



“SOJA: CORRELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y DIVERSOS
FACTORES QUE INCIDEN EN EL MISMO”

“Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniería Agronómica”

Autores

Cobo, Lucia Belén
Jannello Daniel

Director

Ferrero, Carlos.

Cátedra de Terapéutica Vegetal de la Facultad de Agronomía

Evaladores

Baudino, Estela M.

Cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía

Fernández, Miguel A.

Cátedra de Cereales y Oleaginosas de la Facultad de Agronomía.

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Santa Rosa (La Pampa)- Argentina 2018

Tabla de contenido

.....	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.....	6
OBJETIVOS	9
HIPOTESIS	9
MATERIALES Y METODOS.....	9
Cuadro 1. CRONOLOGIA DE LAS ACTIVIDADES	11
RESULTADOS Y DISCUSIONES:	12
RENDIMIENTO:	14
SPAD PROMEDIO:	17
% DE INTERCEPCION:.....	20
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFIA	23
RESULTADOS ESTADISTICOS.....	25

RESUMEN

Argentina se encuentra entre los principales productores de soja del mundo, junto con EE UU y Brasil produjeron más del 80% de grano de soja a nivel mundial (campaña 15/16). La producción de soja a nivel mundial ha crecido un 44% en los últimos 10 años. En Argentina el cultivo de soja tuvo un importante aumento a partir de 1996. Para nuestro país representa una importancia económica debido a la producción y exportación de granos, y sus derivados.

En el presente trabajo se realizó un análisis de diferentes factores que inciden, en mayor o menor medida, en los componentes del rendimiento del cultivo. El ensayo fue realizado en el establecimiento "LAS CUEVAS" que se encuentra en Catrilo, evaluándose 3 variedades de soja diferentes, pertenecientes a diferentes grupos de madurez III, IV y V, las cuales fueron sembradas a diferentes distancias (26 y 52 cm); a las siguientes densidades de siembras: 150.000, 300.000 y 500.000 plantas/ha. Las variables que se analizaron fueron: humedad en el suelo, radiación incidente en el cultivo, contenido de clorofila, y como estas influyeron en los componentes del rendimiento. Una vez realizado el ensayo y analizados los datos se llegó a la conclusión de que el parámetro que más incidencia tuvo en el rendimiento fue la distancia de siembra, para la distancia de 26 cm se obtuvieron los mayores rindes, pero entre las diferentes variables y densidades de siembra no hubo diferencias significativas según el análisis de la varianza realizado.

Analizando la medición de Spad se comprobó que, debido al momento de realización de muestreo, el contenido de clorofila de las hojas y el rendimiento del cultivo, tuvieron una relación inversa, Kollman *et al* (1974) determinaron el efecto del tamaño de los destinos sobre la distribución de nutrientes minerales, carbohidratos y la cantidad total de materia seca a la madurez. Con el máximo tamaño de los destinos, el contenido de carbohidratos de la hoja

disminuyó en un 64%, el contenido de N, P, K, Ca y Mg en tallos y peciolo decreció un 72, 64, 28, 18 y 55% respectivamente.

Los demás parámetros analizados no tuvieron una influencia significativa sobre el rendimiento y a su vez no hubo interacción entre los mismos.

Palabras claves: soja, grupo de madurez, distancia, rendimiento.

ABSTRACT

Argentina is among the main producers of soybeans in the world, along with the US and Brazil produced more than 80% of soybeans worldwide (campaign 15/16). The production of soybeans worldwide has grown by 44% in the last 10 years. In Argentina the cultivation of soybean had an important increase from 1996. For our country it represents an economic importance due to the production and export of grains, and its derivatives, being the added value in the oil industry, one of the most important.

In the present work, an analysis was made of different factors that affect, to a greater or lesser extent, the performance components. The test was carried out in the "LAS CUEVAS" farms located in Catrilo, evaluating 3 different soya varieties, belonging to different maturity groups III, IV and V, which were sown the day at different distances (26 and 52 cm) to the following planting densities: 150,000, 300,000 and 500,000 plants / ha. The variables that were analyzed were: humidity in the soil, incident radiation in the crop, chlorophyll content, and how they influenced the yield components. Once the test was performed and the data analyzed, it was concluded that the parameter that had the greatest impact on yield was the planting distance, for the distance of 26 greater yields were obtained, but among the different variables and planting densities there was no there were significant differences according to the analysis of the variance performed. The other parameters analyzed did not have a significant influence on performance and, in turn, there was no interaction between them, Kollman et al (1974) determined the effect of the size of destinations on the distribution of mineral nutrients, carbohydrates and the total amount of dry matter at maturity. With the maximum size of the destinations, the carbohydrate content of the leaf decreased by 64%, the content of N, P, K, Ca and Mg in stems and petioles decreased by 72, 64, 28, 18 and 55% respectively.

Keywords: soy, maturity group, distance, yield,

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El sector agropecuario resulta muy significativo para la economía argentina, dado su aspecto de proveedor neto de divisas. La soja es el producto agrícola de mayor crecimiento en los últimos años en nuestro país, debido a la creciente demanda de sus granos y derivados, convirtiéndose en el sector de la producción agrícola que más divisas aporta a la nación. Su ingreso puede establecerse en la década de los 60, con la llegada de la revolución verde a la Argentina. Desde que el cultivo ingresa al país, la superficie sembrada aumenta notablemente. Su producción, a nivel mundial, se concentra en Estados Unidos, Brasil y Argentina, que son los principales productores y mayores exportadores (Lacelli, y Ybran, 2016). Los productos de este cultivo son: grano, aceite y harina de soja. Tanto la soja como los derivados de su molienda representan el principal componente de exportación en el país. La cadena de soja se ha extendido durante el último tiempo a nivel nacional a partir del uso como insumo industrial de los derivados de su molienda como por ejemplo en la producción de biocombustibles. El cultivo de soja, en nuestro país, se viene desarrollando desde hace varios años, con un área cosechada en la campaña 2014/15 de 19.330.000 de hectáreas y un rinde promedio de 31,75 qq/ha (Siia, 2016). La Región Semiárida Pampeana, caracterizada por sufrir periodos de déficits hídricos (temporarios o prolongados) y poseer suelos poco fértiles, ha alcanzado un área cosechada en la campaña 2014/15 de 467.000 has con un rinde promedio de 27.5 qq/ha (Siia, 2016). Si bien es un cultivo que va adquiriendo relevancia y año tras año va mejorando la eficiencia de producción, existe una marcada brecha entre el rendimiento potencial y el rendimiento real (Salvagiotti *et al.*, 2010). Como causales principales de dicha brecha podemos citar los propios problemas de manejo del productor y particularmente las variaciones de los elementos del clima, especialmente el régimen hídrico que determina fluctuaciones en los rendimientos, como consecuencia del estrés que se produce en las distintas etapas del ciclo ontogénico del cultivo.

Al igual que cualquier cultivo, la producción de granos en soja está ligada a la capacidad del cultivo de capturar los recursos que estén disponibles (agua, nutrientes, radiación, CO₂). El momento durante el ciclo del cultivo en que esos recursos estén disponibles determinará las variaciones en el rendimiento de la soja, dado que afectará de diferente manera la definición de los dos principales componentes del rendimiento del cultivo: el número de granos y el peso de las mismas (Salvagiotti *et al.*, 2010)-

Una forma de mejorar su comportamiento en esta zona es evitar que el periodo crítico del cultivo coincida con la época de mayor déficit hídrico (enero), como alternativas para minimizar el efecto de las restricciones hídricas que el ambiente impone al cultivo (principal factor limitante en nuestra zona) (Baigorri, 2008). Con igual propósito es muy importante tener en cuenta la fecha de siembra de los distintos grupos de madurez. Además con el uso de distanciamientos entre surcos, se logra modificar la estructura del cultivo, interviniendo así en la eficiencia del uso del agua, de la radiación y por lo tanto en los parámetros que definen el rendimiento.

La distancia entre surcos adecuada permitirá lograr una estructura de cultivo tal que le permita al mismo interceptar el 95 % de la radiación fotosintéticamente activa al momento del inicio de la fructificación, logrando así una mayor tasa de crecimiento del cultivo, la que está positivamente relacionada con la cantidad total de materia seca en

R5 (Board *et al.*, 1990, 1992) y con el número de granos fijados por planta (Vega *et al.*, 1997).

En un rango amplio de condiciones agronómicas el número de granos es el componente que mejor explica las variaciones en la productividad del cultivo. (Kantolic *et al.*, 2008) y este depende de la tasa de crecimiento del cultivo en la etapa reproductiva y la duración de la misma (Andriani *et al.*, 1991; Andrade y Ferreiro, 1996).

Al aumentar la distancia entre surcos se logra mejorar la respuesta del cultivo frente a déficit hídrico. Experiencias realizadas con diferentes espaciamientos entre hileras demostraron que en situaciones en donde las precipitaciones durante el ciclo del cultivo son escasas, y el desarrollo así como el rendimiento del cultivo depende del agua almacenada en el suelo al momento de la siembra, el aumento de espaciamiento entre surcos permitió conservar el agua para las etapas reproductivas (Vega y Andrade 2000). Ajustar adecuadamente la distancia entre hileras de un cultivo, como en el caso de la soja, tiene importancia para lograr la máxima eficiencia en el uso de la radiación solar incidente (Shibles y Weber, 1965; Board *et al.*, 1996; Bodrero *et al.*, 1989; Martignone, *et al.*, 2011), fundamentalmente en siembras de segunda época o siembras tardías. Por su parte, Bodrero *et al.* (1989), Méndez *et al.* (2001), reportaron que en soja de primera, sin limitaciones hídricas y en suelos de mediana a alta productividad, la respuesta a la utilización de espaciamientos menores a 70 cm, es errática ya que el cultivo, aun tratándose de cultivares semiprecozes, presenta una gran capacidad para cubrir el entresurco antes de la ocurrencia de los períodos más críticos para la determinación del rendimiento.

Las variaciones en los rendimientos pueden explicarse a partir de efectos del genotipo, del ambiente y de su interacción. Podemos distinguir dos tipos de rendimientos: uno real y otro potencial, hay una marcada diferencia entre ambos, como consecuencia de diferentes factores. En el caso de la región semiárida pampeana dicha diferencia está relacionada a las variaciones de los elementos climáticos, en especial al régimen hídrico, el cual determina dichas variaciones, debido al estrés que se produce durante el ciclo del cultivo. Comparando el rendimiento de la provincia de Santa Fe con el de La Pampa en la campaña 2014/15 se observó una brecha de 10 qq/ha (Siia, 2016).

Como estrategias de manejo para afrontar las variaciones climáticas, se utilizan diferentes variedades, pertenecientes a diferentes grupos de madurez, se realizan siembras con diferente distanciamiento entre hileras y en diferentes fechas.

HIPOTESIS

En regiones con restricciones ambientales, como lo es la región semiárida pampeana, caracterizada por un ambiente con baja disponibilidad hídrica en determinados momentos del ciclo del cultivo, si se incrementa la distancia entre hileras y se utilizan grupos de madurez más altos habrá una correlación positiva con los componentes del rendimiento.

OBJETIVOS

Evaluar la incidencia de las variables, distanciamiento entre hileras y el uso de distintas variedades sembradas a diferentes densidades, en el rendimiento del cultivo de soja.

MATERIALES Y METODOS

La evaluación se realizó sobre un ensayo en la región semiárida pampeana, cuya principal restricción es el déficit hídrico. Se llevó a cabo en el establecimiento “Las Cuevas”, ubicado en Catriló, Ruta Nac. N°5, en el Km. 532. El suelo es un *Haplustol éntico*, sin limitaciones de profundidad, desarrollados sobre materiales loessicos con secuencia de horizontes A - AC- C₁- C_{2k}. La siembra, fue programada para el mes de Noviembre se realizó con una sembradora de siembra directa, con distribución neumática. Al momento de la siembra se aplicaron 45kg/ha de Fosfato Di-amónico (Grado técnico 18-46-0). El cultivo antecesor fue Maíz. Para el control de malezas en el barbecho se utilizó Glifosato (2,5 lts/ha), Biguá (Diclosulam) 30 gr/ha y 2-4-D al 100% (0,500 lts/ha) y durante el cultivo se aplicaron 2,5 lts/ha de Glifosato. El control de insectos se realizó con

lambdacialotrina al 5%, con una dosis de 85 cm³/ha. El ensayo se realizó en bloques al azar con repeticiones. Los tratamientos efectuados fueron: distancia entre hileras: 0,52m y 0,26m, grupos de madurez: 3.7; 4.4 y 5, y densidades 15 pl/m², 30 pl/m² y 50 pl/ m².

Se evaluaron diferentes parámetros a campo:

- Humedad del suelo. (Método directo: gravimétrico)
- Potencial agua en el cultivo. Método de medición: Bomba de Scholander.
- Radiación incidente en el cultivo, según los diferentes canopeos que se desarrollaron a partir de las diferentes densidades y distancias de siembra. Se utilizaron para su medición ceptómetro de radiación fotosintéticamente activa.
- Contenido de clorofila en las hojas, mediante el uso del spad, que se relaciona con la condición del cultivo (Minolta 503).
- Vainas por plantas, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de madurez.
- Altura de planta

La cosecha se realizó de manera manual, cuando el cultivo había alcanzado la madurez comercial, en tres sectores diferentes de la parcela.

Una vez cosechadas las plantas se colocaron en estufa a 60 °C hasta peso constante, se determinó la materia seca total, luego se procedió a la trilla de las mismas, y se determinó el peso de mil granos y el rendimiento en kg/ha. Posteriormente los datos obtenidos se analizaron por ANOVA, y las medias se compararán con el test de Tukey para un alfa de 0.05%.

Campo	Las Cuevas
Antecesor	Maíz
Suelo	Haplustol Entico
Barbecho	2,4-D 0,500 lts/ha
	Diclosulam 30gr/ha
	Glifosato 2,5 lts/ha
Siembra	10 de Diciembre
	45 kg/ha Fosfato Di-amónico
Distancia e/surcos	0,26 m
	0,52 m
Densidad (pl/ha)	150.000
	300.000
	500.000
Variedades	3.7
	4.4
	5
Cosecha	Abril

En la Tabla 1 se vuelcan las actividades a realizar y la cronología.

Tabla 1. CRONOLOGIA DE LAS ACTIVIDADES

	A	S	O	N	D	E	F	M	A	MY	JN	J
<i>BARBECHO</i>	XXX	XXX	XXX	XXX								
	XX	XX	XX	XX								
<i>SIEMBRA</i>				XXX								
				XX								
<i>CONTROL MALEZAS</i>	XXX		XXX			XXX						
	XX		XX			XX						
<i>CONTROL DE PLAGAS</i>				XXX	XXX	XXX	XXX	XXXX	XXX			
				XX	XX	XX	XX	XX	XX			
<i>DETERMINACIONES A CAMPO</i>				XXX	XXX	XXX	XXX	XXXX	XXX			
				XX	XX	XX	XX	XX	XX			
<i>COSECHA</i>								XXXX	XXX			
								XX	XX			
<i>PROCESAMIENTO MUESTRAS</i>									XXX	XXX		
									XX	XX		
<i>ANALISIS DE DATOS</i>										XXX	XXX	
										XX	XX	

RESULTADOS Y DISCUSIONES:

El rendimiento del cultivo de soja es resultado de un conjunto de procesos y cambios que ocurren en la planta desde la siembra hasta la cosecha. Dichos cambios van a estar influenciados por las diferentes condiciones, tanto climáticas como de estructura, en las que se desarrollara el cultivo, y se van a manifestar en última instancia en el rendimiento del cultivo. En el caso del ensayo realizado la estructura del cultivo fue variando según la distancia y densidad de siembra (afectando la estructura del canopeo) y utilizando diferentes variedades.

En la tabla 2 se pueden observar las temperaturas históricas de Catrilo, lugar donde se realizo el ensayo. La temperatura, junto con el fotoperiodo, regulan la duración de las fases de desarrollo del cultivo, existiendo diferencias entre genotipos en cuanto a su respuesta térmica, los requerimientos en tiempos térmicos para que se cumpla la etapa VE a R1 tiende a disminuir desde los GM mayores hacia los GM menores. En el cultivo de soja, para que se cumpla la fase germinación-emergencia, debemos contar con una temperatura base entre 6 y 9 °C y temperatura optima entre 25 y 30 °C. En la fase llenado de granos los requerimientos de temperatura son importantes, ya que a menor temperatura, menor es la tasa de llenado de granos, la temperatura óptima para que se cumpla esta fase es entre 22 y 35 °C. Podemos observar que las temperaturas medias son adecuadas para el desarrollo del cultivo de soja.

Tabla 2: Tabla de temperatura en Catrilo, La Pampa.

	Jul	A	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jun
Temperatura Media (°C)	7.8	9.4	12.2	15.3	19.6	22.4	23.8	22.9	19.9	14.5	11.3	8
Temperatura Min Media (°C)	1.6	2.4	4.8	8.3	11.7	14	15.5	14.6	12.5	7.7	4.9	2.6
Temperatura Max media (°C)	14.1	16.5	19.6	22.4	27.5	30.8	32.2	31.3	27.3	21.4	17.8	13.4

En la Tabla 3 podemos observar la humedad del suelo al momento de la siembra. La disponibilidad hídrica es uno de los factores ambientales con mayor incidencia en la generación del rendimiento.

Tabla 3: Humedad del suelo.

Profundidad	Humedad (%) Promedio	Desvío Estándar
0-20	11,83	3,40
20-40	13,05	3,74
40-60	14,28	3,71
60-80	15,16	3,97
80-100	17,75	4,62

A través de muestreos de Humedad de suelo realizados a la siembra del cultivo, se obtuvieron valores de % Humedad aceptables para una buena germinación y posterior establecimiento del cultivo. Se pudo comprobar que, a medida que se profundizaba en el perfil, el % de Humedad aumentaba. Así en los primeros 20 cm el valor obtenido fue de 11,83% +- 3,40; el valor para el estrato 40-60 cm fue de 14,28 % +- 3,7 y para una profundidad de 80-100 cm fue de 17,75 % +-4,6.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA), el cual evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de las fuentes de variación.

Las fuentes de variación en el ensayo fueron 3: variedad, distancia entre hileras y densidad de siembra. A su vez se tuvieron en cuenta las interacciones entre las mismas y como estas afectaban a los diferentes componentes del rendimiento.

Tener bien identificadas las fuentes de variación es importante porque con ellas se calculan los grados de libertad (GL) utilizados para calcular el CUADRADO MEDIO, valor que se tiene en cuenta para definir si alguna de las fuentes de variación fue significativa en el rendimiento.

RENDIMIENTO:

El rendimiento del cultivo resulta del número de granos por unidad de área y del peso unitario que alcanzan. A lo largo del ciclo del cultivo se van generando, de forma secuencial, los diferentes componentes del rendimiento, y el ambiente cumple un rol importante, ya que regula los procesos que determinan cuanto se genera de cada componente.

En la Tabla 5 podemos observar el rendimiento del cultivo en función de los GM, la distancia y la densidad de siembra.

Tabla 5: Rendimiento en kg/ha en función de los GM, distancia y densidad de siembra.

RINDE (Kg/ha)	DISTANCIA (CM)						
	DENSIDAD (pl/ha)	26			52		
		150000	300000	500000	150000	300000	500000
GM							
3.7		2272,08	2792,02	2350,43	1609,68	1616,81	1574,08
4.4		3062,68	2920,25	2549,85	1834,04	1709,41	2029,92
5		3048,43	2450,09	2250,71	1823,36	1673,79	1844,73

PROMEDIO 2639 A 1746,2 B

CV=26,36

Tener en cuenta que cuanto más chico sea el valor más confiable es el ensayo, debido a que el error experimental es producido por las variables en estudio. Para el caso particular de la evaluación del Rendimiento, valores de CV menores a 30, son aceptables.

Si bien el análisis estadístico no da diferencias significativas con respecto a las distintas densidades, en el cuadro, podemos observar una diferencia de 800 kg en el GM 5 sembrado a 26 cm con 150.000 pl/ha respecto del mismo grupo y distancia con una densidad de 500.000pl/ha. Con los del GM 4.4 ocurre algo parecido. En estos casos el menor espaciamiento entre surco ayudo a que el mismo se cubriera más rápido, mejorando la eficiencia de intercepción de la radiación, a diferencia de distancias mayores, las cuales tardan más en cubrir el surco. En un rango amplio de condiciones agronómicas el número de granos es el componente que mejor explica las variaciones en la productividad del cultivo. (Kantolic *et al.*, 2008) y este depende de la tasa de crecimiento del cultivo en la etapa reproductiva y la duración de la misma (Andriani *et al.*, 1991; Andrade y Ferreiro, 1996). Es probable que la menor competencia entre planta en las densidad bajas haya mejorado la tasa de crecimiento del cultivo que administro

mejor los recursos en la etapa reproductiva y haya prolongado la duración de la misma mejorando de esta manera el rendimiento de las densidades bajas, en la distancias de 26, esto no sucede en la de 52 debido a que a la misma densidad se aumenta la competencia entre plantas dentro de la misma línea debido al aumento de la distancia. A su vez se obtendría un beneficio económico mayor, no solo por el mayor rendimiento, sino por un costo de semillas y labores menor.

En el Anova realizado, se pudo constatar que tanto la variable Variedad ($pvalor=0,4255$); como la variable Densidad (pl/ha) ($pvalor=0,7615$) no son significativas con respecto al rendimiento (kg/ha) del cultivo.

Con respecto a la variable Distancia entre hileras, se puede afirmar que, a partir del Anova y la prueba de comparación Tukey con $pvalor > 0.05$, los rendimientos con distanciamiento entre hilera de 26 cm y de 52 cm son significativamente diferentes. (p valor= 0.0002) El DMS para un alfa de 0.05, fue de 404,1. El rendimiento promedio para distanciamiento de 26 cm fue de 2639 kg/ha y para un distanciamiento de 52 cm fue 1746,2 kg/ha.

No hubo interacción entre los distintos factores. Durante el ciclo del cultivo, el mismo no sufrió déficits hídricos. Por lo cual no hubo competencia marcada por el recurso agua al disminuir la distancia entre hileras, y se pudo obtener mayor rendimiento. El acercamiento de la distancia entre hileras aumenta la biomasa radical en profundidad.

SPAD PROMEDIO:

A la hora de evaluar este parámetro debemos tener en cuenta el momento del día en el que se realizó el muestro.

Tabla 6: Spad promedio en función de la variedad, distancia y densidad de siembra.

SPAD PROMEDIO	DISTANCIA (CM)						
	DENSIDAD (pl/ha)	26			52		
		150000	300000	500000	150000	300000	500000
GM							
3.7		40,19	39,88	39,54	41,06	41,05	41,07
4.4		40,15	39,65	38,97	40,99	41,09	41,25
5		39,91	39,37	39,25	41,03	41,15	40,69

PROMEDIO

39,66 A

41,04 B

Al igual que con Rendimiento del cultivo, el ANOVA realizado para el contenido de clorofila de las hojas del cultivo de Soja (analizado mediante SPAD), mostro que tanto la variable Variedad, como la variable Densidad (pl/ha) no son significativas con respecto al contenido de clorofila del cultivo.

Con respecto a la variable Distancia entre hileras, se puede afirmar que, a partir del Anova y la prueba de comparación Tukey con p MAYOR a 0.05, el contenido de clorofila vario significativamente para los distintos espaciamientos entre hileras. (p valor <0.0001)

La DMS para un alfa de 0.05, fue de 0,31. El SPAD promedio para distanciamiento de 26 cm fue de 39,66 y para un distanciamiento de 52 cm fue 41,04.

No hubo interacción entre los distintos factores.

El SPAD determina la cantidad relativa de clorofila presente mediante la medición de la absorción de la hoja en dos regiones de longitud de onda; en las regiones roja y cercana a infrarroja. Utilizando estas dos transmisiones el medidor calcula el valor numérico SPAD que es proporcional a la cantidad de clorofila presente en la hoja y en consecuencia de Nitrógeno (N).

Grafico2: Rendimiento en kg/ha en función del Spad superior.

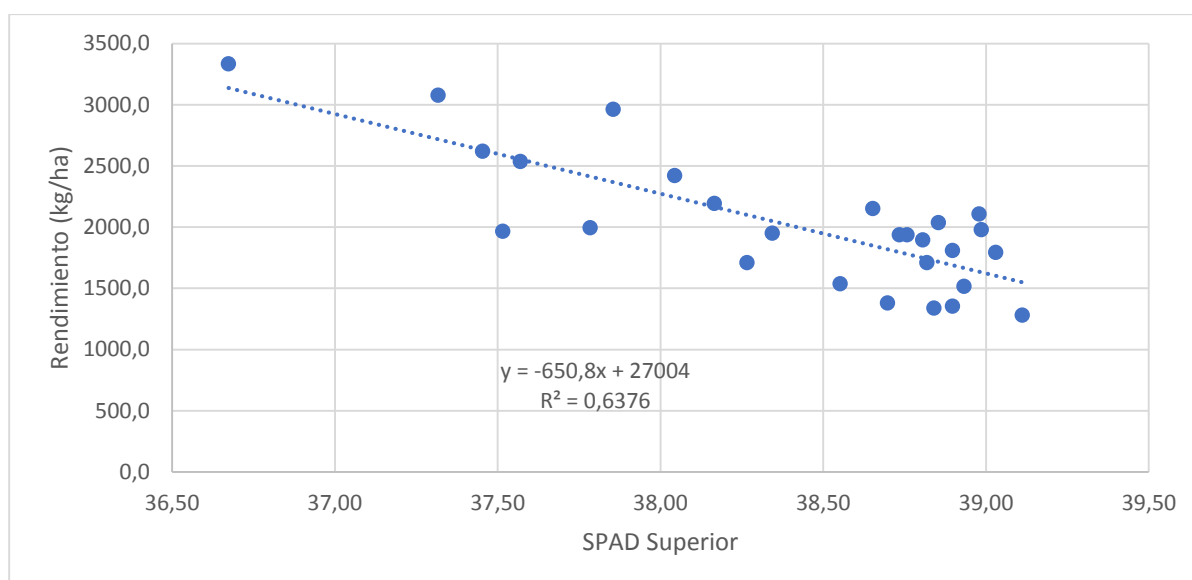
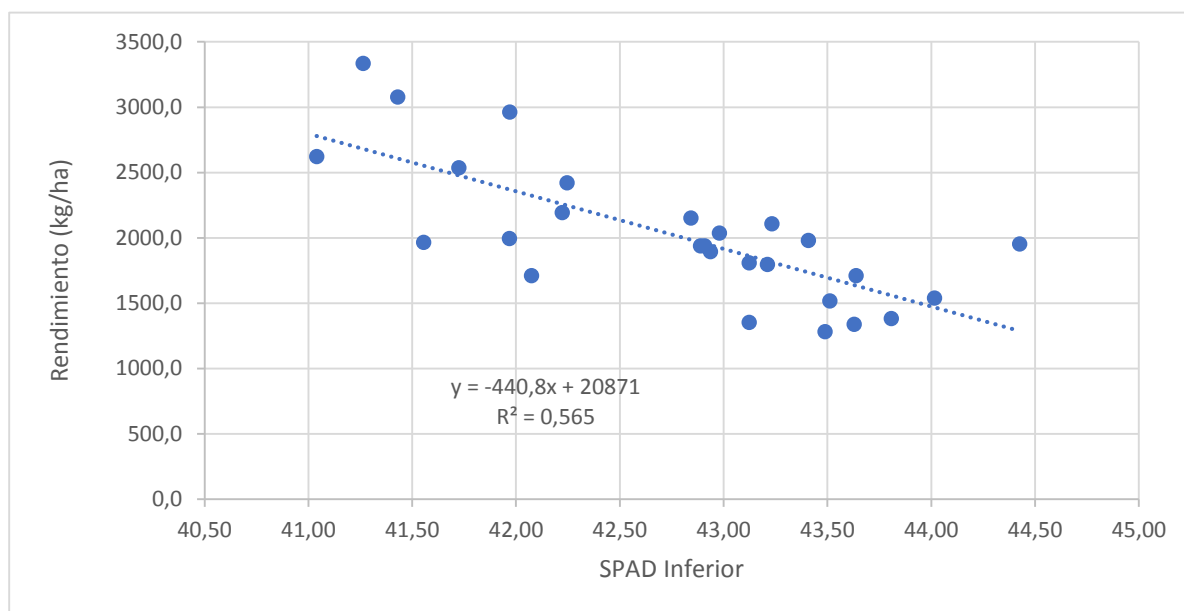


Grafico 3: Rendimiento en kg/ha en función del Spad inferior.



Los gráficos 2 y 3 de Rinde vs Spad, muestran una relación negativa entre ambas variables.

Kollman *et al* (1974) determinaron el efecto del tamaño de los destinos sobre la distribución de nutrientes minerales, carbohidratos y la cantidad total de materia seca a la madurez. Con el máximo tamaño de los destinos, el contenido de carbohidratos de la hoja disminuyó en un 64%, el contenido de N, P, K, Ca y Mg en tallos y peciolo decreció un 72, 64, 28, 18 y 55% respectivamente.

El muestreo de Spad se realizó el día 27 de Febrero, fecha en la cual la mayoría de las parcelas se encontraban en estadio fenológico R5, por tal motivo la relación entre RINDE y SPAD es negativa.

Estados Vegetativos	Estados Reproductivos
VE Emergencia	.R1 Inicio Floración
VC Cotiledonar	R2 Plenitud de floración
V1 Primer Nudo	R3 Inicio de formación de vainas
V2 Segundo Nudo	R4 Plenitud de formación de vainas
V3 Tercer Nudo	R5 Inicio de llenado de granos
	R6 Plenitud de llenado de granos
	R7 Inicio de madurez
V(n) Nudo (n)	R8 Plenitud de madurez

Escala Fenológica de Fehr y Caviness (1977). Manual del cultivo de Soja.

% DE INTERCEPCION:

La intercepción de la radiación y con ello la eficiencia de intercepción será máxima cuando el IAF crítico sea alcanzado. Los factores que afectan el % de intercepción son: la especie y el cultivar sembrado; el desarrollo del cultivo; la arquitectura del conopeo compuesta por la densidad y el arreglo espacial y por último el agua y los nutrientes.

Ajustar la distancia entre hileras de un cultivo, como en el caso de la soja, tiene importancia para lograr la máxima eficiencia en el uso de la radiación solar incidente (Silbes y weber, 1965; Borde *et al.*, 1996; Borrero *et al.*, 1989; Martignone, *et al.*, 2011).

Por ejemplo: el cambio en la distribución que se produce cuando las plantas se aproximan entre hileras y se distancian dentro de cada una de ellas, modificando la relación entre eficiencia de intercepción y el IAF, generando por cada unidad de IAF, una mayor intercepción de radiación y establece un menor valor de IAF crítico, provocando un aumento del crecimiento durante las primeras etapas y elevando la posibilidad de lograr una plena intercepción durante el periodo crítico. (Kantolic, 2008).

Al momento de la medición de los parámetros para calcular el % de intercepción, solo se pudo tomar muestras de 3 de los 4 bloques, debido a problemas de nubosidad.

%INTERCEPCION	DISTANCIA (CM)						
	DENSIDAD (pl/ha)	26			52		
		150000	300000	500000	150000	300000	500000
GM							
3.7		81	74	93	66	78,5	79
4.4		76	83	95	86	78,5	85
5		83	92	97	80,5	80,5	82,5

En el caso del ensayo realizado las diferencias en los %de intercepción para los diferentes tratamientos no son significativas.

PROMEDIO 79,61 A 86 A

CONCLUSIONES

El tratamiento que tuvo un efecto positiva con los componentes del rendimiento fue la distancia entre hileras, entre los diferentes tratamientos no hubo interacciones, y tanto el grupo de madurez como la densidad de siembra no arrojaron diferencias significativas en el análisis de la varianza con respecto al rendimiento.

A su vez hubo parámetros que no pudieron medirse debido a condiciones propias de la campaña en la que se realizó el ensayo.

Es importante tener en cuenta los diferentes costos, tanto fijos como variables, en los que el productor incurre, al momento de programar la siembra del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

Andreani, J.M., Andrade, F.H., Suero, E.E. y Dardanelli, J.L. 1991. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Water déficits during reproductive growth of soybean*. (pp. 737-746).

Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (en línea). Disponible en: www.acsoja.org.ar

Bacigalupo, S., Enrico J.M.; Martignone R.A, Bodrero M.L. 2011. Respuesta al espaciamiento entre hileras en soja. Rendimiento y sus componentes. Trabajo de investigación presentado en 5º Congreso de la Soja del Mercosur. (pp. 45-56).

Baigorri. H.E.J. (EEA INTA Marcos Juárez). Criterios para la elección y manejo de cultivares de soja. Disponible en: www.agro.unc.edu.ar

Board, J.E., Kamal, M. and Harville, B.G. 1992. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agron. J.* 84:575-544.

Board, J.E. and Harville, B.G. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. *Agron. J.* 88: 240-245.

Bodrero, M.L., Darwich, N., Andrade, J., y Nakayama, F. (1989). *Intercepción de radiación fotosintéticamente activa y productividad de soja de segunda sembrada a distintos espaciamientos entre surcos*. Trabajo presentado en IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires. Argentina.

Futuros y opciones (en línea). Disponible en: www.fyo.com. Visitada en Noviembre de 2016.

Informe estadístico del mercado de Soja (en línea). Disponible en: www.inta.gob.ar Kantolic, A., Baigorri, H., Mercau, J. (2008). *Producción de Soja*. CREA.

García Fernando Oscar; Ciampitti Ignacio Antonio; Baigorri Héctor. *Manual del cultivo de Soja*. 1ª ed- Buenos Aires.

Mirasson, H., Zingaretti, O., Fernández, M., Casagrande, G., Vergara, G y Baudino, E. 2004. *Manual Práctico para la Producción de Soja*. Facultad de Agronomía, UNLPam. (pp. 119-142)

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (en línea). Disponible en: www.minagri.gob.ar. Visitada en Noviembre de 2016.

Salvagiotti, F., Enrico, J., Bodrero, M y Bacigaluppo, S. 2010. *Producción de soja y uso eficiente de los recursos*. Investigadores EEA Oliveros INTA. Boletín de divulgación. (pp. 151-154).

Siia, 2016. Estimaciones Agrícolas. http://siia.gov.ar/sst_pcias/estima/estima. Visitada en Noviembre de 2016.

Toledo, R. (2011). *Ecofisiología y manejo del cultivo de soja*. FCA.UNC. (pp. 12-15).

Vega, C.R.C., Valentinuz, O.R., Uhart, S.A., y Andrade F.H. 1997. *Número de granos planta en soja, girasol y maíz en función de la tasa de crecimiento por planta durante el periodo crítico de determinación del rendimiento*. Trabajo presentado en VI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, Bs. As. Argentina.

Kolmann, G.E.; Streeter, J.G; Jeffers, D.L and Curry, R.B. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrition, carbohydrate and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. *Agron. J.* 66: 549-554.

Anexo:

RESULTADOS ESTADISTICOS

Nueva tabla: 28/6/2018 - 2:44:47 p. m. - [Versión: 10/5/2015]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento kg/ha	36	0,60	0,23	26,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9151099,70	17	538299,98	1,62	0,1606
Variedad	597083,14	2	298541,57	0,90	0,4255
Densidad (pl/ha)	184254,80	2	92127,40	0,28	0,7615
Distancia (cm)	7076889,27	1	7076889,27	21,25	0,0002
Variedad*Densidad (pl/ha)	432870,85	4	108217,71	0,32	0,8576
Variedad*Distancia (cm)	51866,20	2	25933,10	0,08	0,9254
Densidad (pl/ha)*Distancia..	459216,67	2	229608,34	0,69	0,5146
Variedad*Densidad (pl/ha)*..	348918,77	4	87229,69	0,26	0,8985
Error	5994617,95	18	333034,33		
Total	15145717,65	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=601, 28076

Error: 333034,3305 gl: 18

Variedad	Medias	n	E.E.
4,40	2351,02	12	166,59
5,00	2181,85	12	166,59
3,70	2035,85	12	166,59

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=601,28076

Error: 333034,3305 gl: 18

Densidad (pl/ha)	Medias	n	E.E.
150,00	2275,04	12	166,59
300,00	2193,73	12	166,59
500,00	2099,95	12	166,59

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=404,14124

Error: 333034,3305 gl: 18

Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
26,00	2632,95	18	136,02	A
52,00	1746,20	18	136,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2320,98529**

Error: 333034,3305 gl: 18

Variedad	Densidad (pl/ha)	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
4,40	150,00	26,00	3062,68	2	408,07	A
5,00	150,00	26,00	3048,43	2	408,07	A
4,40	300,00	26,00	2920,25	2	408,07	A
3,70	300,00	26,00	2792,02	2	408,07	A
4,40	500,00	26,00	2549,85	2	408,07	A
5,00	300,00	26,00	2450,09	2	408,07	A
3,70	500,00	26,00	2350,43	2	408,07	A
3,70	150,00	26,00	2272,08	2	408,07	A
5,00	500,00	26,00	2250,71	2	408,07	A
4,40	500,00	52,00	2029,92	2	408,07	A
5,00	500,00	52,00	1844,73	2	408,07	A
4,40	150,00	52,00	1834,04	2	408,07	A
5,00	150,00	52,00	1823,36	2	408,07	A
4,40	300,00	52,00	1709,41	2	408,07	A
5,00	300,00	52,00	1673,79	2	408,07	A
3,70	300,00	52,00	1616,81	2	408,07	A
3,70	150,00	52,00	1609,68	2	408,07	A
3,70	500,00	52,00	1574,08	2	408,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Spad PROMEDIO	27	0,93	0,79	0,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,20	17	0,78	6,73	0,0032
Variedad	0,22	2	0,11	0,94	0,4245
Densidad (pl/ha)	0,73	2	0,37	3,18	0,0902
Distancia (cm)	11,45	1	11,45	99,28	<0,0001
Variedad*Densidad (pl/ha)	0,02	4	0,01	0,05	0,9937
Variedad*Distancia (cm)	0,12	2	0,06	0,51	0,6173
Densidad (pl/ha)*Distancia..	0,67	2	0,33	2,89	0,1074
Variedad*Densidad (pl/ha)*..	0,32	4	0,08	0,69	0,6153
Error	1,04	9	0,12		
Total	14,24	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44705

Error: 0,1154 gl: 9

Variedad	Medias	n	E.E.	
3,70	40,46	9	0,12	A
4,40	40,35	9	0,12	A
5,00	40,23	9	0,12	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44705

Error: 0,1154 gl: 9

Densidad (pl/ha)	Medias	n	E.E.	
150,00	40,55	9	0,12	A
300,00	40,36	9	0,12	A
500,00	40,13	9	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31369**

Error: 0,1154 gl: 9

Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
52,00	41,04	18	0,08	A
26,00	39,66	9	0,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,91498**

Error: 0,1154 gl: 9

Variedad	Densidad (pl/ha)	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.			
4,40	500,00	52,00	41,25	2	0,24	A		
5,00	300,00	52,00	41,15	2	0,24	A	B	
4,40	300,00	52,00	41,09	2	0,24	A	B	
3,70	500,00	52,00	41,07	2	0,24	A	B	
3,70	150,00	52,00	41,06	2	0,24	A	B	
3,70	300,00	52,00	41,05	2	0,24	A	B	
5,00	150,00	52,00	41,03	2	0,24	A	B	
4,40	150,00	52,00	40,99	2	0,24	A	B	
5,00	500,00	52,00	40,69	2	0,24	A	B	C
3,70	150,00	26,00	40,19	1	0,34	A	B	C
4,40	150,00	26,00	40,15	1	0,34	A	B	C
5,00	150,00	26,00	39,91	1	0,34	A	B	C
3,70	300,00	26,00	39,88	1	0,34	A	B	C
4,40	300,00	26,00	39,65	1	0,34	A	B	C
3,70	500,00	26,00	39,54	1	0,34	A	B	C
5,00	300,00	26,00	39,37	1	0,34	A	B	C
5,00	500,00	26,00	39,25	1	0,34		B	C
4,40	500,00	26,00	38,97	1	0,34			C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Intercepcion PROMEDIO	27	0,61	0,00	11,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1354,69	17	79,69	0,84	0,6426
Variedad	229,93	2	114,96	1,21	0,3437
Densidad (pl/ha)	422,37	2	211,19	2,21	0,1652
Distancia (cm)	244,91	1	244,91	2,57	0,1435
Variedad*Densidad (pl/ha)	41,63	4	10,41	0,11	0,9763
Variedad*Distancia (cm)	73,48	2	36,74	0,39	0,6910
Densidad (pl/ha)*Distancia..	126,37	2	63,19	0,66	0,5390
Variedad*Densidad (pl/ha)*..	228,74	4	57,19	0,60	0,6725
Error	858,50	9	95,39		
Total	2213,19	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,85461

Error: 95,3889 gl: 9

Variedad	Medias	n	E.E.
5,00	85,92	9	3,45 A
4,40	83,92	9	3,45 A
3,70	78,58	9	3,45 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,85461

Error: 95,3889 gl: 9

Densidad (pl/ha)	Medias	n	E.E.
500,00	88,58	9	3,45 A
300,00	81,08	9	3,45 A
150,00	78,75	9	3,45 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,01978

Error: 95,3889 gl: 9

Distancia (cm)	Medias	n	E.E.
26,00	86,00	9	3,26 A
52,00	79,61	18	2,30 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=31,54758

Error: 95,3889 gl: 9

Variedad	Densidad (pl/ha)	Medias	n	E.E.	
4,40	500,00	90,00	3	5,98	A
5,00	500,00	89,75	3	5,98	A
5,00	300,00	86,25	3	5,98	A
3,70	500,00	86,00	3	5,98	A
5,00	150,00	81,75	3	5,98	A
4,40	150,00	81,00	3	5,98	A
4,40	300,00	80,75	3	5,98	A
3,70	300,00	76,25	3	5,98	A
3,70	150,00	73,50	3	5,98	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,53164**

Error: 95,3889 gl: 9

Variedad	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
5,00	26,00	90,67	3	5,64	A
4,40	26,00	84,67	3	5,64	A
4,40	52,00	83,17	6	3,99	A
3,70	26,00	82,67	3	5,64	A
5,00	52,00	81,17	6	3,99	A
3,70	52,00	74,50	6	3,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,53164**

Error: 95,3889 gl: 9

Densidad (pl/ha)	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
500,00	26,00	95,00	3	5,64	A
300,00	26,00	83,00	3	5,64	A
500,00	52,00	82,17	6	3,99	A
150,00	26,00	80,00	3	5,64	A
300,00	52,00	79,17	6	3,99	A
150,00	52,00	77,50	6	3,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=55,06333**

Error: 95,3889 gl: 9

Variedad	Densidad (pl/ha)	Distancia (cm)	Medias	n	E.E.	
5,00	500,00	26,00	97,00	1	9,77	A
4,40	500,00	26,00	95,00	1	9,77	A
3,70	500,00	26,00	93,00	1	9,77	A
5,00	300,00	26,00	92,00	1	9,77	A
4,40	150,00	52,00	86,00	2	6,91	A
4,40	500,00	52,00	85,00	2	6,91	A
5,00	150,00	26,00	83,00	1	9,77	A
4,40	300,00	26,00	83,00	1	9,77	A
5,00	500,00	52,00	82,50	2	6,91	A
3,70	150,00	26,00	81,00	1	9,77	A
5,00	300,00	52,00	80,50	2	6,91	A
5,00	150,00	52,00	80,50	2	6,91	A
3,70	500,00	52,00	79,00	2	6,91	A
4,40	300,00	52,00	78,50	2	6,91	A
3,70	300,00	52,00	78,50	2	6,91	A
4,40	150,00	26,00	76,00	1	9,77	A
3,70	300,00	26,00	74,00	1	9,77	A
3,70	150,00	52,00	66,00	2	6,91	A

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