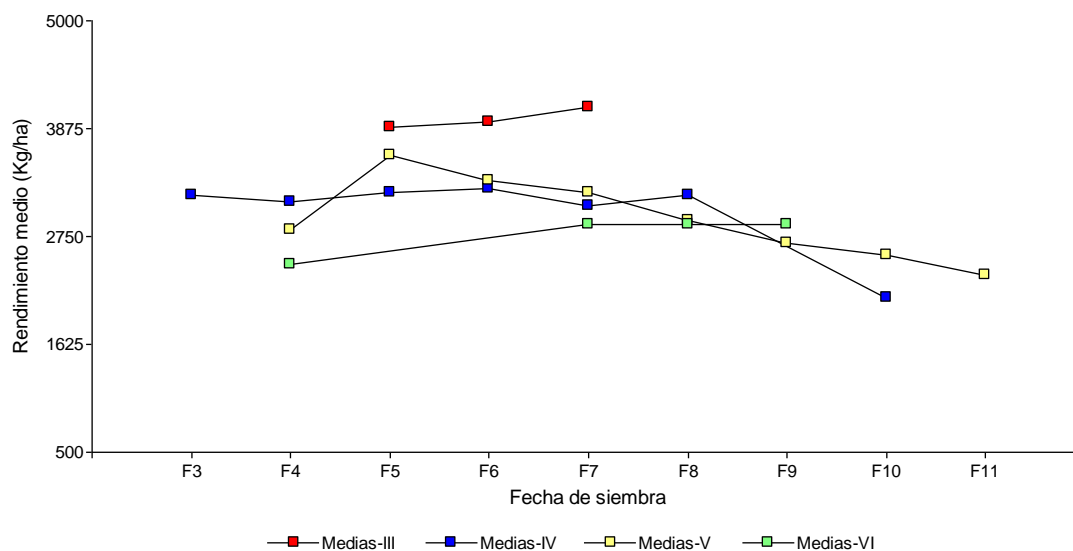
Como ha sido antes expuesto, independientemente de la localidad, no todos los GM fueron empleados en cada campaña, como así tampoco con la misma frecuencia. Podemos encontrar GM poco frecuentes para algunas localidades. A su vez, en algunos casos, se recolectaron datos para todo el rango posible de fechas de siembra de la provincia de Córdoba, observándose fechas donde se concentraron las siembras, independientemente del GM, y a medida que se avanzó en el tiempo, las siembras disminuyeron. Estos aspectos sumados a que no todas las campañas se registraron en cada localidad, determinaron diferente cantidad de registros disponibles por departamento por lo cual se trabajó con aquellos con mayor cantidad de ensayos.

Teniendo en cuenta los registros departamentales disponibles según cantidad de campañas, GM y fechas de siembra, se trabajó con 4 departamentos: Colón (al norte de la capital), Río Primero (al noreste de la capital), Río Segundo (al sureste de la capital) y Santa María (al sur de la capital).

Departamento Colón

Como se observa en el gráfico 3, el GM III fue realizado solo en FS del rango considerado óptimo, mientras que los restantes grupos fueron cultivados también en siembras fuera de dicho rango. El rendimiento medio departamental fue 3018Kg/ha.

Los rendimientos medios más altos se observaron para el GM III. En general para el caso del grupo IV, la FS pareció no producir diferencias en los rendimientos medios, excepto que fuese tardía. Para los GM V y VI, los rindes menores corresponderían a fechas fuera del rango óptimo.



Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

GRÁFICO 4: RENDIMIENTOS MEDIO DE CADA GM POR FS. DEPARTAMENTO COLÓN

En tabla 7, se muestran los rendimientos medios por GM y FS, con los resultados de las comparaciones entre las medias. Para cada GM se compararon las medias correspondientes a cada FS.

TABLA 7: Medias ajustadas para las fechas de siembra en rendimientos de soja (kg/ha) obtenidos en el departamento Colón. Campañas 2005 a 2017.

Mes	Fecha/ GM	III	IV	V	VI
Septiembre	F1	---	---	---	---
	F2	---	---	---	---
Octubre	F3		3186 A		
	F4		3115 A	2826 B	2459 B
Noviembre	F5	3890 B	3201 A	3597 A	
	F6	3945 B	3247 A	3326 A	
	F7	4100 A	3066 A	3206 A	2875 A
Diciembre	F8		3183 A	2922 B	2871 A
	F9			2685 B	2876 A
	F10		2117 B	2550 B	
Enero	F11			2352 B	

En cada columna medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

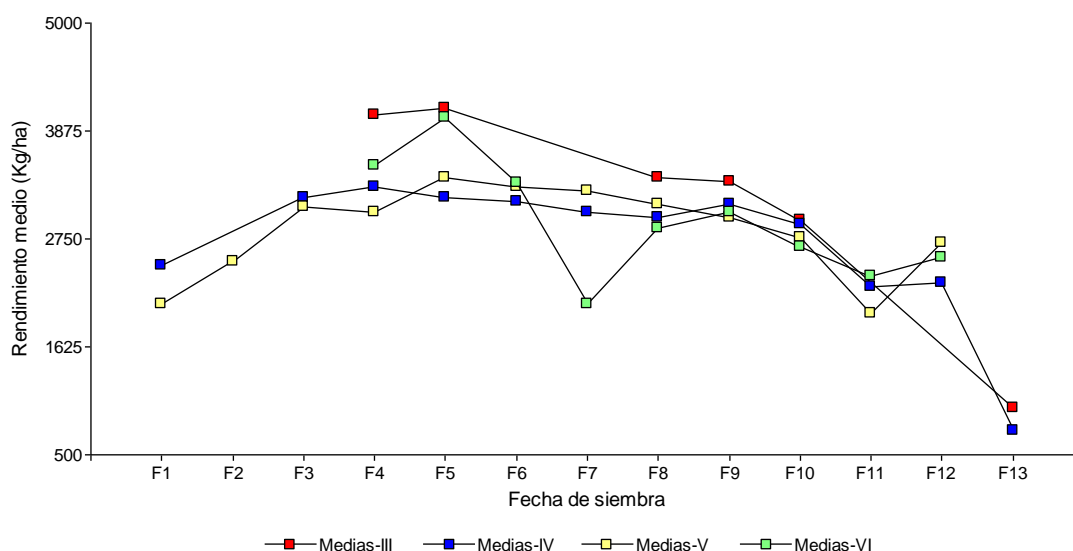
Dentro del GM III el mejor rendimiento estimado correspondió a 4100 Kg/ha, logrado con siembra en la primera decena de noviembre (F7). Los rendimientos de este grupo fueron notablemente mayores a los determinados en los otros cultivares.

Para materiales del GM IV los rendimientos para FS tempranas y óptimas fueron significativamente mayores que el alcanzado en fecha tardía. En el GM V las producciones de las siembras en noviembre (F5 a F7) resultaron superiores a las de siembras en octubre y diciembre. En el GM VI con las siembras tempranas (F4) el rinde promedio fue menor a los registrados en siembras óptimas (F7 a F9).

En resumen, puede decirse que para el departamento Colón los mejores resultados se obtuvieron con cultivares del GM III con siembras a fines de noviembre. El GM IV no resultó conveniente para siembras a fines de diciembre, pero tuvo buen desempeño en siembras de octubre (tempranas). Para el GM V los mejores rendimientos se alcanzaron en FS durante noviembre; finalmente, con el GM VI hubo mejor respuesta entre fines noviembre y mediados de diciembre, que en siembra en octubre.

Departamento Río Primero

En este departamento, se dispuso de siembras realizadas en todo el rango de las FS para soja. En el gráfico 4 se puede observar que en la mayoría de los GM los rendimientos medios en FS tempranas y tardías fueron menores a los registrados para FS óptimas. Se utilizaron GM del III al VI.



Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

GRÁFICO 5: RENDIMIENTO MEDIO DE CADA GM POR FS. DEPARTAMENTO RÍO PRIMERO.

En la tabla 8 se muestran los rendimientos medios y se exponen los resultados de las comparaciones entre las medias para las FS en cada GM.

TABLA 8: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Rio Primero.

MES	Fecha/GM	III	IV	V	VI
Septiembre	F1		2466 B	2075 C	
	F2			2514 B	
Octubre	F3		3175 A	3076 A	
	F4	4037 A	3293 A	3025 A	3520 A
Noviembre	F5	4115 A	3175 A	3388 A	4055 A
	F6		3142 A	3296 A	3337 A
	F7		3034 A	3244 A	2075 B
Diciembre	F8	3383 B	2966 A	3117 A	2857 B
	F9	3353 B	3116 A	2975 A	3034 A
	F10	2948 B	2902 A	2767 B	2673 B
Enero	F11		2255 B	1974 C	2360 B
	F12		2293 B	2709 B	2549 B
	F13	983 C	743 C		

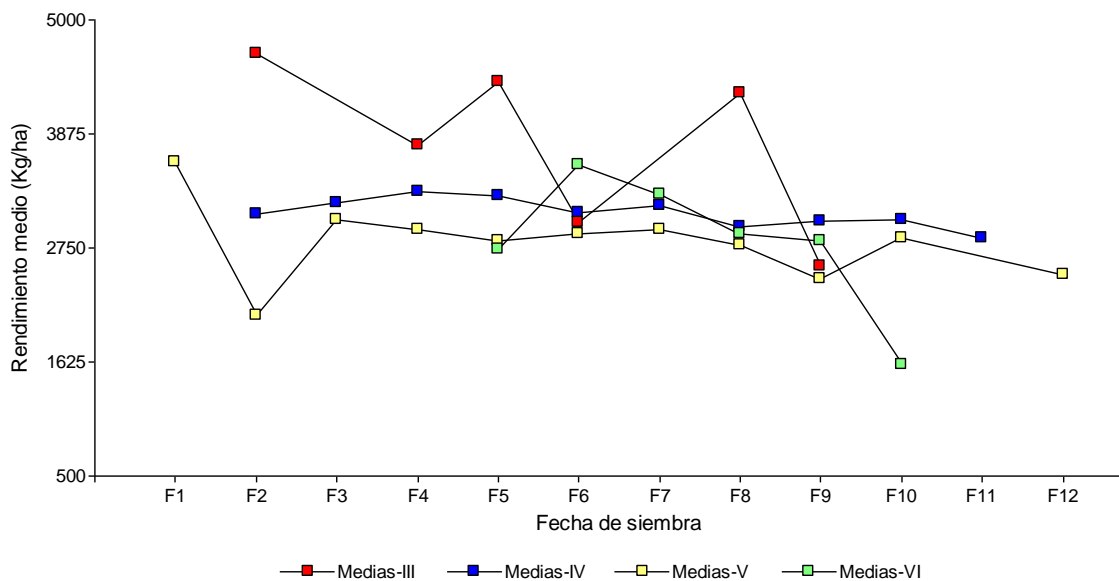
En cada columna medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

Como se observa en la tabla 8, los más altos rendimientos estimados se lograron con el GM III. Para dicho GM se determinaron 3 clases de rendimientos: los más altos correspondieron a siembras en fines de octubre y principios de noviembre, intermedios para siembras en diciembre y finalmente los más bajos para fechas de fines de diciembre y principios de enero.

Para el GM IV los rendimientos desde la mitad de octubre hasta fines de diciembre (F3 a F10), fueron significativamente mayores que los alcanzados en septiembre(F1) y en fecha tardía, enero. Para los materiales del GM V se lograron los mayores rindes desde mitad de octubre hasta mitad de diciembre, en cambio en las fechas extremas, enero y septiembre, los rendimientos decaen. En el GM VI no resulto favorable las siembras desde finales de diciembre a mitad de enero (F9), pero se logra mejores rendimientos desde fines de octubre y mitad de noviembre (F4 a F6), incluyendo F9.

Departamento Rio Segundo

Para el gráfico 5, el GM III fue realizado en el rango de las fechas tempranas y optimas y es el de mayor rendimiento 4662 Kg/ha para dicho departamento. El rendimiento medio departamental fue 2980 Kg/ha. Los rendimientos de este grupo fueron mayores a los de los otros Grupos. En general para los grupos III y IV, los rindes se mantienen por encima de la media departamental exceptuando las fechas tardías. El GM V fue sembrado en todos los rangos de fechas, y sus rendimientos por lo general, están por debajo de la media departamental. El GM VI, se sembró en su mayoría dentro de las fechas óptimas y primera decena de enero.



Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb

GRÁFICO 6: RENDIMIENTO MEDIO DE CADA GM POR FS. DEPARTAMENTO RÍO SEGUNDO

En tabla 9, se muestra los rendimientos de los grupos dentro de las fechas siembras, donde aplicando el método de comparación de medias DGC, se determina la diferencia entre medias significativas.

TABLA 9: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Rio Segundo.

MES	Fecha/GM	III	IV	V	VI
Septiembre	F1			3595 A	
Octubre	F2	4662 A	3082 B	2076 B	
	F3		3189 A	3021 A	
Noviembre	F4	3764 A	3306 A	2930 A	
	F5	4391 A	3287 A	2814 A	2741 B
	F6	3000 B	3092 B	2883 A	3565 A
Diciembre	F7		3166 A	2925 A	3284 A
	F8	4272 A	2962 B	2782 A	2883 B
	F9	2572 B	3017 B	2449 B	2817 B
Enero	F10		3033 B	2847 A	1600 B
	F11		2852 B		
	F12			2491 B	

EN CADA COLUMNA MEDIAS CON UNA LETRA COMÚN NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ($p > 0,05$)

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

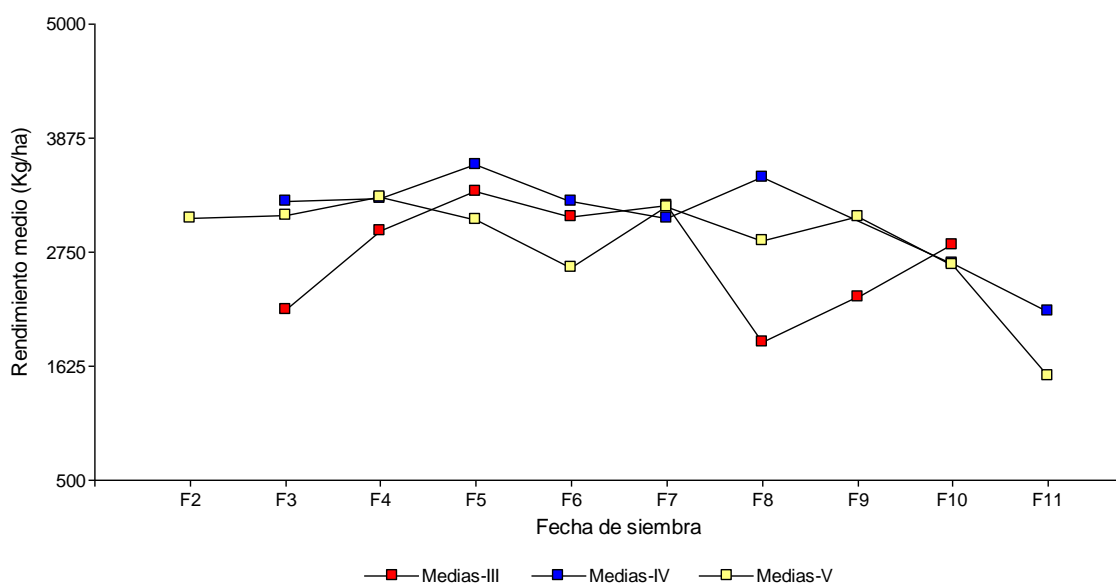
El GM III lograr los mejores rendimientos con siembras en octubre y las primeras decenas de noviembre y diciembre. Con GM IV se alcanza buenos rindes desde mitad de octubre a fines de noviembre, no resultando conveniente sembrarlo en los meses de diciembre ni de

enero. El GM V presenta los mejores rendimientos desde mitad de octubre hasta principio de diciembre, siendo el mes de enero una fecha no apta para su siembra. Con el GM VI las mejores respuestas se dio en la segunda y tercera decena de noviembre.

Departamento Santa María

Observando el gráfico 6, se ve que el GM V fue el único que se sembró en todas las fechas, mientras que los restantes grupos fueron cultivados solo en algunas fechas. El rendimiento medio departamental fue 3101Kg/ha.

Los rendimientos medios más altos se observaron para el GM IV el que se logró en la primera decena de noviembre superando la media departamental. En general para el caso del grupo IV y V, la FS pareció no producir diferencias en los rendimientos medios, excepto que fuese tardía. El GM III alcanza los mejores rindes en el mes de noviembre y la última decena de octubre y diciembre.



Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

GRÁFICO 7: RENDIMIENTO MEDIO DE CADA GM POR FS. DEPARTAMENTO SANTA MARÍA

En tabla 10, se muestra los rendimientos de los grupos dentro de las fechas siembras, donde aplicando el método de comparación de medias DGC, se determina la diferencia entre medias significativas.

TABLA 10: Medias ajustadas para la fecha y grupo de madurez, en el departamento Santa María.

MES	Fecha/GM	III	IV	V
Septiembre	F1	---	---	---
Octubre	F2			3086 A
	F3	2177 B	3242 A	3112 A
	F4	2959 A	3260 A	3289 A
Noviembre	F5	3342 A	3605 A	3075 A
	F6	3092 A	3226 A	2592 A
	F7	3201 A	3065 A	3189 A
Diciembre	F8	1857 B	3464 A	2865 A
	F9	2310 B		3101 A
	F10	2817 A	2625 B	2618 A
Enero	F11		2135 B	1524 B

EN CADA COLUMNA MEDIAS CON UNA LETRA COMÚN NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P > 0,05)

Decena siembra: F1: 3ra Sep.; F2: 1ra Oct.; F3: 2da Oct.; F4: 3ra Oct.; F5: 1ra Nov.; F6: 2da Nov.; F7: 3ra Nov.; F8: 1ra Dic.; F9: 2da Dic.; F10: 3ra Dic.; F11: 1ra Ene.; F12: 2da Ene.; F13: 3ra Ene.; F14: 1ra Feb.

Para el GM III el mejor rendimiento estimado correspondió a 3342 Kg/ha, logrado con siembra en la primera decena de noviembre (F5), los rinde para dicho mes están por encima de la media departamental.

Para materiales del GM IV los rendimientos para FS tempranas (F3 y F4) y óptimas (F5, F6, F7 Y F8) fueron significativamente mayores que el alcanzado en fecha tardía (F10 Y F11). En el GM V el menor rendimiento se obtuvo en enero siendo significativamente menor que en las demás fechas.

En resumen, los mejores resultados para el departamento Santa María se obtuvieron con cultivares del GM IV con siembras en la última mitad de octubre, en noviembre y primera decena de diciembre. El GM III alcanzó el mejor rendimiento para las fechas tardías y tuvo buen desempeño en el mes de noviembre. El GM V rindió muy bien en los meses de octubre, noviembre y diciembre alcanzando resultados generalmente por encima de la media del departamento.

Los GM evaluados durante todas las fechas de siembras, son coincidentes con los citados para la región II-Pampeana Norte, Subregión II-1 (departamento Colon, Rio Primero y Rio Segundo), y la Subregión II-3 (departamento Santa María). Los GM VII y VIII no son recomendados para esta región por el factor fototérmico. Estos grupos son “sensibles” al fotoperiodo, no logran completar su ciclo y por lo tanto no expresa su potencial de rendimiento. Su uso es recomendable en la I-Región Norte de acuerdo con la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja, RECSO. (FUENTES, 2017)

Con respecto al momento de uso de los GM en relación con la FS, en los departamentos Rio Primero, Rio Segundo y Santa María, no se cumple con uso de GM altos para las fechas tardías. Solo el departamento Colón, sigue esta tendencia de uso de GM altos para fechas tempranas, GM bajos para fecha óptima y GM altos nuevamente para fechas tardías. (Giorda & Baigorri, 1997)

CONCLUSIÓN

Para los GM IV y V, los más utilizados en la región, los rendimientos fueron marcadamente constantes,

El grupo III, de poca participación en los ensayos y que mostró uno de los mejores rendimientos en la región, se puede manejar dentro de un estrecho rango de fechas.

Al sembrar por fuera de la fecha óptima, es posible lograr rendimientos significativamente altos, para la región.

Si se extiende la fecha fuera del rango considerado óptimo, solo en las FS tempranas se logran rendimientos significativamente altos, para todos los grupos de madurez.

A medida que se atrasa la fecha de siembra, se recomienda trabajar con GM altos (V y VI), para alcanzar buenos rindes.

BIBLIOGRAFIA

- BCCBA*. (Enero de 2015). Recuperado el 01 de Diciembre de 2017, de http://www.bccba.com.ar/images_db/noticias_archivos/Informe69.pdf#viewer.action=download
- FAOSTAT*. (2017). Recuperado el 01 de Diciembre de 2017, de http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity
- Fiant, I. A. (01 de Mayo de 2009). *BCCBA*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2017, de http://www.bccba.com.ar/images_db/noticias_archivos/Informe19.pdf#viewer.action=download
- FUENTES, F. H. (01 de Agosto de 2017). Recuperado el 01 de Diciembre de 2017, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: <https://inta.gob.ar/documentos/red-nacional-de-evaluacion-de-cultivares-de-soja-recso-informe-tecnico-de-resultados-campana-2016-17>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Giorda, L. M., & Baigorri, H. E. (1997). *El cultivo de la soja en Argentina*. Córdoba, Córdoba, Argentina: Editar. Recuperado el 01 de Diciembre de 2017