

*Silíce*a Terra sobre la morfometría de la parte aérea y radical del arroz (*Oryza sativa* L.)

(Original)

*Silíce*a Terra on the morphometry of the aerial and root parts of rice (*Oryza sativa* L.)

(Original)

Franco Adrián Maceo Figueredo. Ingeniero Agrónomo. Profesor Instructor. Universidad de

Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [fmaceof@udg.co.cu](mailto:fmaceof@udg.co.cu) 

Sergio Florentino Rodríguez Rodríguez. Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular. Universidad de

Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [srodriguezr@udg.co.cu](mailto:srodriguezr@udg.co.cu) 

Arnaldo Yanier Pérez Ortiz. Ingeniero Agrónomo. Adiestrado. Universidad de Granma. Bayamo.

Granma. Cuba. [aperezortiz@udg.co.cu](mailto:aperezortiz@udg.co.cu) 

Recibido: 27-01-2023/ Aceptado: 12-05-2023

### Resumen

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, perteneciente a la Universidad de Granma, entre mayo y junio de 2021 con el objetivo de evaluar el uso de la *Silíce*a terra como promotor de crecimiento en parámetros morfométricos de la parte aérea y radical del arroz (*Oryza sativa* L). Con un diseño totalmente al azar, se conformaron tres grupos: control (1), experimental con *Silíce*a terra a la 30 CH (2) y experimental con *Silíce*a terra a la 200 CH (3), el grupo 1 con cinco placas de Petri y los grupos experimentales con 10 cada uno, con 10 semillas cada placa. El procesamiento de los datos se realizó mediante el InfoStat, siguiendo la prueba paramétrica Shapiro- Wilk. Luego se realizó un análisis de correlación parcial con todas las variables (longitud de la parte aérea, número de hojas, peso fresco de la parte aérea, longitud de la parte radical, peso fresco de la parte radical y número de raíces) para

conocer el grado de asociación. Las plantas con mayor desarrollo de su sistema radical lograron mayor desarrollo del área foliar. Las plantas con mayor desarrollo morfométrico de la parte aérea y radical pertenecen al tratamiento *Silíceea terra* 30 CH.

**Palabras clave:** agrohomeopatía; *silíceea terra*; parámetros morfométricos; crecimiento

### **Abstract**

The research was developed in the Plant Biotechnology Laboratory, belonging to the University of Granma, between May and June 2021 with the objective of assessing the use of *silíceea terra* as a growth promoter in morphometric parameters of the aerial and root parts of rice (*Oryza sativa* L.). With a totally randomized design, three groups were formed: control (1), experimental with *silíceea terra* at 30 CH (2) and experimental with *Silíceea terra* at 200 CH (3), group 1 with five Petri dishes and experimental groups with 10 each, with 10 seeds each plate. The data was processed using the InfoStat, following the Shapiro-Wilk parametric test. Then a partial correlation analysis was carried out with all the variables (length of the aerial part, number of leaves, fresh weight of the aerial part, length of the radical part, fresh weight of the root part and number of roots) to know the degree of association. The plants with greater development of their root system achieved greater development of the foliar area. The plants with greater morphometric development of the aerial part and radical belong to the treatment *Silíceea terra* 30 CH.

**Keywords:** agrohomeopathy; *silíceea terra*; morphometric parameters; growth

### **Introducción**

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), ocupa un lugar privilegiado en el mundo, por la cantidad de hectáreas dedicadas a su cosecha y el gran número de personas que dependen del mismo para su alimentación (Hernández et al., 2014). En nuestro país el arroz, junto con el frijol,

forman parte de la dieta diaria. Uno de los principales objetivos de la agricultura cubana es lograr incrementos en la producción de granos. Al no disponer de una producción nacional en las cantidades requeridas para satisfacer la demanda, el país debe importar grandes sumas al año que representa una distribución de varios millones de dólares (Domínguez et al., 2020). La economía cubana requiere - y a la vez le resulta importante - solucionar el problema agrícola, para con ello dar solución a la alimentación (Miranda, 2016).

La insatisfacción acerca de los residuos dañinos en los cultivos en estos últimos años se hace cada vez mayor, producto del empleo de pesticidas convencionales lo que ha estimulado investigaciones con nuevas estrategias agrícolas (Santos & Da Silva, 2013). Debido a la inquietud de la inocuidad alimentaria y la exigencia de proteger el medio ambiente, es necesario el empleo de alternativas, para el control de plagas y enfermedades, que sean amigables y seguras con el hombre y el ambiente (Sánchez & Meneses, 2007). Una de ellas es el uso de la Agrohomeopatía, planteada como el uso del método homeopático en la agricultura, a partir del cual es posible incidir en los procesos biológicos de las plantas para retardar o anticipar su desarrollo (Meneses, 2009).

Dentro de la materia médica homeopática se encuentra la *Silícea terra*, medicamento constitucional (Negrín et al., 2019). El mismo se extrae a base de sílice coloidal anhidra, fórmula química  $\text{SiO}_2$ , la sílice se obtiene de la arena, de ella se elabora la silícea. Tomando en consideración todo lo antes planteado esta investigación está dirigida a evaluar el efecto de una sustancia homeopática a diferentes diluciones en el desarrollo de posturas de arroz sobre variables morfométricas, con la finalidad de explicar los efectos sobre las mismas.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en condiciones controladas en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, perteneciente a la Universidad de Granma, en el periodo comprendido entre mayo y junio de 2021. Se utilizaron semillas maduras de la especie *Oryza sativa L.*, variedad Reforma con un 90 % de germinación, procedente de la Estación Experimental de Granos de Jucarito, del municipio de Río Cauto. La procedencia de los productos homeopáticos es la Farmacia Homeopática del municipio de Bayamo, en diluciones a la 30 centesimal hannemaniana (CH) y a la 200 CH.

Diseño experimental: Diseño totalmente al azar. Se conformaron tres tratamientos: tratamiento control (1), tratamiento con *Silícea terra* a la 30 CH (2) y tratamiento con *Silícea terra* a la 200 CH (3). Las semillas fueron colocadas en placas de Petri, cada una de ellas conteniendo 10 semillas, utilizando como medio de cultivo 20 mililitros (ml), de agua destilada. El grupo control estuvo conformado por cinco placas de Petri y los dos grupos experimentales por 10 placas de Petri cada uno.

La *Silícea terra* a la 30 CH se suministró en una dosis de cinco gotas a cada placa de Petri diariamente por un periodo de 30 días, la *Silícea terra* a la 200 CH se le suministró en igual dosis a cada placa de Petri una vez a la semana. A los 30 días se comenzó a evaluar las variables.

Los indicadores morfométricos medidos al finalizar el experimento fueron: longitud de la parte aérea (LPA), longitud de la parte radical (LPR), número de hojas (NH), número de raíces (NR), peso fresco de la parte aérea (PFPA) y peso fresco de la parte radical (PFPR). La LPA y LPR, se midieron utilizando una regla en centímetros (cm), el NH y el NR con conteo manual y el PFPA y el PFPR con una balanza analítica Sartorio Max. 120 g.

El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa InfoStat, siguiendo la prueba paramétrica Shapiro- Wilk, todos para ambiente del sistema operativo Windows de Microsoft ®. Ninguna de las variables cumplió la premisa de la distribución normal al no dar diferencias significativas la prueba de Chapiro- Wilk, ni transformándolas. Luego se realizó un análisis de correlación parcial con todas las variables para conocer el grado de asociación.

### **Análisis y discusión de los resultados**

En la tabla 1 se muestran los valores medios y su desviación estándar de la longitud de la parte aérea de las plantas, número de hojas, peso fresco de la parte aérea, longitud de la parte radical, peso fresco de la parte radical, número de raíces de las posturas de arroz variedad Reforma a los 30 días de desarrollado el experimento.

Al realizar el análisis estadístico se encontró que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo que demuestra que hay respuesta diferencial a los medicamentos utilizados de manera que estas diferencias se deben al efecto de cada tratamiento sobre las posturas de arroz en condiciones controladas, donde su medio era solo agua.

#### Variable longitud de la parte aérea

Los valores alcanzados en el crecimiento aéreo presentaron diferencia significativa entre los tratamientos. El mayor crecimiento aéreo se encontró en el tratamiento control cuyo medio era solo de agua destilada; entre los tratamientos de *Silícea* a la 200 CH y *Silícea* a la 30 CH no existieron diferencias.

Resultados similares obtuvieron Macedo et al. (2005), cuando trabajaron con plantas de *Artemisia vulgaris* L. tratadas con *Árnica montana*, en dinamizaciones diferentes no lograron resultados satisfactorios para el parámetro altura de la planta; situación similar obtuvieron Grisa et al. (2007), quienes aplicaron *Árnica* en potencias diferentes en plantas de *Lactuca sativa* L.

Según Armond (2007), el efecto de los productos homeopáticos ha sido algunas veces inconsistente, debido a que no fue sucusionado adecuadamente, no se preparó o aplicó correctamente o no se usaron las técnicas específicas de evaluación.

#### Variable longitud de la parte radical

Para la variable longitud de la parte radical se encontraron diferencias significativas. Las plantas con mayor longitud de la parte radical correspondieron al control y le siguen las del tratamiento que se le suministró *Silícea terra* a la 30 CH. Las plantas con menor crecimiento en longitud estuvieron en el tratamiento *Silícea* a la 200 CH.

Autores como Jaramillo y Díaz (2006) mencionan que el adecuado crecimiento del sistema radicular es uno de los factores más importantes para el desarrollo de las plantas, porque los sistemas radiculares profundos aumentan la asimilación de nutrientes y poseen un mejor aprovechamiento a la absorción del agua, ofreciendo mayor resistencia al estrés hídrico. Las dinamizaciones altas actúan más en la fitoenergía o energía sutil de las plantas, mientras que las dinamizaciones bajas actúan sobre los tejidos orgánicos en general.

**Tabla 1. Valores medios y desviación estándar**

Longitud de la parte aérea			Longitud de la parte radical		
Tratamiento	Media± DE	Significación	Tratamiento	Media± DE	Significación
1	5.93 ±3.25	a	1	5.86±3.27	a
2	4.49±2.59	b	2	3.77±3.15	b
3	4.32±2.32	b	3	3.60±2.74	b
Número de hojas			Número de raíces		
Tratamiento	Media ± DE	Significación	Tratamiento	Media ± DE	Significación
1	1.86±0.82	ab	1	4.91±2.67	b
2	2.10±1.16	a	2	4.83±3.34	ab
3	1.85±0.80	b	3	5.04±3.24	a
Peso fresco de la parte aérea			Peso fresco de la parte radical		
Tratamiento	Media ± DE	Significación	Tratamiento	Media ± DE	Significación
1	0.018±0.01	ab	1	0.02±0.01	b
2	0.011±0.02	a	2	0.03±0.03	a
3	0.012±0.01	b	3	0.02±0.01	b

**Nota:** Letras diferentes indican diferencias significativas para ( $p < 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el análisis de las variables morfométricas, en la tabla 2 se muestran las correlaciones parciales que se establecen entre las variables cuantitativas evaluadas en plantas de arroz.

#### Variable número de hojas

Para el número de hojas existieron diferencias significativas. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento *Silícea terra* a la 30 CH. Por otro lado, no existieron diferencias significativas entre el tratamiento *Silícea terra* a la 200 CH y el control. Es evidente entonces que esta sustancia dirige el crecimiento de la planta, sin limitar su desarrollo al contenido del sustrato; igualmente hay que tomar en cuenta las condiciones ambientales y, posteriormente, contemplar la posibilidad de que las plantas, dependiendo de la presencia de elementos, son selectivas en separar estos y resguardarlos en su interior en proporciones distintas a las que aparecen en el agua, suelo o aire.

En este sentido García *et al.* (2015), indican que la sílice se deposita en la pared celular y en el interior de la epidermis, lo cual ayuda a tener plantas menos quebradizas, con un mayor crecimiento y desarrollo.

#### Variable peso fresco de la parte aérea

En el caso del peso fresco de la parte aérea existieron diferencias significativas. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento *Silícea terra* a la 30 CH. Por otro lado, no existieron diferencias significativas entre el tratamiento *Silícea terra* a la 200 CH y el control. Autores como Muller y Toledo (2013) indican que la utilización de *Sulphur* a la 30 y 60 CH, incrementa el porcentaje del peso fresco de la parte aérea de *Lycopersicon esculentum*.

#### Variable número de raíces

Para el número de raíces existieron diferencias significativas. Los mejores resultados se alcanzaron con el tratamiento *Silícea terra* a la 200CH. Por otro lado, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos *Silícea terra* a la 200 CH y *Silícea terra* a la 30 CH. El buen desarrollo del sistema radical proporciona mejor climatización de las posturas a la hora del trasplante.

Sin embargo, sobre la base de las consideraciones anteriores, Meneses (2009) menciona que el efecto en zig-zag como respuesta de las plantas al ser tratadas con diferentes diluciones ya sean bajas, medias o ultradiluciones, obliga a realizar más investigaciones para conocer cuál dinamización actúa más energicamente, logrando así el óptimo biológico, no necesariamente correspondiente con la aplicación de las bajas o altas dinamizaciones que se utilicen.

#### Peso fresco de la parte radical

Con relación al peso fresco de la parte radical, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 3. El tratamiento *Silícea terra* a la 30 CH difiere significativamente de

los tratamientos restantes. Al respecto el uso de *Silícea terra* ha demostrado mejor producción de cabezas de *Brassicao leracea* L. (Pulido et al., 2014).

**Tabla 2. Coeficientes de correlaciones de Pearson obtenidos y su significación entre las variables evaluadas**

Variabes	LPA	LPR	N.H	N.R	PFPA	PFPR
LRA	0.00					
LPR	0.77*	1				
N.H	0.66*	0.57	1			
N.R	0.65*	0.61*	0.72*	1		
PFPA	0.31	0.27	0.29	0.18	1	
PFPR	0.43	0.33	0.52	0.41	0.26	1

**Fuente: Elaboración propia.**

Resultados similares obtuvieron Niembro et al. (2007) cuando analizaron frutos de caoba (*Swietenia macrophylla* King). Al realizar un análisis de correlación lineal efectuado a los promedios de cada característica, mostró que los únicos pares de valores que presentaron una correlación positiva significativa fueron el diámetro del fruto y el número de semillas desarrolladas. Dado el carácter positivo de esta correlación se asume que conforme aumenta el diámetro del fruto, se incrementa gradualmente el número de semillas desarrolladas en su interior.

Analizando lo planteado por Álvarez et al. (2010) cuando realizó un estudio a poblaciones de maíz en Cuba, obtuvo que las correlaciones más altas en este sentido son, en primer lugar, las que muestran el número de hileras con el contenido de triptófano (Trp) de manera negativa y con el contenido de sodio (Na) positivamente. Las correlaciones entre los caracteres de calidad a pesar de ser bajas son importantes biológicamente y dan la medida de qué contenidos de nutrientes se relacionan directa o indirectamente entre sí.

Es importante destacar que el contenido de los dos aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) que determinan en gran medida la calidad proteica del maíz tienen una correlación

muy significativa y positiva entre sí en esta población, lo que implica que el aumento en el contenido de uno de los dos aminoácidos equivale directamente al aumento del otro y viceversa, de esta manera la calidad de la proteína aumenta o disminuye considerablemente.

Lescay et al. (2017) realizando un análisis de correlaciones obtuvieron resultados favorables al evaluar variables fenotípicas y de variabilidad; mostraron una fuerte correlación positiva entre los pares de variables rendimiento - peso de semillas por planta y número de semillas por planta - número de vaina por planta. Las variables que muestran alta correlación con el rendimiento son muy importantes para los fitomejoradores, pues al ser utilizadas como criterios de selección pueden acelerar el progreso del mejoramiento.

Todas las correlaciones fueron de signo positivo, indicativo de que al incrementar los valores de una variable se incrementa la otra variable y viceversa. La mayoría de las correlaciones arrojaron diferencias significativas, excepto la correlación existente entre el peso fresco de la parte aérea (PFPA) y el número de raíces. De las correlaciones significativas los mayores coeficientes de correlación los obtuvieron las siguientes correlaciones:

LPR---LPA: Las plantas con mayor longitud de su sistema radical alcanzaron la mayor longitud de la parte aérea y viceversa.

N: R---N:H: Las plantas con mayor cantidad de raíces fueron las de mayor número de hojas y viceversa.

N: H---LPA: Las plantas con mayor número de hojas fueron las de mayor longitud de la parte aérea y viceversa.

N: R---LPA: Las plantas con mayor número de raíces fueron las de mayor longitud de la parte aérea y viceversa.

N: R---LPR: Las plantas con mayor número de raíces fueron las de mayor longitud de la parte radical y viceversa.

### **Conclusiones**

1. Las plantas con mayor desarrollo de la parte aérea y radical pertenecen al tratamiento *Silícea terra* a la 30 CH.
2. Todas las correlaciones fueron de signo positivo, indicativo de que al incrementar los valores de una variable se incrementa la otra variable y viceversa.
3. La dilución media alcanzó mejores resultados que la alta dilución.

### **Recomendaciones**

Continuar la investigación con el medicamento homeopático *Silícea terra*, utilizando diluciones bajas con otra vía de administración.

### **Referencias Bibliográficas**

- Álvarez, J. D., Gómez, D., León, N. S., & Gutiérrez, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.  
<https://www.redalyc.org/pdf/302/30215550007.pdf>
- Armond, C. (2007). Indicadores químicos, crecimiento e bioeletrografías de plantas de jambu (*Acmellaoleracea* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e folha-da-fortuna (*Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken) submetidas a tratamentos homeopáticos.  
<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1260>
- Domínguez, C., Díaz, G., Domínguez, D., Miranda, A., Duarte, C., Ruiz, M., Rodríguez, A., & Martín, R. (2020). Influence of Conservation Agriculture on Physical-Chemical Properties of Soil under Irrigated Rice Cultivation. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(3), 75-83. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1277>

- García, D., Peláez, J., Maldonado, S., Torres, E., & Castillo, T. (2015). Efecto de la aplicación de dosis de silicio más abonos orgánicos en la poda de rehabilitación en plantas de café variedad Catimor en el distrito de Alonso de Alvarado Roque provincia de Lamas. *Nutrición mineral de las plantas*, 1(2). <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/1209>
- Grisa, S., Toledo, M. V., Oliveira, L. C. de, & Holz, L. (2007). Crescimento e produtividade de alface (*lactuca sativa*) sob diferentes potências do medicamento homeopático Arnica Montana. *Cadernos de Agroecologia*, 2(2). <https://revistas.abagroecologia.org.br/cad/article/view/2537>
- Hernández, A., Rives, N., Acebo, Y., Díaz, A., Heydrich, M., & Divan, V. L. (2014). Potencialidades de las bacterias diazotróficas asociativas en la promoción del crecimiento vegetal y el control de *Pyricularia oryzae* (Sacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 29(1), 1-10. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522014000100001&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000100001&lng=es&tlng=pt)
- Jaramillo, N., Jorge, E., & Díaz, D. (2006). El cultivo de las crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china. *Corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA*. <http://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13457>
- Lescay, E., Vázquez, Y., & Celeiro, F. (2017). Variabilidad y relaciones fenotípicas en variables morfoagronómicas en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro agrícola*, 44(4), 58-64. <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-44-2017/no-4-oct-dic-2017/971-variabilidad-y-relaciones-fenotipicas-en-variables-morfoagronomicas-en-genotipos-de-frijol>

- Macedo, S. B., Carvalho, J. C. T., Ferreira, L. R., & Dos Santos-Pinto, R. (2005). Effect of *Arnica montana* 6 CH on edema, mouth opening and pain in patients submitted to extraction of impacted third molars. *Arzteitschrift fur Naturheilverfahren und Regulationsmedizin*, 46 (6), 381-387. <http://hdl.handle.net/11449/68270>
- Meneses, N. (2009). Agrohomeopatía una opción para la agricultura. *Boletín Informativo Homeopatía Agrícola*, 1, 1-25. [http://comenius.edu.mx/Agrohomeopatía\\_una\\_opcion\\_para\\_la\\_agricultura.pdf](http://comenius.edu.mx/Agrohomeopatía_una_opcion_para_la_agricultura.pdf)
- Miranda, A., Paneque, P., Abram, N., Ribet, Y., & Santos, F. (2016). Determinación del costo energético de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 32-38. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586262756008/586262756008.pdf>
- Muller, S. F., & Toledo, M. V. (2013). 14616 Homeopatía na produção em cultivo protegido. *Cuadernos de Agroecología*, 8(2), 1-4. <https://revistas.abagroecologia.org.br/cad/article/download/14616/9334>
- Negrín, M., Lastre, L., & Font, H. (2019). *Silícea terra* como promotor de crecimiento en cerdos al finalizar preceba-inicio ceba. *Veterinaria Argentina*, 36(370), 1-7. <https://www.veterinariargentina.com/revista/2019/02/silicea-terra-como-promotor-de-crecimiento-en-cerdos-al-finalizar-preceba-inicio-ceba/?hilite=Sil%C3%ADcea+terra+promotor+crecimiento+cerdos+al+finalizar+preceba-inicio+ceba>
- Niembro, A., Ramírez, E. O. & Aparicio, A. (2007). Correlación entre características de frutos de *Swietenia macrophylla* King con su contenido de semillas desarrolladas. *Foresta Veracruzana*, 9(1), 49-53. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49790108.pdf>

Pulido, E., Boff, P., Duarte, T., & Boff, M. (2014). Preparados homeopáticos en el crecimiento y en la producción de repollo cultivado en sistema orgánico. *Horticultura Brasileira*, 32(3), 270-272.

<https://www.scielo.br/j/hb/a/Dj5SwQKMBHm9vDkCCvWH3Nr/?format=pdf&lang=es>

Sánchez, J. L., & Meneses, N. (2007). Efecto de cinco medicamentos homeopáticos en la producción de peso fresco, en cebollín (*Allium fistulosum*).

[http://www.comenius.edu.mx/Cinco\\_medicamentos\\_homeop\\_ticos\\_en\\_Ceboll\\_n.pdf](http://www.comenius.edu.mx/Cinco_medicamentos_homeop_ticos_en_Ceboll_n.pdf)

Santos, G., & Da Silva, M. (2013). An exploration of the impact factor of Brazilian publications in indexed journals on homeopathy and high dilutions applied in plants. *Acta Biomedica Brasiliensia*, 4(2), 21-34.

<http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/63>