



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
**Universidad Nacional de La Pampa**

## **Trabajo Final de Graduación**

### **Título:**

**SOJA: ESTRUCTURA DEL CULTIVO PARA REDUCIR EL EFECTO DEL ESTRÉS  
HÍDRICO.**

### **Autores:**

**Aleman, Gastón  
Barrere, Francisco**

### **Director:**

**Ing. Agr. Carlos Ferrero**

### **Codirector:**

**Ing. Agr. Arnaiz, Juan Pablo**

**Ingeniería Agronómica UNLPam**

**2014**

## **INDICE**

Resumen -----	pag.:1
Abstract-----	pag.:2
Introducción y antecedentes -----	pag.:3
Hipótesis -----	pag.:7
Objetivos -----	pag.:7
Materiales y métodos -----	pag.:7
Resultado y discusión -----	pag.:9
Conclusión -----	pag.:19
Agradecimiento -----	pag.:20
Bibliografía -----	pag.:21

## **RESUMEN**

En La Pampa el cultivo de soja va adquiriendo relevancia año a año, pero existe una brecha entre el rendimiento potencial y el promedio obtenido a nivel provincial. Una alternativa es trabajar con distintos grupos de madurez (GM) para que el período crítico del cultivo no coincida con la época de mayor déficit hídrico, y modificar la estructura del cultivo, a través de distintos distanciamientos entre hilera (DEH), interviniendo así en la eficiencia del uso del agua y de la radiación. Los objetivos de esta tesis fueron evaluar el efecto de distintos grupos de madurez y distanciamiento entre hileras sobre el rendimiento y sus componentes. En la campaña 2012/2013, se sembraron 5 variedades del semillero Don Mario; 3070, 3810, 4212, 4670 y 5,1i., a tres distanciamientos entre hileras; 0.25 m, 0.52 m y 0.70 m. Las variables medidas fueron: altura, vainas por planta, rendimiento, N° de granos por m<sup>2</sup> (NG/m<sup>2</sup>), peso de mil granos (PMG), materia seca (MS) y Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC). El mayor número de vainas por plantas, fue observado en los mayores distanciamientos; 0,70 m. El NG/m<sup>2</sup> aumentó con la disminución de la DEH, las variedades de grupo más corto lograron el mayor NG/m<sup>2</sup>. El PMG no mostró diferencias significativas para los distintos DEH. El rendimiento fue mayor con los menores DEH, al igual que la altura y la TCC. La producción de MS fue mayor en los grupos de madurez más cortos en los tres momentos de muestreo (R1, R5, R8). Las variedades que mejor respondieron a este ensayo y a estas condiciones ambientales fueron las de ciclo intermedio y sembradas con una DEH de 0,25 m.

**Palabras claves:** *Glycine max.*, distanciamiento entre hileras, grupo de madurez.

## **ABSTRACT**

In La Pampa the soybean crops gain relevance year after year, but there exists a gap between the potential yield and the average level obtained in the province. An alternative is to work with different maturity groups so that the critical period of the crops doesn't run into the season of water deficiency, and modify the crops structure, through different row spacing, intervening in the efficiency of the water and radiation use. The objectives of this Thesis were to evaluate the effect of different maturity groups and row spacing on the yield and its components. In the campaign of 2012/2013, five varieties of Don Mario; 3070, 3810, 4212, 4670 y 5,1i., were planted by three row spaces; 0,25 m., 0,52 m. and 0,70 m. The variables measured were: height, pod per plant, yield, number of grain per meter square, weight of a thousand grains, dry matter and the crop growth rate. The greater number of pod per plant was observed in the greater row spacing. The number of grains per meter square increased with the reduction of the row spacing, the varieties of the shorter groups achieved the greater number of grains per meter square. The weight of a thousand grains didn't show significant differences for the different row spacing. The yield was greater with the smaller row spacing as well as the height and the crop growth rate. The production of dry matter was greater in the shorter maturity groups in the three moments of sampling. The varieties that better responded to this test and these environmental conditions were those in the intermediate cycle and those planted with a row spacing of 0,25m.

**Key words:** *Glycine max*, row spacing, maturity groups.

## **INTRODUCCION Y ANTECEDENTES:**

El cultivo de soja (*Glycine max*) en La Pampa se viene desarrollando desde hace varios años, alcanzando en la última campaña (2012/2013) una superficie de más de 400.000 has (MAGyP, 2014). Si bien es un cultivo que va adquiriendo relevancia año a año, existe una gran brecha entre el rendimiento potencial y el promedio obtenido a nivel provincial.

Una de las causas que explica dicha brecha en los rendimientos, es la falta de asociación entre la oferta ambiental y las técnicas de manejo de cultivo frecuentemente utilizadas (Martignone *et al.* 2010), especialmente la variación de los elementos del clima principalmente 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 (Andrade y Sadras, 2000).

Como alternativas para minimizar el efecto de las restricciones hídricas que el ambiente le impone al cultivo se puede trabajar con distintos grupos de madurez, para que el período crítico no coincida con la época de mayor déficit hídrico, como también modificar la estructura del cultivo interviniendo así en la eficiencia del uso del agua y de la radiación (Salvagiotti y Manlla, 2011), y por lo tanto en los parámetros que definen el rendimiento (NG/m<sup>2</sup> y PMG).

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. En el cultivo de soja el NG por m<sup>2</sup> es el componente más asociado con las variaciones en los rendimientos (Shibles *et al.*, 1975; Egli, 1998). Este depende de la TCC en la etapa reproductiva y la duración de la misma

(Andriani *et al.*, 1991; Andrade y Ferreiro, 1996). Sin embargo, Landler y Kantolic (2011), trabajando con distanciamientos entre hileras de 0,15 m, 0,30 m, 0,35m y 0,45 m, encontraron que el rendimiento no se asoció con la TCC entre R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>.

Board *et al.*, (1990, 1992), determinaron que con menores espaciamientos, en siembras tardías, se logra una mayor TCC, la que está positivamente relacionada con la cantidad de materia seca total en R<sub>5</sub>, un mayor número de nudos fértiles y un mayor número de vainas por nudo fértil. La aparición y supervivencia de flores y vainas responden de manera dinámica a cambios en el flujo de asimilados durante la etapa de determinación del número de vainas. Generalmente, el aborto de flores y vainas jóvenes es el mecanismo preponderante en definir el número final de vainas, y ante restricciones severas, la mortandad de vainas de mayor tamaño puede incrementarse (Egli y Bruening 2006).

El segundo componente de rendimiento del cultivo, el peso de los granos, tiene un rango de variabilidad mucho menor que el NG por m<sup>2</sup> (Sadras, 2007). Sin embargo, es particularmente sensible a la disponibilidad de asimilados luego de floración (Borrás *et al.* 2004). Períodos de estrés hídrico sufridos durante el llenado de granos de soja provocaron reducciones significativas del rendimiento debido al menor crecimiento de los granos, como consecuencia del desencadenamiento de una senescencia acelerada (Brevedan y Egli, 2003).

Experiencias llevadas a cabo por distintos autores indican que al aumentar el DEH mejora la respuesta del cultivo frente a déficit hídrico. Robinson (1978), Taylor (1980), Alessi y Power, (1982) y Graterol *et al.* (1996) trabajando con diferentes espaciamientos entre hileras encontraron que en situaciones en donde las precipitaciones durante el ciclo del cultivo son escasas, y 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. 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 0,70 m, es errática ya que el cultivo, aun tratándose de cultivares semi-precoces, presenta una gran capacidad para cubrir el entresurco antes de la ocurrencia de los períodos más críticos para la determinación del rendimiento. En algunas situaciones es ventajoso el mayor espaciamiento para evitar el vuelco en aquellos lotes de alta productividad y alta disponibilidad hídrica (Bodrero *et al.*, 1999).

Sin embargo, existen referencias que indican lo contrario a lo indicado, Boquet *et al.* (1990), reportaron que en años secos, la reducción del espaciamiento entre surcos de 1 m a 0,50 m incrementó el rendimiento, pero cuando se redujo a 0,25 m no se obtuvieron diferencias. Keller y Fontanetto (1995) trabajando con espaciamientos a 0,35 y 0,70 m, lograron rendimientos superiores al 39% a favor del menor distanciamiento en fechas de siembras tempranas (Octubre) en Rafaela. Si bien no todos los cultivares responden por igual al espaciamiento entresurcos, Baigorri (2004) encontró que los cultivares más precoces y con menor cantidad de ramificaciones presentaron mayor respuesta a la reducción del distanciamiento entresurco, ya que en condiciones limitantes para el crecimiento del cultivo, la reducción del espaciamiento contribuyó a mejorar el aprovechamiento de la radiación, el control de malezas y el rendimiento. Según Buttery (1969) e Ikeda (1992), este mayor aprovechamiento de la radiación incrementa el rendimiento principalmente a través de un mayor número de frutos, y en menor medida, en un aumento de la tasa de crecimiento individual de los mismos.

Sánchez y Lizondo (2000) demostraron, en ensayos de diferentes fechas de siembra en Tucumán, que los valores de rendimiento siempre resultaron mayores para los menores distanciamientos, encontrando diferencias entre el mayor (0,70 m) y el menor distanciamiento (0,35 m) del 38% para la fecha de siembra más temprana (fines de Octubre). Baigorri *et al.* (1992), también trabajando con fechas de siembra tempranas, obtuvieron incrementos en el rendimiento a menor distanciamiento.

Vega y Andrade, observaron que al reducir la distancia entre hileras, manteniendo la densidad constante, mejora el espacio por planta dentro de la línea y por lo tanto disminuye la competencia intra-específica por luz, agua y nutrientes durante las primeras etapas del cultivo, hecho que resulta en plantas de mayor tamaño, con más área foliar y más nudos. Por su parte Helbert y Litchfield (1984) y Board y Harville (1996), manifestaron que en siembras con surcos menos espaciados, el mejor despliegue de las hojas dentro del canopeo determinó una mayor tasa de crecimiento y biomasa del cultivo en periodos reproductivos críticos y, en consecuencia una mayor producción de granos. Board y Harvelli (1996) también encontraron que sojas de segunda sembradas con menor espaciamiento entre hileras exhibieron mayor tasa de crecimiento durante el periodo vegetativo, lo que mejoró el estado del cultivo en las etapas reproductivas más críticas.



## **HIPOTESIS**

En ambiente de baja disponibilidad hídrica la utilización de grupos de madurez más altos y el incremento del distanciamiento entre hileras permiten que la soja transcurra la etapa vegetativa con menor consumo de agua, dejando mayor remanente para la etapa reproductiva y así lograr una mayor fijación de número de vainas por plantas y números de frutos por vainas.

## **OBJETIVOS**

Evaluar el efecto de distintos grupos de madurez y distanciamiento entre hileras sobre el rendimiento y sus componentes.

## **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se realizó en un lote en el establecimiento “Las Cuevas”, Ruta Nac. N° 5 Km. 532, Departamento Catriló, ubicado en 36° 25´ 53” S y 63° 29´ 27” O. La siembra se llevó a cabo el 2 de Diciembre en un lote que tuvo como cultivo antecesor maíz, con una sembradora de siembra directa de distribución neumática. Se utilizaron 5 variedades del semillero Don Mario (3070, 3810, 4212, 4670 y 5,1i) de diferentes grupos de madurez sembradas a 3 distanciamientos entre hileras (0.25 m, 0.52 m y 0.70 m) resultando en 15 tratamientos. Cada tratamiento se realizó en franjas de 25 metros de longitud y un ancho de seis o doce hileras según distanciamiento entre surcos, con tres repeticiones al azar, como se detalla en el siguiente esquema.

Parc	DEH	GM	Var		Parc	DEH	GM	Var		Parc	DEH	GM	Var										
305	70	IIC	DM3070	N ↓	276	52,5	IIC	DM3070	Replica 3	375	70	IIC	DM3070	Replica 2	261	52,5	VC	DM 5,1i	Replica 1				
304	70	IIL	DM 3810		277	52,5	IIL	DM 3810		374	70	IIL	DM 3810		270	25	IIC	DM3070		262	52,5	IVL	DM 4670
303	70	IVC	DM 4212		278	52,5	IVC	DM 4212		273	70	IVC	DM 4212		269	25	IIL	DM 3810		263	52,5	IVC	DM 4212
302	70	IVL	DM 4670		279	52,5	IVL	DM 4670		272	70	IVL	DM 4670		268	25	IVC	DM 4212		267	25	IVL	DM 4670
301	70	VC	DM 5,1i		280	52,5	VC	DM 5,1i		271	70	VC	DM 5,1i		266	25	VC	DM 5,1i		265	52,5	IIC	DM3070
300	25	IIC	DM3070		281	25	IIC	DM3070		270	25	IIC	DM3070		264	52,5	IIL	DM 3810		264	52,5	IIL	DM 3810
299	25	IIL	DM 3810		282	25	IIL	DM 3810		269	25	IIL	DM 3810		263	52,5	IVC	DM 4212		263	52,5	IVC	DM 4212
298	25	IVC	DM 4212		283	25	IVC	DM 4212		268	25	IVC	DM 4212		267	25	IVL	DM 4670		262	52,5	IVL	DM 4670
297	25	IVL	DM 4670		284	25	IVL	DM 4670		267	25	IVL	DM 4670		266	25	VC	DM 5,1i		261	52,5	VC	DM 5,1i
296	25	VC	DM 5,1i		285	25	VC	DM 5,1i		266	25	VC	DM 5,1i		265	52,5	IIC	DM3070		261	52,5	VC	DM 5,1i
295	52,5	IIC	DM3070		286	70	IIC	DM3070		265	52,5	IIC	DM3070		264	52,5	IIL	DM 3810		264	52,5	IIL	DM 3810
294	52,5	IIL	DM 3810		287	70	IIL	DM 3810		264	52,5	IIL	DM 3810		263	52,5	IVC	DM 4212		263	52,5	IVC	DM 4212
293	52,5	IVC	DM 4212		288	70	IVC	DM 4212		263	52,5	IVC	DM 4212		262	52,5	IVL	DM 4670		262	52,5	IVL	DM 4670
292	52,5	IVL	DM 4670		289	70	IVL	DM 4670		262	52,5	IVL	DM 4670		261	52,5	VC	DM 5,1i		261	52,5	VC	DM 5,1i
291	52,5	VC	DM 5,1i		290	70	VC	DM 5,1i		261	52,5	VC	DM 5,1i		261	52,5	VC	DM 5,1i		261	52,5	VC	DM 5,1i

### **Siembra:**

La semilla fue inoculada y todos los tratamientos se sembraron con una densidad de 350.000 semillas por ha. Al momento de la siembra se aplicó 40 kg./ha de fosfato diamónico (Grado técnico 18-46-0) en la línea de siembra.

### **Control de plagas:**

Previo a la emergencia se realizó una aplicación de 150 cm<sup>3</sup>/ha. de Cipermetrina y 20 cm<sup>3</sup>/ha de insecticida a base de fipronil (Clap) para el control de tucuras. El control de malezas se realizó con una aplicación previo a la siembra de 900 gr/ha de equivalente ácido de Glifosato + 30 gr/ha Diclosulam y una segunda aplicación de Glifosato al estado de R1

del cultivo. En formación de vainas se realizó un tratamiento para el control de chinches con 700 cm<sup>3</sup>/ha de Clorpirifos y 150 cm<sup>3</sup>/ha de Cipermetrina.

### **Cosecha:**

La cosecha se realizó en forma manual, extrayendo una muestra de 3 m lineales de cada tratamiento y cada réplica. La trilla fue mecánica, con una trilladora estacionaria. En cada tratamiento se evaluaron los siguientes parámetros: materia seca total, altura de plantas, número de vainas por planta, número de granos por m<sup>2</sup>, peso de mil semillas y rendimiento de grano por hectárea. Posteriormente los datos obtenidos se analizaron por ANAVA (Di Rienzo *et al.*, 2002), y las medias se compararon con el test de LSD Fisher para un alfa de 0.05 %.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla N° 1 se detallan las precipitaciones registradas desde Octubre a la segunda quince de Mayo (momento de cosecha), las mismas fueron un 6 % superior al promedio histórico (serie 1961/2012). Del análisis de la distribución surge que las precipitaciones en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre fueron superiores a la media, contrario a lo ocurrido en Enero y Febrero. Durante Marzo aumentaron las precipitaciones, disminuyendo levemente en Abril y Mayo. Teniendo en cuenta la cantidad y la distribución de las precipitaciones en el ciclo del cultivo no se observó estrés hídrico.

Tabla N° 1: Registro de precipitaciones.

	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>	<b>Total</b>
<b>Precipitaciones 1961/2012</b>	83,8	91,2	102,2	88,2	80,9	118,3	69,7	33,6	669,6
<b>Precipitaciones 2012/2013</b>	199,5	121	176,7	15,2	23,1	123,9	50,6	0	710
<b>Diferencia (%)</b>	138	33	73	-83	-71	5	-27	-100	5,7

En la tabla N° 2 se observan las temperaturas durante el ciclo del cultivo. Desde Diciembre a Mayo se mantuvieron dentro de los valores acordes a un año normal. La mayor temperatura media mensual se dió durante el mes de Enero; 23,1 °C en concordancia con la máxima media durante el mismo mes; 30,4 °C y la mínima media en el mes de Mayo; 3,1 °C. En cuanto a la temperatura máxima absoluta se midió en el mes de Diciembre; 37,8 °C y la mínima absoluta en el mes de Mayo; -5,8 °C.

Tabla N° 2: Registro de temperaturas.

	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>
<b>Media mensual</b>	15,7	20,0	22,0	23,1	21,6	16,6	16,7	10,8
<b>Máxima media</b>	21,9	27,2	29,3	30,4	29,8	24,6	24,6	19,8
<b>Mínima media</b>	10,0	13,0	14,5	15,5	12,8	9,3	10,0	3,1
<b>Máxima absoluta</b>	27,2	35,5	37,8	37,7	34,8	30,1	30,8	28,2
<b>Mínima absoluta</b>	2,1	5,9	9,1	5,6	2,3	1,8	-0,3	-5,8

Al momento de la siembra del cultivo había acumulado en el perfil 344 mm de agua útil en 2 m de profundidad. Durante el primer mes, el cultivo se desarrolló de acuerdo a lo esperado. Si bien las precipitaciones durante el mes de enero fueron inferiores a lo normal y las temperaturas más elevadas, el estado del cultivo fue bueno, lo cual se puede atribuir al buen contenido hídrico inicial en el perfil. Al finalizar Enero, las variedades DM 3070 y 3810 se encontraban en estado R<sub>3</sub> y las variedades DM 4212, 4670 y 5,1 en R<sub>2</sub>. Para mediados Febrero las variedades DM 3070 y 3810 se encontraban en estado R<sub>4</sub> y las variedades DM 4212, 4670 y 5,1 en R<sub>3</sub>, y disponían de 115 mm de agua útil en 1,10 m de perfil. Durante Marzo, las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico y las temperaturas fueron normales, lo cual permitió al cultivo atravesar el periodo crítico

(R<sub>5</sub>) en condiciones favorables. Durante Abril y Mayo, las plantas alcanzaron madurez fisiológica (R<sub>6</sub>) en óptimas condiciones.

### **Altura:**

En la tabla N° 3 se muestra la variación de la altura en función de los diferentes DEH siendo estadísticamente significativa. Las mayores alturas se encontraron en los menores DEH, como consecuencia del mayor efecto de competencia por luz en los surcos más próximos. En el DEH de 0,25 m donde se lograron los mayores rendimientos, la altura promedio de las plantas fue de 0,95 m, significativamente mayor a lo encontrado en los DEH de 0,52 m y 0,70 m. Bodrero *et al.* (1999), propusieron que en algunas situaciones es ventajoso el mayor espaciamiento para evitar que el cultivo crezca mucho en altura y se vuelque, especialmente en aquellos lotes de alta productividad y alta disponibilidad hídrica.

**Tabla N° 3:** Altura en función de la DEH.

<b>DEH (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	
0,25	0,95	a
0,52	0,87	b
0,70	0,83	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

La altura de las plantas según el GM fue mayor en los más largos, siendo las diferencias significativas. Esto podría atribuirse a su mayor longitud del ciclo (Tabla N° 4).

**Tabla N° 4:** Altura en función del DEH para los distintos grupos de madurez.

	<b>DEH (m)</b>					
	<b>0,25</b>		<b>0,52</b>		<b>0,70</b>	
<b>GM V</b>	1,13	a	1,03	a	0,93	a
<b>GM IV</b>	0,92	b	0,82	b	0,78	b
<b>GM III</b>	0,9	b	0,85	b	0,82	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

### **Número de vainas por planta:**

Se encontraron diferencias significativas en el número de vainas por plantas para los distintos DEH. El mayor número de vainas por plantas (73) fue observado en los mayores distanciamientos, mientras que el menor número de vainas se contó en el menor DEH (Tabla N° 5). En los mayores espaciamientos el aborto de vainas fue menor, esto podría deberse a que en los menores DEH (con mayor competencia entre plantas) podrían haberse suscitado periodos de estrés con la consecuente pérdida de vainas, concordando con lo expuesto por Egli y Bruening (2006), quienes encontraron que ante restricciones ambientales se acentúa la mortandad de vainas.

Tabla N° 5: Número de vainas por plantas según DEH.

<b>DEH (m)</b>	<b>Vainas/pl</b>	
0,70	72,94	a
0,52	71,01	a
0,25	54,63	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

Al evaluar el número de vainas por planta según los GM, se observaron diferencias significativas solamente en el DEH de 0,25 m a favor de los GM IV por sobre los demás (Tabla N° 6). Si bien en los DEH restantes no hubo diferencias significativas, los GM IV tendieron a fijar más números de vainas por plantas.

Tabla N° 6: Número de vainas por plantas según DEH y GM.

	<b>DEH (m)</b>				
	<b>0,25</b>	<b>0,52</b>	<b>0,70</b>		
<b>GM III</b>	51,3	ab	67,0	a	63,1 a
<b>GM IV</b>	62,6	a	79,2	a	79,4 a
<b>GM V</b>	45,4	b	62,6	a	77,6 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

### Número de granos por m<sup>2</sup>:

El NG/m<sup>2</sup> aumentó con la disminución del DEH, resultando en diferencias significativas a favor del distanciamiento 0,25 m por sobre los demás, obteniéndose 2.743

granos/m<sup>2</sup>, teniendo relación con lo manifestado por Shibles *et al.* (1975) y Egli (1998).

Entre los DEH 0,70 m y 0,52 m no hubo diferencias significativas (Tabla N° 7).

Tabla N° 7: Números de Granos (NG) por m<sup>2</sup> a distintos DEH.

<b>DEH (m)</b>	<b>NG/m<sup>2</sup></b>	
0,25	2743,13	a
0,70	2297,19	b
0,52	2207,47	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

El mayor NG/m<sup>2</sup> se registró en los GM IV, (Tabla N° 8) siendo las diferencias significativas en el distanciamiento de 0,52 m. En esta tabla se puede observar que se mantuvo la tendencia de lo expresado en el párrafo anterior, donde en todos los GM el mayor NG/m<sup>2</sup> fue en el menor DEH.

Tabla N° 8: NG/m<sup>2</sup> según DEH y GM.

	<b>DEH (m)</b>				
	<b>0,25</b>	<b>0,52</b>	<b>0,70</b>		
<b>GM III</b>	2673,8	a 1984,8	b 2140,2	a	
<b>GM IV</b>	3024,7	a 2521,3	a 2505,6	a	
<b>GM V</b>	2318,7	a 2025,0	b 2125,0	a	

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

### Peso de mil granos:

En la Tabla N° 9 se analiza la variable PMG, resultando en diferencias no significativa para los tres DEH. Esto pone de manifiesto que el DEH no influye sobre el PMG, además el periodo de llenado de grano transcurrió sin restricciones hídricas, sin que se produjeran déficit en la disponibilidad de asimilados concordando con lo propuesto por Sadras (2007).

Tabla N° 9: PMG según DEH.

<b>DEH (m)</b>	<b>PMG (gr)</b>	
0,52	161,13	a
0,25	156,60	a
0,70	155,45	a

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

Al evaluar el PMG según los GM, se observó que en los DEH de 0,25 m y 0,52 m los GM V presentaron mayor PMG, seguido de los GM III, resultando en diferencias no significativas entre ellos (Tabla N° 10). Sin embargo, al comparar dichos resultados con los obtenidos por los GM IV, se encontraron diferencias significativas. Lo contrario ocurrió en el DEH de 0,70 m, donde los GM III presentaron mayores PMG, por encima de los GM restantes.

Tabla N° 10: PMG en función de los distintos DEH para los distintos GM.

	DEH (m)					
	0,25		0,52		0,70	
<b>GM III</b>	160,2	a	161,7	ab	171,2	a
<b>GM IV</b>	148,7	b	149,2	b	145,3	b
<b>GM V</b>	165,3	a	184,0	a	148,0	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

### **Rendimiento:**

Los valores de rendimientos tendieron a incrementarse con la disminución del DEH, resultando en diferencias significativas a favor del distanciamiento de 0,25 m, por sobre 0,52 m y 0,70 m (Tabla N° 11). Dichos resultados coinciden con lo encontrado por Keller y Fontanetto (1995); Baigorri (1997); Sánchez y Lizondo (2000); Helbert y Litchfield (1984); Board *et al.* (1996) y Baigorri *et al.* (1992).

Tabla N° 11: Rendimientos en kg/ha en función de los distintos DEH.

DEH (m)	Rendimiento (kg/ha)	
0,25	4257,8	a
0,70	3544,25	b
0,52	3511,07	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*



Al evaluar el rendimiento según GM, se encontraron diferencias significativas solamente en el DEH de 0,52 m a favor de los GM IV, por sobre los demás, observándose similar tendencia en los DEH restantes (Tabla N° 12). Los GM IV tuvieron mayores rendimientos en todos los DEH. Se observó que en los DEH de 0,25 m y 0,70 m los GM III tendieron a rendir más que los GM V, caso contrario a lo ocurrido en el DEH de 0,52 m, en el cual los GM V rindieron más que los GM III.

Tabla N° 12: Rendimientos en kg/ha en función de los distintos GM.

	DEH (m)		
	0,25	0,52	0,70
<b>GM III</b>	4280,0 a	3213,7 b	3660,2 a
<b>GM IV</b>	4444,5 a	3717,8 a	3614,9 a
<b>GM V</b>	3840,0 a	3692,3 ab	3147,7 a

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

En el Gráfico N° 1, la variable dependiente rendimiento, muestra un buen ajuste con la variable  $NG/m^2$ , con un valor de  $R^2 = 0,74$ , lo cual concuerda con lo expuesto por Shibles *et al.* (1975) y Egli (1998).

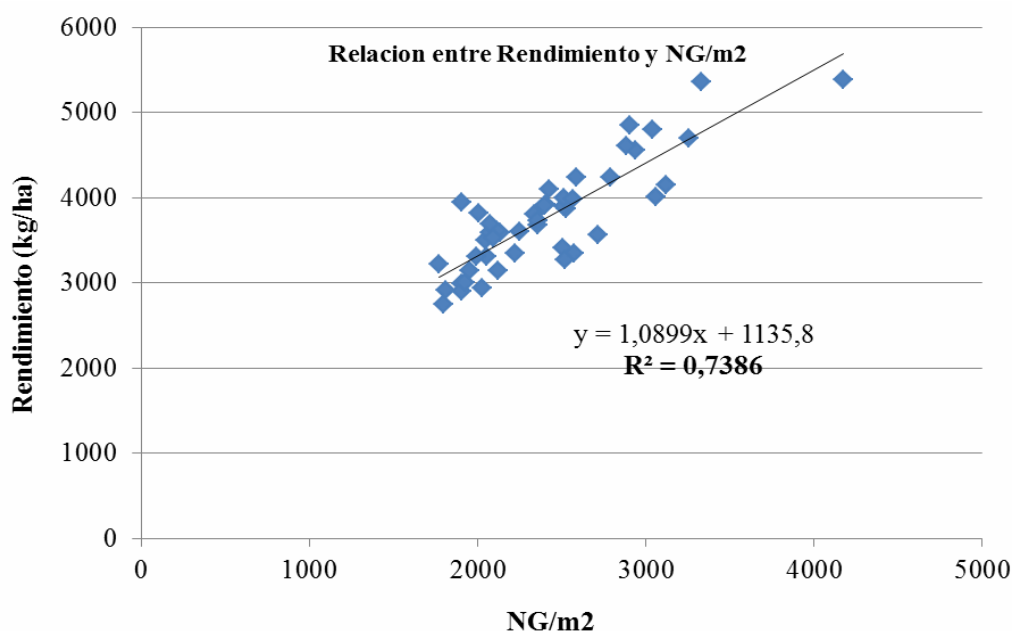


Gráfico N° 1: Rendimiento (kg/ha) en función del  $NG/m^2$ .

### Materia Seca:

Se observa en la Tabla N° 13 que en el DEH de 0,25 m hubo mayor producción de MS en las 3 determinaciones realizadas, resultando en diferencias significativas al compararlo con los DEH restantes. Por su parte el DEH de 0,52 m también superó en producción de MS al DEH de 0,70 m en las 3 determinaciones. Dichos resultados concuerdan con lo expuesto por Helbert y Litchfield (1984) y Board y Harville (1996), quienes asocian esta respuesta a una mejor distribución de las hojas dentro del canopeo, logrando así mayores tasas de crecimiento.

Tabla N° 13: kg/ha de MS en R<sub>1</sub>, R<sub>5</sub> y R<sub>8</sub> para distintos DEH.

<b>DEH (m)</b>	<b>MS R<sub>1</sub>(kg/ha)</b>		<b>MS R<sub>5</sub> (kg/ha)</b>		<b>MS R<sub>8</sub> (kg/ha)</b>	
<b>0,25</b>	909,3	a	6149,3	a	10714,6	a
<b>0,52</b>	557,5	b	4420,3	b	8119,0	b
<b>0,70</b>	431,4	c	3346,2	c	7053,2	c

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

En las tres tablas correspondientes a los tres momentos de corte (Tabla N°14, 15 y 16), se puede observar como en el DEH de 0,25 m no se observaron diferencias significativas en producción de MS (kg/ha) entre GM en los cortes realizados en R<sub>1</sub> y R<sub>5</sub>. En el último corte R<sub>8</sub> la mayor producción de MS se dio en el GM III. En el DEH de 0,52 m no se observan diferencias significativas en los cortes en R<sub>1</sub> y en R<sub>8</sub> de MS en kg/ha entre los distintos GM. En R<sub>5</sub> la mayor producción MS fue para GM III. En el DEH de 0,70 m no se observaron diferencias significativas en la producción de MS en el corte en R<sub>1</sub> entre los distintos GM. En el segundo (R<sub>5</sub>) y tercer corte (R<sub>8</sub>), la mayor producción se dio en el GM III. La mayor cantidad total de MS en kg/ha fue en el DEH de 0,25 m y en el GM III, coincidiendo con lo dicho por Board *et al.* (1990, 1992), donde determinaron que con menores espaciamientos, en siembras tardías, se logra una mayor TCC, la que está positivamente relacionado con la cantidad de materia seca total en R<sub>5</sub> y también con lo

dicho por Helbert y Litchfield (1984) y Board y Harville (1996), quienes manifiestan que en siembras con surcos menos espaciados, el mejor despliegue de las hojas dentro del canopeo determinó una mayor tasa crecimiento y biomasa del cultivo en periodos reproductivos críticos.

Tabla N° 14: Valores de MS en R<sub>1</sub> (kg/ha) en función de distintos DEH con respecto a los distintos grupos de madurez.

	DEH (m)					
	0,25		0,52		0,70	
<b>GM III</b>	873,3	a	555,6	a	423,8	a
<b>GM IV</b>	973,3	a	546,0	a	453,0	a
<b>GM V</b>	853,3	a	584,2	a	385,8	a

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

Tabla N° 15: Valores de MS en R<sub>5</sub> (kg/ha) en función de distintos DEH con respecto a los GM.

	DEH (m)					
	0,25		0,52		0,70	
<b>GM III</b>	6586,7	a	4847,6	a	3704,8	a
<b>GM IV</b>	5833,3	a	4269,8	ab	3279,6	ab
<b>GM V</b>	5906,7	a	3866,7	b	2728,6	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

Tabla N° 16: Tercer muestreo de MS (kg/ha) en R<sub>8</sub> en función de distintos DEH con respecto a los GM.

	DEH (m)					
	0,25		0,52		0,70	
<b>GM III</b>	11169,0	a	8273,1	a	7550,3	a
<b>GM IV</b>	10569,5	ab	8165,9	a	7058,5	a
<b>GM V</b>	10042,0	b	7717,1	a	6012,7	b

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según test LSD*

#### Tasa de crecimiento de cultivo (TCC):

Como se observa en la tabla N° 17, las mayores TCC promedio para el periodo R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub> estuvieron asociadas a los menores DEH, en los cuales como se indicó anteriormente se

observaron las mayores producciones MS para los 3 momentos de cortes. Dichos resultados concuerdan con lo observado por Helbert y Litchfield (1984) y Board y Harville (1996), quienes asociaron esta mayor tasa de crecimiento a una mejor distribución de las hojas dentro del canopeo. Por su parte y en coincidencia con lo expuesto por Board *et al.*, (1990, 1992), la TCC en el periodo R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>, tuvo alta correlación con la cantidad de MS en R<sub>5</sub>.

**Tabla N° 17:** Tasa de crecimiento de cultivo promedio para el periodo R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>, según DEH

DEH (m)	TCC (gr/m <sup>2</sup> .dia)	
0,25	12,47	a
0,52	9,19	b
0,70	6,95	c

*Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05), según test LSD*

La mayor TCC se dio en los GM III y en los 3 DEH, siendo la más elevada en 0,25 m (Tabla N° 18). En el espaciamiento de 0,25 m los GM no mostraron diferencias significativas. Para los DEH de 0,52 m y 0,70 m se encontraron diferencias significativas entre los GM III y V, a favor de los primeros. La menor TCC fue manifestada por el GM V en la distancia de 0,70 m.

**Tabla N° 18:** Tasa de crecimiento de cultivo promedio (gr/m<sup>2</sup>.dia), para el periodo R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>, según DEH y GM.

	DEH					
	0,25		0,52		0,70	
<b>GM III</b>	13,6	a	10,2	a	7,8	a
<b>GM IV</b>	11,6	a	8,9	ab	6,7	ab
<b>GM V</b>	12,0	a	7,8	b	5,6	b

*Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05), según test LSD*

La variable dependiente MS acumulada en R<sub>5</sub>, mostró un buen ajuste con la variable TCC en el periodo R<sub>1</sub>-R<sub>5</sub>, con un valor de R<sup>2</sup> = 0,98, lo cual concuerda con lo expuesto por Board *et al.*, (1990, 1992). Sin embargo, al igual que Landler y Kantolic (2011), Andriani

*et al.*, (1991) y Andrade y Ferreiro (1996), no se encontró asociación de dicho parámetro con el número de granos por m<sup>2</sup> y el rendimiento del cultivo.

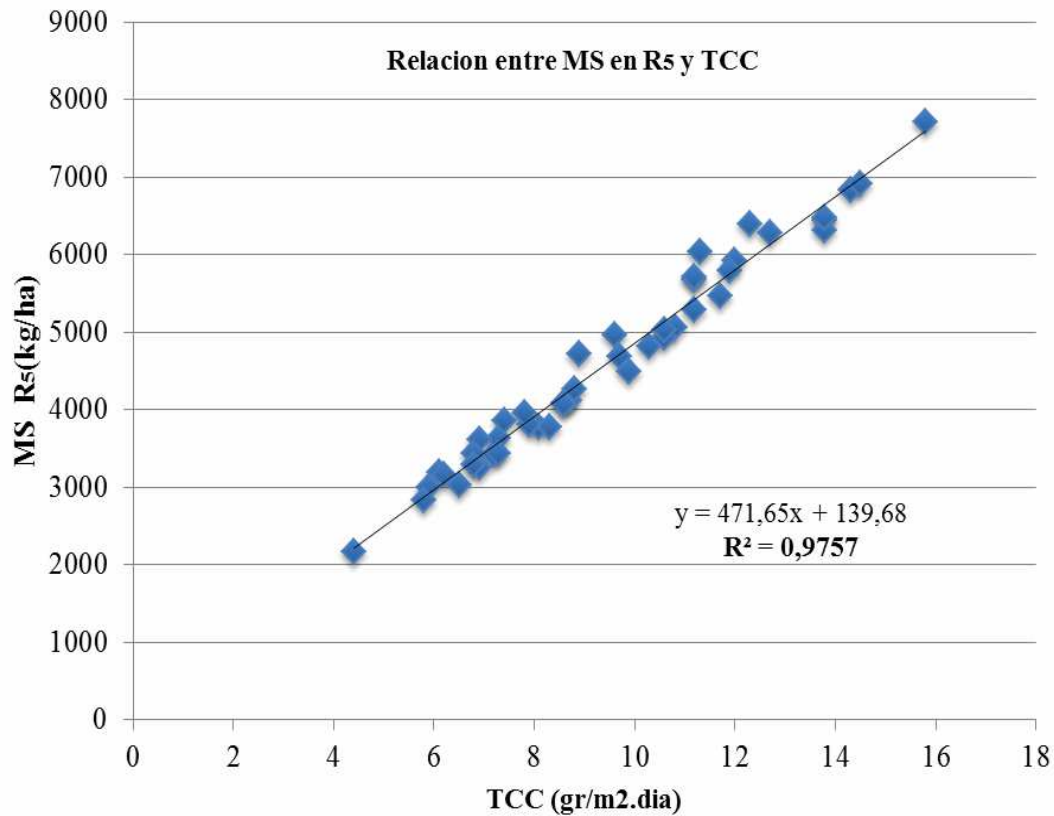


Gráfico N° 2: MS (Kg/ha) en R<sub>5</sub> en función de la TCC (gr/m<sup>2</sup>.dia).

### **CONCLUSION:**

No se pudo comprobar la hipótesis de que con mayores distanciamientos entre hileras y grupos de madurez más altos se pudiera lograr una mayor fijación de número de vainas por plantas y números de frutos por vainas. Por el contrario, los datos de la campaña 2012/2013, al registrarse una buena disponibilidad hídrica durante el ciclo del cultivo, el acortamiento del DEH combinado con grupos de madurez intermedio presentaron los mayores rendimientos. Finalmente como se vio en el trabajo tanto el rendimiento como sus

componentes fueron muy variables al utilizar distintos GM y DEH, lo cual muestra de alguna manera la importancia de tener en cuenta dichas variantes de acuerdo a la región donde nos encontremos, y a las condiciones climáticas esperadas para la campaña.

**AGRADECIMIENTOS:**

Este trabajo fue posible gracias al convenio entre la Facultad de Agronomía Unlpam, la firma Lartirigoyen y Cia. y el señor Alberto Cazenave, propietario del establecimiento “Las Cuevas”.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALESSI, J. and POWER, J. 1982. Effect of plant and row spacing on dryland soybean yield and water-use efficiency. *Agron. J.* 74:851-854.
- ANDRADE, F.H. Y FERREIRO, M. 1996. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina *Field Crops Res.* 41:1-12
- ANDRADE, F. H. y SADRAS, V. O. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En su: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed. Medica Panamericana S. A., cap 7, p. 173-206.
- ANDRIANI, J.M., F.H. ANDRADE, E.E. SUERO, Y J.L. DARDANELLI. 1991. Water deficits during reproductive growth of soybean. 1. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Agronomie* 11: 737-746.
- BAIGORRI, H. E. J.; SALINES, L. A. Y MASIERO, B. L. 1992. Influencia del espaciamiento entre surcos sobre el rendimiento de soja de Grupos de Madurez V, VI Y VII. Informe técnico 101. EEA INTA Marco Juárez.
- BAIGORRI, H. 2004. Criterios generales para la elección y manejo de cultivares en el cono Sur. En Diaz Zorita, M y Duarte, G. A. (Ed). *Manual Practico para la Producción de Soja.* Bs As. Hemisferio Sur. Pag 53-54.
- BOARD, J.E., HARVILLE, B.G. and SAXTON, A. 1990. Branch and dry weight in relation to yield increase in narrow-row soybean. *Agron. J.* 82:540-544.
- 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 y NAKAYAMA, F. 1989. Intercepción de radiación fotosintéticamente activa y productividad de soja de segunda sembrada a distintos espaciamientos entre surcos. IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires. Argentina.
- BODRERO, M.L.; MENDEZ, J.M.; ANDRIANI, J.M.; MACOR, L. Y MAGNANO L.; 1999. Comportamiento de la soja en siembra anticipada en ambientes de alta y baja productividad. Mercosoja 99, Resumen de trabajos y conferencias presentadas, Rosario, Argentina. Tecnología del cultivo, En Para mejorar la producción 11”, Soja campaña 1998/99. E.E.A. Oliveros.
- BOQUET, D. J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post-optimal planting dates. *Agron. J.* 82:59-64.
- BORRÁS, L., SLAFER, G. A., OTEGUI, M. E. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research* 86, 131-146.
- BREVEDAN, R. E., EGLI, D. B. 2003. Short Periods of Water Stress during Seed Filling, Leaf Senescence, and Yield of Soybean. *Crop Sci* 43, 2083-2088.
- BUTTERY, B. R. 1969. Analysis of the growth of soybean as affected by plants population and fertilizer. *Can. J. Plant Sci.* 49:675-684.
- DI RIENZO, J.A.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, I.; TABLADA, M.; GUZMÁN, W.; ROBLEDO, C.W.; CASANOVES, F. 2002. Software INFOSTAT Versión 1.1. UN Córdoba, F. Cs. Agrarias.



- EGLI, D. B. 1998. Seed Biology and the Yield of Grain Crops. CAB International, Willingford, UK. 1-178.
- EGLI D. B., BRUENING W. P. 2006. Fruit development and reproductive survival in soybean: Position and age effects. Field Crops Research 98, 195-202.
- FEHR, W.R. y CAVINESS, C.E. 1977 - Stages of soybean development. Special Report 80. Cooperative Extension Service. Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames, Iowa. 11: 929-931.
- GRATEROL, Y. E., ELMORE, R. W. y EISENHAUER, D. E. 1996. Narrow-row planting systems for furrow-irrigated soybean. J. Prod. Agric. 9:546-553.
- HELBERT, S. J. y LITCHFIELD, G. U. 1984. Growth response of short season soybean to variation in row spacing and density. Field Crops Res. 9: 163-171.
- IKEDA, T. 1992. Soybean planting patterns in relation to yield and yield component. Agron. J. 84: 923-926.
- KELLER, O. y FONTANETTO, H. 1995. Siembra directa, fechas de siembra, espaciamiento y grupos de maduración. INTA EEA Rafaela. Área de Desarrollo Rural. Información Técnica N° 53. 7 pp.
- LANDLER, M.T. y A.G. KANTOLIC. 2011. Generación del rendimiento de soja (Glycine max) en planteos con diferente distribución espacial. En: Actas Mercosoja 2011: Quinto congreso de la Soja del Mercosur – Primer Foro de la Soja Asia – Mercosur. 14 al 16 de septiembre de 2011, Rosario. Publicado en Actas electrónicas (ISBN 978-987-27289-0-8).
- MAGyP Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. 2014. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar). Visitada en Agosto de 2014.

- MARTIGNONE, R. A., ENRICO, J. M., BODRERO, M. L., ANDRIANI, J. M. 2010. Factores asociados con la variabilidad de rendimientos entre grupos de madurez en soja. Para Mejorar la Producción N° 45. EEA INTA Oliveros, pp 25 – 34.
- MENDEZ, J.M., BODRERO, M., REGIS, C. y ANDRIANI, J. 2001. Influencia de la fecha de siembra y estructura del cultivo sobre el comportamiento de cultivares de distinto ciclo en las localidades de Classon y Runciman. Revista Soja para mejorar la Producción 18. Campaña 2000/2001 Pág. 75 a 80.
- ROBINSON, R. G. 1978. Production and culture. pp. 89-143. En: J.F. Carter (Ed.) Sunflower Science and Technology. ASA, CSSA, SSSA, Inc., Publishers, Madison, USA.
- SADRAS, V. O. 2007. Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crops. Field Crops Research 100, 125-138.
- SALVAGIOTTI, F. y MANLLA, A. 2011. Explorando brechas de producción y rendimiento potencial en soja: oferta de recursos y máximos rendimientos alcanzables en condiciones de campo. V Congreso de la Soja del Mercosur. Mercosoja 2011.
- SANCHEZ, H.A. y LIZONDO, M. 2000. Desarrollo y crecimiento de cultivares de GM V al IX en función del espaciamiento entre surcos y la fecha y densidad de siembra en Tucumán; pag. 29-32. En: Baigorri, H.E.J. y D.R. Croatto (Eds.) Manejo del cultivo de soja en Argentina. EEA INTA Marcos Juárez. Agro de Córdoba 7.
- SHIBLES, R.M., I.C.ANDERSON, y A.H. GIBSON. 1975. Soybean. In L.T. Evans (ed.) Crop physiology. Cambridge Univ. Press, London. pp 151–190.

- TAYLOR, H. M. 1980. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agron. J.* 72:543-547.
- VEGA, C. R.C. y ANDRADE, F.H. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras; pag. 120. En: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Andrade, F.H y Sadras, V.O.