



## FORMAS DE APLICACIÓN DE TIERRA DE DIATOMEAS EN LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE SOJA

*APPLICATION METHODS OF DIATOMACEOUS EARTH IN THE PRODUCTION OF SOYBEAN VARIETIES*

Aldo Leguizamón Báez<sup>1</sup>, Adolfo Leguizamón Resquín<sup>2</sup> y Eulalio Morel López<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

<sup>2</sup> Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

\*Autor por correspondencia: [lopezeulalio@hotmail.com](mailto:lopezeulalio@hotmail.com)

### RESUMEN

La investigación fue realizada en el distrito de Belén, Concepción, Paraguay. El objetivo general fue evaluar formas de aplicación de tierra de diatomeas en el cultivo de soja. Se utilizaron tres variedades de soja: Sojapar R19, Sojapar R24, Sojapar R34. Las formas de aplicación de tierra de diatomeas fueron foliar y localizada con una dosis de 20 g/L de agua para cada tratamiento. El diseño experimental aplicado fue en bloques completos al azar, (DBCA) en un arreglo factorial 3×2, siendo el factor A: variedad y el factor B: forma de aplicación, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando veinticuatro unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron constituidas por parcelas de 3 m × 1,8 m (5,4 m<sup>2</sup>), donde fue establecido el cultivo de soja con un espaciamiento de 0,45 m entre hileras y totalizando 10 plantas por metro lineal. Las determinaciones evaluadas fueron: altura de la planta a los 30,45 y 60 días, número de vaina por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento kg ha<sup>-1</sup>. Los datos obtenidos en cada determinación fueron sometidos al análisis de varianza mediante el test de Fischer y las medias comparadas entre sí por el test de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que hubo una diferencia estadística entre las variedades estudiadas y forma de aplicación, siendo las variedades de soja que alcanzaron la mayor altura de planta (30 DAE), altura de inserción de las vainas y rendimiento, la Sojapar R19 y R24. Entre las aplicaciones, se destacó la forma localizada, que presentó el mejor comportamiento en las determinaciones.

**Palabras clave:** Formas de aplicación, soja, tierra de diatomeas, variedades.

### ABSTRACT

The research was conducted in the district of Belén, Concepción, Paraguay. The general objective was to evaluate different application methods of diatomaceous earth in soybean cultivation. Three soybean varieties were used: Sojapar R19, Sojapar R24, and Sojapar R34. The diatomaceous earth was applied using two methods: foliar and localized, at a rate of 20 g/L of water for each treatment. The experimental design applied was a randomized complete block design (RCBD) in a 3×2 factorial arrangement, where factor A was the soybean variety and factor B was the application method, resulting in six treatments with four replications, totaling twenty-four experimental units. The experimental units consisted of plots measuring 3 m × 1.8 m (5.4 m<sup>2</sup>), where soybean crops were established with a row spacing of 0.45 m and a total of 10 plants per linear meter. The variables evaluated included plant height at 30, 45, and 60 days, number of pods per plant, number of grains per pod, 100-grain weight, and yield (kg ha<sup>-1</sup>). Data obtained for each variable were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Fisher's test, and means were compared using Tukey's test at a 5% significance level. The results indicated a statistically significant difference among the soybean varieties and application methods. The soybean varieties that reached the greatest plant height at 30 DAE (days after emergence), pod insertion height, and yield were Sojapar R19 and R24. Among the application methods, the localized application showed the best performance in the evaluated parameters.

**Keywords:** Application methods, soybean, diatomaceous earth, varieties.

## INTRODUCCIÓN

La soja se ha convertido en la más importante de las oleaginosas cultivadas a nivel mundial en las últimas tres décadas y es muy utilizada como fuente de proteínas y de aceite vegetal comestible. Para su cultivo se dispone de un paquete de herramientas tecnológicas muy desarrollado, pero requiere del suministro de semillas de alta calidad en cantidad suficiente para mantener el área sembrada (Pérez et al., 2010).

El papel dominante de la soja en la agricultura hace imprescindible conocer y manejar la nutrición del cultivo para maximizar los rendimientos. Si bien, la soja es capaz de mantener rendimientos relativamente altos en condiciones de baja fertilidad, también presenta mayores requerimientos de nutrientes por tonelada de grano cosechado que los demás cultivos extensivos sembrados (Ferraris, 2001).

Por ello, diversos estudios han abordado el tema del uso de productos de origen orgánico, biológico y mineral, como alternativa al uso de productos de síntesis química, para satisfacer las necesidades de nutrición de los cultivos, así como para combatir las diversas plagas y enfermedades que les afectan. Uno de ellos es la tierra de diatomeas, esta ha sido ampliamente estudiadas, lo que ha permitido diversificar su uso. Su componente principal es sílice amorfo y pequeñas cantidades de minerales como Al, FeO, Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg y Na, entre otros (Round et al., 2009).

En los últimos años las investigaciones apuntan a identificar productos orgánicos como la tierra diatomea, el cual es una roca sedimentaria silícea formada por micro fósiles de diatomeas, presentando alto contenido en Ca, seguido por Mg, K, P, Fe, B, Mo, Mn, entre otros (Vincent et al., 2003).

Se plantea buscar la forma de aplicación (foliar o localizada) de tierra de diatomeas, responderá mejor en la producción de soja y cuál de las variedades arrojaron mejores resultados en la zona con el fin de obtener máximo rendimiento, y para que los productores tengan acceso a escoger nuevas técnicas utilizando la tecnología de producción y variedades resistentes.

El objetivo general fue evaluar forma de aplicación de tierra de diatomeas en tres variedades de soja, y como objetivos específicos; evaluar altura de las plantas, determinar altura de inserción de la primera vaina, determinar el peso de cien semillas, cuantificar números de vaina por planta,

cuantificar números de granos por vaina, determinar rendimiento del grano en kg ha<sup>-1</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de estudio utilizado se enmarca dentro del tipo experimental cualitativa. El experimento se realizó en la Comunidad km 15 San Luis, distrito de Belén, entre los meses de octubre 2019 a febrero del 2020, en el Departamento de Concepción. Según Google Earth (2020), con Latitud 23°26'14"S y Longitud 57°17'28"843 m.

La región donde se llevó a cabo el experimento el tipo de suelo pertenece al grupo Alfisol y sub grupo Mollic de textura franco gruesa, con panorama en forma de pequeña lomada de origen arenisca, con relieve plana de 0 a 3 % de pendiente y una altura aproximada de 200 msnm, con drenaje bueno y rocosidad nula, según análisis de suelo.

La precipitación promedio durante el experimento entre los meses fueron octubre 1,8 mm, noviembre 226,4mm, diciembre 229,4mm, enero 179,0 mm, febrero 34,6mm, marzo 000 mm; las temperaturas promedio fueron octubre 27,9 °C, noviembre 28,9°C, diciembre 28,7°C, enero 28,4°C, febrero 28,1mm, marzo 29,5 °C, estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica localizada en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, (DBCA) con un arreglo factorial (3×2), siendo el factor A: variedad y el factor B: forma de aplicación, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando veinticuatro unidades experimentales (UE). Las UE fueron constituidas por parcelas de 3 m × 1,8 m (5,4 m<sup>2</sup>), donde fueron sembradas las semillas de soja de cada variedad de acuerdo a la distribución de los tratamientos con un espaciamiento de 0,45 m entre hileras y totalizando 10 plantas por metros lineal. Los tratamientos pueden ser observados en la tabla 1.

En el proceso la instalación de la parcela, la preparación del suelo se realizó en forma convencional, previamente fue obtenida una muestra de suelo (se recorrió la parcela en zig zag y extrajo 10 sub muestras en diferentes áreas de la parcela experimental a una profundidad de 20 cm, que posteriormente fueron unificadas para obtener una muestra única que represente al total de área), la cual fue remitida a un laboratorio de suelo, para su análisis, los

resultados fueron utilizados referencialmente para la caracterización de los suelos.

Las semillas de las variedades de soja fueron sembradas mediante una sembradora manual, depositando 12 a 13 semillas por metro lineal; a 0,45 m de distancia entre hileras; Además, se realizó una fertilización básica en el momento de la siembra (con la ayuda de la sembradora de doble pico) utilizando una formulación de NPK (00-60-40), 60 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple y 40 kg ha<sup>-1</sup> de cloruro de potasio; la cual fue ajustada al análisis de suelo. Después de los 15 días de la emergencia se realizó el raleo de la para dejar 10 plantas por metro lineal.

**Tabla 1.** Tratamientos utilizados en el experimento. Concepción. Paraguay. 2019-2020

| Trat. | Descripción           |                                  | Cantidad<br>(unidad de medida) |
|-------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|       | Factor A:<br>Variedad | Factor B:<br>Forma de aplicación |                                |
| T1    | Sojapar R19           | Aplicación localizada            | *20 g/L de agua                |
| T2    | Sojapar R19           | Aplicación foliar                | 20 g/L de agua                 |
| T3    | Sojapar R24           | Aplicación localizada            | 20 g/L de agua                 |
| T4    | Sojapar R24           | Aplicación foliar                | 20 g/L de agua                 |
| T5    | Sojapar R34           | Aplicación localizada            | 20 g/L de agua                 |
| T6    | Sojapar R34           | Aplicación foliar                | 20 g/L de agua                 |

\* 20 g/litros de agua equivale a 2 kg ha<sup>-1</sup>

Las dosis de tierras diatomeas fueron distribuidas en cuatro aplicaciones: 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra, en dos formas de aplicación: foliar y localizada (dependiendo de cada tratamiento), para las dos formas de aplicación fue usada una mochila con el caldo; en el caso de la localizada se abrieron surcos a una distancia de 5 cm de las hileras del cultivo a una profundidad de 5 cm donde fue disuelto en forma líquida los fertilizantes.

El control de maleza se realizó de forma manual, con tres carpidas. En cuanto a los cuidados fitosanitarios se aplicó un fungicida del grupo de los triazoles a los 60 y 90 DDE (Días Despues de la emergencia) como preventivos; para el control de las plagas de hojas se utilizó un insecticida del grupo de cipermetrina a los 65 días.

La cosecha se realizó en el estadio R8: maduración completa, en forma manual,

cortando la planta a la altura del cuello, y el trillado o desgranado se realizó en forma manual. Los indicadores para la cosecha fueron el aspecto del tallo, caída del follaje y la maduración del 95% de las vainas. Fueron cosechados todos los vainas viables, de 5 plantas seleccionadas al azar dentro de cada Unidad Experimental (UE), de cada parcela útil, para los levantamientos de los datos, los cuales fueron registrados en planillas electrónicas Excel.

Se tomó registro de la altura de la planta a los 30, 45, 60 DDE (Días Despues de la emergencia), la altura de inserción de la primera vaina se tomó a los 65 DDE (Días Despues de la emergencia); en el momento de la cosecha se procedió al conteo de número de vaina por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento kg ha<sup>-1</sup>. Se elaboraron planillas donde se registraron todos los datos recolectados y luego fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente.

Se realizaron las siguientes determinaciones y las metodologías fueron adaptadas según el modelo de Imsande y Touraine (1994).

Altura de la planta: se tomó registro de altura en metros a los 30, 45, y 60 días. Para la medición de las variedades se utilizó una cinta métrica considerando la parte de la planta comprendida entre su base y el ápice principal. Se seleccionaron 5 plantas de la parcela útil de cada variedad, en las diferentes etapas fenológicas.

Altura de inserción de la primera vaina (cm): se determinó midiendo con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta la primera vaina en la fase reproductiva en la primera etapa de formación de las vainas. Se seleccionaron y se realizaron el promedio de las 5 plantas escogidas al azar de las parcelas útiles.

Número de vaina por planta: Para la medición del número de vainas por planta, se extrajeron al azar, cinco plantas del área útil al momento de cosecha y se procedió al conteo del número de vainas de cada una, obteniéndose un promedio que representó al número de vainas por planta.

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

Peso de 100 granos: se extrajeron al azar del total de granos del área útil de cada parcela, 100 granos y se determinó su peso en una balanza

digital, obteniéndose de esa forma el peso en gramos (g).

Rendimiento kg ha<sup>-1</sup>: Se realizó la cosecha del área útil total cuando el cultivo se encontraba en el estadio R8: maduración completa y se determinó el peso de la producción de granos de dicha área en una balanza digital, que después fue convertida a kg ha<sup>-1</sup>.

Los datos obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza por el test de Fischer y las medias fueron comparadas por el Test de Tukey al 5%.

**Tabla 2.** Comparación de medias de altura de la soja los 30,45 y 60 días después de la emergencia de variedades de soja influenciada por formas de aplicación de tierras de diatomeas. Concepción, 2020.

| Factor                 | Descripción | 30 DDE   | 45 DDE  | 60 DDE  |
|------------------------|-------------|----------|---------|---------|
| A: Variedad            | Sojapar R19 | 17,81 a  | 28,87 a | 53,06 a |
|                        | Sojapar R24 | 16,92 ab | 27,77 a | 51,20 a |
|                        | Sojapar R34 | 15,87 b  | 26,98 a | 48,30 a |
| B: Forma de aplicación | Localizada  | 16,84 a  | 28,13 a | 51,33 a |
|                        | Foliar      | 16,90 a  | 27,62 a | 50,37 a |
| CV (5%):               |             | 5,86     | 7,21    | 7,82    |
| DMS Fc A:              |             | 1,2851   | 2,6135  | 5,1669  |
| DMS Fc B:              |             | 0,8610   | 1,7510  | 3,4619  |
| Media general:         |             | 16,87    | 27,87   | 50,85   |

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5 %; C.V: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.

Como se observa en la tabla 2, para el factor variedad, la mayor altura de planta a los 30 DDE (Días Despues de la Emergencia) la variedad de Sojapar R19 arrojó el mayor resultado, con una media de 17,81 cm, sin embargo, no difiere estadísticamente de Sojapar R24, que alcanza medias de 16,92 cm; aunque difieren con relación al R34 cuyos valores medios llegan a 15,87 cm de altura de planta.

Con relación a la forma de aplicación, se puede observar que no tuvieron efectos en la altura de planta a los 30 DDE, pero agronómicamente los mejores resultados son logrados en la aplicación foliar, cuyo valor medio es 16,90 cm.

Para la variable en la altura de planta a los 45 y 60 DDE (Días Despues de la Emergencia) (tabla 2) no hubo una diferencia estadística significativa en las tres variedades de Sojapar estudiada; de la misma manera en cuanto a las dos formas de aplicación de tierra diatomea no arrojaron resultado significativo; por lo tanto, en esta investigación que la aplicación de tierra diatomeas en el cultivo de soja no provocaron incrementos favorables en el crecimiento de altura de las plantas.

Los dos factores estudiados estadísticamente no presentaron diferencia, pero

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de la planta

Efectuando un análisis de los datos obtenidos en cuanto a la altura de planta a los 30, 45 y 60 DDE (Días Despues de la Emergencia) por efecto de variedades de soja y tierra de diatomea, no tuvieron efecto significativo estadísticamente para ambos factores, excepto para el factor variedad en la altura de planta 30 DDE (Días Despues de la Emergencia). No hubo interacción entre los dos factores.

agronómicamente, resultaron un comportamiento propicio en la variedad Sojapar R19 obtuvieron mejores resultados en la determinación de altura de planta de soja cuyos valores 28,87 y 53,06 cm, a los 45 y 60 DDE (Días Despues de la Emergencia), respectivamente.

Según Cuevas y Klaner (2018), investigando sobre el efecto de diferentes niveles de diatomeas en el cultivo de la soja, a diferencia de la presente investigación, halló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. De la misma manera, Pati et al. (2016) revelaron que la aplicación en surco de tierra diatomeas favoreció en la altura de las plantas de soja con respecto al testigo (sin la aplicación), lo que podría deberse a la mayor eficiencia fotosintética en el cultivo donde se aplicó la tierra diatomeas.

### Altura de inserción de las vainas

El resultado del análisis de varianza para cada factor en estudio demuestra un efecto significativo en la variedad y no en la forma de aplicación. En cuanto a la altura hubo interacciones entre ambos factores, presentando diferencia estadísticamente significativa en la variable estudiada.

En la tabla 3, se puede constatar las medias de altura de inserción de las vainas de soja, hubo una diferencia para las variedades estudiadas, el mayor número demuestra es la variedad Sojapar R19 con la aplicación en forma foliar, el cual indica que tienen un mayor efecto sobre la altura de inserción de vainas con relación a las otras variedades.

**Tabla 3.** Comparación de medias de altura de inserción de las vainas en las plantas de variedades de soja a los 60 DDE influenciada por formas de aplicación de tierra diatomeas. Concepción, 2020.

| Factor         | B: Forma de aplicación |             |
|----------------|------------------------|-------------|
| A: Variedades  | Localizada             | Foliar      |
| R19            | 8,70 A b               | 9,70 A<br>a |
| R24            | 7,95 AB a              | 6,90 B b    |
| R34            | 7,20 B a               | 7,00 B a    |
| DMS (Columna): | 1,00                   |             |
| DMS (Línea):   | 0,82                   |             |
| MG:            | 7,90                   |             |

Mismas letras minúsculas en líneas y mayúsculas en columna no difieren entre sí según el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima Significativa. MG: Media general.

Contrastando las medias de los datos en la altura de inserción de las vainas de soja en cuanto a la forma de aplicación de tierra diatomeas, la aplicación foliar dentro de la variedad sojapar R19 es el que presenta mayor altura alcanzando una media de 9,7 cm, diferenciando a las variedades R24 y R34 cuyos valores 6,9 y 7,0 cm, respectivamente.

En cuanto a la forma de aplicación localizada de tierra diatomeas dentro de las variedades demostraron que hubo diferencia significativa; resultando la variedad R19 y R24 no presentaron diferencia, pero superaron estadísticamente a la variedad R34. La variedad R24 es estadísticamente superior a la R34, pero agronómicamente inferior a la variedad R19.

El que presentó mejores resultados en la variedad Sojapar fue R19, el cual muestra que en esta determinación tuvo un comportamiento superior en la aplicación foliar de tierra diatomea cuyo valor es de 9,7 cm de altura de inserción de las vainas.

#### Número de vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos

El análisis de varianza realizado indica que no existen diferencias significativas en las variables número de vainas por planta, granos

de vainas, peso de 100 granos para el factor variedades y forma de aplicación de tierra diatomeas, en contraste hubo diferencia estadísticamente con respecto a las variedades en el peso de 100 granos. En las interacciones no revelaron diferencias entre los factores en las variables estudiadas.

En la tabla 4, se puede comprobar las medias de número de vainas por planta, no hubo diferencia estadísticamente para las variedades de Sojapar y forma de aplicación de tierras diatomeas.

Estos resultados no concuerdan con los expresados por Cuevas y Klaner (2018), evaluándose el efecto de diferentes niveles de diatomea en el cultivo de la soja, los resultados indican que existen diferencias en el número de vainas por planta. Estas diferencias, podría explicarse que los mencionados autores trabajaron con otra variedad, además se ejecutaron en otra región.

En esta investigación los datos obtenidos en la cantidad de vainas notoriamente fueron superiores por los expresados por Menjivar et al., 2017, evaluaron fenología y morfología en diferentes variedades de soja alcanzaron un promedio de 43,5 vainas por plantas. Las diferencias, podría expresarse que la investigación se ha hecho en una época tardía. En cuanto a las variedades la mayor producción de vainas por planta demuestra en la variedad R19 alcanzando una media de 74,82 vainas de soja y referente a la forma de aplicación de tierra diatomea, se corrobora la mayor cantidad de vainas producidas se observa en forma localizada con una media 71,75 vainas por plantas.

Verificando las medias de los datos en la variable granos por vaina (Tabla 4) en cuanto a las variedades de soja no fue similar al alcanzado en el número de granos, si fuese similar pudiera ser un elemento importante en la formación del rendimiento, aunque algunos autores lo identifican como un componente indirecto del rendimiento (Martignone et al., 2010).

El que presenta mayor número de granos por vaina es la variedad Sojapar R24 (2,43), seguidamente la R34 con una media (2,42), mientras que el tratamiento (R19) fue el que presentó la menor granos (2,33). Al respecto, Rosas y Young (1999), realizaron diversas investigaciones sobre el cultivo de soja, encontraron las medias de 2 a 3 granos por vaina, coincidentemente con lo obtenido en este trabajo alcanzaron una media general de 2,40 granos por vaina.

**Tabla 4.** Comparación de medias de número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos de variedades de soja influenciada por formas de aplicación de tierras diatomeas. Concepción, 2020.

| Factor                 | Descripción | N° vainas por planta | Granos por vaina | Peso de 100 granos (g) |
|------------------------|-------------|----------------------|------------------|------------------------|
| A: Variedad            | R19         | 74,82 a              | 2,33 a           | 13,01 b                |
|                        | R24         | 68,77 a              | 2,43 a           | 14,63 a                |
|                        | R34         | 69,40 a              | 2,42 a           | 13,02 b                |
| B: Forma de aplicación | Localizada  | 71,75 a              | 2,43 a           | 13,70 a                |
|                        | Foliar      | 70,25 a              | 2,37 a           | 13,41 a                |
| CV (5%):               |             | 23,97                | 6,68             | 8,08                   |
| DMS Fc A:              |             | 22,10                | 0,20             | 1,42                   |
| DMS Fc B:              |             | 14,81                | 0,13             | 0,95                   |
| Media general:         |             | 71,00                | 2,40             | 13,55                  |

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5 %. CV: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa; gr: gramos.

El empleo de la tierra diatomea en diferente forma de aplicación en la soja (tabla 4) no marcaron diferencia estadísticamente en el número de granos por vainas. Esto indica que la tierra diatomeas una vez más no demuestra el efecto en el componente de rendimiento.

Con respecto al peso de 100 granos demuestra la comparación de cada factor (tabla 4). No obstante, nos indica que el factor de la forma de aplicación de tierra diatomeas, los resultados obtenidos no produjeron diferencia estadísticamente. No obstante, en las variedades estudiadas, el que presentó mayor cantidad de peso se encuentra en la variedad Sojapar R24 con una media de 14,63 gramos, diferenciándose estadísticamente de la variedad R19 y R34 que promediaron 13,01 y 13,02, respectivamente.

### Rendimiento

El análisis de varianza efectuado y el Test de F aplicado al 5% revelan que existe una interacción de los factores en estudio sobre la determinación de rendimiento de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Se puede observar en la tabla 5 las medias y la comparación de medias por el Test de Tukey al 5%.

Visualizando los datos obtenidos del rendimiento para cada variedad (tabla 5) se aprecian que las respuestas de los mismos no fueron diferenciadas en las variedades Sojapar R24 y 34 dentro de las formas de aplicación de tierra diatomeas, pero se observa levemente que hubo un aumento en el rendimiento donde fue aplicado en forma foliar la tierra diatomeas en ambas variedades cuyos valores son 1267,26 y 1162,40  $\text{kg ha}^{-1}$  de soja.

Sin embargo, la variedad de Sojapar R19 estudiada dentro de la forma de aplicación de tierra diatomeas (tabla 5) indica que presenta

diferencia estadísticamente, la cual demuestra que la tierra diatomea aplicado en forma localizada produjo un rendimiento de soja más elevado con una media de 1555,31  $\text{kg ha}^{-1}$  con relación a la forma foliar cuyo valor alcanza 1215,90  $\text{kg ha}^{-1}$ , esto podría deberse que la variedad Sojapar R19 se adapta mejor al comportamiento meteorológicas, las cuales juega un papel fundamental en productividad de cultivo (Huang et al., 2016).

Estos resultados logrados en esta investigación con la aplicación de tierra diatomeas en el cultivo de soja concuerdan con los expresados por Milligan y Morel (2002), pero en otros cultivos que el suministro adecuado en forma localizada de tierra diatomea beneficia a los cultivos en cuantos al rendimiento.

**Tabla 5.** Comparación de medias de rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de variedades de soja de influenciada por formas de aplicación de tierras diatomeas. Concepción, 2020.

| Factor         | B: Forma de aplicación |             |
|----------------|------------------------|-------------|
| A: Variedad    | Localizada             | Foliar      |
| R19            | 1555,31 A<br>a         | 1215,90 A b |
| R24            | 1044,70 B a            | 1267,26 A a |
| R34            | 966,59 B a             | 1162,40 A a |
| CV (5%)        |                        | 16,59       |
| DMS (Columna): |                        | 366,43      |
| DMS (Línea):   |                        | 300,69      |
| MG:            |                        | 1202,03     |

Mismas letras minúsculas en líneas y mayúsculas en columna no difieren entre sí según el test de Tukey al 5%. DMS: Diferencia mínima Significativa. MG: Media general.

Analizando el comportamiento de rendimiento de soja en la forma de aplicación

localizada de tierra diatomeas ocurrieron diferencias significativas dentro de las variedades de Sojapar, no así aplicando en forma foliar.

Se constata que la variedad Sojapar R19 dentro de la aplicación en forma localizada de tierra diatomea presenta mayor eficiencia productiva de soja con 1555,31 kg ha<sup>-1</sup>. Con respecto a las variedades R24 y R34 no presenta diferencia, lo cual indica que la tierra de diatomeas aplicado en forma localizada no contribuye suficiente en el rendimiento de soja.

Con relación a la aplicación en forma foliar de tierra diatomeas dentro de las variedades de Sojapar no se observaron efectos estadísticamente; agronómicamente hubo un comportamiento favorable en el rendimiento en la variedad Sojapar R24 con una media de 1267,26 kg ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las variedades de soja más destacadas fueron la Sojapar R19 y R24, ya que alcanzaron la mayor altura de planta (30 DDE), altura de inserción de las vainas y rendimiento.

La forma de aplicación localizada de tierra de diatomeas fue el de mejor comportamiento en las determinaciones. Porque los parámetros productivos fueron significativos comparando las tres variedades, lo que se logra con la aplicación localizada es un aumento en la absorción de cualquier fertilizante, esto se debe a que se produce una compensación en la banda debido a mayor crecimiento de raíces aumentándole la capacidad de absorción por unidad o por superficie de raíz.

Se observaron interacciones entre los factores estudiados, donde la mejor combinación presentó la variedad R19 y forma de aplicación foliar en la altura de inserción; mientras que la Sojapar R19 y aplicación localizada en rendimiento.

Estos parámetros se deben porque la composición de la tierra de diatomeas es óptima en micro-minerales, elementos que tienen incidencia en el metabolismo de los tejidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuevas, G., & Klaner, V. M. (2018). Efecto de diferentes niveles de Diatomea en el cultivo de la soja (*Glycine max L.*) en el distrito de Aba'i. En *I Congreso de Suelos, Alto Paraná* (p. 59). <https://www.fia.une.edu.py/Documentos/Descargas/libro%20de%20resumenes>
- %20del%20I%20congreso%20de%20suelos%202.pdf
- Ferraris, G. N., Ferrari, M., & Ostojic, J. J. (2001). Fertilización fosforada en soja. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 6(18), 20–23.
- Google Earth. (2020). *Programa informático de información geográfica* [Software]. <http://googleearthonline.blogspot.com>
- Huang, M., Shan, S., Zhou, X., Chen, J., Cao, F., Jiang, L., & Zou, Y. (2016). Leaf photosynthetic performance related to higher radiation use efficiency and grain yield in hybrid rice. *Field Crops Research*, 30(60), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.009>
- Imsande, J., & Touraine, B. (1994). N demand and the regulation of nitrate uptake. *Plant Physiology*, 105(1), 3–7. <https://doi.org/10.1104/pp.105.1.3>
- Martignone, R., Enrico, J., Bodrero, M., & Adriani, J. (2010). Factores asociados con la variabilidad de rendimientos entre grupos de madurez en soya. *EEA Oliveros INTA*, 39, 36–40.
- Milligan, A. J., & Morel, F. M. M. (2002). Proton buffering role for silica in diatoms. *Science*, 297(5588), 1848–1850.
- Pati, S., Pal, B., Badole, S., Hazra, G. C., & Mandal, B. (2016). Effect of silicon fertilization on growth, yield, and nutrient uptake of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(3), 284–290. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1122797>
- Rosas, J., & Young, R. (1999). *El cultivo de la soya* (3.<sup>a</sup> ed., p. 71). EAP.
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (2009). *The diatoms*. Cambridge University Press.
- Salinas, A. R., Santos, D. S. B., Santos Filho, B. G., Gomes, A. S., Melo, V. D. C., & Zonta, E. P. (2009). Comportamiento de genotipos de soja hasta el estado de plántulas en diferentes niveles de humedad. En A. J. Pascale (Ed.), *Actas IV Conf. Mundial de Investigación en Soya*. ASA.
- Vernetti. (1993). *Soya, planta, clima, plagas y malezas invasoras* (p. 180). Cargill.
- Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B., & Fleurat-Lessard, F. (2003). Management of agricultural insects with physical control methods. *Annual*

*Review of Entomology*, 48, 261–281.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112639>