# La germinación de semillas de Sacha Inchi regulada por Giberelinas derivadas de la caña de azúcar: primera experiencia cubana

José Humberto Acosta-Álvarez[1], Gustavo Lorente-González[2] , María del Carmen Pérez-Hernández[1], Marisol González-Pérez[1], Georgina Michelena-Álvarez[3], Roxana García-Cortés[1] y Justo L. González-Olmedo[1,2]*

1. ECTI Sierra Maestra, Siboney, La Habana. Cuba.
2. Centro de Bioplantas, Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez" (UNICA). Carretera de Morón, km 9, Ciego de Ávila, Cuba.
   * jcdm@química.cujae.edu.cu
3. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba.

**RESUMEN**

El cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) es de muy reciente introducción en Cuba, pero la calidad de sus frutos impone una estrategia que aumente aceleradamente su propagación. Esta se realiza, fundamentalmente, por semillas, que distinguen a la especie por las excelentes proporciones de los ácidos grasos omega 3, 6 y 9; además de favorables contenidos de proteínas y vitaminas. Como todas las semillas oleaginosas tiene peculiaridades germinativas que regulan la velocidad y eficiencia de la propagación por este órgano. Las giberelinas derivadas de la diversificación de la industria azucarera cubana, producidas por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, se emplearon para mejorar la germinación de las semillas de Sacha Inchi. Las aplicaciones de ellas, a concentraciones de 5 y 10 $mg.L^{-1}$, incrementaron los porcentajes de germinación, con dinámicas muy peculiares, que se discuten relacionadas con regresiones de ruptura de testa y consumo de agua, durante la imbibición.

**Palabras clave**: giberelinas, Sacha Inchi, germinación.

**ABSTRACT**

The cultivation of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) is of very recent introduction in Cuba but the quality of its fruits imposes a strategy that accelerates its propagation. This is done mainly by seeds, which distinguish the species by the excellent proportions of omega 3, 6 and 9 fatty acids; in addition to favorable contents of proteins and vitamins. Like all oilseeds, it has germinative peculiarities that regulate the speed and efficiency of propagation by this organ. The gibberellins derived from the diversification of the Cuban sugar industry, produced by ICIDCA, were used to improve the germination of Sacha Inchi seeds. The applications of them at concentrations of 5 and 10 $mg.L^{-1}$ increased the germination percentages with very peculiar dynamics, which are discussed related to regressions of testa rupture and water consumption during the imbibition.

**Key words**: gibberellins, Sacha Inchi, germination.

## INTRODUCCIÓN

Sacha Inchi es una planta nativa de la Amazonía Peruana, que fue descubierta por las antiguas civilizaciones y ha sido cultivada por siglos, en comunidades nativas del bosque lluvioso de Perú (1). En Cuba fue introducida por su gran impacto social, económico y por su potencial industrial, debido a su alto valor nutricional y a los altos niveles que posee de omega 3, 6 y 9, con un valor alimenticio de, aproximadamente, 90.34 % de

ácidos grasos insaturados; entre sus principales componentes se encuentran, además, proteínas, aminoácidos y vitamina E (2,3). De la semilla de Sacha Inchi se extrae un excelente aceite, que por su composición y calidad nutricional, es ideal para mejorar la dieta de niñosy ancianos.

La vía de propagación fundamental de esta planta son las semillas, que fueron estudiadas en los órdenes cuantitativo y cualitativo por Krivankova *et al.* (4). Es bien conocido, el empleo de las giberelinas, para mejorar los procesos de germinación de semillas; por eso, por primera vez en Cuba, se estudiaron los efectos de las producidas por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), derivadas de la diversificación de la industria azucarera cubana, sobre las semillas de Sacha Inchi

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tratamiento de las semillas se realizó en el vivero de la Unidad ¨El Pitirre¨, de la Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI) Sierra Maestra, localizada en Los Palacios, Pinar del Río. La etapa de germinación se desarrolló de diciembre de 2018 a enero de 2019, con registros como los que muestra la tabla 1.

**Tabla 1.** Registros de las temperaturas promedio en el período de experimentación

| Mes | T. media (°C) | T. máxima (°C) | T. mínima (°C) |
|---|---|---|---|
| Diciembre 2018 | 24.2 | 28.4 | 19.9 |
| Enero 2019 | 22.9 | 27.6 | 18.2 |

Los tratamientos se realizaron en dos concentraciones de las giberelinas, 5 y 10 mg.L-1 y, un tercer grupo control, con sólo agua. Cada uno de ellos contó con tres repeticiones de 50 semillas en 100 mL de las soluciones. La imbibición duró 24 horas, se midió, entonces, el volumen que no fue absorbido, y se sembraron en bolsas con 1 kg de sustrato, compuesto por arena de rio:humus de lombriz:estiércol bovino (2:1:1). Cada siete días se evaluó la cantidad de semillas germinadas, para calcular el porcentaje de germinación

El procesamiento estadístico de los resultados se realizó con el utilitario StatisticalPackagefor Social Sciences(SPSS) (versión 17.0 para Windows, SPSS Inc.). Se realizaron pruebas paramétricas (prueba ANOVA bifactorial; Tukey p≤ 0.05). Se demostró la distribución normal y homogeneidad de varianza (Kolmogorov-Smirnov ($p<0.05$); Levene ($p<0.05$)), respectivamente. En el caso de los porcentajes, fue necesaria la transformación de datos ($y' = 2\arcsin(y/100)^{0.5}$) para lograr el cumplimiento de los supuestos. Los detalles del tratamiento estadístico aparecen en la figura y tabla que exponen los resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de imbibición de las semillas, durante 24 h, arrojó resultados que diferencian los efectos de los tratamientos, anteriormente aplicados. La figura 1, relaciona ambos indicadores medidos.

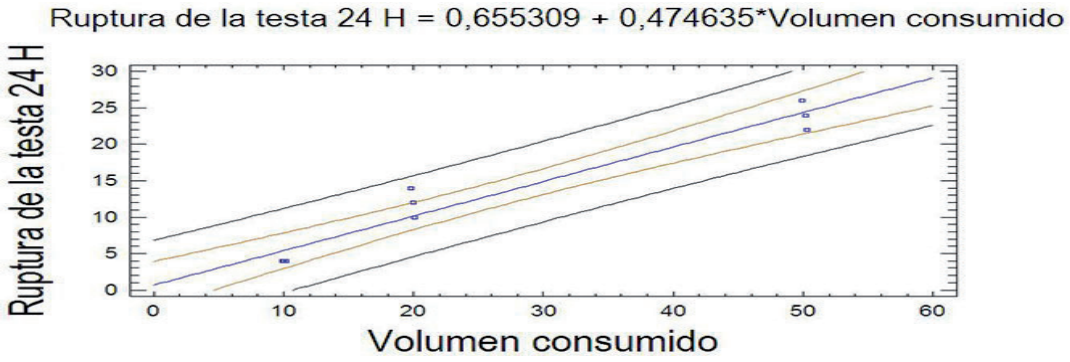


**Figura 1.** Correlación existente entre el volumen de líquido consumido (mL) durante la imbibición y la ruptura de la testa (%). n=50 en cada una de las tres repeticiones..

La regresión se corresponde con la ecuación lineal $y = 0.655309 + 0.474635\ x$ y con el coeficiente 0.971986, para una alta correlación entre ambos factores. Las cantidades absorbidas permitieron que cada semilla tratada con la solución de 5 $mg.L^{-1}$ de giberelinas contara con 0.004 mg, mientras las tratadas con 10 $mg.L^{-1}$ llegaron hasta los 0.02 mg, por semilla. Estas diferencias pueden influir sobre el comportamiento de la germinación futura. Rangos de temperatura, desde menos de 40 a más de100 °C, se han usado para probar la capacidad de quebrar la latencia física de las semillas de cubierta dura (5), lo que permitió la posterior imbibición de agua y la germinación, cuando las condiciones ambientales fueron adecuadas (6). En el caso de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, también conocida como "tara",en la comparación entre los tratamientos con y sin testano, existieron diferencias significativas entre la germinación de las semillas tratadas con estos, (7).

En el caso de las semillas de Sacha Inchi, la mayor cantidad de giberelinas, en el grupo tratado con la mayor concentración de esta hormona, favoreció la germinación, como se muestra en la tabla 2. A los 7 días ellas alcanzaron valores superiores a la germinación lograda por las semillas imbibidas con la solución de solo 5 $mg.L^{-1}$, mientras las carentes de giberelinas exógenas aún no habían germinado.

**Tabla 2.** Efectos de las giberelinas sobre la germinación de las semillas de *Sacha Inchi*, en los 28 días de evaluación

| Días | Tratamientos ($mg.L^{-1}$) | Porcentaje (%) | Significación |
|---|---|---|---|
| 7 | 0 | 0.00000 | h |
| 7 | 5 | 8.00000 | g |
| 7 | 10 | 10.66667 | f |
| 14 | 10 | 20.66667 | e |
| 14 | 5 | 27.33333 | d |
| 14 | 0 | 28.00000 | d |
| 28 | 0 | 33.66667 | c |
| 28 | 10 | 42.33333 | b |
| 28 | 5 | 59.00000 | a |

Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA, prueba Tukey, p≤ 0,05) (ES=± 0.9 %). Los datos se transformaron según $y´=2arcosen\ (y/100)^{0.5}$. Cada dato representa la media para n=50 (2).

La mayor velocidad de germinación la registró el grupo control, en la segunda semana de experimentación, con una razón de 4 % por día, la mayor de todo el experimento. El porcentaje de germinación de estas semillas superó, significativamente, al alcanzado por el grupo de 10 $mg.L^{-1}$, el de mejor comportamiento en los primeros 7 días. Esa primera semana incidió por la combinación de factores, ruptura de testa y volumen absorbido, que garantizó mayores cantidades de giberelinas en esas semillas.

La última evaluación demostró la eficacia del tratamiento de giberelinas a 5 $mg.L^{-1}$ porque, en esa tercera etapa, lograron la máxima velocidad calculada en ese momento con 2.26 % por día, que, además, implicó el mayor de todos los porcentajes de germinación (59 %). El ácido giberélico también incrementó estas dos variables en semillas de *Jaltomata procumbens*, pero a concentraciones 50 veces mayores, con igual tiempo de imbibición (8).

Las giberelinas, en particular el ácido giberélico, son ampliamente empleadas para promover o inducir la germinación de semillas de diversas especies, al romper la dormancia y permitir la germinación y crecimiento del embrión (9). Sin embargo, en ocasiones, tiene efectos contrarios asociados con las altas concentraciones de las giberelinas exógenas, que provocan inhibición de la síntesis endógena, por retroalimentación negativa (10,11). Así se valoró, para explicar el comportamiento de las semillas de Sacha Inchi tratadas con la solución más concentrada, a los 14 días, en este experimento. Finalmente, se descarta porque a los 28 días lograron la mayor tasa de germinación del grupo con 1.54 % por día, cuando apenas el grupo control registró 0.4 % por día y, nuevamente, la de 5 $mg.L^{-1}$ alcanzó la germinación de 2.26 % cada 24 h, que corroboró el valor de la aplicación de las giberelinas para estimular la germinación de semillas de esta especie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. Marco, E. 2005.Research result report. National Program of Genetic Resources and Biotechnology Research (1996-2005) Experimental Station “El Porvenir”.
2. Castro, M. 1992.Aminoacid and fatty acid profiles of Inca Peanut (*Plukenetia volubilis L*). Cereal Chemists 69:461-463.
3. Guillén, M.D.; Ruiz, A.; Cabo, N.; Chirinos, R.; Pascual, G. 2003.Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L)* oil by TIR spectroscopy and 1HNMR. Comparison with Linseed oil. J Amer. Oil Chem. Soc. 80:755-762.
4. Krivankova, B.; Cepkova, P.H.; Ocelak, M.; Juton, G.; Bechyne, M.; Lojka, B. 2012. Preliminary study of diversity of *Plukenetia volubilis L*. based on the morphological and genetic characteristic. Agricultura Tropica et Subtropica 45 (3):140-146.
5. Kimura, E.; Islam, M.A. 2012. Seed scarification methods and their use in forage legumes. Research Journal of Seed Sciences 5:38-50.
6. Santana, V.M.; Bradstock, R.A.; Ool, M.K.J.; Denham, A.J.; Auld, T.D.; Baeza, M.J. 2010. Effects of soil temperatures regimes after fire on seed dormancy and germination in six Australian *Fabaceae* species. Aust. Journal Botany 58:539-545.
7. Lindo-Angulo, T., La Torre, M.I.; Luján, D.A. 2017. Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de *Caesalpiniaspinosa* (Tara). TheBiologist 15 (1): 59-64.
8. Saldívar, P.; Laguna, A.; Gutiérrez, F.; Domínguez, M. 2010. Ácido Giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomataprocumbens*. Agronomía Mesoamericana, 21 (2):327-331.
9. Siobhan, M.B.; McCourt, P. 2003.Hormones cross-talk in seed dormancy. J Plant Growth Regul. 22:25-31.
10. Amador-Alférez, K.A., Díaz, J.; Loza, S.; Bivián, E.Y.. 2013 .Efectos de diferentes reguladores del crecimiento vegetal sobre germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus. Polibotánica 35:109-135.
11. Cardinali, F.J.; Thevenon, M.A.; Murcia, M.L.; Di Santo, M.E. 2015. Determinación de las condiciones de germinación y el efecto de pretratamiento en semillas de *Cupthea glutinosa* (*Lythraceae*). Bol. Soc. Argent. Bot.50 (2):167-170.