



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Escarificación química y biológica en la emergencia y crecimiento de *Clitoria ternatea*

Chemical and biological scarification in the emergence and growth of *Clitoria ternatea*

Roger Alexander Pincay-Ganchozo¹ , Ricardo Augusto Luna-Murillo¹ , Kleber Augusto Espinosa Cunuhay¹ , Hamiltón Omar Espinales Suárez² 

¹ Carrera Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Cotopaxi, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico, Ciudad de Valencia, Parroquia San Cristóbal, km 3 ½ vía Valencia, sector el Pital uno, Quevedo, Los Ríos, Ecuador

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 18/01/2021
Aceptado: 08/03/2021

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

CORRESPONDENCIA

Roger Alexander Pincay-Ganchozo
roger.pincay5332@utc.edu.ec



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la escarificación química y biológica en la emergencia y crecimiento de semillas de *Clitoria ternatea* L. Se utilizaron los siguientes tratamientos pregerminativos: imbibición en agua por 12 h, imbibición en ácido húmico por 12 h, imbibición en ácido húmico por 24 h, imbibición en agua a 80 °C por 5 minutos e imbibición en ácido sulfúrico al 90 % por 45 minutos. Se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de emergencia a los 3, 6, 9 y 15 días después de la siembra, altura de las plantas (cm), a partir de los 30 hasta los 75 días después de la siembra, en este último día se empleó un muestreo destructivo y se evaluó la longitud de la raíz (cm), peso de la raíz y biomasa forrajera (g/planta). Se realizó un análisis de tejido en las hojas a los 30 y 75 días después de la siembra para determinar la concentración de macronutrientes. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias por Test de Tukey al nivel de significancia 0,05. Los resultados mostraron que cuando las semillas de *C. ternatea* son embebidas con ácidos húmicos durante 24 h, mejora la emergencia de las semillas, también en etapas de crecimiento incrementan significativamente la altura de las plantas, longitud de la raíz, peso de la raíz y parte aérea. Además, la concentración de macronutrientes en los tejidos foliares.

Palabras claves: germinación, estados fenológicos,

leguminosa, morfobotánica, subtrópico

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of chemical and biological scarification on the emergence and growth of *Clitoria ternatea* L. seeds. The following pregerminative treatments were used: soak in water for 12 h, soak in humic acid for 12 h, soak in humic acid for 24 h, soak in water at 80 ° C for 5 minutes and soak in 90% sulfuric acid for 45 minutes. The following variables were evaluated: percentage of emergence at 3, 6, 9 and 15 days after sowing, plant height (cm), from 30 to 75 days after sowing, on this last day Destructive sampling was used and root length (cm), root weight and forage biomass (g/plant) were evaluated. A tissue analysis was performed on the leaves at 30 and 75 days after sowing to determine the concentration of macroelements. The data were subjected to an analysis of variance and comparison of means by Tukey's test at the 0.05 level of significance. The results showed that when the seeds of *C. ternatea* are soaked with humic acids for 24 h, the emergence of the seeds improves, also in growth stages the height of the plants, root length, root weight and part increase significantly. In addition, the concentration of macronutrients in leaf tissues.

Keywords: germination, legume, morphobotany, phenological states, subtropical

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son la base alimenticia de los humanos, particularmente de las personas que habitan en países subdesarrollados, son excelente fuente de proteína; estas se asocian con bacterias benéficas del suelo, lo cual hace que fijen nitrógeno atmosférico, también son utilizadas en fitorremediación, cobertura vegetal y para la alimentación ganadera (Ruiz et al., 2015).

En América Latina y el Caribe, se utiliza a las fabáceas en asociación con otros cultivos de importancia económica y comercial, con el fin de mejorar sosteniblemente los sistemas de producción agrícolas (Renté Martí et al., 2020). Son introducidas en potreros para mitigar problemas en la alimentación vacuna, también disminuyen daños ambientales que causa el sector ganadero (Muñoz-González et al., 2016).

En este sentido, *Clitoria ternatea* L. es una de las leguminosas más destacada en los trópicos y subtrópicos del Ecuador, por lo que es multipropósito, posee propiedades beneficiosas para la salud, excelente calidad proteica para la alimentación de animales mono y poligástricos, también es recuperadora de suelos degradados, tiene mecanismos retentivos de gases de efecto invernadero, lo que explica su importancia medicinal, agropecuaria y ecológica.

Sin embargo, el principal problema que enfrenta los productores de *C. ternatea* es que la característica morfobotánica de la semilla, particularmente su cubierta seminal impermeable, impide el aumento hídrico interno y de oxígeno, lo que ocasiona un bajo potencial germinativo y repercute en la obtención de plántulas poco homogéneas, ya sea en siembra directa o en su propagación sobre bandejas germinadoras (Villanueva Avalos et al., 2004).

Por lo anterior, es necesario el estudio de mejorar la germinación de semillas de *C. ternatea*. Es por ello, que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la escarificación química y biológica en la emergencia y crecimiento de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el campo experimental "La Playita" de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus La Maná, Ecuador. Situado geográficamente a Latitud S 0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 24", altura de 197 msnm. El clima del área es considerado subtropical húmedo; con precipitación de 3 270,40 mm/año, temperatura media anual de 23,30 °C y humedad relativa de 86 %. El suelo del campo experimental se

caracteriza por ser franco-arenoso, topografía plana con pH de 5,90 y materia orgánica mayor a 2 %.

Desarrollo experimental

Las semillas de *C. ternatea* provienen del jardín de pastos y forrajes, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus La Maná, Ecuador. Se seleccionaron plantas sanas de las cuales se tomaron sus vainas maduras y se extrajeron las semillas, las que se desinfectaron mediante inmersión por 10 minutos en una solución de hipoclorito de calcio (5 % de cloro activo). Después, se enjugaron con abundante agua hasta que desapareció el olor a cloro y se dejaron secar sobre papel absorbente bajo condiciones de laboratorio (20 °C) por 18 h, posteriormente fueron almacenadas en cuarto de frío a 9 °C por 30 días.

Después del almacenamiento se sumergieron 100 semillas en tratamientos pregerminativos: imbibición en agua destilada por 12 h, imbibición en ácido húmico por 12 h, imbibición en ácido húmico por 24 h, imbibición en agua a 80 °C por 5 minutos e imbibición en ácido sulfúrico al 90 % por 45 minutos. Se utilizó un tratamiento control, que consistió en no aplicar ningún tratamiento pregerminativo, las semillas se sembraron en bandejas de poliestireno que contenían suelo del sitio de donde fueron colectadas las semillas, se colocó una semilla por cavidad. Las bandejas se ubicaron en condiciones de invernadero, bajo un diseño de bloques completamente aleatorios (DBCA). En estas condiciones se evaluó el número de semillas emergidas por durante 15 días. Inmediatamente después de la última evaluación se trasplantaron las plántulas a fundas de polietileno de 25 x 30 cm, llenadas al 100 % de su capacidad con sustrato común del sitio de estudio, el diseño experimental fue un DBCA con tres repeticiones por tratamiento. En esta etapa se evaluaron las siguientes variables: altura de las plantas (cm), a partir de los 30 hasta los 75 días después de la siembra (DDS), en este último día se empleó un muestreo destructivo y se evaluó la longitud de raíz (cm), peso de la raíz y biomasa forrajera (g/planta). A

los 35 y 75 DDS se cosechó 100 hojas compuestas por tratamiento, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelo y agua del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias, Estación Experimental Pichilingue (INIAP-Pichilingue), con la finalidad de cuantificar el porcentaje de macroelementos (N, P, K, Mg y Ca). Para determinar P, K, Mg y Ca se utilizaron los métodos de digestión húmeda, mientras que, el análisis de N se lo hizo empleando el método de Kjeldhal.

Para el estudio de la emergencia, se estimó semilla emergida cuando se observó el epicótilo a simple vista por encima del suelo. Para medir la altura de planta se utilizó una cinta métrica midiendo desde la base del tallo hasta la última yema apical, la longitud de la raíz se midió desde el cuello de raíz hasta la cofia. La biomasa forrajera se pesó en una balanza digital, en las raíces se efectuó después de haber lavado las mismas.

Análisis estadísticos

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias por Test de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron en el software para análisis estadísticos de aplicación general Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa el porcentaje de emergencia, donde las semillas sumergidas en ácidos húmicos obtuvieron el mayor porcentaje de emergencia, desde el inicio hasta el final de la evaluación.

Si se comparan los tratamientos donde se embeben las semillas en ácido húmico, aunque no hubo diferencias entre estos tratamientos, las semillas sumergidas por 24 h mostraron valores superiores a las que solo se trataron durante 12 horas, lo que refleja que el tiempo tiene un efecto en el ablandamiento de la cubierta seminal, lo cual genera una mayor absorción de agua y, por tanto, aumenta la solubilización y disponibilidad de nutrientes para la radícula (Reyes-Pérez *et al.*, 2017), así beneficiando el potencial germinativo de las semillas. Además, las sustancias húmicas contienen reguladores

Tabla 1. Efecto de los tratamientos pregerminativos en la emergencia de semillas de *C. ternatea* desde los 3 hasta 15 días posterior a la siembra

Tratamientos	Emergencia (%)				
	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días
Imbibición en agua por 12 horas	10,50 b	17,50 b	29,20 b	48,75 b	65,74 b
Imbibición en ác. húmicos por 12 horas	22,50 a	24,01 a	33,75 a	55,09 b	75,00 a
Imbibición en ác. húmicos por 24 horas	29,35 a	30,50 a	39,86 a	61,14 a	81,25 a
Imbibición en agua a 80°C	11,95 b	15,99 b	27,25 b	40,09 c	67,00 b
Imbibición en ác. sulfúrico	5,69 c	10,83 c	17,50 c	26,50 d	49,93 c
Tratamiento control	0,00 d	5,27 d	7,50 d	27,50 d	64,07 b
CV (%)	30,05	33,75	29,43	25,82	23,03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$)

del crecimiento, hormonas involucradas en la fisiología de la semilla (Castro-Barrales *et al.*, 2019). En este sentido, Torres Rodríguez *et al.* (2016) mencionaron que los ácidos húmicos actúan sobre el metabolismo de las semillas, mejorando la red de enzimas, también en su fisiología, beneficiando respiración celular, neutralizando radicales libres y aumentando la producción de energía; donde estos procesos desencadenan a mejorar el potencial germinativo de las semillas.

La variable altura de planta, mostro diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 2),

recayendo los mayores promedios en la imbibición con ácidos húmicos desde los 30 hasta 75 días después de la siembra. Al respecto, Veobides-Amador *et al.* (2018) expresaron que los ácidos húmicos aumentan el crecimiento de las plantas. Debido a que este ácido, contienen biomoléculas activas, citocininas, ácido indolacético, giberelinas; sustancias que promueven el crecimiento vegetal. En este sentido, Quintana *et al.* (2013) reportaron una alteración en la elongación del tallo de *C. ternatea* al combinar ácido giberélico (1 mg l⁻¹) con ácido naftalenacético (0,1 mg l⁻¹). Las

Tabla 2. Efecto de los tratamientos químicos y biológicos sobre la longitud del tallo en diferentes edades de rebrote

Tratamientos	Altura de planta			
	30 días	45 días	60 días	75 días
Imbibición en agua por 12 horas	12,61 b	22,66 b	39,58 c	57,04 c
Imbibición en ác. húmicos por 12 horas	18,67 a	30,22 a	52,25 b	69,50 b
Imbibición en ác. húmicos por 24 horas	18,73 a	31,89 a	61,52 a	79,33 a
Imbibición en agua a 80 °C	11,68 b	19,10 b	37,98 c	58,94 c
Imbibición en ác. sulfúrico	10,48 b	18,86 c	31,92 d	50,82 d
Tratamiento control	10,37 b	21,77 bc	43,71 c	66,82 b
CV (%)	15,39	22,07	16,00	18,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$)

diferentes manifestaciones morfológicas llegan a ser generadas por las reacciones metabólicas y concentración interna de fitohormonas (González *et al.*, 2007).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede indicar que las sustancias húmicas como tratamientos pregerminativos poseen efectos beneficiosos sobre la germinación de semillas de *C. ternatea* y en etapas adultas repercute a incrementar la elongación del tallo.

En la Tabla 3 se muestra la influencia de los tratamientos en la longitud de raíz, peso fresco de la raíz y la parte aérea. Se evidencia que los resultados superiores se obtuvieron con la aplicación de ácidos húmicos, sobre todo en la biomasa vegetal. Resultados similares a los encontrados por Espinoza-Coronel *et al.* (2020), quienes reportaron que las plantas de *C. ternatea* tratadas con lixilom (12 % ácidos húmicos) aumentan la producción de biomasa fresca aérea, radicular y la proliferación de los meristemas apicales. De igual manera, Reyes-Pérez *et al.* (2021) encontraron la misma respuesta morfo-agronómica al aplicar ácidos húmicos en plantas de pimiento. Estos resultados se le atribuye a que los ácidos húmicos son sustancias naturales reguladoras del crecimiento, producen efectos directos en la parte aérea y radicular, incrementando la proliferación de hojas y raíces. Adicionalmente, un aumento en el sistema radicular, incrementa la absorción de agua, por ende, beneficia la

presión de turgencia celular, esto desencadena mayor obtención de biomasa en los diferentes componentes de la planta.

En la Figura se presenta la influencia de los tratamientos sobre la concentración de macronutrientes en tejidos foliares durante los 35 y 75 DDS. Donde se observa diferencia significativa entre tratamientos, el mayor porcentaje macronutrientes se encontró con la aplicación de ácidos húmicos, excepto en nitrógeno que los mayores valores recayeron en el tratamiento control, respectivamente a los 35 DDS. Espinoza-Coronel *et al.* (2020) al evaluar el crecimiento y rendimiento de *C. ternatea* con la aplicación de fertilizantes biológicos, encontraron de igual manera los mejores resultados con la aplicación de ácidos húmicos, pero a los 105 DDS. Adicionalmente, estos autores indicaron que el metabolismo del N, P y Ca tiene una fuerte relación con la productividad de la planta, lo que se encontró en el presente estudio. Por su parte, Romero *et al.* (2013) sostiene que la edad influye en la productividad de biomasa y a medida que aumenta el estado de madurez disminuye la concentración de proteína bruta. Sin embargo, Pincay-Ganchozo *et al.* (2020) reportaron que los cambios químicos del área foliar y la producción de biomasa de *C. ternatea* no solo depende del factor edad de la planta, sino también de las condiciones climáticas en las que se desarrolle el cultivo, del manejo agronómico que se le realice y de los diferentes tratamientos

Tabla 3. Efecto de los métodos químicos y biológicos en la producción de forraje, longitud y peso de raíz

Tratamientos	Longitud raíz (g)	Peso raíz (g)	Biomasa forrajera (g/planta)
Imbibición en agua 12 h	33,00 b	4,50 b	22,45 c
Imbibición en ác. húmico 12 h	44,25 a	10,00 a	35,83 a
Imbibición en ác. húmico 24 h	45,75 a	10,75 a	34,73 a
Imbibición en agua a 80 °C	29,25 b	3,25 b	22,67 c
Imbibición en ác. Sulfúrico	25,50 bc	2,25 c	20,17 c
Tratamiento control	31,50 b	3,00 b	28,80 b
CV (%)	16, 12	15, 43	20,75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$)

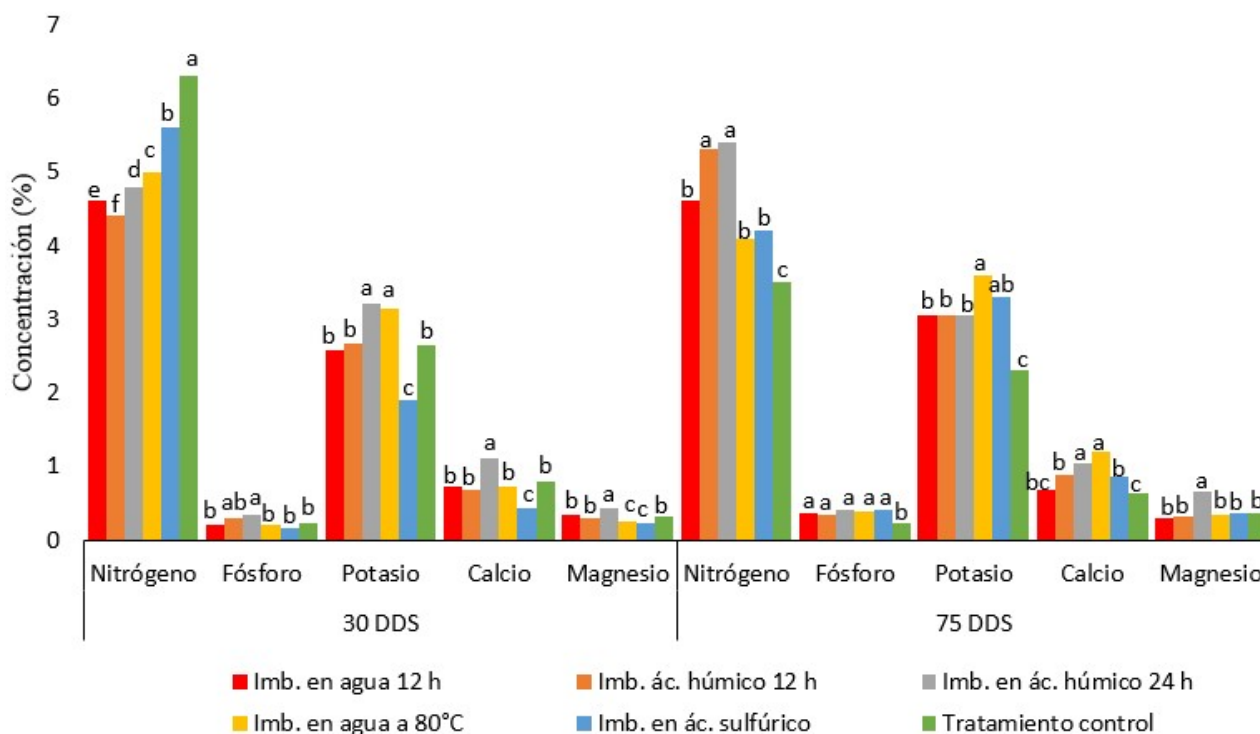


Figura. Efecto de la escarificación química y biológica sobre el contenido de macronutrientes en los tejidos foliares

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$)

en que son sometidas las plantas para mejorar sus características agronómicas.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que cuando las semillas de *C. ternatea* son embebidas con ácidos húmicos durante 24 h, mejora la emergencia de las semillas, también en etapas de crecimiento incrementan significativamente la altura de las plantas, longitud de la raíz, peso de la raíz y parte aérea. Además, la concentración de macronutrientes en los tejidos foliares.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Roger Alexander Pincay-Ganchozo: Asistente de investigación, ejecución de proyecto en campo y toma de datos experimentales, redacción del artículo.

Ricardo Augusto Luna-Murillo: Docente-Investigador, director del Proyecto Comportamiento morfoagronómico de *Clitoria ternatea* en el cantón La Maná, procesamiento e interpretación de los datos, redacción del artículo.

Kleber Augusto Espinosa Cunuhay: Docente- Investigador, ejecución del proyecto y encargado de sanidad vegetal del proyecto.

Hamiltón Omar Espinales Suárez: Docente-Investigador, ejecución de proyecto en campo, toma de datos experimentales y costos del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO-BARRALES, S., TOTOSAUS-SÁNCHEZ, A., y GARCÍA-MARTÍNEZ, I. 2019. Auxin-like in liquid humus. *Agroproductividad*, 12(6): 69-74.

DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., et al. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

ESPINOZA-CORONEL, A. L., FRANCO OCHOA, D. A., FAJARDO ESPINOZA, P. G., et al. 2020. Crecimiento y rendimiento de *Clitoria ternatea* L. con la aplicación de fertilizantes biológicos. *Nexo agropecuario*, 8(2): 43-51.

- GONZÁLEZ, L., CAYCEDO, C., VELÁSQUEZ, M.F., *et al.* 2007. Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de Frolaru (*Brassica oleraceae* L.). Var. *Botrytis dcmartha*. *Agronomía Colombiana*, 25(1): 54-61.
- MUÑOZ-GONZÁLEZ, J. C., HUERTA-BRAVO, M., LARA BUENO, A., *et al.* 2016. Producción y calidad nutrimental de forrajes en condiciones del Trópico Húmedo de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(SPE16): 3315-3327.
- PINCAY-GANCHOZO, R. A., LUNA-MURILLO, R. A., ESPINOZA-CORONEL, A. L., *et al.* 2020. Inoculantes bacterianos del género *Azotobacter* en la asociación del pasto *Andropogon gayanus* con *Clitoria ternatea* y kudzu (*Pueraria phaseoloides*). *Nexo agropecuario*, 8(2): 27-35.
- QUINTANA, M., CAPOTE, A., NÁPOLES, J. A., *et al.* 2013. Efecto de dos reguladores de crecimiento y condiciones de iluminación en la germinación de semillas conservadas de *Clitoria ternatea*. *Bioteología Vegetal*, 13(2):113 -119.
- RENTÉ MARTÍ, O., PABLOS PABLO, R., CORRALES VILA, Y., *et al.* 2020. *Canavalia ensiformis* (L): en propiedades químicas de un suelo fluvisol diferenciado. *Revista científica del Amazonas*, 3(6): 65-75.
- REYES-PÉREZ, J. J., RIVERO-HERRADA, M., SOLÓRZANO-CEDEÑO, A. E., *et al.* 2021. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39(e833):1-13.
- REYES-PÉREZ, J.J., ABASOLO PACHECO, F., YÉPEZ ROSADO, Á. J., *et al.* 2017. Ácidos húmicos y su efecto sobre variables morfométricas en plantas de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Biotechnia*, 19(2): 25-29.
- ROMERO, N., LEONARD, I., RAMÍREZ, J., *et al.* 2013. Rendimiento y calidad de la *Clitoria ternatea* en un suelo arcilloso del estado Falcón, Venezuela. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(10): 1-10.
- RUIZ, T. E., FEBLES, G. y ALONSO, J. 2015. Estudios con leguminosas, un informe a la ciencia durante los cincuenta años del Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49 (2): 433-241.
- TORRES RODRÍGUEZ, J. A., REYES PÉREZ, J. J. y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, J. C. 2016. Efecto de un bioestimulante natural sobre algunos parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de salinidad. *Biotechnia* , 18(2): 11-21.
- VEOBIDES-AMADOR, H, GURIDI-IZQUIERDO, F. y VÁZQUEZ-PADRÓN, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39(4):102-109.
- VILLANUEVA AVALOS, J. F., BONILLA CÁRDENAS, J. A., RUBIO CEJA, J. V., *et al.* 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Técnica Pecuaria en México*, 42(1): 79-89.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.