



2021: “70 años de la declaración de La Pampa como provincia”

“COMPORTAMIENTO DE GRUPOS DE MADUREZ Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN SOJA DE SEGUNDA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA”

“Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo”

Autores: Cuadrado, Enzo Gastón

Vazquez, Franco Ariel

Director: Zingaretti, Osvaldo. Profesor Adjunto Exclusivo Regular en la cátedra Cereales y Oleaginosas- Ingeniería Agronómica.

Codirectora: Kuhn, Nuria Vanina. Ayudante de Primera Exclusiva en la cátedra de Agrotecnia-Ingeniería Agronómica

Evaluadores: Riestra Diego René. Profesor Adjunto Interino Simple en la cátedra de Agrotecnia- Ingeniería Agronómica.

Repollo Rodolfo. Ayudante de Primera Simple Interino en la cátedra de Agrotecnia- Ingeniería Agronómica.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

SANTA ROSA, LA PAMPA, ARGENTINA, 2021.

Índice

<u>Resumen</u>	4
<u>Abstract</u>	4
<u>Introducción</u>	5
<u>Ecofisiología del cultivo</u>	7
<u>Antecedentes</u>	11
<u>Hipótesis 1</u>	14
<u>Hipótesis 2</u>	14
<u>Objetivo</u>	14
<u>Metodología</u>	14
<u>Antecedentes del lote</u>	14
<u>Tratamientos:</u>	15
<u>Análisis Estadísticos</u>	16
<u>Resultados y discusión</u>	16
<u>Análisis de humedad en el ciclo</u>	16
<u>Análisis de radiación</u>	17
<u>Análisis de SPAD</u>	19
<u>Materia Seca Total</u>	19
<u>Análisis de Índice de Cosecha</u>	21
<u>Análisis de Vainas por planta</u>	23
<u>Análisis de Semillas por vainas</u>	26
<u>Análisis de Peso de mil semillas</u>	28
<u>Análisis de Plantas logradas por metro cuadrado</u>	31
<u>Análisis de Semillas por metro cuadrado</u>	31

	3
<u>Análisis de Rendimiento</u>	34
<u>Conclusión</u>	37
<u>Bibliografía</u>	38
<u>Anexo:</u>	41
<u>Escala de desarrollo</u>	41
<u>Tabla N° 1 Precipitaciones durante la realización de la campaña 2018-19</u>	41
<u>Resultados estadísticos:</u>	42

Resumen

La producción de soja en nuestro país ha tenido un crecimiento constante en los últimos años, con una gran importancia a nivel mundial, nacional y de la Región Pampeana. Se realizó este trabajo, en el noreste de la provincia de La Pampa, a cercanías de la localidad de Miguel Cané, donde se evaluó el efecto de diferentes grupos de madurez (GM) y densidades de siembra sobre el rendimiento y sus componentes. Se evaluaron 2 GM, uno ciclo corto Don Mario (DM)4612 y uno largo Nidera (N) 5009, con 4 densidades de siembra de 12, 17, 22 y 27pl/m², completando así 8 tratamientos. Las variables analizadas fueron: Humedad (H), Intercepción de la radiación (IR), Cantidad relativa de clorofila (SPAD), Materia seca total (MST), Índice de cosecha (IC), Vainas por planta (V/Pl), Semillas por vaina (S/V), Peso de mil semillas (PM), Número de grano (NG/m²) y Rendimiento (R). Hubo diferencias significativas entre GM en rendimiento, no así en densidades, comprobándose la compensación del cultivo a diferentes densidades de siembra.

Palabras claves: Glycine Max, rendimiento, densidad de plantas, grupos de crecimiento.

Abstract

Soy production in our country has had a constant growth in recent years, with great importance world wide, nationally and in the Pampean Region. This work was carried out in the northeast of the province of La Pampa, near the town of Miguel Cané, where the effect of different groups of maturity (GM) and planting density on yield and its components was evaluated. Two GM were evaluated, one short cycle Don Mario (DM) 4612 and one long Nidera (N) 5009, with 4 planting densities of 12, 17, 22 and 27pl / m², thus completing 8 treatments. The variables analyzed were: Humidity (H), Interception of radiation (IR), Relative amount of chlorophyll (Spad), Total dry matter (MST), Harvest index (IC), Pods per plant (V/Pl), Seeds per pod (S/V), Weight of one thousand and grain (PM sem), Seed or Number of grain (NG/m²) and Yield. There were significant differences between GM in yield, but not in planting density, noting the compensation of said crop.

Key words: Glycine Max, yield, plant density, growth group.

Introducción

El cultivo de Soja (*Glycine max*) es una especie leguminosa de uso oleaginoso. Es una herbácea anual de crecimiento primavero.-estival, originaria de China. Perteneció a la familia Fabaceae, subfamilia Papilionoideas. Con características propias que la diferencian del resto de los integrantes de dicha familia, se destaca por su alto contenido de proteínas y por su calidad nutritiva. Ocupa una posición intermedia entre las legumbres y granos oleaginosos, conteniendo más proteínas que la mayoría de las legumbres, pero menos grasa que la mayor parte de las oleaginosas (Toledo, 2008). La soja es una de las principales especies productoras de proteína para la dieta humana y animal, ya que sus granos contienen alrededor del 40% de proteína de excelente calidad. Las semillas poseen además un 20% de aceite comestible e industrializable. Los granos enteros pueden ser consumidos directamente o a través de tratamientos. Sin embargo, el valor económico de la especie es la obtención del aceite y la utilización de las harinas de extracción.

En la década del 60', este cultivo experimentó un incremento notable en la superficie sembrada y en su producción tanto a nivel mundial como nacional, debido principalmente, a su rentabilidad en el agro-Argentino. Esta incorporación de soja en aquellos años se dio por la demanda interna insatisfecha de harina de soja con destino a la alimentación animal. El despliegue definitivo de la soja fue en 1974 donde se extinguió la oferta de harina de anchoveta peruana, principal y casi exclusiva fuente de proteína utilizada en la preparación de alimentos balanceados en la Argentina (Reca, 2005). Así, con el correr de los años fue tomando importancia a nivel nacional y mundial, incorporando tecnologías como las semillas transgénicas (RR en 1996), la aparición de la siembra directa, fertilizantes y todo su paquete tecnológico que ha llevado, a que en la Argentina se siembre más de 20 millones de hectáreas y se produzcan alrededor de 40 millones de toneladas, como se puede apreciar en los gráficos N°1, N°2 y N°3. (Estimaciones Agrícolas, 2019).

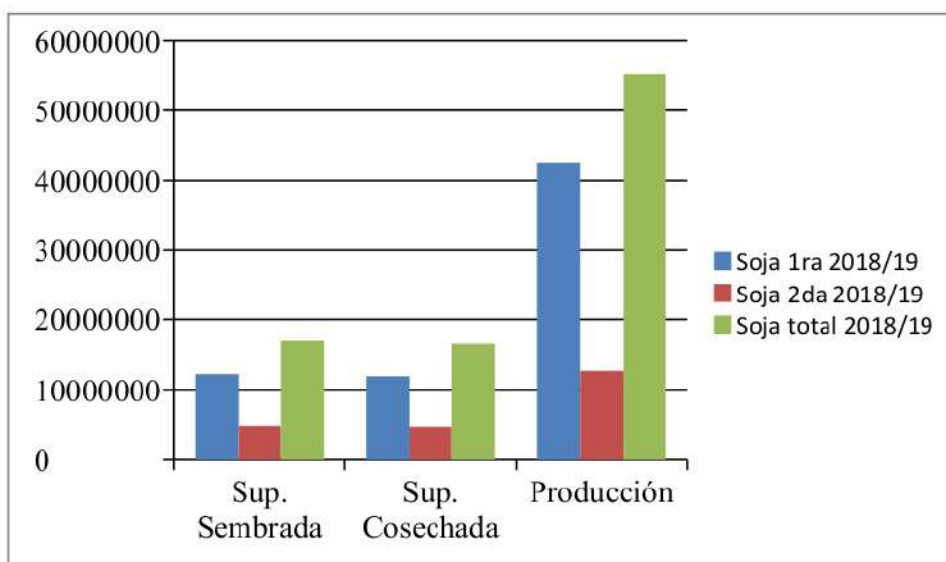


Gráfico N°1: Producción, superficie sembrada y cosechada a nivel nacional.
Fuente: Estimaciones Agrícolas, 2019.

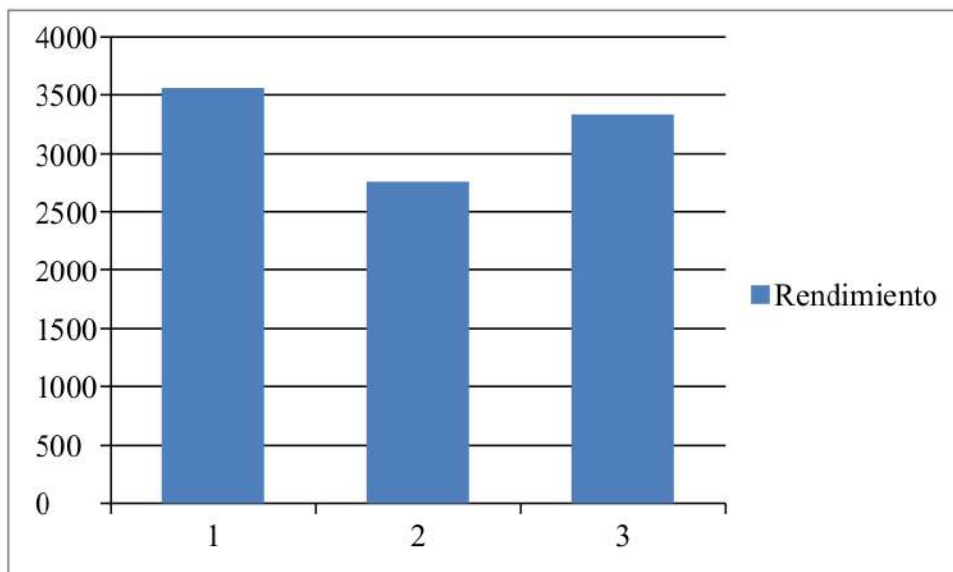


Gráfico N°2: Rendimientos de soja de primera y segunda. Fuente: Estimaciones Agrícolas, 2019.

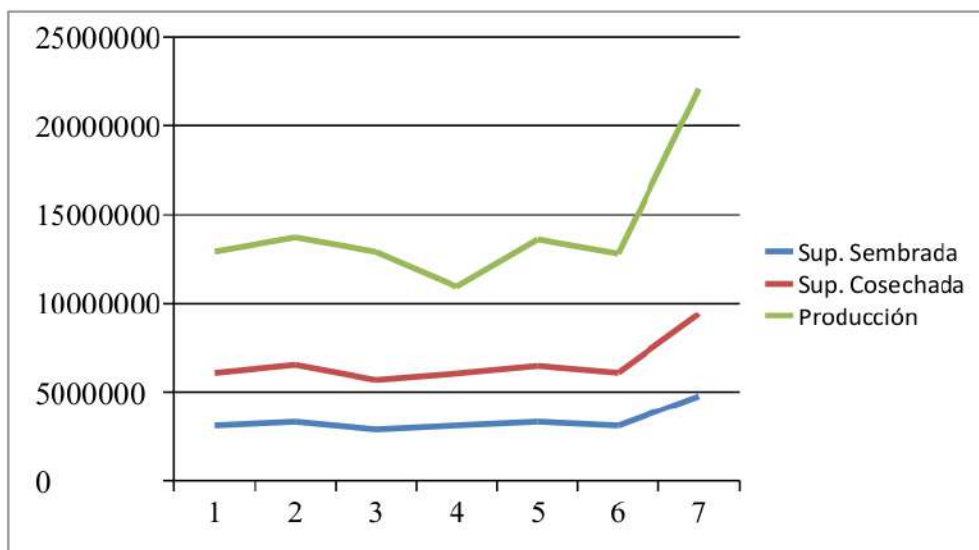


Gráfico N°3 se muestra la evolución de la producción, la superficie sembrada y cosechada de soja de segunda. Fuente: Estimaciones Agrícolas, 2019.

En la Región Pampeana se concentra la mayor producción de este cultivo y por ende la mayor demanda de información, tanto por parte de los asesores como de los productores, para tratar de tener un uso eficiente de insumos (semillas) y lograr así los mejores rendimientos.

Cabe destacar también, el incremento de la realización de soja de segunda, la cual es sembrada inmediatamente después de la cosecha de un cultivo de invierno. Este

proceso se llama “intensificación del doble cultivo”, el cual en la región se practica frecuentemente.

Los datos obtenidos para la realización del trabajo se realizaron en el límite oeste de la Región Pampeana, más precisamente en el Noreste de la provincia de La Pampa, en la localidad de Miguel Cané departamento de Quemú-Quemú. Se trata de una zona de la provincia donde la producción agrícola depende mucho de la influencia climática, teniendo en cuenta que la principal limitante son las precipitaciones (Figura N°1) y el segundo factor es el periodo libre de heladas, donde la fecha media de primera helada es el 10 de mayo y fecha media de última helada es el 20 de septiembre. Ambos factores son cruciales para la realización de soja de segunda, donde las precipitaciones son favorables para la realización de un doble cultivo, como así también, el periodo libre heladas. Por tales cuestiones se ha decidido realizar la evaluación de distintos grupos de madurez, uno de ciclo largo (V) y otro corto (IV).

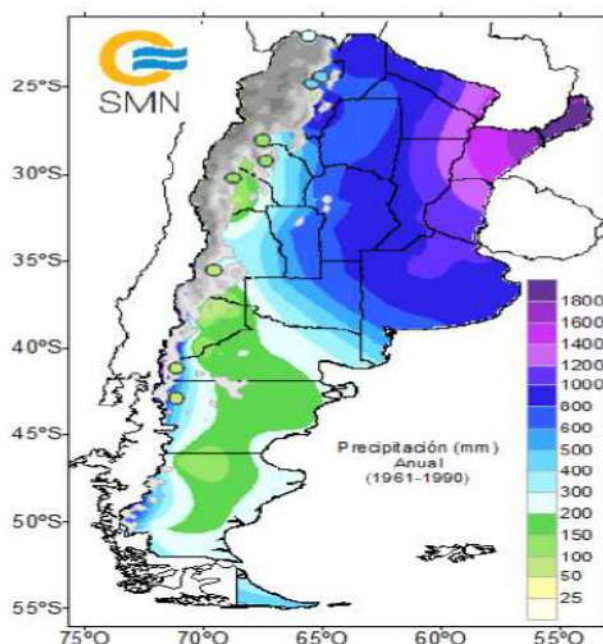


Figura N°1: Precipitaciones anuales en el territorio argentino. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Ecofisiología del cultivo

Los factores ambientales, temperatura y fotoperiodo son los que regulan la duración de las fases de desarrollo del cultivo, actuando en forma simultánea en las plantas y con evidencia de interacción entre ellos. (Kantolic et al., 2004). Respecto a la temperatura, influye en la duración de una fase (habitualmente medida en días), siendo determinante en cada uno de los distintos estados fenológicos del cultivo. La relación entre la duración de una fase y la temperatura no es lineal, por ello se prefiere caracterizar la longitud de una etapa a través de su inversa. Por debajo de la temperatura base y por encima de la máxima, el desarrollo prácticamente se detiene y la duración de la fase tiende a ser infinita (Sadras et al., 2000). (Figura N° 2).

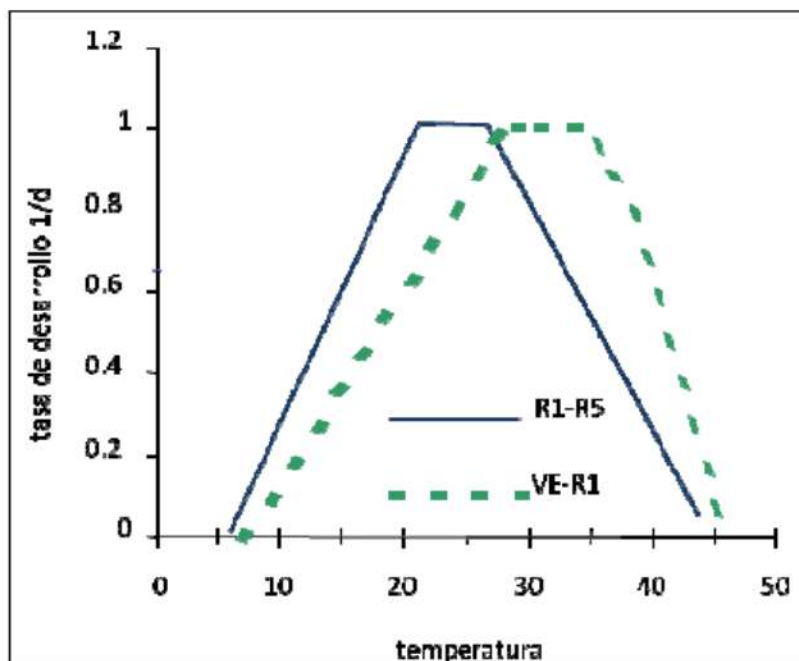


Figura N°2: Efecto de la temperatura sobre la tasa de desarrollo. Fuente: (Sadras et al., 2000).

En soja la temperatura base varía entre 6 y 10°C. Las temperaturas óptimas diurnas para fotosíntesis están comprendidas entre 30 y 35°C. La fijación de vainas se retrasa con temperaturas menores a 22°C y cesa con temperaturas menores a 14°C (Vega, 2006). La temperatura regula el desarrollo durante todo el ciclo. Cabe destacar que no se han encontrado respuestas diferenciadas entre genotipos en cuanto lo observado en la Figura 1; sin embargo, 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 (Piper et al., 1996).

En cuanto al fotoperiodo, el principal efecto que tiene en el desarrollo es la inducción de la floración. El cultivo de soja se clasifica como planta de día corto, porque los días cortos inducen el inicio del proceso de floración (Hicks, 1983). Además, influye y regula la mayor parte de los eventos reproductivos condicionando el inicio y el final de las diferentes fases y la tasa con que progresan los cambios dentro de la planta (Kantolic et al., 2004).

Tanto el valor crítico (valor a partir del cual cada GM aumenta la duración de la etapa VE a R1) como la sensibilidad fotoperiódica son diferentes según el genotipo. Los denominados GM menores o bajos (II, III, y IV) requieren mayor fotoperiodo para la inducción (menos sensibles); en cambio los GM mayores o altos (V determinado (det), V indeterminado (ind), VI, VII, VIII y IX) se inducen con menor fotoperiodo (más sensibles); esta sensibilidad significa mayor duración de fase con respecto a los GM menores (Figura N°3).

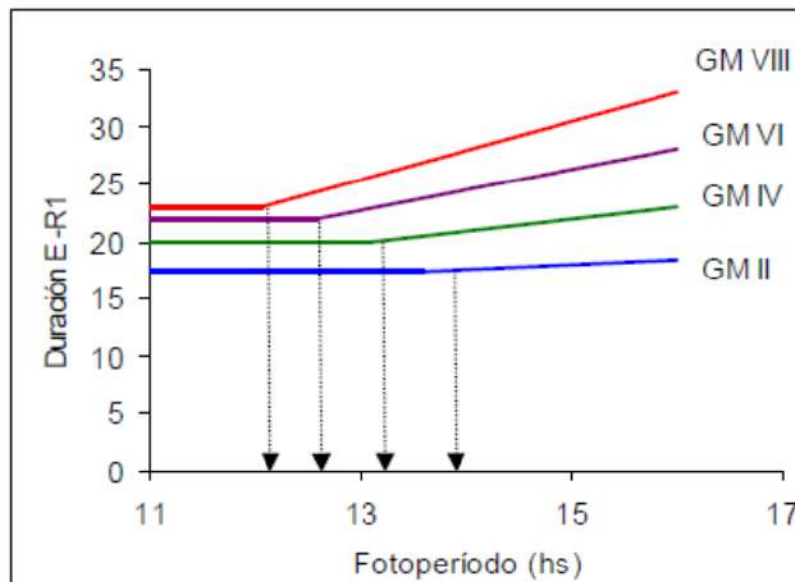


Figura N°3: Efecto del fotoperíodo (horas de luz) sobre la duración en días de emergencia a floración. Fuente: Cátedra de Cereales Facultad de Agronomía UNLPam.

El rendimiento es resultado de la interacción de diferentes procesos de desarrollo que tienen lugar durante el ciclo del cultivo. Entender las bases de estos procesos es fundamental para identificar las posibles limitaciones en los diferentes ambientes de producción.

Del total de recursos capturados por la planta, una parte se destina a los órganos vegetativos y otra proporción usada para la biomasa que genera el rendimiento, de dicha relación se genera el índice de cosecha (IC). Con respecto a la potencialidad y estabilidad de los rendimientos, el rendimiento potencial es un atributo genético condicionado fuertemente por el ambiente, donde los GM menores tendrían mayor potencial que los GM mayores, pero a su vez exigen mejores condiciones ambientales durante el período crítico (Baigorri, 1997). La estabilidad del rendimiento, en cambio, está asociada en forma directa al largo del ciclo; por lo tanto, los GM mayores, que tienen mayor duración de ciclo, presentan mayor estabilidad.

El rendimiento de la soja está asociado con las variaciones en el número de granos y en menor medida con su peso promedio (Rodríguez et al., 2015). El número de granos por unidad de superficie se define durante los estadios R1-R6 (escala de Fehr&Caviness 1971), aunque puede variar según el autor. Lo más influyente es la duración del período, el crecimiento del cultivo y la partición a sus estructuras reproductivas junto con su eficiencia de fijación de granos. Existe una correlación positiva entre la tasa de crecimiento ($\text{g/m}^2/\text{día}$) y el número de granos (Figura N°4), una mayor cantidad de fotoasimilados en esta etapa, determina más sitios potenciales para la fijación de vainas.

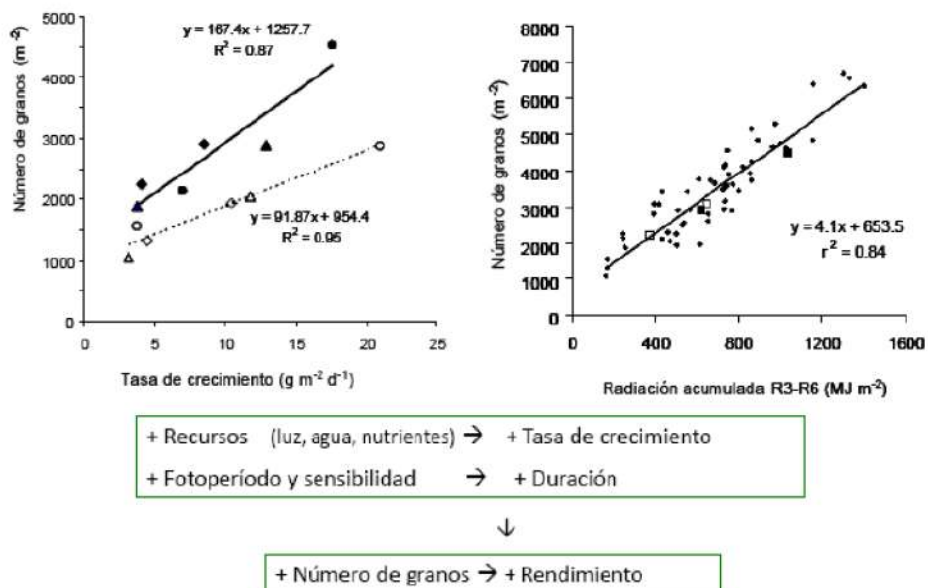


Figura N°4. Fuente: Cátedra de Cereales Facultad de Agronomía UNLPam.

La duración de la etapa crítica también se correlaciona positivamente con la variable números de granos. Ya que una mayor extensión permite un incremento de la cantidad de fotoasimilados (Kantolic y Slafer, 2005). La eficiencia de fijación de granos se evidencia en el número de granos por unidad de biomasa acumulada a R5. Este parámetro al igual que el de partición, están fuertemente determinados por el genotipo. No obstante, distintos cultivares pueden fijar el mismo número de granos combinando diferencialmente estos procesos (Rotundo et al., 2014)

Para la determinación del peso del grano, hay que tener en cuenta las fases de desarrollo del grano, entre ellas, fase lag con una alta división celular y baja acumulación de biomasa, la fase de llenado efectivo donde la tasa de llenado es máxima y constante y la tercera fase denominada fase de maduración donde se produce la desecación del grano hasta alcanzar la humedad de cosecha. El peso final del grano se determina por la tasa de llenado y la duración que corresponde con el período R5-R7 (días).

Antecedentes

A nivel mundial la soja es un cultivo muy importante debido a su creciente rentabilidad en las últimas décadas. Se ha estudiado ampliamente sobre la densidad óptima de la misma para tener un menor costo de semilla y así obtener mejores márgenes o, ir trabajando diferentes densidades en diferentes tipos de suelo y regiones con distintas condiciones ambientales. Este trabajo lo lleva adelante la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO) con un proyecto del INTA en convenio de vinculación y asistencia técnica con la Asociación de Semilleros Argentinos (ASA).

A lo largo de las últimas décadas la preocupación de asesores y productores sigue siendo la búsqueda de reducción de la cantidad de semilla utilizada por hectárea sin deprimir el rendimiento debido al incremento del costo de los insumos. Se tiene en cuenta que la densidad óptima de un cultivo se define como el número mínimo de plantas que permite alcanzar los máximos rendimientos (Vega y Andrade, 2000). Para las diferentes zonas del país la densidad del cultivo de soja se encuentra entre 24 y 36 plantas/m² (Baigorri et al., 1997), determinadas para cultivares con características diferentes a los actuales, tanto grupo de madurez como así también por el hábito de crecimiento, además de la incorporación de tecnologías de nutrición y protección del cultivo.

Las densidades utilizadas son superiores a las óptimas debido a diversas causas, entre las que se pueden mencionar (i) el relativo bajo costo de la semilla de soja, (ii) la baja calidad de la semilla que se usa habitualmente y (iii) la inexistencia de pérdidas de rendimiento producto de sembrar densidades excesivamente altas. Estas causas también hicieron que hoy exista una significativa falta de información entre los productores sobre la posibilidad de bajar la densidad de siembra (Pérez y Usseglio, 2012). Por estos motivos resulta interesante la búsqueda de la densidad óptima en un contexto de aumento de precio de la semilla y de aumento de calidad de semilla para la siembra.

Asesores de CREA Gálvez, (Pérez y Usseglio, 2012), hicieron ensayos relacionados a la reducción de densidad de siembra y cuánto puede afectar el rendimiento. Los cultivares utilizados fueron: uno de grupo de madurez V corto (NA 5009 RG) y el otro de grupo de madurez IV corto (NA 4009 RG), ambos de hábito de crecimiento indeterminados. Las densidades de siembras fueron de 10, 20, 30 y 40 pl/m². La fecha de siembra para soja de primera fue del 1 al 11 de noviembre y para la de segunda fue del 1 al 10 de diciembre. El cultivo de soja de primera, comenzó con una recarga de perfil muy grande. En el caso de soja de segunda, empezó con un perfil de suelo seco. La variedad NA 5009 tuvo de promedio 96 cm de altura y NA 4009 59 cm. Los mejores rendimientos en soja de primera para la variedad NA 4009 se obtuvieron con densidades entre 21 y 30 pl/m² (prácticamente sin diferencias con la densidad de rango 16 y 20 pl/m²), mientras que en NA 5009 el rango estuvo entre 16 y 20 pl/m². En promedio los mejores resultados se alcanzaron con densidades entre 16 y 25 pl/m² a cosecha. Los ambientes explorados fueron desde 2000 a 4600 kg/ha de rendimientos. Y para soja de segunda el mejor rendimiento promedio para las dos variedades evaluadas

se obtuvo con densidades entre 16 y 20 pl/m². Los ambientes explorados fueron desde 650 a 4200 kg/ha de rendimientos. Algunas conclusiones a las que llegaron fueron que: las variaciones de densidad entre 9 a 46 plantas/m² produjeron modificaciones en el rendimiento en promedio de 10%, con extremos de 40%. En soja de primera los efectos de las variaciones de densidad fueron menores (8% de variación en promedio, máximo 32%) que en soja de segunda (12% de variación en promedio, máximo 54%).

Otros ensayos realizados por (Triadani y Hecker, 2017) en la EEA de Río Primero provincia de Córdoba, consistieron en realizar análisis comparativos de rendimiento entre las diferentes densidades de siembra en ambas campañas (2014/15 y 2015/16). Se hizo sobre un suelo argiustol típico con textura franca- franca arcillosa siendo la siembra el 30/11/2016 y la cosecha 24/04/2017. Utilizaron la variedad Nidera 5009 con un antecesor trigo, siembra a chorillo y distanciamiento a 42cm. Tratamiento como testigo uso 23pl/metro lineal (126pl/m²), baja densidad de 5pl/metro lineal (11pl/m²), media densidad 10pl/metro lineal (23pl/m²) y alta densidad 18pl/metro lineal (42pl/m²). Encontraron que el número de ramas/m² aumentaba con la densidad, el número de nudos/m² se comportó de la misma forma siendo mayor el de alta densidad, pero sin diferencias significativas con el tratamiento testigo variando desde 921 a 1150. El número de vainas/m² fue mayor para el tratamiento de alta densidad con 1600, el número de grano/m² también fue mayor para la alta densidad 2800 granos, pero sin mostrar diferencias significativas con el testigo. En cuanto rendimiento para densidad baja 4550, media 4200, alta 4600 y testigo 4670 Kg/ha.

En el Campo Escuela de la FCAUNC (Córdoba) en la campaña 16/17, (Cardozo Gizzi, G. et al., 2018) evaluaron 4 cultivares distintos que van del GM IV largo a VI corto, y se sembraron en dos densidades, 9 y 18 plantas/metro lineal todas con la misma fecha de siembra (FS), el 28 de noviembre de 2016. Las variedades analizadas fueron: DM 4612, NA 5009, DM 5.9 y CZ 6205, todas de hábito de crecimiento indeterminado. Se observó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre variedades, siendo la de GM más corto, (DM 4612), la que obtuvo mayor rendimiento que fue de 5500Kg/ha en alta densidad (AD) (18pl/m²) y con diferencias significativas con respecto al resto. Entre densidades no hubo diferencias. Con respecto a la media del ensayo para el PMG (peso de mil granos) fue de 144,9 g, los datos obtenidos arrojaron valores extremos mínimo y máximo de 107,3 y 171,3 g respectivamente, siendo mayores para DM 4612 y NA5009 entre 160g y 170g. Para las variedades en AD, la media obtenida fue de 149,6 g mientras que para baja densidad (BD) fue de 138,7 g. Una diferencia para remarcar entre los ciclos fue la duración de la etapa VE-R1 es mayor en el cultivar CZ6205 con una diferencia de 30días con respecto a DM4612.

En la Facultad de Agronomía Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, (Laurito, 2016) realizó un trabajo con el objetivo de comprobar el efecto de compensación del cultivo soja al reducir a la mitad la densidad de siembra normalmente utilizada por productores de la zona, sobre los componentes del rendimiento y la captura de nitrógeno. Se llevó a cabo en un campo en el predio Agro aérea Sudeste del partido de Azul. El trabajo realizado se basó en un testigo (T) que utilizó una densidad con 19,36 plantas logradas/m, equivalente a 372.000 plantas/ha

(37,2 pl/m²). Raleo (R): aplicado manualmente para alcanzar 9,68 plantas logradas/m, equivalente a 186.000 plantas/ha (18,6 pl/m²). El tratamiento raleado, o sea el de baja densidad, tuvo menos radiación interceptada y biomasa aérea total. Por otra parte, encontraron que la reducción de la densidad de plantas por raleo no afectó significativamente el rendimiento en grano, aunque siendo mayor con mayor densidad. A su vez, sus principales componentes, número de granos y peso de mil, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Con respecto a los subcomponentes del número de granos por superficie, el número de ramas por planta presentó estabilidad entre densidades, mientras que el número de vainas por planta fue superior en el tratamiento con raleo siendo este último el mecanismo de compensación responsable de la estabilidad del rendimiento.

Con respecto al efectos de la combinación del grupo de madurez y la fecha de siembra sobre el rendimiento del cultivo de soja en la campaña 2016/2017, ensayos llevados a cabo en Monte Buey (Departamento Marcos Juárez) por (Pagnan et al., 2017) en los cuales se utilizaron diferentes fechas de siembra (11 de octubre, 28 de octubre, 8 de noviembre, 22 de noviembre, 7 de diciembre y 21 de diciembre del año 2016 y 6 de enero del año 2017), para estudiar los diferentes comportamientos de 5 cultivares comerciales de soja diferenciados por la longitud de su ciclo de desarrollo, cuatro de ellos pertenecientes al semillero Don Mario (DM), se vio que, con una buena disponibilidad del recurso hídrico, los máximos rendimientos alcanzados correspondieron a las fechas de siembra tempranas. En cultivares de ciclo corto, no se vieron diferencias significativas en el rendimiento, no siendo así en los cultivares de ciclos más largos donde se vieron disminuciones significativas del rendimiento en siembras tardías (21 de diciembre y 6 de enero). En conclusión, de dicho ensayo, el sitio experimental asociado a las condiciones ambientales de la campaña 16/17 determinaron un ambiente de alta productividad para el cultivo de soja. Las combinaciones de genotipo y fechas de siembra que permitieron obtener los máximos rendimientos correspondieron a aquellas que ubicaron temprano el período crítico para la definición del rendimiento. El atraso en la fecha de siembra (FS) se tradujo en disminuciones en el rendimiento de 27.7 kg/ha por día de atraso desde el 28/10 al 6/1. La FS determinó cambios en la calidad industrial del grano, en este sentido, en las FS tempranas se obtuvo un mayor rendimiento asociado a porcentajes de aceite elevados y bajos porcentajes de proteína. Mientras que al atrasar la FS se redujo el rendimiento y el porcentaje de aceite, aumentando el porcentaje de proteína.

El objetivo de esta tesis es analizar diferentes densidades de siembra de soja de segunda en el Noreste de La Pampa junto con los diferentes ciclos del cultivo, persiguiendo el objetivo de evaluar el mejor rendimiento al considerar densidad y grupo de madurez.

Hipótesis 1

El mayor rendimiento en kg/ha se obtendrá con la mayor densidad de plantas utilizada 27 pl/m².

Hipótesis 2

El mayor rendimiento en kg/ha se obtendrá con el grupo de ciclo más largo (N5009).

Objetivo

Evaluar los rendimientos de dos Grupos de madurez con diferentes densidades de siembra.

Metodología

Los ensayos se realizaron durante la campaña 2018/19, en cercanías de la localidad de Miguel Cané, departamento de Quemú-Quemú, Provincia de La Pampa.

Se evaluaron diferentes parámetros a campo:

- Humedad, (agua útil) en el suelo hasta 1,4m de profundidad del perfil antes de la siembra y durante el ciclo del cultivo, por método gravimétrico.
- PPM de fósforo a 20cm.
- Radiación incidente en el cultivo, según los diferentes canopeos que se desarrollen a partir de las diferentes densidades de siembra. Se utilizará para su medición ceptómetro de radicación fotosintéticamente activa.
- Contenido de clorofila en las hojas, mediante el uso del spad, que se relaciona con la condición del cultivo (minolta 503)

Se evaluaron diferentes parámetros en el laboratorio:

- Vainas por planta.
- Peso de mil semillas.
- Rendimiento
- Materia seca total, se determinó colocándose las plantas cosechadas en estufa a 60°C hasta peso constante.

Este trabajo se llevó a cabo sobre un suelo clasificado como *Haplustol entico*, caracterizado por una textura franca arenosa, sin limitaciones de tosca e influencia de napas. Se hizo un análisis de suelo para determinar Fósforo, el cual dio 8 ppm.

Antecedentes del lote

Con respecto al manejo del lote, el cultivo antecesor era una avena que fue cosechada el 22 de diciembre de 2019, la cual rindió 1200Kg/ha, unos 4 días después (26/12/2019) se sembró la soja de segunda con sus respectivos tratamientos. Posteriormente a la cosecha de avena se pulverizó con glifosato 2,5 lts/ha, Clorpirifos 0,5 lts/ha, Sulfentrazone 250 g/ha y corrector 50 cm³/ha. Se realizaron dos aplicaciones más a lo largo del ensayo. El día 16/02/19 se pulverizo con glifosato 2 lts/ha y coadyuvante 50cm³, y esta última el 3/04/19 se pulverizó Tiametoxam y Lambdacialotrina 200cc, Cipermetrina 150cc, Azoxistrobina y Cyproconazole 250cc relacionada contra plagas como chinches e isoca medidora.

La siembra fue en directa realizada con una sembradora Agrometal de 13 Surcos a 0,52m. Se utilizaron dos variedades de semillas de sojas las cuales fueron: una de GM IV largo “ciclo corto” (Don Mario 4612) y la otra GM V corto de “ciclo largo” (Nidera 5009), ambas de hábito de crecimiento indeterminado. Todas las semillas fueron previamente inoculadas con un inoculante comercial. Las mismas fueron sembradas en un diseño en franjas en distintas parcelas de 165m de largo x 20,2 m de ancho y se hicieron los siguientes tratamientos con 3 repeticiones.

Tratamientos:

Soja de ciclo corto Don Mario 4612:

12 plantas/m² (Tratamiento 1)

17 plantas/m² (Tratamiento 2)

22 plantas/m² (Tratamiento 3)

27 plantas/m² (Tratamiento 4)

Soja de ciclo largo Nidera 5009:

12 plantas/m² (Tratamiento 5)

17 plantas/m² (Tratamiento 6)

22 plantas/m² (Tratamiento 7)

27 plantas/m² (Tratamiento 8)

Análisis Estadísticos

Los datos se analizaron por ANAVA con el programa Infostat, y las medias se compararon con el test de LSD de Fisher ($p \leq 0,05$) para tener seguridad de que las medias son iguales estadísticamente.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados de las variables estudiadas en base a cada tratamiento y cantidad de plantas/m² (sin tener en cuenta los tratamientos) como:

Análisis de humedad en el ciclo

Se evaluó la humedad a la siembra (26/12/2018), en R1 (28/02/19), R6 (30/03/19) y a la cosecha del ciclo corto (27/04/2019) y del ciclo largo (15/05/2019). El experimento se desarrolló con aceptables niveles de precipitaciones (Tabla N°1) que permitieron tener una gran cantidad de Agua útil en todo el perfil. Con lo cual, se puede afirmar que no hubo deficiencias hídricas durante el ciclo del cultivo, donde en los diferentes muestreos realizados en las partes bajas de lote, se llegaba fácilmente a la napa freática, la cual se encontraba al metro de profundidad.

El consumo de agua del cultivo es el valor de la evapotranspiración acumulada a lo largo su ciclo de crecimiento y desarrollo. Para la región sojera núcleo, las necesidades de agua de los cultivos de soja de 1° y 2° varían de 500 a 600 mm y de 350-550 mm, respectivamente. La deficiencia de agua es generalmente la limitante más importante en la producción de semilla de soja, particularmente en la emergencia y llenado de grano. Por eso es importante tener en cuenta además, que la producción de un cultivo es función de su ciclo fenológico, de los nutrientes disponibles y de la radiación solar interceptada, (Toledo, 2012).

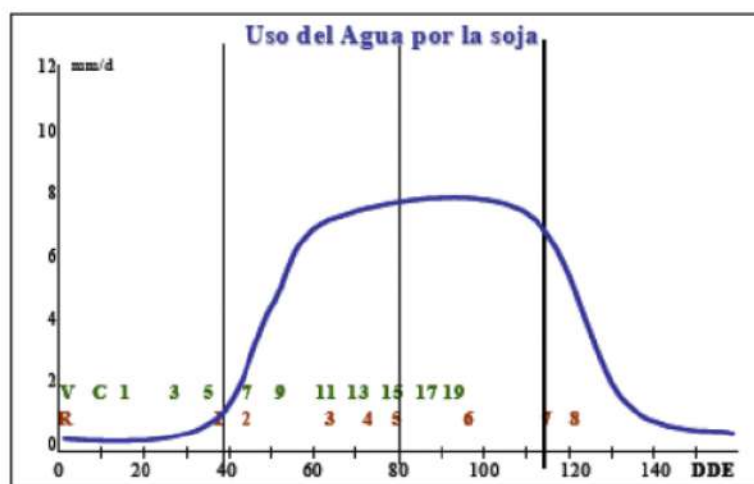


Figura N°5: Consumo de Agua (mm) y subperíodos críticos. Fuente: Cátedra de Cereales Facultad de Agronomía UNLPam.

Se calculó el uso consuntivo del cultivo como la diferencia de agua final-agua inicial más las precipitaciones durante el desarrollo del cultivo.

Tabla N°2. Uso consuntivo de Ciclo Corto (tratamientos 1, 2, 3 y 4) y Largo (5, 6, 7 y 8) del año 2018-2019.

Tratamientos	Uso Consuntivo (mm)
1	138,325
2	176,325
3	98,325
4	13,325
5	256,325
6	258,325
7	340,325
8	410,325

Este parámetro, fue menor para la variedad de ciclo corto en comparación con el ciclo largo. Se observan (Tabla N°2) diferencias entre tratamientos debido a la influencia de la napa freática en aquellos con menor uso consuntivo, como en los casos 3 y 4.

Análisis de radiación

Se realizaron mediciones de radiación (28/02/2019) alrededor de R1 (Inicio de floración) con el fin de observar su intercepción. 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 porcentaje de intercepción son: la estructura del 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, (Toledo, 2018). El mayor rendimiento se obtiene cuando la densidad de plantas permite alcanzar una intercepción de radiación solar del 95% (IAF crítico) en los estados R1 y R5, (Rahman, 2011). El rinde está asociado a la tasa de crecimiento del cultivo durante el período reproductivo. Para maximizar dicha tasa es necesario lograr un canopeo que permita alcanzar durante este período el 95% de intercepción. La densidad de plantas que se logre y el ambiente que explore el cultivo durante la etapa vegetativa serán los determinantes de que esto ocurra. Por ello, lograr la densidad adecuada en cada ambiente resulta un proceso clave que evitará pérdida de potencial de rendimiento por densidades sub-óptimas, e incrementos de costos por mayor uso de semillas en densidades altas.

Con dichas densidades se obtiene un cierre más rápido del canopeo y una mayor acumulación de materia seca a R5. Este estado fenológico se encuentra comprendido dentro del periodo R4-R6, el cual resulta crítico para la definición del rendimiento de la soja (Kantolic et al. 2003).

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).

De los datos obtenidos de intercepción de radiación y a partir de su análisis por medio de ANAVA, se observó que no hubo interacción entre grupos y densidades, pero sí diferencias significativas para la variable densidad, la más alta fue la que más se acercó al IAF crítico (95% de Radiación intercepción), los resultados se pueden ver en Tabla N°3.

Tabla N°3. Intercepción de Radiación en las distintas densidades utilizadas.

Densidades Pl/m ²	Radiación Interceptada (%)
12	32,14 a
22	60,95 b
17	72,86bc
27	78,40 c

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

Nuestro experimento coincide con los resultados de (Rodríguez et al., 2015) en la localidad de San Salvador (Concepción del Uruguay) durante dos campañas se encontró, que la intercepción de radiación en inicio de llenado de granos (R5) fue menor para densidades de 10 y 15 plantas/m² con respecto a densidades de 20 y 30 plantas/m² en la campaña 2013/14; mientras que en la campaña 2014/15 sólo se diferenció la densidad de 10 plantas/m², que presentó el menor valor de radiación interceptada en pleno llenado (R6). Estos resultados fueron obtenidos en similares condiciones experimentales, aunque en un estado de desarrollo más avanzado que en esta tesis.

Estos valores resultan bajos en relación con los hallados por (Kuttel et al., 2008), quienes en el tratamiento de soja pura registraron un 94,8 % de intercepción de la radiación en el estado R1.

(Rotundo et al., 2014) encontraron que una densidad de 5 pl/m² mostró menores valores de intercepción de radiación durante todo el ensayo, en comparación con las demás densidades utilizadas: 10, 20, 30 y 40 pl/m², al igual que los resultados obtenidos en la presente experiencia. Este ensayo fue llevado a cabo en el Campo Experimental Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, durante las campañas 2010/11 y 2011/12.

Análisis de SPAD

Se realizó una toma de datos con SPAD en R1 (28/02/19), que 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).

(Kollmann 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.

Tabla N°4. Datos con SPAD en R1 de Ciclo Corto (tratamientos 1, 2, 3 y 4) y Largo (5, 6, 7 y 8). 2018-2019.

Tratamientos	Spad					Medias
1	37,5	45,5	36,9	38,5	31,4	37,96
2	44,9	45,2	33,4	33	44,4	40,18
3	35,8	36,3	40,7	41,7	34,9	37,88
4	38,2	37,7	35,9	44,4	44,5	40,14
5	36,2	37,5	33,4	43,8	33,5	36,88
6	37,2	45,5	41,1	32,5	40,2	39,3
7	34,3	35,6	34,2	34,4	44,3	36,56
8	39	42,2	34,8	43,9	38,9	39,76

Los datos obtenidos con el SPAD (Tabla N°4), analizados por ANAVA arrojaron que no hubo interacción entre grupos y densidades, tampoco diferencias significativas para la variable densidad, la más alta fue la que más se acercó al IAF crítico.

Materia Seca Total

Analizando la Materia Seca Total, los análisis informan que no hubo interacción (grupo x densidad), sin embargo, reportan diferencias significativas entre densidades Tabla N°5 y entre grupos Tabla N°6. Las diferencias entre GM se deben al largo del ciclo, principalmente a la etapa vegetativa que es mayor en N5009 lo cual permite tener mayor ramificaciones y altura de planta en comparación con DM 4612.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por (Toledo, 2012), donde cultivares de ciclo largo indeterminado en distintas fechas de siembra, en ambientes sin

limitaciones climáticas (hídricas y temperaturas mínimas), siempre presentaron mayor altura de planta y área foliar. Aunque esas diferencias entre GM se fueron reduciendo a medida que se atrasó la fecha de siembra.

Tabla N°5. Materia Seca Total en las distintas densidades utilizadas.

Densidades Pl/m ²	Kg/ha
17	9774,04 a
12	10276,92 a
22	10623,08 ab
27	11994,23 b

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

Tabla N°6. Materia Seca Total en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Kg/ha
Corto DM 4612	9344,71 a
Largo N5009	11989,42b

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

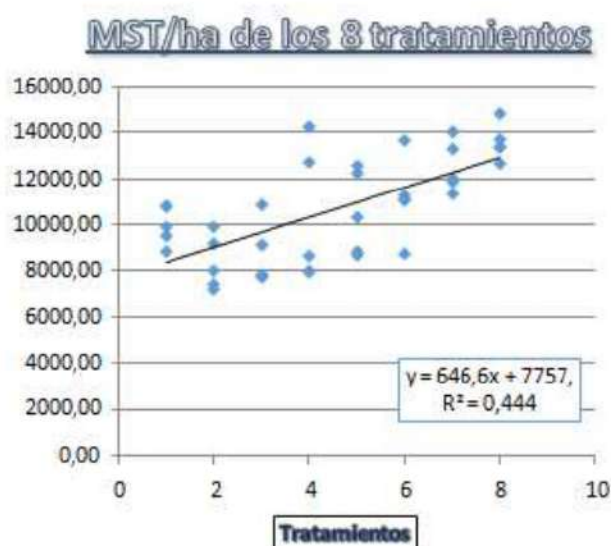


Gráfico N°4. Materia Seca Total en los diferentes tratamientos.

Esta variable mostró diferencias significativas entre grupos ya que aumenta cuando el grupo de madurez es mayor (Gráfico N°4).

Ensayo desarrollado en Balcarce por (Valentinuz, 1996) encontró para variedades indeterminadas, que el número de ramificaciones aumentó hasta 6 veces y el de nudos totales por planta hasta 4 veces cuando la densidad se modificó de 55 a 7,7 plantas/m². De forma similar en soja determinada, (Carpenter y Board, 1997)

encontraron incrementos de casi el 600% en la materia seca de ramas por planta en respuesta a una disminución en la densidad de 23 a 7 pl/m².

En un ensayo en General Villegas, (Giron et al., 2018) no halló diferencias significativas entre densidades de 11, 15,1 y 23,6 plantas/m², con una biomasa total promedio de 12.500 kg MS/ha, mayor en todas las densidades estudiadas con respecto al presente trabajo, pero con la misma tendencia.

En un trabajo realizado en el departamento Rio Primero, Córdoba, (Cardozo Gizzi, G. et al., 2018) no reportó interacción entre grupo y densidad, difiriendo en que no encontraron diferencias significativas entre densidad y cultivar. Con un distanciamiento entre hileras de 0,52m para alta Densidad (18 pl/metro lineal) fue de 1.021 g/m², para baja Densidad (9 pl/metro lineal) fue de 1.077 g/m².

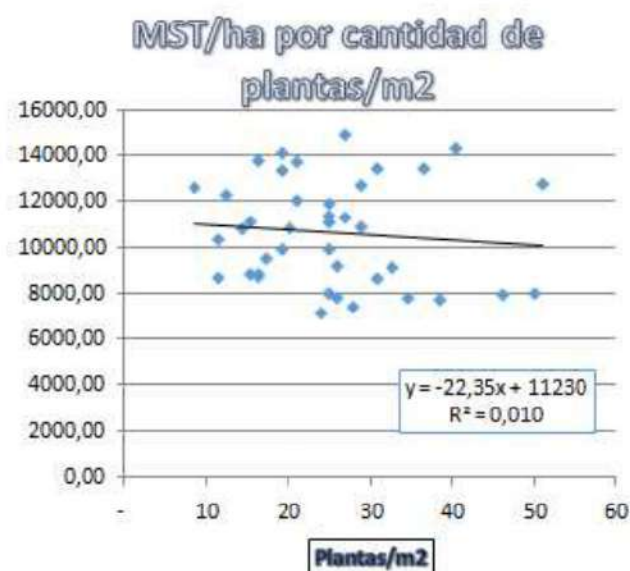


Gráfico N°5. Materia Seca Total en las diferentes densidades de plantas/m².

Análisis de Índice de Cosecha

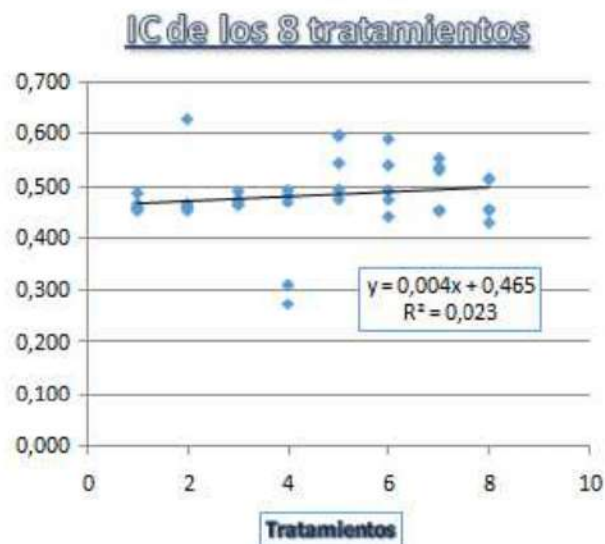
En cuanto al Índice de cosecha, no se observó interacción (grupo x densidad), como así tampoco se registraron diferencias significativas entre densidades, sin embargo, existen diferencias significativas entre los grupos de madurez, Tabla N°7.

Se puede afirmar que el IC está regulado en mayor medida por cuestiones genéticas que por el arreglo espacial. Es por ello que resulta importante la elección del cultivar o variedad, a la hora de buscar reducir pérdidas de cosecha (aumentando el IC), al elegir materiales de buenos potenciales en la zona, menor tendencia al vuelco, mayor despeje de la inserción de la primera vaina, menor dehiscencia natural, ausencia de retención foliar y menor deterioro de granos (Bragachini et al., 2007).

Tabla N°7. Índice de Cosecha en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	IC
Corto DM 4612	0,46 a
Largo N5009	0,51b

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

**Gráfico N°6. Índice de Cosecha en los diferentes tratamientos.**

Esta variable mostró diferencias significativas entre grupos de madurez, aumentando en la medida que el grupo de madurez es mayor (Gráfico N°6).

Un estudio realizado por (Iribarne, 2011), evaluando el comportamiento de diferentes cultivares de soja (grupos III, IV y V) y variaciones en la densidad de siembra, en Rio Cuarto, Córdoba, no observó diferencias significativas entre tratamientos, pero si entre grupos de madurez, no coincidiendo con el presente trabajo.

Por su parte, (Cardozo Gizzi et al., 2018), obtuvieron diferencias significativas entre variedades (GM) formándose dos grupos: el de mayor formado por DM 4612 y NA 5009, y el grupo de menor por DM 5.9 y CZ 6205. No obteniendo interacción entre grupo y densidad, ni diferencias significativas entre densidades. No concuerda con el presente trabajo, al comparar las variedades DM 4612 y N 5009, con un IC siempre mayor para GM menor. En alta densidad, el ciclo corto llegó a 0,53 contra 0,46 del largo.

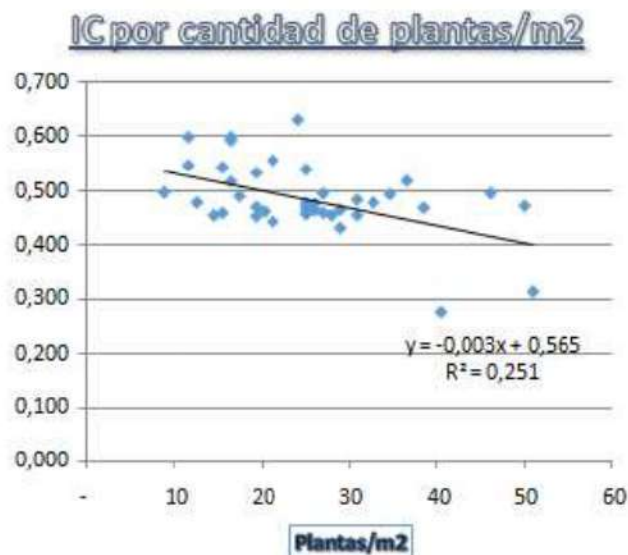


Gráfico N°7. Índice de Cosecha en las diferentes densidades de plantas/m².

En el gráfico N°7, se puede ver cómo el índice de cosecha disminuye cuando mayor cantidad de plantas por metro cuadrado tenemos sin tener en cuenta los tratamientos.

Análisis de Vainas por planta

Analizando los datos de la variable Vainas/planta, se obtuvo que no existe interacción (grupo x densidad), sin embargo, se observaron diferencias significativas entre densidades (Tabla N°8) y grupos (Tabla N°9). Las diferencias entre grupos de madurez se deben al largo del ciclo, principalmente a la etapa vegetativa que es mayor en N5009 lo cual permite tener mayores ramificaciones y altura de planta en comparación con DM 4612, por lo tanto, tener más sitios reproductivos por planta.

Tabla N°8. Vainas por planta en las distintas densidades utilizadas.

Densidades Pl/m ²	Vainas/planta
12	71,22 b
17	40,97 a
22	38,93 a
27	35,60 a

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

Tabla N°9. Vainas por planta en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Vainas/planta
Corto DM 4612	29,32 a
Largo N5009	64,04 b

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

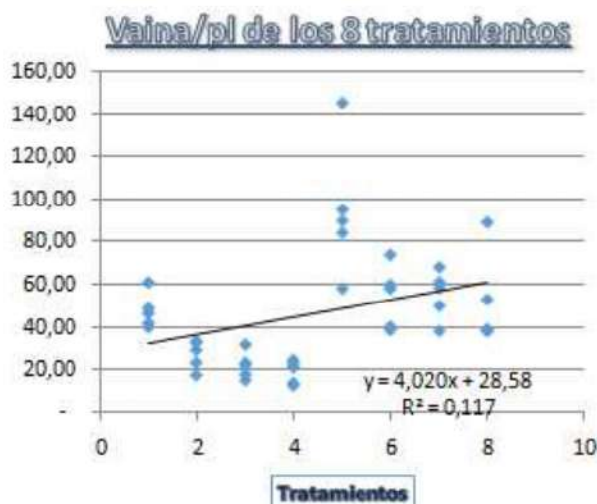


Gráfico N°8. Vainas por planta en los diferentes tratamientos.

Esta variable mostró diferencias significativas entre grupos (Gráfico N°8), aumenta cuando el grupo de madurez es mayor, los tratamientos del 1 al 4 pertenecen al grupo corto y del 5 al 8 al grupo largo.

La variable cantidad de vainas por planta tuvo una tendencia a ir aumentando a medida que la densidad fue menor, esto puede deberse al menor aborto de vainas a mayores distancias, por la menor competencia por nutrientes y agua Tabla N°8. Entre grupos de madurez se puede ver una gran diferencia a favor de la variedad N5009 y con menor densidad Tabla N°9.

El mayor número de vainas por planta registrado en la variedad N5009 se debe su mayor potencial de ramificación en comparación con el de DM 4612.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Feninger y Lobos, 2016) quienes realizaron un trabajo en las cercanías de la localidad de Cátrilo, La Pampa. En mismas condiciones edafoclimáticas que el presente trabajo. Compararon tres grupos de madurez llegando al resultado que mayor número de vainas por planta presentan, las pertenecientes al grupo de madurez V con 141, siendo estas diferencias significativas. Las variedades de grupo III presentan mayor cantidad (87,6) de vainas por planta que las de grupo de madurez IV (81,5), sin embargo, esta diferencia no es significativa. Se debe mencionar que la cantidad de vainas por planta fue muy superior al presente trabajo.

Es por esto que en siembras de segunda se recomiendan grupos de madurez relativamente largos y con mayor ramificación con el objetivo de llegar al IAF óptimo lo más temprano posible para captar la mayor cantidad de radiación incidente

tempranamente, con ello lograr una tasa de crecimiento del cultivo más alta, consecuentemente mayor biomasa, que se traducirá en mayor rendimiento.

Esto es así siempre y cuando el ciclo del cultivar no sea tan largo, como para que pueda ser afectado por heladas o temperaturas bajas al finalizar el ciclo, que interfieran en la etapa en el llenado de los granos (Kantolic et al., 2003).

Por su parte, (Carvalho et al., 2001) encontraron el mayor número de vainas por planta a menor densidad de plantas por hectárea, observando una reducción progresiva en el número de vainas por planta a medida que aumenta la densidad, en similitud con los resultados de este trabajo.

Los mecanismos involucrados en la compensación incluyen la ramificación, con el incremento en el número de nudos, vainas y granos en las ramificaciones y, en menor medida, en el tallo principal de cada planta individual (Baigorri, 2010).

Diversos autores han mencionado a la soja como un cultivo capaz de compensar variaciones en un rango amplio de densidades de siembra sin afectar sus rendimientos (Duncan, 1986; Egli, 1988; Vega y Andrade, 2000). Esto permite a los productores lograr buenos cultivos aún ante fallas considerables en la emergencia. En bajas densidades la soja desarrolla un número mayor de ramificaciones, aumentando el área foliar por planta y el número de nudos potenciales a la vez que disminuye el aborto de flores (Valentinuz, 1996). El menor aborto de flores determina un aumento en el número de vainas por nudo reproductivo (Carpenter y Board, 1997). Estos mecanismos permiten incrementar el número de vainas y de granos por planta, manteniendo estable el rendimiento en un rango de densidades más o menos amplio.

El aumento de la densidad por su parte, produce una temprana cobertura de las plantas sobre el terreno, aumentando precozmente la radiación interceptada; dando así lugar, a un incremento del número de vainas por planta hasta cierto punto donde la disponibilidad recursos limita dicho incremento.

(Giron et al., 2018) en un ensayo en General Villegas provincia de Buenos Aires, encontró la misma tendencia que el presente trabajo, al ir incrementando la densidad de siembra en 11pl/m², 15,1pl/m² y 23,6pl/m², también fue disminuyendo la cantidad de vaina por planta en 152, 89 y 61, respectivamente.

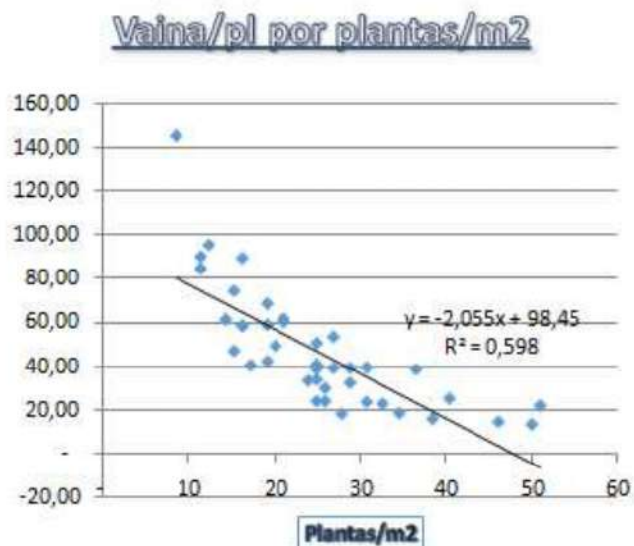


Gráfico N°9. Vainas por planta en las diferentes densidades de plantas/m².

Sin tener en cuenta los tratamientos se observa una disminución en el número de vainas por planta, cuando aumenta la cantidad de plantas por metro cuadrado. (Gráfico N° 9).

Análisis de Semillas por vainas

En cuanto semillas por vaina, los análisis informan que no existe interacción entre grupo y densidad, no existen diferencias significativas en las diferentes densidades, sin embargo, existen diferencias significativas entre grupos Tabla 10.

Tabla N°10. Semillas por planta en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Semillas/Vainas
Corto DM 4612	3,73 b
Largo N5009	2,75 a

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

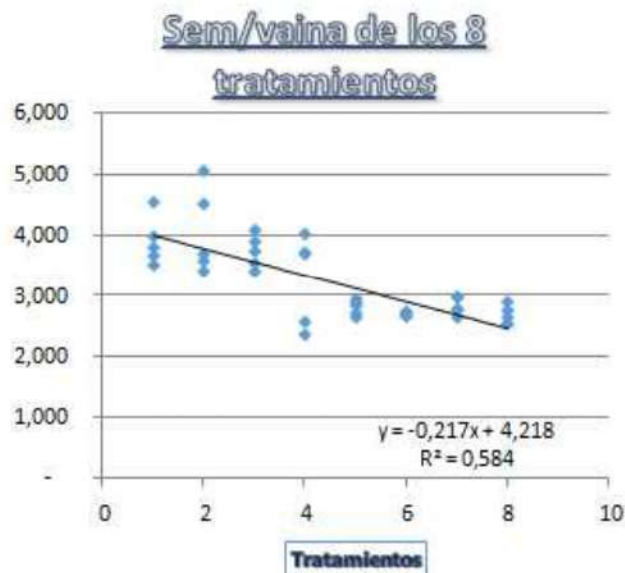


Gráfico N°10. Semillas por vaina en los diferentes tratamientos.

Esta variable mostró diferencias significativas entre grupos (Gráfico N°10) disminuye cuando el grupo de madurez es mayor, los tratamientos del 1 al 4 pertenecen al grupo corto y del 5 al 8 al grupo largo.

Con respecto a la variable semilla por vaina tuvo una tendencia a disminuir al ir aumentando la densidad y grupo de madurez. La variedad DM4612 tenía más cantidad de semilla por vaina Tabla N°10, pero menor cantidad de vainas por planta que N5009 observado en la Tabla N°9.

El número de frutos generalmente tiene mayor influencia en el número de granos totales, que en el número de granos por fruto (Board et al., 1999). El límite superior de número de granos/vaina está determinado genéticamente, no obstante, este componente puede variar según las variedades utilizadas (Baigorri, 1997).

Uno o más de los granos de una vaina pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el número de granos logrado por vaina. Sin embargo, el número de granos por vaina es mucho más estable que los demás subcomponentes (Satorre et al, 2003), ya que está controlado genéticamente.

Resultados obtenidos por (Iribarne, 2011), coinciden con los del presente trabajo, aunque mostrando un menor número de granos por vaina. Este componente presentó diferencias significativas entre GM, el cultivar MD 3700 tuvo un número de granos por vaina (1,925 granos por vaina) mayor que NA 4613 (1,685 granos por vaina), mientras que NA 5009 tuvo 1,745 granos por vaina sin diferir de los demás. Mientras, la baja densidad de siembra no difirió significativamente en el número de granos por vaina (1,75 granos por vaina) de la alta densidad (1,81 granos por vaina).

Estudios desarrollados por (Triadani y Hecker, 2017) no hallaron diferencias significativas en grano/vaina, coincidiendo con el presente ensayo.

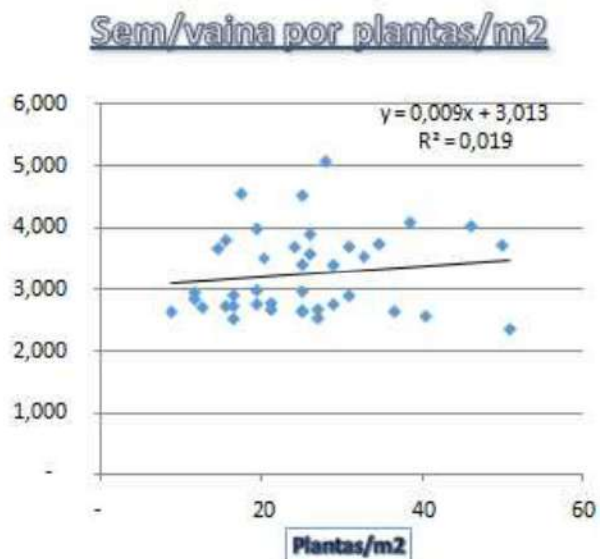


Gráfico N°11. Semillas por vaina en las diferentes densidades de plantas/m².

Análisis de Peso de mil semillas

En cuanto al peso de mil granos, los análisis informan que no existe interacción entre grupo y densidad, no existen diferencias significativas en las diferentes densidades, sin embargo, existen diferencias significativas entre grupos Tabla N°11.

Tabla N°11. Peso de 1000 Semillas en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	PM
Corto DM 4612	152,2 a
Largo N5009	188,8 b

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

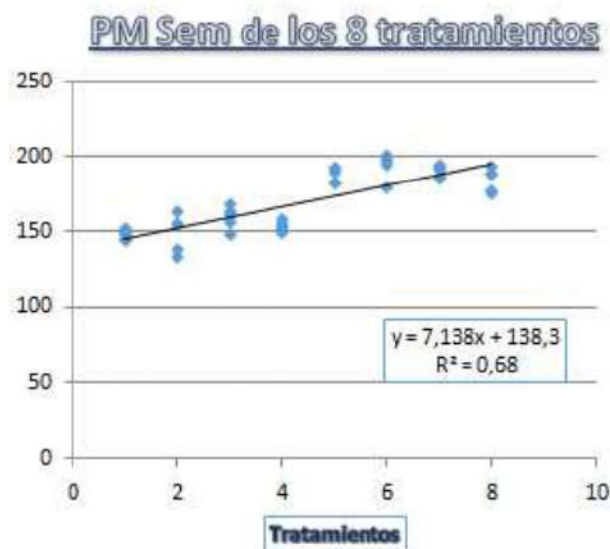


Gráfico N°12. Peso de 1000 Semillas en los diferentes tratamientos.

Este componente de rendimiento mostró diferencias significativas entre grupos aumenta cuando el grupo de madurez es mayor, los tratamientos del 1 al 4 pertenecen al grupo corto y del 5 al 8 al grupo largo. (Gráfico N°12)

Las principales diferencias entre genotipos en el peso de los granos son solo atribuibles a diferencias en la tasa de crecimiento de los granos (Satorre et al., 2003).

El peso de los granos depende del genotipo y de las condiciones ambientales que determinan la capacidad de fotosíntesis del canopeo y la duración de la etapa de llenado (Egli, 1994; Andrade y Ferreiro, 1996). Las tasas de llenado varían con el genotipo, pero para un mismo cultivar, son relativamente estables a través de ambientes. Esto se debería a que la soja puede realizar un buen ajuste del número de granos en condiciones de campo (Egli, 1998). Cuando el número de granos se ha fijado, las condiciones ambientales pueden también afectar las tasas de llenado. Sin embargo, en soja existe compensación entre tasa y duración del llenado de granos. Por ejemplo, altas temperaturas pueden aumentar las tasas, pero disminuyen la duración. También se conoce que la mayor duración del llenado se asocia positivamente con el rendimiento (Day *et al.*, 1980); excepto en el caso de que una mayor duración implique condiciones de ambiente menos favorables. Al respecto, temperaturas medias entre 20 y 30 °C no afectan la duración del llenado en soja (Hesketh *et al.*, 1973). Sin embargo, temperaturas excesivamente altas pueden acortar dicha fase. Por su parte, el estrés hídrico durante el llenado generalmente acorta la duración de esta fase (al acelerar la senescencia foliar y la madurez fisiológica) y reduce, por lo tanto, el peso de los granos y el rendimiento.

En el presente trabajo tuvimos muy buenas condiciones ambientales tanto de temperatura como disponibilidad hídrica.

Los grupos de madurez más altos permiten aumentar el período de llenado y adelantar su ocurrencia, con lo que logramos disponer de mayor radiación solar y temperatura para generar más rendimiento, pero solo en condiciones hídricas no limitantes y fechas de siembra adecuadas (Baigorri y Martini, 2007).

Las medias del peso de las semillas presentaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de madurez (Tabla N°10). Estos resultados concuerdan con lo observado por

En la Facultad de Agronomía Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, (Laurito, 2016) trabajo ya mencionado también obtuvo resultados similares al presente trabajo en cuanto al peso de mil granos, aunque con pesos inferiores entre 120g y 130g, sin lograr diferencias significativas al utilizar diferentes densidades de siembra.

Por su parte, (Feninger y Lobos, 2016) en su ensayo realizado en la localidad de Cátrilo, La Pampa. Concuerdan con el presente trabajo en donde los tratamientos los distintos GM presentaron diferencias significativas, pero difiere del ensayo en cuanto al resultado de PMG fue el siguiente: NS4611 (163g), SPS 4 X 99 (164g), DM 4712 RSF (170g), SPS 3X5 (171g), DM 4214 STS (171g) y DM 5351 RSF (173g).

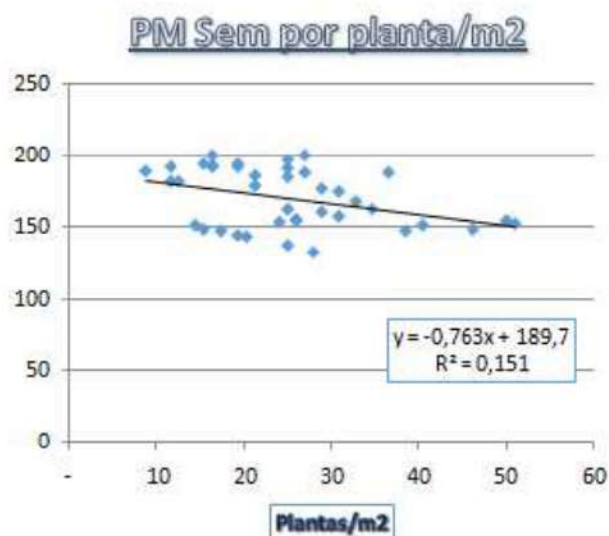


Gráfico N°13. Peso de 1000 Semillas en las diferentes densidades de plantas/m².

Sin tener en cuenta los tratamientos, a mayor cantidad de plantas por metro cuadrado se reduce el peso de mil granos. Las bajas densidades muestran pesos de semillas superiores, pues al bajar la densidad de siembra disminuye la competencia intraespecífica, aumentando la cantidad de recurso disponible para la planta, y así su rendimiento individual (Baigorri, 2010).

En cuanto a la cantidad de las plantas por metro cuadrado cuando más espaciadas pudieron crecer más vigorosamente y alcanzar niveles aceptables de cobertura hacia finales del período reproductivo, en coincidencia con lo observado por (Carpenter y Board, 1997), correspondientes al efecto de compensación y plasticidad del cultivo.

Análisis de Plantas logradas por metro cuadrado

Analizando la variable plantas/m², los análisis informan que no existe interacción entre grupo y densidad, sin embargo, reportan diferencias significativas entre densidades Tabla N°12 y grupos de madurez Tabla N°13.

Tabla N°12. Plantas logradas en las distintas densidades utilizadas.

Densidades propuestas Pl/m ²	Densidades reales Pl/m ²
12	14,7 a
17	23,2 b
22	27 b
27	35,8 c

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

Tabla N°13. Plantas logradas en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Densidades reales Pl/m ²
Corto DM 4612	20,75 a
Largo N5009	29,6 b

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

Análisis de Semillas por metro cuadrado

Analizando la variable semillas/m², los análisis informan que existe interacción entre grupo y densidad, el análisis del estadístico reporta diferencias significativas entre grupos de madurez Tabla N°14.

Tabla N°14. Semillas/m² en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Semillas/m ²
Corto DM 4612	2769 a
Largo N5009	3202 b

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

Con respecto a las densidades al haber interacción Densidad x Grupo habilita a analizar las densidades en cada grupo de madurez. En el caso del grupo corto DM 4612

los datos obtenidos se pueden apreciar en la tabla N°15, para el caso del grupo largo N 5009 los datos obtenidos se pueden apreciar en la tabla N°16.

Tabla N°15. Semillas/m² para DM 4612 en las distintas densidades utilizadas.

Densidades Pl/m ²	Semillas/m ²
12	3156 b
17	2749 a
22	2588 a
27	2583 a

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

Tabla N°16. Semillas/m² para N 5009 en las distintas densidades utilizadas.

Densidades Pl/m ²	Semillas/m ²
17	2914 a
12	3021 ab
22	3356 bc
27	3516 c

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

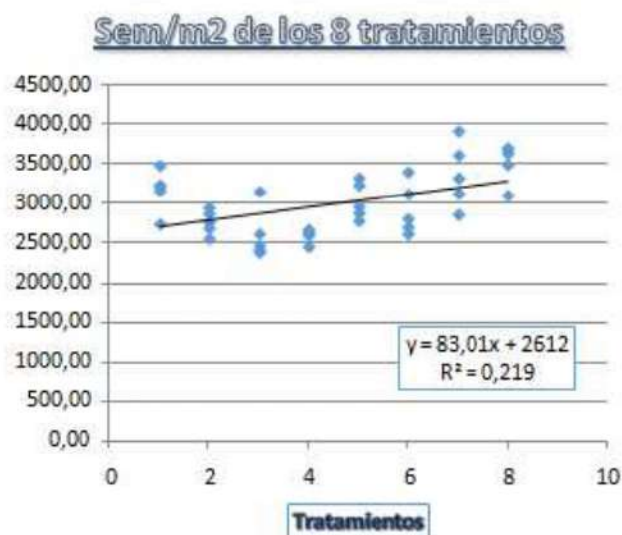


Gráfico N°14. Semillas/m² en los diferentes tratamientos.

Con respecto a esta variable se observó diferencias significativas entre grupos, aumenta cuando el grupo de madurez es mayor, los tratamientos del 1 al 4 pertenecen al grupo corto y del 5 al 8 al grupo largo. (Gráfico N°14).

Separando por grupo de madurez, se hace presente la alta correlación de número de granos/m² con el rendimiento, dado que se observa las mismas variaciones entre las variables estudiadas.

El número de granos es el componente más estrechamente asociado con el rendimiento y más sensible a la influencia del ambiente (Shibles et al., 1975). Este componente depende de la morfogénesis de estructuras reproductivas (determinante del número de granos potenciales) y de la fijación de flores fertilizadas. El número de flores en soja excede en gran medida la capacidad potencial para su fijación, aún bajo condiciones ambientales no restrictivas (Heitholt et al., 1986; Jiang y Egli, 1993). La fijación de los granos, al contrario, es muy sensible a la disponibilidad de recursos, por lo que el estado fisiológico del cultivo durante el período crítico es decisivo en la determinación de los niveles de aborto de vainas y granos (Board y Tan, 1995). Entonces, no es el número de flores iniciadas, sino el número de las mismas que sobreviven, el principal factor asociado con la variación en el número de granos y rendimiento (Jiang y Egli, 1993; Board y Tan, 1995; Egli, 1998).

Si bien, la fijación de granos en soja comienza con la floración (R1-R2), cualquier estrés durante este período no afecta mayormente el rendimiento porque la floración se prolonga hasta R5 y puede, además existir una cierta compensación entre componentes de rendimiento (menor número de vainas compensa con aumento del número de granos por vaina y/o peso de grano).

Como se mencionó, es muy importante la disponibilidad de recursos y la tasa de crecimiento (gr/m²/día), que el cultivo experimenta durante R1-R6, donde existe una alta correlación con la determinación en el número de granos.

En un trabajo realizado por (Triadani y Hecker, 2017) en la EEA de Río Primero provincia de Córdoba, encontraron una mayor cantidad de número de granos/m² en altas densidades, concordando con los resultados obtenidos en el trabajo con respecto al grupo de madurez alto.

Otros ensayos realizados por (Laurito, 2016) en la Facultad de Agronomía Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, no observaron diferencias significativas en el número de granos/m², lo que estaría indicando una notable capacidad compensatoria del cultivo hasta densidades muy bajas.

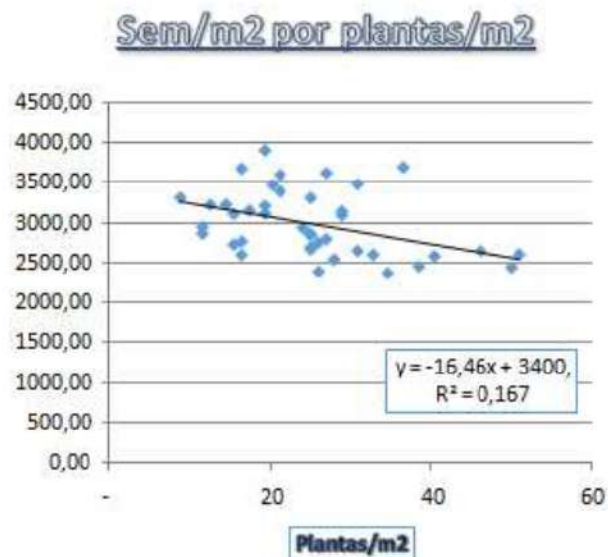


Gráfico N°15. Semillas/m² en las diferentes densidades de plantas/m².

Sin tener en cuenta los tratamientos, tomando todos los datos de cantidad de planta/m² se observa una leve tendencia a ir disminuyendo cuando mayor es la densidad de plantas. (Gráfico N°15).

Análisis de Rendimiento

Analizando la variable rendimiento Kg/ha, los análisis informan que existe interacción entre grupo y densidad, el análisis del estadístico reporta diferencias significativas entre grupos de madurez Tabla N°16 y no arroja diferencias significativas con densidad. Lo mismo sucedió en trabajos realizados por (Triadani y Hecker, 2017) donde no se encontraron diferencias significativas entre las densidades evaluadas.

Tabla N°16. Rendimiento Kg/ha en los grupos de madurez utilizados.

Grupos de Maduración	Kg/ha
Corto DM 4612	4210 a
Largo N5009	6036 b

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

Con respecto a las densidades al haber interacción Densidad x Grupo habilita a analizar las densidades en cada grupo de madurez, luego de realizado el ANAVA no hubo diferencias significativas dentro cada grupo de madurez.

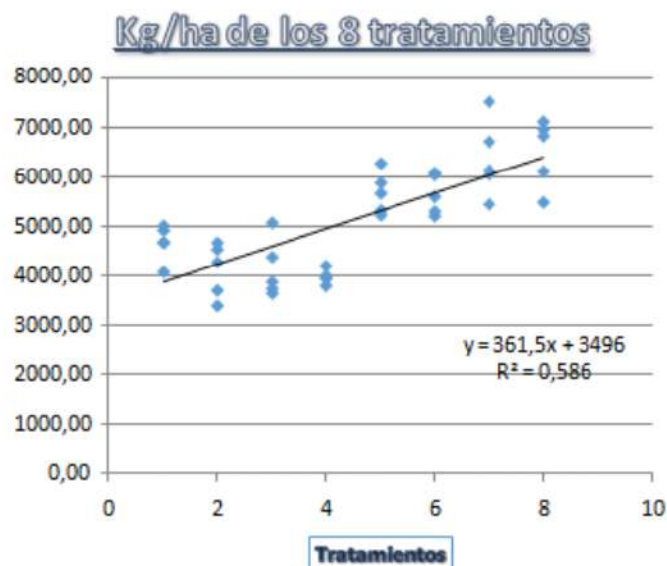


Gráfico N°16. Rendimiento Kg/ha en los diferentes tratamientos.

En cuanto al rendimiento, mostró diferencias significativas entre grupos aumenta cuando el grupo de madurez es mayor, los tratamientos del 1 al 4 pertenecen al grupo corto y del 5 al 8 al grupo largo (Gráfico N°16).

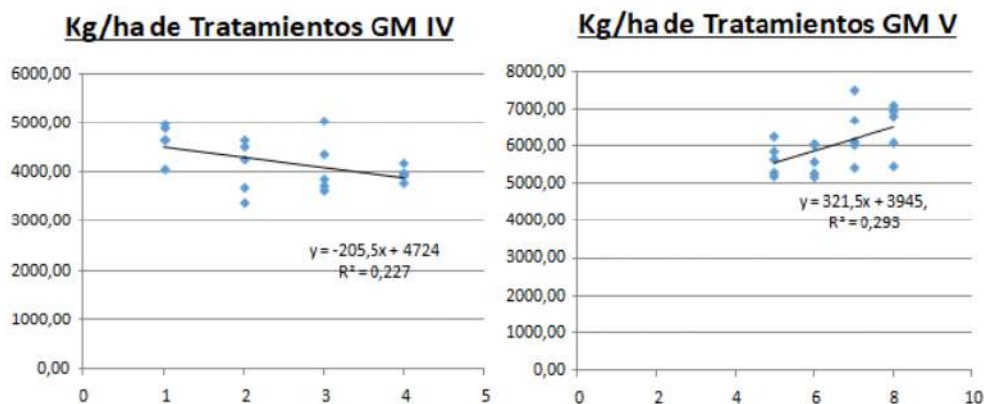


Gráfico N°17. Rendimiento en Kg/ha de los Grupos IV y V con diferentes densidades de siembra.

La variedad DM 4612 al aumentar la densidad, el rendimiento tendió a disminuir. En cambio, para la variedad N5009, los resultados fueron inversos, pero en ninguno de los dos casos hubo diferencias significativas entre las densidades analizadas por ANAVA.

La variedad DM 4612, de menor duración de ciclo y por ende menor altura (si bien este parámetro no se midió durante el ensayo, se observaba claramente), tuvo menos número de ramas y número de nudos, generando menor cantidad de vainas por

planta. El peso de mil granos de este material genético fue menor con diferencias significativas como se ve en la Tabla N°10. Uno de los componentes de alta heredabilidad es el número de semillas por vaina, que en este caso fue mayor Tabla N°9, logrando aumentar el número de semillas por superficie y compensando de alguna manera la caída individual de los componentes, tendiendo a alcanzar el rendimiento de la variedad N5009. En grupo de madurez más largo, se observó el mecanismo inverso; es decir, una mayor altura y más nudos, con una mayor cantidad de vainas y mayor peso de grano por superficie.

Según (Satorre et al., 2003), la sensibilidad del rendimiento frente a variaciones de la densidad de plantas depende de la plasticidad de los genotipos en la generación y fijación de estructuras reproductivas adicionales por planta. Es por ello que no se observaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento con respecto a las densidades utilizadas dentro de mismo grupo de madurez, pero sí entre ellos.

El rendimiento por unidad de superficie es similar en un amplio rango de densidades de siembra debido a que la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) en la etapa temprana del período reproductivo resultaría similar en las distintas densidades de siembra. Esto estaría ligado al hecho que, en bajas densidades de siembra, durante el período vegetativo, la tasa de asimilación neta (Board y Tan, 1995) sería mayor por efecto de una mayor eficiencia en la intercepción de la radiación. Luego, durante la última etapa del período vegetativo y a inicios de la etapa reproductiva, la partición de materia seca hacia las ramificaciones sería mayor, entre otras cosas, como respuesta a cambios en la calidad lumínica que percibe el tallo principal (menor relación rojo/rojo lejano) y a la mayor eficiencia de intercepción del cultivo, resultando una mayor tasa relativa de expansión foliar (Satorre et al, 2003).

Las diferencias en el rendimiento entre grupos de madurez si son estadísticamente significativas, el cultivar DM4612 tuvo el rendimiento menor, ya que es un cultivar de ciclo relativamente corto con menor capacidad de compensar que un cultivar de ciclo más largo, como es el cultivar NA 5009 que muestra un rendimiento superior. Esto se contrapone con (Cardozo Gizzi, G. et al., 2018) donde evaluaron 4 cultivares distintos que van del grupo de madurez IV largo a VI corto, y se sembraron en dos densidades, 9 y 18 plantas/metro lineal.

Al no existir diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos en distintas densidades de siembra, cuando se analizan las variedades por separado, se puede afirmar, que el rendimiento por unidad de superficie es similar en un amplio rango de densidades, lo cual concuerda con (Valentinuz, 1996), en bajas densidades la soja desarrolla un número mayor de ramificaciones, aumentando el área foliar por planta y el número de nudos potenciales a la vez que disminuye el aborto de flores. El menor aborto de flores determina un aumento en el número de vainas por nudo reproductivo (Carpenter y Board, 1997). Estos mecanismos permiten incrementar el número de vainas y de granos por planta, manteniendo estable el rendimiento en un rango de densidades más o menos amplio. El número de granos por vaina y el peso de los granos por superficie son menos afectados (Vega y Andrade, 2000).

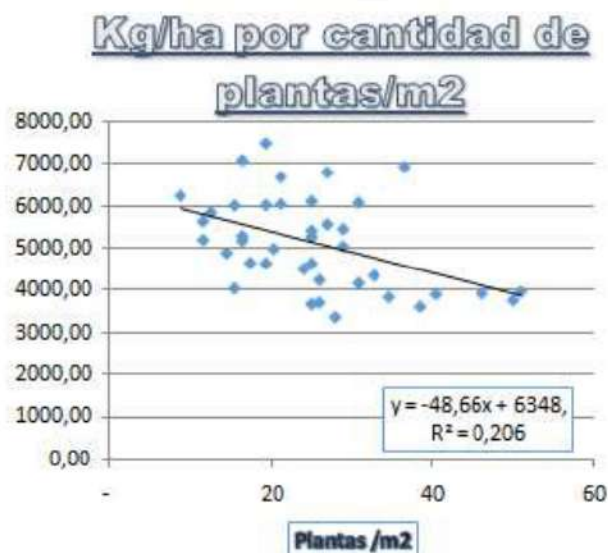


Gráfico N°18. Rendimiento en Kg/ha en diferentes densidades de siembra.

El gráfico N°18, muestra la cantidad de plantas por metro cuadrado de todos los tratamientos y se observa que a medida que aumenta la cantidad de plantas el rendimiento disminuye.

Conclusión

Respecto a las hipótesis planteadas se corrobora habiendo diferencias significativas en el rendimiento entre grupos de madurez, a favor de (N5009). La H1 no se corroboró en cuanto a la densidad de siembra.

Respecto a las densidades, se observó el efecto compensatorio que posee este cultivo ante cambios en la misma, es decir, la ramificación y el número de nudos aumenta al disminuir el número de plantas. En consecuencia, esto hace que aumente el número de vainas por nudo, incrementando así el número de granos por planta, manteniendo estable el rendimiento, explicando esta falta de variación y poniendo de manifiesto la plasticidad de la soja.

En cuanto a GM, teniendo en cuenta que no sufrieron el impacto de heladas tempranas, la variedad de ciclo corto (DM4612) tuvo un menor rinde, sem/m², PMG, vainas por planta, MST por tener menor cantidad de ramas y nudos pero mostrando mayor cantidad de semillas por vaina logrando minimizar de alguna manera el número de granos por superficie, en comparación con la variedad de ciclo largo (Nidera 5009) que mostro un mecanismo inverso, no hubo diferencias significativas con respecto a los datos de SPAD.

Bibliografía

- Andrade, F.H. y Ferreiro, M.A., (1996): Reproductive growth of maize, sunflower, and soybean at different source levels during grain filling. *Field Crops Res.* 48:155- 165
- Andrade, F. y Sadras, V., (2000). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires.
- Baigorri, H.E. J, (1997). El cultivo de soja en la Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba.
- Baigorri, H.E. y Martini, E., (2007). Siembra directa: El cultivo de soja y la intensificación de la producción agropecuaria, Aapresid.
- Baigorri, H. E., (2010). Consultoría de Elección y manejo de cultivares. Sitio web: www.planetasoja.com
- Baigorri H.E.J., (2015). Criterios para la elección y el manejo de cultivares de soja. Apuntes de cátedra, Cereales y Oleaginosas.
- Board, J.E., y Tan, Q., (1995). Assimilatory capacity effect son soybean yield components and pod number. *Crop Sci.* 35:846-851.
- Board, J.E., Kang, M. S. y Harville, B. G., (1999). “Path Analyses of the Yield Formation Process for Late-Planted Soybean,” *Agronomy Journal*, vol. 91, January 1999.
- Bragachini, Mario; Peiretti, Jose y Damen, Daniel. (2007). Eficiencia de la cosecha de soja; Nuevos desafíos de adopción tecnológica y nuevos valores de tolerancias. INTA PRECOP – EEA Manfredi. Sitio web: <https://www.todoagro.com.ar/eficiencia-de-cosecha-de-soja-progresos-significativos-y-nuevos-desafios-de-adopcion-tecnologica-y-valores-de-tolerancias/>
- Carpenter A.C. y Board J.E., (1997). Growth dynamic factors controlling soybean yield stability a cross plant populations. *Crop Sci.* 37: 885-891.
- Cardozo Gizzi, G.A., Coniglio, N. E. y Trossero, Á. M., (2018). “Evaluación de respuesta productiva en soja según variedades y densidad de siembra”. Sitio web: rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6668
- Carvalho, R.N., Peluzio, J.M., Barros, H.B., Fidelis, R.R. y Pereira, H., (2001). Comportamiento de cultivares de soja en diferentes poblaciones de plantas, en Gurupi, Tocantins. *Revista Ceres* 48(279): 529-537.
- Day, S.R. Egli, D.B. y Reicosky, D.A., (1980). Physiological aspects of yield improvement in soybeans. *Agron. J.* 72:387-391.
- Duncan, W.G., (1986). Planting patterns and soybean yields. *Crop Sci.* 26: 584-588
- Egli, D.B., (1988). Plant density and soybean yield. *Crop Sci.* 28: 977-981.
- Egli, D.B., (1994). Mechanism responsible for soybean yield response to equidistant planting patterns. *Agron. J.* 86: 1046-1049.
- Egli, D., (1998). Seed biology and the yield of grain crops. CAB International. Wallingford, UK 178pp.

- Estimaciones Agrícolas. Sitio web:

www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/.

- Fehr W.R. y Caviness C.E., (1971). Special Report 87. Iowa Cooperative External Series, Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, Ames, IA.

- Feninger, Y. y Lobos, Horacio M., (2016). Evaluación del comportamiento de los diferentes grupos de madurez de soja, en la región semiárida pampeana. UNLPAM. Sitio web: repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/1501.

- Giron, P., Rampo, M., Barraco, M. (2018). Un ensayo para determinar las densidades óptimas de soja en zonas de manejo delimitadas por NDVI. INTA G.Villegas. Sitio web: www.inta.gov.ar

- Heitholt, J.J., Egli D.B. y Leggett J.E., (1986). Characteristics of reproductive abortion in soybean. *Crop Sci.* 26:589-595.

- Hesketh, J.D., Myhre D.L. y Willey, C.R., (1973). Temperature control of time intervals between vegetative and reproductive events in soybeans. *Crop Sci.* 13:250- 254.

- Hicks, D., (1983). Crecimiento y desarrollo. En: Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. Ed: Norman G.

- Iribarne, Julián., (2011). Comportamiento de diferentes cultivares de soja (Grupos III, IV y V) a variaciones en la densidad de siembra. UNRC. Sitio web:

https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/322_CUERPO%20DE%20TESIS.pdf

- Jiang, H. y Egli, D.B., (1993). Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agron. J.* 85:221-225.

- Kantolic A., Giménez P.I. y De la Fuente E.B., (2003). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. *In 'Producción de granos. Bases funcionales para su manejo'*. Eds. Satorre E. et al.

- Kantolic, A.; Giménez, P. y De la Fuente, E., (2004). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. *Producción de granos, bases funcionales para su manejo.* 2^{da} edición. Ed: A.Pascale, Buenos Aires.

- Kantolic, A.G. y Slafer, G.A., (2005). Reproductive development and yield components in indeterminate soybean as affected by post-flowering photoperiod. *Field Crops Res.* 93 (2-3):212-222

- Kantolic, A., (2008). Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: Impacto sobre el rendimiento y la adaptación de genotipos. *REV. Facultad de Agronomía UBA.*

- Kuttel, W., Díaz, M.G., López, R., Peltzer, H. y Caviglia, O., (2008). Maíz y soja en intercultivo en surcos: "Una tecnología a considerar para ensilar". Serie técnica "Evaluación y manejo". EEA Paraná INTA, 4 p.

- Laurito, Eduardo Esteban., (2016). Rendimiento y contenido de nitrógeno en soja bajo densidades de siembra contrastantes. Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. Sitio web:

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1607/Tesis%20final%20-%20Laurito%20Esteban.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pagnan, L., Cottura, G., Errasquin, L., Giordano, M. y Verdelli, D., (2017). Informe de Actualización Técnica en línea N°9. Cap: Efectos de la combinación del grupo de madurez y la fecha de siembra sobre el rendimiento del cultivo de soja en Monte Buey. EEA INTA Marcos Juárez.
- Pérez, D. H., Usseglio, L., (2012). Variación de rendimiento en el cultivo de soja (cultivo de primera y segunda) sometida a diferentes densidades de siembras Campaña 2011-2012, CREA Gálvez. Sitio web: http://agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=v&documento_id=358
- Piper, E., Boote, K., Jones J. y Grimm, S., (1996). Comparison of two phenology models for predicting flower and maturity date of soybean. *Crop Sci.* 36: 1606-1614.
- Rahman M., Hossain M., Anwar P. y Juraimi A.S., (2011). Plant density influence on yield and nutrition valquality of soybean seed. *Asian Journal of Plant Sciences* 10: 125-132.
- Reca, L.G., (2005). El Sector Agropecuario Argentino.
- Rodríguez H., De Battista J., Arias N., García E., Sosa F., Alaluf C. y Rochás M., (2015). Efectos de la reducción de la densidad de siembra en soja. Sitio web: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-reduccion_de_la_densidad_de_siembra_en_soja.pdf
- Rotundo J.L., Borrás L., y Rugeroni P. (2014). Rendimiento y densidad de siembra en soja: análisis de ensayos en la UNR. Manejo de densidad de siembra en soja, Syngenta, 11-25.
- Sadras, V., Ferreiro, M., Gutheim, F. y Kantolic, A., (2000). Desarrollo fenológico y su respuesta a temperatura y fotoperíodo. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires. pp 19-39.
- Satorre, E., Benech, R. y Slafer, G., (2003). Producción de granos, Bases funcionales para su manejo, 1er ed. Facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Shibles, R., Anderson, I.C. y Gibson, A.H., (1975). Soybean. P. 151-189. In: Evans, L.T. (ed.) *Crop Physiology*. Cambridge Univ. Press. New York.
- Toledo, R.E., (2008). Respuesta diferenciada de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. Informe de actualización técnica n°10. EEA INTA Marcos Juárez. Pp32-34
- Toledo, R.E., (2012). Cultivo de soja. Sitio web: <http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php>
- Toledo, R.E., (2018). Ecofisiología, rendimiento y calidad de la soja. Sitio web: agro.unc.edu.ar/~wpweb/cereales/wp-content/uploads/sites/31/2018/07/Ecofisiologia-rendimiento-y-calidad-en-soja.pdf
- Triadani, Carlos Omar E., Hecker, Luis M. (2017). Densidad de siembra en soja y su influencia sobre los rendimientos en el Departamento Río Primero Campaña 2016/2017 y comparación con Campaña 2008/2009. Ed: INTA AER Río Primero.

- Valentinuz O.R., (1996). Crecimiento y rendimiento comparados de girasol, maíz y soja ante cambios en la densidad de plantas. M. Sc. Thesis, UNMdP, Balcarce, Argentina.

- Vega, C.R. y F.H. Andrade., (2000). Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. Eds: Andrade, F.H. y V.O. Sadras. pp. 97- 119

- Vega, C., (2006). Ecofisiología del cultivo de soja. Sitio web: www.planetasoja.com.ar/trabajos/trabajos800.php.

Anexo:

Escala de desarrollo

El sistema para describir los estados de desarrollo es la escala de Fehr y Caviness (1971), la cual se divide en estados vegetativos y reproductivos.

	Estados Vegetativos	Estados reproductivos	Lluvia (mm)
Meses y ;	VE: Emergencia	R1: Inicio de floración	
Diciembr	VC: <u>Cotiledonar</u>	R2: Plenitud de floración	18
	V1: Primer nudo	R3: Inicio formación de vainas	35
	V2: Segundo nudo	R4: Plenitud de formación de vainas	70
Enero (2(V3: Tercer nudo	R5: Inicio de llenado de granos	28
	Vn: Nudo(n)	R6: Plenitud de llenado de granos	46
		R7: Inicio de madurez	
		R8: Plenitud de madurez	
Tabla N° I Precipitaciones durante la realización de la campaña 2018-19			
		12	35
		25	35
Febrero		6	20
		21	36
Marzo		3	35
		15	18
Abril (día de cosecha de soja de ciclo corto, tratamientos 1-2-3-4)		26	45
Total de precipitaciones			426mm

Resultados estadísticos: (salidas del programa Infostat)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Int Rad	40	0,66	0,58	25,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	14607,93	7	2086,85	8,69	<0,0001
Den.	12760,12	3	4253,37	17,72	<0,0001
GM	138,24	1	138,24	0,58	0,4535
Den.*GM	1709,58	3	569,86	2,37	0,0886
Error	7683,00	32	240,09		
Total	22290,93	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=14,11505

Error: 240,0938 gl: 32

Den.	Medias	n	E.E.		
1	32,14	10	4,90	A	
3	60,95	10	4,90		B
2	72,86	10	4,90		B C
4	78,40	10	4,90		C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Spad 40	0,10	0,00	11,75	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	73,75	7	10,54	0,51	0,8184
Den.	64,18	3	21,39	1,04	0,3880
GM	8,37	1	8,37	0,41	0,5280
Den.*GM	1,20	3	0,40	0,02	0,9963
Error	658,01	32	20,56		
Total	731,76	39			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MST/ha40	0,57	0,48	15,26	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112742243,88	7	16106034,84	6,08	0,0001
Den.	27130108,40	3	9043369,47	3,41	0,0291
GM	69944936,29	1	69944936,29	26,39	<0,0001
Den.*GM	15667199,19	3	5222399,73	1,97	0,1382
Error	84810502,48	32	2650328,20		
Total	197552746,37	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1483,00165

Error: 2650328,2026 gl: 32

Den.	Medias	n	E.E.		
2	9774,04	10	514,81	A	
1	10276,92	10	514,81	A	
3	10623,08	10	514,81	A	B
4	11994,23	10	514,81		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1048,64053

Error: 2650328,2026 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.		
c	9344,71	20	364,03	A	
l	11989,42	20	364,03		B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

IC 40 0,34 0,19 12,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	7	0,01	2,30	0,0507
Den.	0,03	3	0,01	2,55	0,0732
GM	0,02	1	0,02	6,59	0,0151
Den.*GM	0,01	3	2,2E-03	0,63	0,6006
Error	0,11	32	3,5E-03		
Total	0,17	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03804

Error: 0,0035 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.	
c	0,46	20	0,01	A
l	0,51	20	0,01	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vaina/pl	40	0,72	0,66	33,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20776,14	7	2968,02	11,81	<0,0001
Den.	8175,92	3	2725,31	10,85	<0,0001
GM	12053,40	1	12053,40	47,97	<0,0001
Den.*GM	546,82	3	182,27	0,73	0,5443
Error	8040,40	32	251,26		
Total	28816,54	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=14,43962

Error: 251,2626 gl: 32

Den.	Medias	n	E.E.	
4	35,60	10	5,01	A
3	38,93	10	5,01	A
2	40,97	10	5,01	A
1	71,22	10	5,01	B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=10,21035

Error: 251,2626 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.	
c	29,32	20	3,54	A
l	64,04	20	3,54	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sem/vaina	40	0,68	0,61	12,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,55	7	1,65	9,69	<0,0001
Den.	1,03	3	0,34	2,01	0,1318
GM	9,76	1	9,76	57,35	<0,0001
Den.*GM	0,76	3	0,25	1,49	0,2366
Error	5,44	32	0,17		

Total 16,99 39

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,26570

Error: 0,1702 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.	
l	2,75	20	0,09	A
c	3,73	20	0,09	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PM Sem40	0,89	0,87	4,23	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14072,40	7	2010,34	38,67	<0,0001
Den.	277,40	3	92,47	1,78	0,1711
GM	13395,60	1	13395,60	257,67	<0,0001
Den.*GM	399,40	3	133,13	2,56	0,0722
Error	1663,60	32	51,99		
Total	15736,00	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,64436

Error: 51,9875 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.	
c	152,20	20	1,61	A
l	188,80	20	1,61	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pl/m2	40	0,80	0,76	19,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3287,78	7	469,68	18,56	<0,0001
Den.	2298,48	3	766,16	30,27	<0,0001
GM	783,23	1	783,23	30,94	<0,0001
Den.*GM	206,08	3	68,69	2,71	0,0612
Error	810,00	32	25,31		
Total	4097,78	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,58310

Error: 25,3125 gl: 32

Den.	Medias	n	E.E.	
1	14,70	10	1,59	A
2	23,20	10	1,59	B
3	27,00	10	1,59	B
4	35,80	10	1,59	C

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,24074

Error: 25,3125 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.
----	--------	---	------

l	20,75	20	1,13	A
c	29,60	20	1,13	B

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sem/m ²	40	0,63	0,55	9,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4154587,49	7	593512,50	7,79	<0,0001
Den.	386766,41	3	128922,14	1,69	0,1884
GM	1875253,74	1	1875253,74	24,61	<0,0001
Den.*GM	1892567,34	3	630855,78	8,28	0,0003
Error	2438141,33	32	76191,92		
Total	6592728,82	39			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=177,79980

Error: 76191,9165 gl: 32

GM	Medias	n	E.E.
c	2769,01	20	61,72 A
l	3202,05	20	61,72 B

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

Análisis de la varianza Para el Ciclo Corto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sem/m ²	20	0,57	0,48	8,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1089820,96	3	363273,65	6,94	0,0033
Den.	1089820,96	3	363273,65	6,94	0,0033
Error	837571,12	16	52348,19		
Total	1927392,07	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=306,75892

Error: 52348,1948 gl: 16

Den.	Medias	n	E.E.
4	2582,77	5	102,32 A
3	2588,01	5	102,32 A
2	2748,81	5	102,32 A
1	3156,45	5	102,32 B

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

Análisis de la varianza Para el Ciclo Largo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sem/m ²	20	0,43	0,32	9,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1189512,80	3	396504,27	3,96	0,0274
Den.	1189512,80	3	396504,27	3,96	0,0274
Error	1600570,21	16	100035,64		
Total	2790083,01	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=424,05649

Error: 100035,6383 gl: 16

Den.	Medias	n	E.E.
------	--------	---	------

2	2914,23	5	141,45	A		
1	3021,46	5	141,45	A	B	
3	3356,44	5	141,45		B	C
4	3516,08	5	141,45			C

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha	40	0,81	0,77	10,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	37799840,92	7	5399977,27	19,24	<0,0001
Den.	924368,62	3	308122,87	1,10	0,3643
GM	33323790,56	1	33323790,56	118,74	<0,0001
Den.*GM	3551681,73	3	1183893,91	4,22	0,0127
Error	8980584,47	32	280643,26		
Total	46780425,39	39			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=341,23543

Error: 280643,2647 ql: 32

GM	Medias	n	E.E.	
c	4210,10	20	118,46	A
l	6035,58	20	118,46	B

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

Análisis de la varianza Para el Ciclo Corto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha	20	0,30	0,17	10,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	1400975,51	3	466991,84	2,30	0,1159
Den.	1400975,51	3	466991,84	2,30	0,1159
Error	3243311,33	16	202706,96		
Total	4644286,83	19			

Análisis de la varianza Para el ciclo Largo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha	20	0,35	0,23	9,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	3075074,85	3	1025024,95	2,86	0,0698
Den.	3075074,85	3	1025024,95	2,86	0,0698
Error	5737273,15	16	358579,57		
Total	8812348,00	19			

