



Efectos de dosis creciente de fertilizante mineral con diferentes distancias de siembra en el cultivo desoja (*Glycine max* L.)

Nilsa Florentin Figueredo
florentinnilsa875@gmail.com

Wilfrido Daniel Lugo Pereira
wdlugo.26@hotmail.com

Raul Sánchez Jara
sanchezraul1984@hotmail.com

Derlys Fernando López Ávalos
derlysfernando@hotmail.com

Modesto Osmar Da Silva Oviedo
dasilva_modesto@hotmail.com

Carlos Alberto Mongelos Barrios
carlos526mongelos@hotmail.com

Eulalio Morel López
lopezeulalio@hotmail.com

Oscar Caballero Casuriaga
cabariaga1305@gmail.com

Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad Nacional de Concepción. Paraguay.

Correspondencia: florentinnilsa875@gmail.com

Artículo recibido 22 noviembre 2022 Aceptado para publicación: 22 diciembre 2022

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Florentin Figueredo, N., Lugo Pereira, W. D., Sánchez Jara, R., López Ávalos, D. F., Da Silva Oviedo, M. O., Mongelos Barrios, C. A., Morel López, E., & Caballero Casuriaga, O. (2022). Efectos de dosis creciente de fertilizante mineral con diferentes distancias de siembra en el cultivo desoja (*Glycine max* L.). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 8336-8353. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4001

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo general, evaluar el efecto diferentes distancias entre plantas con dosis creciente de fertilizantes minerales en cultivo de soja (*Glycine max* L.). Se realizó en la localidad de San Marcos km 34 de la Ruta V Gral. Bernardino Caballero, distante a 7 Km de la Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Concepción, sede Horqueta. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de 2x5 (dos distancias entre plantas y cinco dosis de fertilizante mineral). Los tratamientos utilizados fueron: factor A: (0, 10 cm/pl y 0, 20 cm/pl); factor B: (0, 100, 200, 300 y 400 kg.ha⁻¹ de 00-30-20). Los datos obtenidos, se sometieron a análisis de varianza, comparación de medias por el test de Tukey y análisis de regresión. Los tratamientos aplicados influyeron significativamente para el número de vainas por planta, peso de mil granos y rendimiento del cultivo; pero no se observó diferencias en cuanto al número de granos por vaina. Se concluye que la distancia de siembra de 10 cm entre plantas (Factor A) y 300 kg ha⁻¹ de fertilizante mineral (Factor B), presentó mayor rendimiento en el cultivo de soja.

Palabras claves: *fertilizante mineral; rendimiento; soja.*

Effects of increasing dose of mineral fertilizer with different planting distances in the soybean crop (*Glycine max L.*)

ABSTRACT

The general objective of the research work was to evaluate the effect of different distances between plants with increasing doses of mineral fertilizers in soybean (*Glycine max L.*) cultivation. It was carried out in the town of San Marcos km 34 of Route V Gral. Bernardino Caballero, distant 7 km from the Faculty of Agrarian Sciences / National University of Concepción, Horqueta headquarters. The experimental design used was Random Complete Blocks (DBCA), with a 2x5 factorial arrangement (two distances between plants and five doses of mineral fertilizer). The treatments used were: factor A: (0.10 cm/pl and 0.20 cm/pl); factor B: (0, 100, 200, 300 and 400 kg.ha⁻¹ of 00-30-20). The data obtained were subjected to analysis of variance, comparison of means by Tukey's test and regression analysis. The applied treatments significantly influenced the number of pods per plant, thousand grain weight and crop yield; but no differences were observed regarding the number of grains per pod. It is concluded that the planting distance of 10 cm between plants (Factor A) and 300 kg ha⁻¹ of mineral fertilizer (Factor B), presented a higher yield in soybean cultivation.

Key words: *mineral fertilizer; yield; soybean.*

1. INTRODUCCIÓN

El desafío fundamental de la agricultura mundial se basa en satisfacer las demandas de productos agrícolas las cuales continuarán aumentándose dado el aumento poblacional de personas, los cambios en la calidad de las dietas, y los potenciales requerimientos en biocombustibles previstos para los próximos años (Godfray et al., 2010; Penning de Vries et al., 1997; Tilman et al., 2011; Tilman y Clark, 2014). En este sentido, los aumentos necesarios en la producción agrícola podrían conseguirse teóricamente vía expansión de superficie agrícola y/o con un incremento en el uso de la tierra actualmente bajo agricultura. A escala integral, la disponibilidad de nuevas áreas para cultivos está restringida. Por lo cual el aumento en la producción requerirá principalmente la intensificación de la tierra actualmente bajo uso agrícola (Foley et al., 2011).

La expansión del cultivo de soja en la región sudamericana provino de la demanda del mercado de soja asiático, atribuido principalmente a su uso como alimento (forraje para animales) (Tomasone, 2017; Cristaldo, 2017). Esto correspondió al aumento del consumo de carne vacuna en la región oriental del mundo, lo cual está claramente relacionado al aumento de las condiciones en cuanto a poder adquisitivo, es decir, el aumento de la clase media y el cambio en preferencias de consumo (Ferreira, 2017; Rojas, 2017).

La soja fue introducida en Paraguay, aproximadamente en 1921, expandiéndose como rubro de producción agrícola recién en la década del 60 e intensificándose su producción a partir de 1968 (Maldonado 2005). Actualmente la soja es el cultivo agrícola de mayor jerarquía, la que mayor ganancia que se produce en el Paraguay. El área de siembra en el periodo 2018/2019 fue de aproximadamente 3.500.000 ha con un rendimiento promedio nacional de 2.216 kg ha⁻¹, posicionando al país como el 6° mayor productor, con más de 7.854.600 toneladas producidas y 4° mayor exportador de granos de soja (CAPECO 2019). Dentro de los problemas que limitan la baja producción de la soja, se pueden mencionar entre otros; la variedad o híbridos utilizados, control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales del lugar donde se produce, suelo, manejo cultural del cultivo, densidad de siembra no óptima, nutrición mineral y el control de malezas. Estos mismos, si carecen de una tecnología no adecuada, son limitante en la producción de granos (Alvarado, 2001).

La aplicación de fertilizantes minerales considerando el balance de nutrientes, constituye un pilar fundamental de la agricultura sustentable. El conocimiento de los niveles de

productividad de los distintos suelos en cada uno de los ambientes, junto con los requerimientos nutricionales de los cultivos son también aspectos primordiales para lograr un mejor manejo de la fertilización, el cual permitirá un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales (Berardo, 2004).

El objetivo general del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes distancias entre plantas con dosis creciente de fertilizantes minerales en cultivo de soja (*Glycine max L.*).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado fue del tipo experimental con variables cuantitativas.

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de San Marcos km 34 de la Ruta V Gral. Bernardino Caballero Py, distante a 7 Km de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, Filial Horqueta, con posicionamiento geográfico de 23° 11' 15" latitud S y 33° 12' 39" longitud O, desde el mes de diciembre de 2021 a abril de 2022.

Las condiciones generales del clima en el Departamento de Concepción se definen como tropical con una precipitación media anual de aproximadamente 1.400 mm, la temperatura media de 22 °C con máximas media de 29,9 °C y mínima media de 16,6 °C; la media de humedad relativa de 73% (DINAC, 2022).

La clase taxonómica del suelo del Distrito de Horqueta pertenece a Ultisol con capacidad de uso de suelos que corresponde a la clase III, y las principales limitaciones solas son: pendiente de 8 a 15%, que denotan un riesgo muy alto de erosión. Textura franco arenosa fina con pedregosidad moderada y con una fertilidad aparente baja, menos de 35% de saturación de bases y con un drenaje de permeabilidad rápida (Base Cartográfico Nacional, 2012).

Las características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento fueron para la profundidad del suelo con 0,20cm; Ph en agua= 5,83 M.O=1,50 dag.kg⁻¹; Al³⁺= 0,00; Ca+Mg =4,0 Cmolc.dm⁻³; P= 11,5 mg.kg⁻¹ y Text tacto= Franco Arcilloso.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2x5 (Factor A: dos distancias entre plantas y Factor B: cinco dosis de fertilizante mineral de la fuente 00-30-20) con tres repeticiones.

Tabla 1.

Descripción de los tratamientos que se emplearon en el experimento. San Marcos, Horqueta, Paraguay, 2022.

Tratamientos	Distancia entre plantas (Factor A)	Fertilizante mineral NPK (Factor B)
T1		Sin aplicación
T2		100 kg de 00-30-20
T3	10 cm/plantas	200 kg de 00-30-20
T4		300 kg de 00-30-20
T5		400 kg de 00-30-20
T6		Sin aplicación
T7		100 kg de 00-30-20
T8	20 cm/plantas	200 kg de 00-30-20
T9		300 kg de 00-30-20
T10		400 kg de 00-30-20

Primeramente, se procedió a la extracción de muestras del suelo para su caracterización correspondiente, de acuerdo al análisis de suelo se tiene la recomendación de las dosis de fertilizantes. La preparación del terreno fue realizada con arada a tracción animal y herramientas manuales. Previamente, se realizó la corrección del suelo, aplicando cal agrícola con las dosis de 3 tn.ha⁻¹.

La siembra se realizó en la primera quincena del mes de diciembre de 2021, en forma manual con la utilización de una matraca, abriendo surcos de 3,5 cm de profundidad aproximadamente, a una distancia de 45 cm entre hileras, constante para todos los tratamientos.

En cada parcela se colocó cuatro hileras, y diez plantas por cada hilera (10 cm/pl.), totalizando 40 plantas por unidad experimental. Para la distancia entre plantas de 20 cm/pl.), fueron cinco plantas por hilera, totalizando 20 plantas por parcela.

La aplicación de los fertilizantes minerales se realizó al momento de la siembra paralelos a las líneas de siembra con aproximadamente 8-10 cm de profundidad y a 5 cm de profundidad, conforme a las dosis descritas en la tabla 1.

La limpieza fue realizada durante el desarrollo del cultivo, con carpida manual, para mantener limpia las unidades experimentales.

Se utilizaron productos químicos a base de fungicida Mancozeb y Carbendazim con las dosis de 35 cc/tanque de 20 litros en tres oportunidades. Se aplicaron insecticida Lorsban plus 35 cc/20 litros de agua) y Nomolt (25 cc/tanque de 20 litros).

La cosecha se realizó en forma manual a los 130 días después de la siembra, y el trillado se realizó también en forma manual de cada parcela para determinar el rendimiento del cultivo.

Para la colecta de datos fue necesaria, la utilización de balanza electrónica, calculadora, bolígrafo y planillas para registrar los datos. Se realizaron las siguientes determinaciones: Número de granos por vaina; número de vainas por planta; peso de mil granos y rendimiento de granos en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; todas estas determinaciones se evaluaron al momento de la cosecha (estadio R8).

Para la medición del número de vainas por planta, se extrajeron al azar, veinte plantas del área útil cosechada y se procedió al conteo del número de vainas de cada una, obteniéndose un promedio que representó al número de vainas por planta.

El número de granos por vaina, se contabilizaron la cantidad de granos de treinta vainas, obteniéndose un promedio que representó al número de granos por vainas.

Para la determinación del peso de mil granos, se extrajeron al azar del total de granos del área útil de cada parcela, 1000 granos en todos los tratamientos y repeticiones y se determinó su peso en una balanza electrónica, luego se obtuvo un promedio para cada unidad experimental.

Posteriormente se realizó la cosecha del área útil total y se determinó el peso de la producción de granos de dicha área en una balanza electrónica, con una humedad promedio de granos de 12% aproximadamente y se convirtió a $\text{kg}\ \text{ha}^{-1}$.

Los resultados obtenidos para cada determinación fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANAVA) y para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos, las medias que presentaron diferencia significativa fueron comparadas entre sí con el test de Fisher al 5% de probabilidad y análisis de regresión, fueron analizadas a través del paquete estadístico Agroestat - Sistema para Análisis Estadísticos de Ensayos Agronómicos, de la Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias de la Universidad Estadual de San Pablo (1996).

1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Número de vainas por planta

En la tabla 2, se puede observar las medias de los resultados obtenidos por los diferentes tratamientos en cultivo de soja, para la variable número de vainas por planta; según el test de Fisher al 5%, existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias evaluadas para las dosis de fertilizante mineral y no así para espaciamiento entre plantas. No se detectó interacción entre los tratamientos.

Tabla 2.

Número de vainas por planta de soja (Glycine max L.) influenciada por distancias entre plantas con diferentes dosis de fertilizante mineral. San Marcos. Horqueta, Paraguay, 2022.

Factores	Descripción	Número de vainas/pl	Significancia (Tukey 5%)
Distancias entre plantas (A)	20 cm/plantas	80,0 6	(ns)
	10 cm/plantas	77,3 1	
Dosis de fertilizante mineral (B)	300 kg de 00-30-20	89,4 4	a
	400 kg de 00-30-20	87,3 8	a
	200 kg de 00-30-20	82,7 7	a
	100 kg de 00-30-20	74,2 7	b
	Sin aplicación	59,5 5	c

Medias seguidas por la misma letra minúscula en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Para el factor A (Distancias entre plantas) 10 y 20 cm entre plantas presentaron número de vainas estadísticamente iguales entre sí con 80,06 y 77,31 vainas por planta, coincide a lo señalado por Toledo (2009) quien indica que la soja es una especie con alta plasticidad a la densidad de siembra, de igual manera ante cualquier situación de estrés tiene una alta capacidadde compensación, en contraste a lo reportado por Melchiori y Peltzer (2001), en un estudio observaron que el número de vainas fue afectado por la

densidad de plantas.

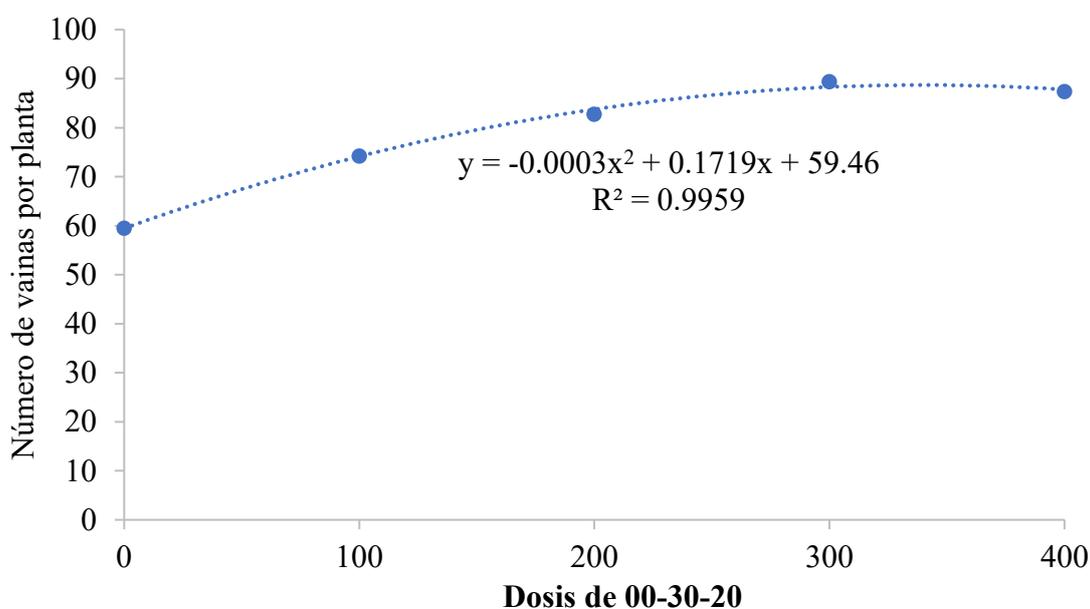
Para el factor B (Dosis de fertilizante mineral) con la aplicación de 300, 400 y 200 kg.ha⁻¹ de fertilizante mineral, estadísticamente fueron similares entre sí con un promedio de 89,44; 87,38 y 82,77 vainas por planta, pero inferior a lo encontrado por Ponce et al. (2002), obtuvieron valores de 98,12 vainas por plantas.

Estos resultados coinciden con lo mencionado por Johnston (2003), quien afirma que al agregar suficiente fósforo y potasio se establecen plantas fuertes y saludables, factores determinantes para mejorar la habilidad de los cultivos para hacerle frente al estrés de plagas y enfermedades y otros efectos negativos del medio ambiente, lo cual no generará impactos en los números de vainas.

Graterol & Montilla (2003), quienes compararon dos genotipos de soja a diferentes distancias entre hileras y con diferentes poblaciones, comprobaron que el número de vainas por planta resultó afectado por la distancia entre hileras de 45 y 60 cm, verificándose el mayor número de vainas por planta en la distancia de 45 cm, en contraste a los resultados en este experimento.

Figura 1.

*Curva de respuesta ajustada para el número de vainas por planta de soja (*Glycine max L.*) influenciada por distancias de siembra con diferentes dosis de fertilizante mineral.*



Las curvas de respuesta para número de vainas por plantas se ajusta a la ecuación cuadrática con la aplicación del fertilizante mineral, con un coeficiente R² de 0,99 (Figura 1) sigue un modelo de ecuación cuadrática de $y = -0,0003x^2 + 0,1719x + 59,46$ en donde

“y” es el número de vainas por plantas y “x” es la dosis del fertilizante mineral en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, además

se observa que a medida que fueron aumentando las dosis, el número de vainas aumenta progresivamente hasta alcanzar un punto óptimo y luego decae.

3.2. Número de granos por vaina

De acuerdo el análisis de la varianza, se puede visualizar en la tabla 3 que no existen diferencia significativa para el número de granos por vaina, entre distancias de plantas y dosis de fertilizante mineral. No se observó interacción entre los tratamientos.

Tabla 3. Número de granos por vaina de soja (*Glycine max L.*) influenciada por distancias entre plantas con diferentes dosis de fertilizante mineral. San Marcos. Horqueta, Paraguay, 2022.

Factores	Descripción	Número de granos/vaina	Significancia (Tukey 5%)
Distancias entre plantas (A)	20 cm/plantas	3,55	(ns)
	10 cm/plantas	3,50	
Dosis de fertilizante mineral (B)	300 kg de 00-30-20	3,71	(ns)
	400 kg de 00-30-20	3,55	
	200 kg de 00-30-20	3,49	
	Sin aplicación	3,49	
	100 kg de 00-30-20	3,38	
CV (%):		10,04	
DMS (distancia entre plantas)		0,27	
DMS (dosis de fertilizante miner)		0,61	

Test de Tukey al 5% de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación. DMS: Diferencia mínima significativa.

Carvalho et al. (2001), en un estudio de comportamiento de variedades de soja en diferentes poblaciones de plantas, observaron que el número de granos por vaina no fue influenciado significativamente por las poblaciones, al igual que los resultados en este trabajo experimental.

Para el factor B (Dosis de fertilizante mineral), no presentan diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosis utilizadas, coincidiendo a lo reportado por Bonilla y Brenes, 2004, quienes afirman que, en el cultivo de soja, el número de granos por vaina es una característica genética propia de cada variedad y puede ser influenciada por factores ambientales.

3.3. Peso de mil granos

Según el análisis de varianza, se puede visualizar en la tabla 4, que no existen diferencia significativa para el peso de mil granos, para las distancias entre plantas y para las dosis de fertilizante mineral se obtuvo diferencias significativas. Para la interacción entre los tratamientos no se obtuvo diferencias estadísticas.

Para el factor A (Distancias entre plantas), presentaron resultados estadísticamente iguales entre sí con 218,26 y 216,33 gramos, en contraste a lo encontrado por Mondino y Gómez (2009), trabajando con espaciamientos de surcos estrechos en sistemas productivos bajo riego informa que los mayores rendimientos a medida que se estrechaba la distancia entre surcos podrían ser atribuidos a un aumento en el número de granos.

Sin embargo, Graterol & Mantilla (2003) en un estudio sobre el efecto de distancias de siembra y poblaciones sobre el comportamiento de dos variedades de soja observaron diferencias significativas para peso de mil granos solamente entre las variedades, no así en relación a las distancias.

Según Caivano (2011), reportó que el peso de mil granos en soja, disminuyó en el distanciamiento más estrecho, en contraste a los resultados en este trabajo de investigación para el tratamiento de distancias entre plantas.

Tabla 4. *Peso de mil granos de soja (*Glycine max L.*) influenciada por distancias entre plantas con diferentes dosis de fertilizante mineral. San Marcos. Horqueta, Paraguay, 2022.*

Factores	Descripción	Peso de mil granos(gr.)	Significancia (Tukey 5%)
Distancias entre plantas (A)	20 cm/plantas	218,26	(ns)
	10 cm/plantas	216,33	
Dosis de fertilizante mineral (B)	300 kg de 00-30-20	240,16	a
	400 kg de 00-30-20	235,38	a
	200 kg de 00-30-20	230,71	a
	100 kg de 00-30-20	212,66	b
	Sin aplicación	167,55	c
CV (%):		2,90	
DMS (distancia entre plantas)		4,84	
DMS (dosis de fertilizantemineral)		11,01	

Medias seguidas por la misma letra minúscula en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Con relación al efecto de las dosis de fertilización mineral (factor B), se observó diferencias estadísticas significativa en cuanto al peso de 1000 granos, donde las dosis de 300 kg.ha⁻¹ de fertilizante mineral arrojó el mayor peso con 240,16 gramos, superior a lo reportado por Rojas (2015), quien obtuvo una media 127,88 gramos de 1000 granos de soja evaluando diferentes fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en el cultivo de soja en un oxisol.

En esta investigación todos los tratamientos donde fueron aplicados fertilización mineral presentaron mayor peso de 1000 granos, coincide con lo mencionado por Filho (2005), quien afirma que una nutrición adecuada influye directamente en el tamaño y peso de los granos de la cosecha.

3.4. Rendimiento de granos

Según el análisis de la varianza, se puede observar en la tabla 5, donde se muestra que existen diferencias altamente significativas entre las distancias de plantas y el fertilizante mineral. Así también se observó la interacción significativa entre las distancias y fertilizante mineral.

En la tabla 5, considerando el factor A, se observa que la distancia de 10 cm entre plantas presentó mayor rendimiento de granos con 2.835,12 kg.ha⁻¹, estadísticamente superior a la distancia de siembra de 20 cm entre plantas con una media de 2.057,83 kg.ha⁻¹, coincide con lo mencionado por Roma (2006), quien afirma que la siembra con alta densidad de población promueve mayor crecimiento de las plantas, sin embargo, produce menos vainas y semillas por planta comparada con una siembra de menos densidad.

Según Jiménez (2009), en su investigación sobre el efecto de la densidad poblacional sobre los componentes del rendimiento de soja, sus resultados afirman que a mayor la densidad poblacional el acame aumenta y el rendimiento de las plantas se reduce, lo cual no coincide con los resultados de esta investigación.

Según Baigorri (2004), la reducción del espaciamiento contribuye a mejorar el aprovechamiento de la radiación, el control de malezas e incrementa el rendimiento, también coincide con esta investigación.

Tabla 5.

*Rendimiento de granos de soja (*Glycine max L.*) influenciada por distancias entre plantas con diferentes dosis de fertilizante mineral. San Marcos. Horqueta, Paraguay, 2022.*

Factores	Descripción	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Significancia (Tukey 5%)
Distancias entre plantas (A)	10 cm/plantas	2.835,12	A
	20 cm/plantas	2.057,83	B
Dosis de fertilizante mineral (B)	300 kg de 00-30-20	3.027,65	a
	400 kg de 00-30-20	2.569,00	b
	200 kg de 00-30-20	2.563,16	b
	100 kg de 00-30-20	2.106,37	c
	Sin aplicación	1.966,21	c
CV (%)		7,23	
DMS (distancia entre plantas)		135,78	
DMS (dosis de fertilizante miner)		308,99	

Medias seguidas por la misma letra mayúsculas y minúscula en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Para el factor B (Dosis de fertilizante mineral), se observa que todos los tratamientos donde fueron aplicados el fertilizante mineral aumentaron la producción en comparación al testigo, sin embargo se muestra que se obtuvo diferencias significativas a nivel estadísticos, el mejor rendimiento se obtuvo con la dosis de 300 kg.ha⁻¹ de fertilizante mineral con 3.027,65 kg.ha⁻¹ respectivamente.

El desdoblamiento a la interacción del factor A (Distancia entre plantas) dentro del factor B (Dosis de fertilizante mineral) del rendimiento de granos de soja se presenta en la tabla 6.

En las interacciones de los datos de las distancias entre plantas y la dosis de fertilizante mineral, se observa diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados para el rendimiento de granos de soja.

Tabla 6.

Interacción de las distancias entre plantas dentro de las dosis de fertilizante mineral en el rendimiento de soja. San Marcos, Horqueta, Paraguay, 2022.

Espaciamiento	Descripción				
	Dosis de fertilizante mineral 00-30-20				
	0	100 kg.ha ⁻¹	200 kg.ha ⁻¹	300 kg.ha ⁻¹	400 kg.ha ⁻¹
	(**)	(**)	(**)	(**)	(*)
10 cm	2288,80 A	2451,43 A	3170,37 A	3498,76 A	2766,25 A
20 cm	1643,62 B	1761,31 B	1955,95 B	2556,54 B	2371,74 B

(**) Altamente significativo por el Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5 %.

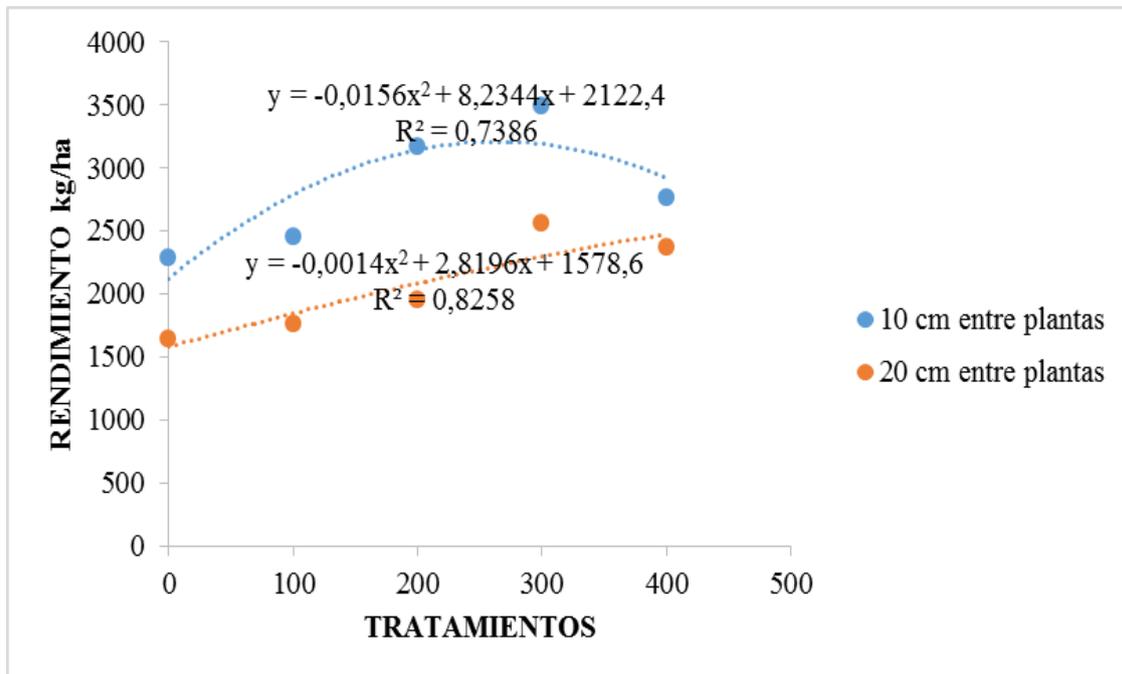
Con relación al comportamiento de las distancias entre plantas en cada dosis del fertilizante mineral, se constata que con todas las distancias de plantas estudiadas (10 y 20 cm) la distancia de 10 cm proporcionó la mayor media, superando a la distancia de 20 cm.

El desdoblamiento de la interacción del factor B (Dosis de fertilizante mineral) dentro del factor A (Distancia entre plantas) del rendimiento de granos se presenta en la figura 2.

Curva de respuesta ajustada para la producción de granos de la soja del factor B dosis de fertilizante mineral) dentro del factor A (distancia entre plantas).

Las curvas de respuesta del rendimiento de granos de la soja se ajusta mejor a la ecuación cuadrática para la distancia entre 10 cm entre plantas hasta la dosis de 300 kg.ha⁻¹, luego empieza a descender y presenta un coeficiente R² de 0,73 (Figura 2) sigue un modelo de ecuación de $y = 0,00156x^2 + 8,2344x + 2122,4$; mientras que para la distancia de 20 cm entre planta, ecuación cuadrática que presenta un coeficiente R² de 0,82 (Figura 2) sigue un modelo de ecuación $y = 0,0014x^2 + 2,8196x + 1578,9$.

Figura 2. Curva de respuesta ajustada del rendimiento de soja. San Marcos, Horqueta, Paraguay. 2022.



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, resultados obtenidos y de haber realizado el análisis e interpretación, se llega a las siguientes conclusiones:

Utilizando $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante mineral y sembrando a 20 cm entre plantas en cultivo de soja, presentaron mayor número de vainas, número de granos por vainas y peso de milgranos.

El mayor rendimiento se obtuvo con la distancia de siembra de 10 cm entre plantas y $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante mineral de la fuente 00-30-20.

Se recomienda utilizar la distancia de siembra de 10 cm entre plantas y $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante mineral en cultivo de soja, porque permite mayor producción para el productor.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, D. N. 2001. Transformación de tres del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) en la variedad Mejicana, hacia una producción sostenible. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 62 p.

Baigorri H. 2004. Criterios generales para la elección y el manejo de cultivares en el Cono Sur. En Días Zorrita M. y Duarte G. A. (ed.).

- Manual Práctico para la producción de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur, págs. 53-54.
- Berardo, A. 2004. Manejo de la fertilización en una agricultura sustentable. Informaciones Agronómicas No. 23. INTA. 5 p.
- Bonilla, E., Brenes, A. 2004. Evaluación de dosis de fosforo y potasio en el cultivo de la soja (*Glycine max* L.), variedad CEA –CH-86 su efecto sobre el crecimiento y rendimiento y su análisis económico. En línea. Nicaragua. Consultado el 04 sep. 2022. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/1891/1/tnf04b715.pdf>
- Caivano, J. 2011. Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. En línea. Argentina. Consultado el 05 sep. 2022. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efectos-distancia-entre-hileras- rendimiento.pdf>
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2019. Área de siembra, producción y rendimiento de soja, maíz, trigo, girasol y canola. CAPECO, Paraguay. (En línea). Consultado 19 jun 2022. Disponible en: <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>.
- Carvalho, R.; Mucchi, J.; Bandeira, H.; Ribeiro, R; Pereira, H. 2001. Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. Revista Ceres. N° 279. Setembro - Outubro. Vol. 48. Vlcosa – Minas Gerais.
- Cristaldo, H. 2017. Entrevista realizada por el equipo del proyecto INV 233 Impacto económico de la aprobación de la soja transgénica en Paraguay. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo.
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, PY), DMH (Dirección de Meteorología e Hidrología), 2020. Características climáticas de Concepción. (En línea). Consultado 07 jul 2022. Disponible en <http://www.dinac.gov.py/v3/>.
- Ferreira, M. 2017. Entrevista realizada por el equipo del proyecto INV 233 Impacto económico de la aprobación de la soja transgénica en Paraguay. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo.

- Foley, J. a., Ramankutty, N., Brauman, K. a., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., Connell, C.O., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Sheehan, J., Siebert, S., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstro, J., Tilman, D., Zaks, D.P.M., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452> FUNDACRUZ, Bolivia.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C., 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* (80-.). 327, 812.
- Graterol, Y.; Montilla, D. 2003. Efecto de distancias y población sobre el comportamiento de dos cultivares de soja de crecimiento indeterminado. *Revista Bioagro*. W3. Vol. 15. Venezuela. P. 193-199.
- Jiménez, A. 2009. Efecto de la densidad de población sobre los componentes del rendimiento de soja (*Glycine max* L. Merr). Universidad Autónoma de Aguascalientes. En línea. México. Consultado el 05 sep. 2022. Disponible en: <https://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista15/Articulo%202.pdf>
- Johnston, M. 2003. Maximizando ganancias con una Nutrición Balanceada. *Informaciones Agronómicas*. Instituto del Fosforo y la Postasa, Canadá. Volumen 5. Nº 4. 15p.
- Maldonado, L.G. 2005. Producción de soja en el Paraguay. Proyecto para la formulación de estrategias y políticas de apoyo a la agricultura familiar campesina. (En línea). Consultado 04 abr. 2022. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/282657237>
- Melchiori, M. Y Peltzer, H. 2001. Distanciamiento entre surcos, densidad de siembra y hábitos de crecimiento en siembra de soja de segunda. INTA-EEA Paraná. En línea. Paraná. Consultado el 04 sep. 2022. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/soja/evaluacion_manejo/Soja_de_Segunda.pdf
- Mondino, M. H. Y Gómez, D. G. 2006. Disminución de la distancia entre surcos como

- alternativa para mejorar el rendimiento en sojas de siembras extra-temprana. En línea. Argentina. Consultado el 05 sep. 2022. Disponible en: www.acsoja.org.ar/mercosoja.
- Penning de Vries, F.W.T., Rabbinge, R., Groot, J.J.R., 1997. Potential and attainable food production and food security in different regions. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 352, 917–928. <https://doi.org/10.1098/rstb.1997.0071>.
- Ponce, R., Ortiz, C., De La Fé Y Moya, C. 2002. Estudio comparativo de nuevas variedades de soya (*Glycine max* L. Merr.) para las condiciones de primavera en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 2, p. 55-58.
- Rojas, A. 2015. Aplicación de diferentes fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en el cultivo de soja en un oxisol. En línea. San Lorenzo - Paraguay. Consultado el 05 sep. 2022. Disponible en: <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-017.pdf>
- Rojas, L. 2017. Entrevista realizada por el equipo del proyecto INV 233 Impacto económico de la aprobación de la soja transgénica en Paraguay. Universidad Nacional. de Asunción. San Lorenzo.
- Roma, P. 2006. La fenología y su importancia. Manual de difusión Técnica de Soya.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl Acad. Sci.* 108, 20260. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- Tilman, D., Clark, M., 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515, 518–522. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
- Toledo R. 2009. Cultivo de soja. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. En línea. Argentina. Consultado el 04 sep. 2022. Disponible en: <https://www.buscagro.com/biblioteca/Ruben-Toledo/El-cultivo-de-soja.pdf>
- Tomasone, S. 2017. Entrevista realizada por el equipo del proyecto INV 233 Impacto económico de la aprobación de la soja transgénica en Paraguay. Universidad Nacional. de Asunción. San Lorenzo.