

# EL CULTIVO DEL HENEQUÉN (*Agave fourcroydes* Lem): VÍAS DE PROPAGACIÓN. DESARROLLO DE LA MICROPROPAGACIÓN EN CUBA

Dr. C. Enildo Osmani Abreu Cruz<sup>1</sup>, Ing. Eliana Fontes Santana<sup>2</sup>, Ing. Betsy Chávez Herrera<sup>3</sup>

1. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. [enildo.abreu@umcc.cu](mailto:enildo.abreu@umcc.cu)*
2. *Empresa Integral Agropecuaria Matanzas, Calle 3<sup>era</sup>, # 23 302, esquina B, Reparto Ciudad Mar, Matanzas, Cuba. [ingenieroagropecuario@eam.mtz.minag.cu](mailto:ingenieroagropecuario@eam.mtz.minag.cu)*
3. *Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA), Vía Blanca Km.5, Matanzas, Cuba. [adistrado5@enpa.mtz.minag.cu](mailto:adistrado5@enpa.mtz.minag.cu)*

## Resumen

El presente trabajo constituye una revisión bibliográfica sobre las características e importancia de las vías de propagación asexual del henequén utilizado en el método convencional de propagación, así como el desarrollo y los principales resultados que se han alcanzado con el empleo de las técnicas biotecnológicas en la micropropagación del cultivo en las condiciones de Cuba. Se describen los hijos basales o del rizoma y los bulbillos aéreos producidos en la inflorescencia, como los propágulos fundamentales para la propagación en las áreas de explotación agrícolas. Se destacan dentro de los principales resultados alcanzados en el país con el empleo de las técnicas biotecnológicas en la micropropagación del cultivo, la tecnología propuesta por González (2001), que incluye todas las etapas del proceso y Abreu (2009) que propone un protocolo para la fase de aclimatización con una duración de 30 días.

**Palabras claves:** *Propagación, Micropropagación, Propágulos, Rizomas, Bulbillos.*

---

## INTRODUCCIÓN.

El henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) es una especie perenne de propagación vegetativa que se ubica dentro del género *Agave*, y ha constituido en el mundo una de las fuentes de mayor importancia en la obtención de fibras naturales (Otero, 2000; Garriga *et al.*, 2010; Sankoumba, 2014; Yanes, 2015).

Aunque el uso de los *Agaves* es amplio, incluyendo la preservación del paisaje y la conservación del suelo, su mayor importancia económica está en la utilización de las hojas y tallos como fuente de materia prima para la producción de fibras largas, utilizadas en la industria textil y en la fabricación de sogas, cordeles y Jarcias, entre otros; a partir de su jugo se elaboran bebidas alcohólicas y se obtienen sustancias esteroides y corticoides como la hecogenina que tienen gran importancia para la industria farmacéutica, además se pueden obtener otros subproductos como abonos orgánicos de calidad y biodetergentes, que son también de gran utilidad (Otero, 2000; Garriga *et al.*, 2010; Sankoumba, 2014; Yanes, 2015; Rodríguez, 2016).

En Cuba el cultivo del henequén se desarrolló favorablemente desde su introducción a mediados del siglo XIX, lo que conllevó a su industrialización y la comercialización de las fibras en el mercado internacional. Sin embargo, desde principios de la década de los 90 del siglo XX, ha experimentado un descenso significativo debido al deterioro de las plantaciones, agotamiento de la fertilidad del suelo, mal manejo de la cosecha que afecta la vida útil de las plantas, la alta incidencia de las malezas y por problemas industriales entre otros (Vincent, Torres y Rabelo, 1998), citados por Sankoumba (2014); Yanes (2015) y Fontes (2017).

Las plantaciones de henequén con que cuenta hoy la provincia de Matanzas presentan un elevado grado de deterioro, con una disminución gradual de los campos cultivados y carencia de posturas de calidad debido fundamentalmente al mal manejo de las plantaciones y a la desaparición de los viveros, lo que ha provocado una reducción significativa en la producción de fibras, (Sankoumba, 2014; Yanes, 2015).

## DESARROLLO.

### Descripción Botánica del Henequén (*Agave fourcroydes* Lem.)

Las características botánicas del henequén ha sido publicada por diferentes autores (González y Abreu, 2009; Buenas tareas, 2011; García y Serrano, 2012 y Terry *et al.*, 2015), todos coinciden en describirlo de la siguiente forma:

**Raíces:** El henequén como planta monocotiledónea concuerda con otras de esta clase al poseer un sistema radicular fibroso desparramado, formando penachos 8 sin raíz principal que se encuentra entre los 30 – 40 cm de profundidad.

**Rizomas:** Los rizomas son tallos subterráneos, carnosos y blancos que brotan de la base de la planta, variando en grosor y longitud, poseen numerosas hojas escamosas pequeñas que protegen los brotes que posteriormente producirán retoños. El brote terminal del rizoma da lugar aproximadamente después de un año a un retoño el que forma raíces adventicias, pudiendo así independizarse de la planta madre.

**Tallo:** El tronco o tallo del henequén alcanza una altura de 1,30 m, su diámetro es de 20 cm en el momento en que la planta está lista para su explotación (4-5 años de edad), período a partir del cual el diámetro no aumenta más, ocurriendo solamente el crecimiento en su parte inferior. El tallo constituye el eje de la planta donde se insertan las hojas y es un órgano donde hay una gran acumulación de sustancias de reserva.

**Hojas:** Las hojas del henequén tienen una forma de roseta, generalmente fuerte, carnosa y perenne, con los bordes dentados y el ápice terminado en una aguda espina. Además, son sésiles, largas y carnosas, un poco estrechas cerca de la inserción y acanaladas; forman con el tallo un ángulo cada vez más cubierto a medida que son más inferiores.

**Inflorescencia:** Es en racimo, cuyas flores se agrupan sobre un escapo que sale del centro de la planta; el perianto es simple y sepaloide, formado por seis lacinias arregladas regularmente en dos verticilos trímeros, alternando con seis estambres opuestos a las lacinias del perianto e insertadas en su base, con anteras biloculadas, terminado en un estigma simple; ovario ínfero de tres lóculos, el fruto es una cápsula polisperma de dehiscencia loculicida. La floración del henequén tiene lugar después de los 6 a 10 y hasta 20 a 25 años, según la especie y el país donde se desarrolle. Lo más común es observar que el henequén emite el escapo floral al final de su ciclo vegetativo, esta etapa se observa cuando las hojas más jóvenes forman una roseta apretada y estas son estrechas y afiladas y se van cortando a medida que comienza a emerger en el centro de la planta dicho escapo floral, el tallo floral puede alcanzar hasta 8 m.

La polinización ocurre cuando los estambres vierten su polen 2 o 3 días antes que el estilo se alargue completamente y su estigma haya producido un exudado pegajoso, para más tarde volverse receptivo. No obstante, al hecho que su escapo floral puede ser reconocido más fácilmente por los polinizadores por la altura que alcanza, la producción de frutos es baja (entre 6 y 20%), sugiriendo limitación en la fecundidad por polinizadores.

**Bulbillos:** Los bulbillos son pequeños brotes protegidos por brácteas. Cada bulbillo es una plántula que posee de 6 - 8 hojas reducidas con un sistema radicular rudimentario, un escapo floral puede producir hasta 1 500 bulbillos. Los bulbillos también se desarrollan a lo largo del tallo floral, después que este es cortado, surgen de las yemas que posee cada entre nudo, crecen fuertes y vigorosos, y constituyen un buen material de siembra.

**Fruto y semilla:** En forma de cápsula carnosa de color verde que al madurar ennegrece, dentro de este fruto aparecen las semillas en número de 100 -150, las cuales presentan apariencia papirácea, de forma triangular y de color negro.

### **Reproducción del Género Agave.**

Estas plantas pueden propagarse por dos mecanismos: La producción de semillas a través de la reproducción sexual de las rosetas semélperas (monocárpicas) y la multiplicación vegetativa, o clonación (Arizaga y Escurra, 1995), citados por Sankoumba (2014).

Cuando comienza la floración, los agaves desarrollan una gran inflorescencia terminal o tallo que florece (conocido botánicamente como escapo y llamado comúnmente quiote o varejón), como resultado de un rápido alargamiento del meristemo apical después de años de crecimiento vegetativo de la roseta basal (Sankoumba (2014)). Una característica interesante de la inflorescencia es la presencia de brácteas a veces grandes que se van haciendo pequeñas hacia el extremo de la misma.

### **Propagación convencional del henequén**

La propagación del henequén se realiza de diferentes formas: mediante la reproducción sexual, por medio de semillas y asexualmente por medio de los retoños producidos por los rizomas, y por bulbillos que son yemas aéreas encontradas en el escapo floral (Infante *et al.*, 2003).

En cuanto a la propagación por semillas la inmensa mayoría de los autores coinciden en señalar que esta no es la más adecuada. Por ejemplo, Taylor (1936) (citado por Otero, 1999) señaló que las semillas de los *agaves* se usan raramente debido a que la producción de ellas por las plantas es muy poco frecuente a menos que se realice polinización artificial de las flores. Además, las plantas obtenidas por esta vía no manifiestan una talla uniforme, lo cual es una dificultad para el ciclo productivo y necesitan un período prolongado de crecimiento para ser utilizadas, lo cual fue señalado por Zayas (1921) (citado por Otero, 1999), quien no recomienda esta vía. Piven *et al.* (2001) refuerzan la estrategia de no utilizar esta vía de propagación, al afirmar que unido a la baja frecuencia en la producción de semilla en henequén, las que se producen presentan un reducido porcentaje (8 %) de viabilidad. Por su parte, Guerrero y Díaz (2011) se refieren a que las semillas producidas por la fecundación de las flores, en proporción es una cantidad extremadamente baja, la cantidad de capsulas de semillas que se produce en relación a las flores que se generan, la capsula contiene una cantidad variable de semillas, encontrándose la mayor proporción de ellas vanas y las viables suelen germinar sin problema, sin embargo las plántulas obtenidas de semilla además de que requieren atención especial en comparación a los otros medios de reproducción, su desarrollo es demasiado lento y al ser obtenidas por medios sexuales implica la posibilidad de que las planta a obtener no sea igual a la madre.

En general se sugiere que la propagación se realice por medio de vástagos o retoños, como los bulbillos y los hijos basales (Otero, 1999).

Los bulbillos se forman en la inflorescencia después de la floración, cada uno de ellos es una plántula completa con un cierto número de hojas pequeñas y raíces adventicias. El pedúnculo o qurote está cubierto por un cierto número de brácteas (cuyo extremo es una aguda espina) que protegen cada una de ellas a una yema axilar. Normalmente estas yemas no brotan pero pueden ser forzadas al podar el qurote en un estado temprano de su desarrollo (Ferwerda y Wit, 1987), citados por Abreu (2009).

El número de bulbillos producidos por la planta varía según el tamaño de la inflorescencia, en un qurote grande se pueden formar entre 2000 y 3000. Los bulbillos no requieren de cuidados especiales y producirán raíces una vez plantados en suelo húmedo.

Por otra parte los hijos basales se producen en los rizomas, tallos subterráneos, carnosos y blancos que brotan de la base de la planta, variando en grosor y longitud y que poseen numerosas hojas escamosas pequeñas que protegen los brotes, que posteriormente producen retoños. El brote terminal del rizoma da lugar aproximadamente después de un año a un retoño el que forma raíces adventicias, pudiendo así independizarse de la planta madre.

Ambos tipos de propágulos (hijos basales y bulbillos), son separados de la planta madre y llevados a condiciones de vivero tradicional cuando tienen una talla igual o superior a 14 ó 16 cm y seis hojas o más (Otero, 1999 y Abreu, 2009). En esta fase las posturas permanecen por un período de 14 ó 18 meses hasta alcanzar los patrones de calidad (45 o 50 cm de altura) para pasar a plantación definitiva, según establece el instructivo técnico de este cultivo (MINAG, 2012) y la experiencia de los propios productores. Cuando estos propágulos son recolectados con talla inferior a 14 cm, debido a la escasez de material de plantación en las condiciones actuales, son establecidos en una primera fase de semillero o previvero (Otero, 1999), donde deben alcanzar los patrones de calidad para su trasplante al vivero tradicional.

### **Importancia de la micropropagación en el cultivo de los Agaves.**

La micropropagación (propagación clonal por cultivo *in vitro*) constituye uno de los métodos biotecnológicos que mayores logros ha aportado al desarrollo de la agricultura, ya que se usa en la producción masiva de especies hortícolas, aromáticas, medicinales, frutícolas, ornamentales y forestales (Sankoumba, 2014).

La propagación *in vitro* de agaváceas ha sido la alternativa para el aprovechamiento y conservación, principalmente de aquellas especies de importancia económica y en peligro de extinción (Domínguez *et al.*, 2008). Desde 1974, existe publicaciones de propagación *in vitro* para ciertas especies del género *Agave* tales como *A. sisalana*, *A. fourcroydes*, *A. atrovirens*, *A. tequilana* y otras; las cuales han sido estudiadas por su importancia económica en la producción de bebidas alcohólicas y fibra (Madrigal *et al.*, 1990). Las referencias publicadas muestra que el cultivo *in vitro* en especies del género *Agave* se ha

logrado a partir de cultivo de meristemos, organogénesis directa e indirecta, o mediante embriogénesis somática (Domínguez *et al.*, 2008).

La finalidad de esta estrategia es propagar masivamente clones de plantas seleccionadas en campo, que permitan establecer homogeneidad en los cultivos, resaltando las características de interés comercial de las cuales se pueden citar la calidad y cantidad de fibra y el desarrollo acelerado de las plantas, entre otras características (Sankoumba, 2014).

### **Cultivo *in vitro* del henequén**

Sosa (2011), cita a Enríquez y Díaz (1994) quienes también se refirieron a diferentes especies del género *Agave* que han sido propagadas por las técnicas del cultivo de tejidos, entre las que se destacan: *A. arizonica*, *A. potatorum*, *A. cantala*, *A. sisalana* y el *A. fourcroydes* o henequén blanco, variedad Sac Ki.

Peña *et al.* (1997) establecieron una metodología cubana para la propagación de *A. fourcroydes* a partir de los resultados alcanzados por Robert *et al.* (1992). Posteriormente González (2001) establece una nueva metodología a partir de la utilización de la embriogénesis somática, donde destaca una mayor calidad del proceso para la fase *in vitro*, quedando la fase *ex vitro* limitada solamente a estudios preliminares del proceso de aclimatización.

En relación a la fase de aclimatización, Abreu (2009) tomando como base los resultados de González (2001), establece una metodología bien estudiada para el traslado de las plántulas de las condiciones de los frascos de cultivo *in vitro* al medio exterior en las casas de aclimatización, con un tiempo óptimo de permanencia en estas condiciones de 30 días, un sustrato compuesto por una mezcla de pulpa de henequén descompuesta y zeolita, con un 10% de materia orgánica y un manejo de la intensidad luminoza y de la humedad relativa; declara además una nueva fase (previvero) seguido de la fase de aclimatización, donde las plántulas deben permanecer por un tiempo de 180 días en canteros en medio natural y con condiciones establecidas (condiciones de sustrato y manejo del riego) para un mejor desarrollo de las plántulas, antes de pasar a los viveros tradicionales.

Enríquez y Díaz (1994), también reflejaron el trasplante de plántulas de *Agave* de las condiciones *in vitro* a sustrato para aclimatización, a partir de lo informado por Madrigal y Pineda (1986), Robert *et al.* (1987), Enríquez *et al.* (1988) y Binh *et al.* (1990). Estos autores mencionan además los resultados obtenidos por Binh *et al.* (1990) quienes destacan que plántulas de *A. cantala*, *A. fourcroydes* y *A. sisalana* fueron transplanted del medio de cultivo a un sustrato de arena, para su aclimatización y después de cuatro semanas en este sustrato, aproximadamente el 95% de las plantas formaron nuevas raíces.

Referente a dos nuevas accesiones de la variedad Sac Ki (Henequén blanco) descubiertas en Cuba (Subinerme y C-97), Sankoumba (2014) logró una exitosa propagación *in vitro* a

partir de la metodología propuesta por González (2001), las cuales mostraron una mejor respuesta fisiológica en comparación con la variedad Sac ki, donde Subinerme resultó ser indudablemente la de mejor respuesta.

Por su parte, Fontes (2017) validó la metodología propuesta por Abreu (2009) para la fase de aclimatización en la accesión Subinerme, y obtuvo resultados satisfactorios.

Yanes (2015) y Padrón (2017) evaluaron la respuesta de las vitroplantas de esta accesión en la fase de previvero y también encontraron resultados positivos.

En condiciones de vivero también se han evaluado la respuesta de las plántulas provenientes del cultivo *in vitro* con muy buenos resultados. González *et al.* (2014) en relación a posturas derivadas de plantas *in vitro* (Bulbillos provenientes de vitroplantas y Rizomas provenientes de vitroplantas) presentaron una mayor calidad de su eficiencia metabólica en interacción con las condiciones ambientales; Vázquez (2018) informa un rendimiento biológico superior de las plántulas *in vitro* (accesión Subinerme) comparadas con plantas procedentes de la vía tradicional de propagación (hijos de rizomas) en la etapa de vivero.

## Conclusiones

La micropropagación del henequén a partir del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales ha sido ampliamente estudiada en las condiciones de Cuba, sus resultados alcanzan la propuesta de una tecnología concluida con un protocolo de trabajo bien caracterizado en cada una de las etapas; han demostrado constituir una técnica con potencialidades productivas y de calidad superiores a la vía tradicional de propagación del cultivo. Su empleo unido al método tradicional puede constituir la solución estratégica para obtener los volúmenes de posturas necesarios, con calidad, para cumplir los planes de desarrollo del cultivo y lograr la recuperación de la industria henequenera en el país.

## Bibliografía

ABREU, E.O. Aclimatización de plántulas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) y su evaluación en la etapa de previvero, 120 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana (Cuba). 2009.

BINH, L.T., MUOI, L.T., OANH, H.T.K., THANG, T.D.Y AND PHONG, D.T. Rapid propagation of *agave* by *in vitro* tissue culture. *Plant cell, tissue and Organ culture*.23. 1990, pp. 67-70.

BUENAS TAREAS. 2011. Henequén En Yucatán. [en línea]. México: [fecha de consulta: mayo 24 2017]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Henequen-En-Yucatan / 1811362. html>

DOMÍNGUEZ, M.; GONZÁLES, M.; ROSALES, C.; QUIÑONES, C.; DELGADILLO, S.; MIRELES, S. Y PÉREZ, E. El cultivo *in vitro* como herramienta para el aprovechamiento, mejoramiento y conservación de especies del género agave. Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, no. 41. 2008, pp. 53-62.

ENRÍQUEZ DEL V, R.; DÍAZ, B.; DE LA CRUZ, A.; SANTIBÁÑEZ M, T. Enraizamiento *in vitro* de brotes de *Agave potatorum*. Resúmenes del XII Congreso de Citogenética. Chapingo. Mexico. 1998.

ENRÍQUEZ DEL V, R. y DÍAZ, B. Experiencias sobre propagación *in vitro* de plantas. Centro de micropropagación de especies vegetales. Cuadernos de los centros no 1. 1994. pp. 11 – 14.

FONTES, E. Evaluación de vitroplantas de henequén (*Agave fourcroyes Lem.*) procedentes de una nueva accesión (Subinerme) durante la etapa de aclimatización, 64 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) - Universidad de Matanzas. (Cuba). 2017.

GARRIGA, M., GONZÁLEZ, G., ALEMÁN S., ABREU, E., QUIROZ K., CALIGARI, P. y GARCÍA, R. 2010. Manejo de la Interacción Auxina-Citoquinina para Mejorar el Protocolo Micropropagación de Henequén (*Agave fourcroydes Lem.*) Chilean Journal of Agricultural Research, no. 4 vol. 70, 2010, pp. 545-551.

GARCÍA S, D y SERRANO, H. *Agave fourcroydes (Lem.)* y sus nuevas perspectivas. Tecno Agro, no. 78, 2012.

GONZÁLEZ, G. Embriogénesis somática en henequén (*Agave fourcroydes Lem.*).114 h. Tesis presentada en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas Universidad de Matanzas, Matanzas (Cuba), 2001.

GONZÁLEZ, G y ABREU, E. El henequén. Cultivo importante desconocido, con futuro promisorio. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. 12 h (monografía). 2009.

GONZÁLEZ, G; MARYLA SOSA DEL CASTILLO, SILVIA ALEMÁN GARCÍA; ABREU, E. Efecto de diferentes tipos de semilla en la propagación de *Agave fourcroydes Lem.* variedad ‘Sac Ki’ sobre indicadores relacionados con el crecimiento en vivero. Biotecnología Vegetal, no. 3 vol. 14, 2014, pp. 169 – 178.

GUERRERO, R; DÍAZ, R. Paquete tecnológico Henequén *Agave fourcroydes*. Programa Estratégico para el desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur–Sureste de México: Trópico Húmedo. 2011, 10p.

INFANTE, D.; GONZÁLEZ, G.; PERAZA, L.; KEB-LLANES, M. Asexual genetic variability in *Agave*. *Plant Science*, no.2 vol. 164, 2003, pp. 223-230.

MADRIGAL, L., R. y PINEDA, E. F. Propagación *in vitro* de *Agave*. Programas y Resúmenes XI Congreso Nacional de Citogenética. 1986. 5p.

MADRIGAL L., R., PINEDA, E., RODRÍGUEZ DE LA O, JL. *Agave*. En: Ammirato, P.; Evans, D.; Sharp, W. y Bajaj, Y. (Eds). *Handbook of plant cell culture*. vol. 5. Ornamental species. New York: Mac Graw-Hill. 1990, pp. 206-227.

MINAG. Instructivo técnico del cultivo del Henequén. Instituto de investigaciones hortícolas —Liliana Dimitroval. 2012. 18p.

OTERO B. R. El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem.) como planta textil y su aprovechamiento integral. *Temas de Ciencia y Tecnología*, no. 9 vol. 3, 1999, pp. 23-46.

OTERO, B., VALDEZ-TORRES, C., IGARZA, S., A., RODRÍGUEZ, Z Efecto de la norma e intervalo de riego en el crecimiento y desarrollo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem). *Temas de Ciencia y Tecnología*, no. 11 vol. 4, 2000, 45p.

PADRÓN, L Evaluación de dos estimuladores del crecimiento de origen natural en plántulas micropropagadas de henequén, accesión Subinermeen condiciones de previvero, 58 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) - Universidad de Matanzas (Cuba). 2017.

PEÑA, ESPERANZA.; GONZÁLEZ, G.; BERRILLO, A.; SOSA, D.; ARTEAGA, M.; RITTOLES, D.; PÉREZ, D.; TORRIENTE, Z. Tecnología para la micropropagación del Henequén a gran escala. *Rev. Jardín Botánico Nacional*, vol. 18, 1997, pp 169-176.

PIVEN, N., BARREDO, F., BORGES, I., HERRERA, M., MAYO, A., HERRERA, J. y ROBERT, M.L. Reproductive biology of henequén (*Agave fourcroydes*) and its wild ancestor *Agave angustifolia* (agavaceae) I. gametophyte development. *American Journal of Botany*, no. 11 vol. 88, 2001. pp. 1966–1976.

ROBERT, M.L., HERRERA, J.L., CONTRERAS, F. Y SCORER, K. N. In vitro propagation of *Agave fourcroydes* Lem. (Henequen). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, vol. 8, 1987, pp. 37 – 48.

ROBERT, M.L., HERRERA, J.L., CHAN, J.L., CONTRERAS, F. Micropropagation of *Agave* spp. J:P:Y: Bajaj (ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Springer-Verlag, vol. 19, 1992, pp. 306 -329.

RODRÍGUEZ M, I. El henequén (*Agave fourcroydes* Lem.): un cultivo promisorio en el desarrollo de una agricultura sostenible, 109 h. Matanzas. Monografía en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas (Cuba). 2016.

SANKOUMBA F, M. Evaluación del comportamiento de la propagación *in vitro* de nuevas accesiones (Subinerme y C-97) de henequén (*Agave fourcroydes* Lem), 107 h. Tesis (en opción al título científico de Master en Ciencias Agrícolas). Universidad de Matanzas (Cuba). 2014.

SOSA DEL CASTILLO, M. Evaluación en vivero de comportamiento de posturas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem) procedente de diferentes vías de propagación. Matanzas. Tesis (en opción al grado científico de máster en ciencias agrícolas)— Universidad de Matanzas Sede: —Camilo Cienfuegos, Matanzas (Cuba). 2011.

TERRY, CARIDAD; CASTELLANOS G, LEÓNIDES; MARITZA HERNÁNDEZ CASTELLANOS y GONZÁLEZ O, G. Posibilidades del henequén (*Agave fourcroydes*) para el control de plagas de los cultivos. Agroecosistemas, no. 2 vol. 3, 2015, 514-524.

VÁZQUEZ P, M S. Evaluación de plántulas micropropagadas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) procedentes de una nueva accesión (Subinerme), durante la fase de vivero, 57 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) - Universidad de Matanzas (Cuba). 2018.

YANES, A. Evaluación del efecto del fertilizante foliar “Plantos verde” en el crecimiento y desarrollo de plántulas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) en la fase de previvero, 66 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) – Universidad de Matanzas (Cuba). 2015.