

POTENCIALIDADES DEL HENEQUÉN (*AGAVE FOURCROYDES* LEM.) PARA UNA AGRICULTURA AGROECOLÓGICA DE BAJOS INSUMOS

M. Sc. Idania Rodríguez Martínez¹, Dr. C. Leticia Fuentes Alfonso², M. Sc. Yunel Pérez Hernández³.

1,2, 3 Universidad de Matanzas, idania.rodriguez@umcc.cu

Resumen

Los agaves, son plantas que desempeñan una función importante en la conservación del suelo, la obtención de fibras naturales, de forraje y como cercas vivas. Sin embargo, su principal atributo para el futuro podría ser su tolerancia a la escasez de agua. Las potencialidades del henequén para una agricultura agroecológica de bajos insumos es amplio, preservación del paisaje, conservación del suelo; utilización de hojas y tallos como fuente de materia prima para la producción de fibras textiles, elaboración de bebidas, desarrollo de la medicina y la industria biofarmacéutica debido a la presencia de fructanos, saponinas y polifenoles, posibilidad de realizar compost a partir de los desechos y como fuente de compuestos (saponinas, taninos) con actividad plaguicida para el control de insectos y moluscos, como planta fitorremediadora para la extracción de metales pesados en zonas afectadas y para la producción de biocombustibles.

Palabras claves: Agroecología; agaves; henequén; usos; potencialidades.

Introducción

La Agricultura Ecológica como modalidad podría considerarse más como una visión de la agricultura y sus entornos social y ambiental que como una modalidad diferenciada de práctica agrícola, surge como respuesta a la búsqueda de nuevas formas de producción agraria en las que prime la calidad de los productos y el respeto al medio natural y humano, y como contrapunto a la creciente artificialidad de las actividades agropecuarias mediante una elevada mecanización y el uso abusivo de pesticidas, herbicidas y fertilizantes de síntesis. (Canet y Pérez, 2017).

Las crisis alimentarias recientes y la preocupación *in crescendo* por el cambio climático, a escala mundial, han situado a la agricultura en un lugar prioritario de la agenda internacional. Los gobiernos y diferentes organizaciones se ocupan por dar cumplimiento al doble objetivo: la erradicación de la pobreza y la consecución de una agricultura sostenible, que necesariamente tiene que construirse a partir de los aportes demostrados de la ciencia agroecológica. (Coronel, 2015).

Desde el punto de vista agroecológico, los agaves, son plantas que desempeñan una función importante en la conservación del suelo, la obtención de fibras naturales, de forraje y como cercas vivas. Además, son fuente de materia prima para la industria, la agricultura y la producción de fármacos. Sin embargo, su principal atributo para el futuro podría ser su tolerancia a la escasez de agua (González y Abreu, 2009).

Los fructanos están entre los compuestos mejor caracterizados que se encuentran en la savia de los agaves. La presencia de estas sustancias ha sido relacionada con una función protectora contra el estrés por frío y sequía en las plantas. Las especies que contienen fructanos se encuentran en un grupo reducido de familias monocotiledóneas y dicotiledóneas como Liliaceae, Amaryllidaceae, Poaceae, Asteraceae, Nolinaceae y Agavaceae (Benítez *et al.*, 2015).

Los taninos son fenoles de peso molecular elevado y se encuentran distribuidos ampliamente en el reino de las plantas entre ellas, los agaves. Estos compuestos forman complejos con proteínas, carbohidratos y alcaloides, lo que les confiere propiedades bactericidas, antifúngicas y antiprotozoarias y además, son de naturaleza antioxidante (Widsten *et al.*, 2014).

Las potencialidades de los *Agaves* como el henequén para una agricultura agroecológica de bajos insumos *es* amplio, abarcan desde la preservación del paisaje hasta la conservación del suelo; pero su mayor importancia económica está en la utilización de las hojas y los tallos como fuente de materia prima para la producción de fibras textiles, así como el procesamiento del jugo para la elaboración de bebidas como el tequila (Garriga *et al.*, 2010).

Desarrollo

2.1 Origen, clasificación taxonómica y características botánicas de los Agaves.

El género *Agave* L. pertenece a la familia de Agavaceae, orden Asparagales (Dahlgren *et al.*, 1985) y fue descrito por el naturalista sueco Carlos Linneo en 1753. Las plantas pertenecientes a este taxón recibieron nombres diversos en culturas diferentes: metl o meclt en (náhuatl), telsa (zapoteco) y okamba (purépecha). Los españoles usaron la palabra caribeña maguey para nombrarla (García y Abasaí, 2007) también refirieron la presencia de 205 especies del género.

La generalidad de los autores coincide en señalar que son originarias de las zonas desérticas de América y con su centro de origen descrito en la región central de México (Elicriso, 2013). En esta área se pueden encontrar representantes de todas las taxas antes mencionadas de las cuales 151 son endémicas (Buenas Tareas, 2011). Además, abundan ejemplares en los territorios contiguos del sur de los Estados Unidos, Guatemala y Cuba (Mielenz *et al.*, 2015).

Los agaves presentan diferentes características que les permiten evitar una excesiva transpiración: una reducción en la superficie que transpira en relación con el volumen total del órgano, la presencia de una cutícula gruesa, la acumulación de cera, la presencia de estomas de naturaleza compleja, que aseguran una protección adicional contra la evaporación durante los períodos de sequía, así como el arreglo de las hojas en el espacio (filotaxia) favorece la disminución del excesivo calentamiento de la lámina foliar. El bandeo de las hojas con segmentos alternantes claros y oscuros se debe a las variaciones en el grosor de la cutícula y, aparentemente, se origina por condiciones irregulares (García y Abasaí, 2007; Mielenz *et al.*, 2015).

2.2. *Agave fourcroydes* Lem. (Henequén)

-Origen y distribución

Autores como Colunga (1996) exponen que el henequén (*Agave fourcroydes* Lem.), es el producto de la selección y la domesticación de alguna raza de *Agave angustifolia* Haw., efectuada por los indios Mayas de Yucatán hace más de 5 000 años. Este antiguo pueblo mexicano logró cultivar cinco variedades de henequén que suplían fibras y otros productos (Plan rector del sistema producto de Henequén, 2012), aunque se encuentra en otros estados de la República mexicana como son: Campeche, Tamaulipas, Chiapas y Sinaloa (IIHLD, 2012).

Por otra parte, Colunga (1996) menciona el cultivo de variedades de la especie salvaje: Yax Ki, Sacki, Chucum Ki, Bab Ki, Kitan Ki, Xtuk Ki y Xix Ki (según la clasificación Maya).

El henequén prefiere la luz solar directa, por lo que generalmente se encuentra entre la vegetación baja espinosa y rala de la selva baja caducifolia. Este cultivo se encuentra ubicado entre los 15° y 25° de latitud Norte (Otero, 1999; IIHLD, 2012).

-Caracteres botánicos de *Agave fourcroydes* Lem.

Como ocurre en la generalidad de las plantas pertenecientes a la clase *Liliatae* (Cronquist, 1981) el henequén posee un sistema radical fibroso desparramado, el cual forma penachos sin raíz principal que se encuentra entre los 30-40 cm de profundidad. Las raíces surgen de manera adventicia desde la base de las cicatrices de las hojas en el fondo del tallo y se clasifican en portadoras y alimentadoras según la función que realizan (Otero, 1999; IIHLD, 2012).

Las hojas del henequén se presentan en forma de roseta, generalmente fuerte, carnosa y perenne, con los bordes dentados y el ápice terminado en una espina aguda. Son sésiles, largas y carnosas, un poco estrechas cerca de la inserción y acanaladas (Salinas, 2016).

Las plantas adultas desarrollan de 50-100 hojas grises, con una longitud de 0,9-1,8 m y un ancho de 10-15 cm. Se caracteriza por presentar una espina terminal y otras marginales, estas últimas son curvas entre 0,3 y 0,5 cm de longitud y están espaciadas unas de otras en los márgenes de 1-3 cm. En la mitad apical de la hoja las espinas se dirigen hacia el ápice y en la mitad basal en sentido contrario. Las hojas no presentan células apicales o meristemas, su crecimiento está confinado exclusivamente a su base (Otero, 1999; IIHLD, 2012).

La inflorescencia es en racimo. Las flores son actinomorfas, hermafroditas, con 6 tépalos soldados y amarillentos. Se agrupan sobre un escapo que sale del centro de la planta; el perianto es simple, epígeno y sepaloide, formado por seis lacinias arregladas regularmente en dos verticilos trímeros, alternadas con seis estambres opuestos a las lacinias del perianto e insertas en subbase. Las anteras son biloculadas, introrsas, con un estilo simple y grueso, terminado en un estigma también simple. El ovario es ínfero con tres lúculos, óvulos campilotropos, biseriados en cada lóculo (Salinas, 2016).

La floración del henequén tiene lugar después de los 6-10 y hasta 20 años. Emite el escapo floral al final de su ciclo vegetativo. El tallo floral puede alcanzar hasta 8 m. La polinización ocurre cuando los estambres vierten su polen, dos o tres días antes que el estilo se alargue completamente y su estigma haya producido un exudado pegajoso, para posteriormente volverse receptivo (IIHLD, 2012; Elicriso, 2013)

Las flores dan origen a un fruto en forma de cápsula carnosa de color verde que al madurar ennegrece y se abre por tres valvas. Dentro de este fruto aparecen las semillas en número de 100-150, las cuales presentan apariencia papirácea, de forma triangular y de color negro cuando son fértiles (Salinas, 2016).

-Características anatómicas y fisiológicas del henequén

El henequén posee estomas de naturaleza compleja que aseguran una protección adicional contra la evaporación durante los períodos de sequía (García y Abasaí, 2007; Mielenz *et al.*, 2015) fijan el carbono atmosférico mediante un mecanismo especial denominado Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (CAM), el cual es típico de algunos géneros y familias de plantas que crecen en zonas con altas temperaturas. Esta especialización fisiológica es típica en los agaves, la cual se combina con una alta radiación y una baja humedad.

Las plantas con este tipo de metabolismo realizan la transpiración nocturna. La apertura de las estomas en la noche disminuye la pérdida de agua y permite la entrada de CO₂ para su fijación en forma de ácidos orgánicos, principalmente ácido málico y su acumulación en vacuolas. Durante el día estos compuestos son descarboxilados y como resultado se libera CO₂, el cual es fijado nuevamente durante el ciclo de Calvin para la obtención de carbohidratos (Elicriso, 2013 y Huerta *et al.*, 2014).

Las hojas contienen cerca del 90% de los jugos y se mantienen rígidas debido a la consistencia que presenta la pulpa filamentososa contenida en las mismas. Tanto las hojas como las raíces poseen una gran cantidad de mucílagos que permiten la retención de agua, razón por la cual esta planta puede resistir largos períodos de sequía (Otero, 1999; IIHLD, 2012; Elicriso, 2013).

-Reproducción del henequén

El henequén puede reproducirse tanto por vía sexual (semillas) como por la asexual o vegetativa, sin embargo, esta última puede ocurrir por medio de retoños producidos por los rizomas o mediante los bulbillos que se forman a partir de yemas aéreas encontradas en el escapo floral (Otero, 1999; Abreu, 2009; Sosa, 2011).

La reproducción sexual ocurre a partir de las flores que han sido fecundadas, la mayor parte de las semillas como resultado de este proceso no son viables, además, las plántulas obtenidas requieren atención especial en comparación a los otros medios de reproducción. Su desarrollo es demasiado lento por lo que la vía asexual ha sido la más utilizada, especialmente a través de rizomas. Este mecanismo permite la obtención de hijos genéticamente idénticos a la planta madre (Guerrero y Díaz, 2011).

Los bulbillos surgen de pequeños brotes protegidos por brácteas. Cada bulbillo constituye una plántula que posee de 6-8 hojas reducidas con un sistema radical rudimentario. Un escapo floral puede producir hasta 1 500 bulbillos (Otero, 2000 y Yanes, 2015). Sin embargo, Guerrero y Díaz (2011) plantean que puede producir entre 4 000 y 5 000 bulbillos.

La reproducción asexual es la vía por la cual el henequén puede maximizar las producciones agrícolas, logrando en menor tiempo establecer plantaciones homogéneas y de alta calidad (Malavert y González, 2018)

2.2 Usos tradicionales y agroecológicos del henequén

Las plantas pertenecientes al género *Agave* son cultivos bioenergéticos potenciales de baja huella hídrica (consumo de agua), que pueden cultivarse en zonas semiáridas con escasa pluviosidad y además tienen un rendimiento energético bueno, ya que la huella de carbono (emisiones de dióxido de carbono) también es baja (Ávila, 2012).

Las fibras vegetales se obtienen del tejido esclerénquima, el cual está formado por células alargadas y yuxtapuestas, sin meatos ni lagunas, y cuyas membranas se lignifican; no tienen núcleos ni citoplasmas, de modo que son células muertas y su cavidad interna puede llegar a obliterarse como resultado de su mismo espesamiento. El henequén produce fibras de hebras gruesas, ásperas, resistentes, gomosas y de color blanco (Strasburger *et al.*, 1968 citado por Otero, 1999).

El henequén está entre las fuentes más importantes de material fibroso en los países de la región de Centroamérica y del Caribe, junto a otras especies que se cultivan comercialmente como la piña (Díaz *et al.*, 2015).

El uso de la fibra henequén, con una esbeltez mayor, en el proceso de extrusión de perfiles permite conseguir un mejor balance de propiedades en las distintas direcciones, con una resistencia al impacto mejorada lo que le hace adecuado para su uso en la fabricación de envases y embalajes entre otras aplicaciones. (Díaz *et al.*, 2018)

Por otra parte (Guerra *et al.*, 2017) concluyeron que las fibras de henequén, caracterizadas mediante microscopía electrónica de barrido, mostraron las irregularidades topográficas de su superficie, lo que permite, establecer vínculos mecánicos entre estas y matrices poliméricas de forma estable y fuerte. Lo cual, otorga a las fibras, muy buenas características para su empleo como elementos de refuerzo combinados con una matriz polimérica termoestable.

-Abono orgánico

Los fertilizantes orgánicos como la composta y vermicomposta protegen y desarrollan la vida de los microorganismos y mejoran la estructura del suelo, permiten el retorno de la materia orgánica y su reinserción en los grandes ciclos ecológicos vitales de nuestro planeta. Sus ventajas radican en que constituyen un almacén de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y micronutrientes, los libera lentamente, con lo cual se logra una agricultura más sostenible y económica

En un estudio sobre la elaboración de compost a partir del bagazo de henequén y otros materiales, se concluyó que el humus de composta y vermicomposta a partir de henequén es baratos y su empleo contribuye a reducir la contaminación y el mal olor en los sitios de almacenaje (Cruz *et al.*, 2016).

Una alternativa de uso de los residuos henequeneros es la producción de sustrato para el cultivo de plantas en contenedor, ya que existen resultados que demuestran efectos favorables en cultivos como brócoli y jitomate para el trasplante. Varios autores reconocen la utilidad de las mismas como sustrato para cultivos en contenedor, particularmente, la de bagazo de agave (Crespo *et al.*, 2013).

Otra alternativa muy útil desde el punto de vista agroecológico es como cercas vivas y en la protección de otros cultivos (Fernández *et al.*, 2009; Zizumbo *et al.*, 2013), en lo que se reconocen algunas ventajas como:

1. Permite simultanear los agaves, la producción de frutas y del ganado, lo que aumenta la productividad de la tierra.
2. Eleva la captura de lluvia, retención, filtración y corrosión de tierra de mandos, lo cual mejora la humedad de la tierra y con ello el volumen y la fertilidad.
3. Disminuye la frecuencia de peste y enfermedades, creando una estructura medioambiental temporal y espacialmente heterogénea.

-Obtención de alimentos y usos en la medicina e industria biofarmacéutica.

Al igual que otros agaves, el henequén también ha sido utilizado en la fabricación de bebidas alcohólicas (Rendón *et al.*, 2009). En el proceso de producción de fibras de henequén se obtiene un jugo que contiene fructanos. Estos compuestos pueden ser hidrolizados a fructosa y glucosa y posteriormente metabolizados por las levaduras para la obtención de etanol (Villegas-Silva *et al.*, 2014).

La fructosa, además de ser un edulcorante bajo en calorías de utilidad para la fabricación de jaleas hipoglicémicas, también se utiliza en la producción de acetona y butanol, ácido glucónico, sorbitol y fructooligosacáridos (Huerta *et al.*, 2014).

Las saponinas son importantes para la obtención de sustancias esteroideas llamadas sapogeninas, específicamente hecogenina y tigogenina, mediante un proceso de hidrólisis ácida (Luiz *et al.*, 2013).

Numerosos investigadores han demostrado que las sapogeninas como la hecogenina tienen varias aplicaciones; por ejemplo, se emplean en la síntesis de derivados de glucosamina con actividad antiproliferativa y selectiva a diferentes células cancerígenas cérvico-uterinas (Fernández-Herrera *et al.*, 2012); y en la obtención de nuevos análogos de brasinoesteroides (Gómez-Calvario *et al.*, 2013).

Varios estudios avalan las potencialidades de estos compuestos en la medicina por sus propiedades citotóxicas, para el tratamiento de diferentes tipos de cáncer (Xu *et al.*, 2013; Hu *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2014; Santos-Zea *et al.*, 2016). Su acción anticancerígena se debe a la interferencia por parte de estas sustancias en la replicación del ADN, lo que evita la proliferación celular (Isil y Turkan, 2015).

Las saponinas de los agaves también han sido relacionadas con diversas actividades, como por ejemplo: expectorante, antiinflamatoria, estimuladora del sistema inmune, antibacteriana, antifúngica y antiprotozoaria (Casillas *et al.*, 2012). Estudios realizados en *A. fourcroydes* Lem. mostraron la presencia de sapogeninas esteroidales con propiedades antiinflamatorias, antiparasitarias y hemolíticas (Espinosa, 2015).

El género *Agave* se utiliza actualmente para la extracción de fructanos, los cuales constituyen polímeros de fructosa que son los principales carbohidratos de reserva (Edelman y Jefford, 1968 e Iñiguez, 2001 citado por Montañez *et al.*, 2011).

Los fructanos tienen una amplia variedad de aplicaciones. Los de bajo peso molecular tienen un sabor dulce, mientras que los de mayor tamaño forman emulsiones de sabor neutral. Los fructanos son considerados ingredientes alimenticios funcionales debido a que afectan procesos fisiológicos y bioquímicos en humanos y animales, lo cual incide en un mejoramiento de la salud y reduce el riesgo a padecer diversas enfermedades (Zamora-Gasga *et al.*, 2015).

Estudios experimentales han demostrado el efecto terapéutico que tienen los fructanos al estimular el sistema inmunológico, reducir los niveles de bacterias patógenas en el intestino y disminuir el riesgo a la osteoporosis ya que incrementa la absorción mineral (Castro - Zavala *et al.*, 2015; García *et al.*, 2015).

Las plantas de agave como el henequén pueden presentar cantidades notables de inulina, que constituye un componente de gran valor y es utilizado extensamente en la industria alimenticia como aditivo sustituyente de azúcares y como agente prebiótico (Mielenz *et al.*, 2015). La inulina es un término genérico para cadenas polidispersas de unidades de fructosa, que presenta diferentes grados de polimerización, pueden variar entre 2 y 60, aunque normalmente tienen un promedio de 12 unidades.

Los fructanos de tipo inulina poseen enlaces tipo β (2-1) entre los monosacáricos que no son atacados por las enzimas digestivas, esto permite que lleguen al intestino delgado sin variaciones y en consecuencia, pueden servir como sustratos fermentativos de los microorganismos. Varios estudios indican que los fructanos estimulan el crecimiento y la actividad de bifidobacterias y lactobacilos en el intestino de manera selectiva, inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas (Castro *et al.*, 2015).

En estudios realizados con fructanos extraídos de *Agave fourcroydes* Lem. se observó un efecto prebiótico, con una disminución en la concentración de glucosa en el suero, el colesterol y los triacilglicéridos, por lo cual este cultivo tiene potencialidades para su uso en pacientes con *Diabetes mellitus* (García *et al.*, 2015).

Otras aplicaciones que tienen las inulinas son su uso como adyuvantes en vacunas (Li *et al.*, 2015) y en la preparación de microesferas para la liberación controlada de fármacos (Matthew *et al.*, 2016).

Fitorremediación

El henequén ha sido propuesto como una planta de utilidad en la fitorremediación, una tecnología emergente que permite disminuir grandes extensiones de suelo contaminado con metales pesados. El uso de plantas fitorremediadoras tiene como beneficios que es un proceso barato y compatible con el ecosistema.

Dada su capacidad es un cultivo capaz de vivir en suelos pobres y salinos, es una planta micorrizada y productora de ácidos orgánicos, características que la hacen promisorias para su empleo como fitorremediadora de suelos contaminados por metales pesados (Thi, 2010).

Entre los mecanismos descritos por Michalak (2006), la exudación de ácidos orgánicos y otros exudados de las raíces y la formación de quelatos metales-ligando no tóxicos en la rizofera; contribuyen a la tolerancia a concentraciones tóxicas de metales en el suelo. Este factor también puede ser tolerado por la acción de las micorrizas.

Estudios realizados por Mganga *et al.* (2011) con *Agave sisalana* Perr., mostraron que esta especie era capaz de extraer diferentes metales como el cobre, el plomo, el zinc, el cadmio, el níquel y el cromo; con relación a este último elemento se observó una hiperacumulación por la planta.

Resultados similares fueron obtenidos por Cen-Cen *et al.* (2015) con *Agave tequilana* donde se observó una notable tolerancia a concentraciones elevadas de metales catiónicos como Cu^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , así como la capacidad de transportar los mismos hasta los tejidos aéreos en altas concentraciones. Esta tolerancia fue relacionada por estos autores con la presencia de metalotioneínas constitutivas.

-Producción de alimento animal

El maguey representa un forraje de mejor calidad en comparación al heno de maíz, avena y nopal. Con relación a los minerales, se encontraron como componentes mayoritarios Fe, Ca, P, y Zn, los cuales pueden cubrir desde el punto de vista nutritivo la cantidad requerida por vacas en lactancia. Por comunicación personal con productores de leche, se ha observado que, al utilizar sus hojas como complemento en la ración, se produce un

incremento en la producción de leche (por el alto contenido de agua), se mejora la digestión por el contenido de fibras, aumenta el número de calorías por el contenido de carbohidratos, lo que permite un incremento en el peso del animal (Silos-Espino, 2011).

La presencia de fructanos en los tallos y las hojas del henequén pueden tener una función en la nutrición animal, como aditivos promotores del crecimiento, debido a los beneficios que representan para la salud y el comportamiento productivo. El extracto seco estimula el crecimiento y la fermentación microbiana de lactobacilos y bifidobacterias, por lo cual se le confiere un efecto prebiótico como se mencionó anteriormente (García *et al.*, 2012; García *et al.*, 2015).

En el Instituto de Ciencia Animal, en Cuba, se obtuvo un extracto seco de *A. fourcroydes* Lem. rico en oligosacáridos de fructanos, que se puede utilizar como fuente energética por bacterias ácido lácticas (García *et al.*, 2012; García y García, 2015). Estos autores recomendaron el desarrollo de nuevas investigaciones para la obtención de nuevos alimentos funcionales.

En un estudio publicado por Chávez *et al.*, 2019 sobre el efecto de oligofruktosa de agave en dietas de gallinas ponedoras en la producción de huevos, se expuso que se presentó un incremento significativo en el porcentaje de postura y peso del huevo, así como en índices de calidad del huevo a favor de estos tratamientos, se encontraron valores significativamente más bajos de putrescina fecal en las gallinas tratadas.

Según los resultados alcanzados por (Iser *et al.*, 2020), la harina de tallos del *Agave fourcroydes* se podría probar como un producto nutracéutico en las dietas de los animales de granja debido a los resultados de pH, acidez, índice de refracción, sólidos solubles, densidad aparente y características organolépticas presentados por los extractos etéreo, etanólico y acuoso donde predominaron los flavonoides, taninos, coumarinas, antocianidinas, azúcares reductores y saponinas. Su uso en la dieta, en pequeñas concentraciones, podría mejorar los indicadores biológicos y de salud en los animales (Iser *et al.*, 2020).

-Bioplaguicida

El ataque de insectos plagas a los cultivos ocasiona grandes pérdidas económicas anuales a nivel mundial (IFAS, 2012 citado por Báez, 2014).

En Cuba se almacenan 24 000 t de alimentos como Reserva del Estado y se derogan anualmente más de dos millones de dólares por concepto de importación de alimentos. Debido a las pérdidas económicas que ocasionan las plagas se han desarrollado estudios relacionados con la prevención y el control de organismos perjudiciales de almacén o contaminantes, que inhabilitan el alimento para el consumo humano o animal (Báez, 2014).

Los insecticidas botánicos son considerados de bajo riesgo, usados tradicionalmente por las comunidades humanas, específicos y una alternativa atractiva y segura de desarrollo ambiental, en comparación con los insecticidas sintéticos para el control de vectores y plagas.

Los moluscos y los insectos constituyen plagas comunes de numerosos cultivos en países tropicales y subtropicales. En este ámbito se han evaluado los efectos molusquicida e insecticida de numerosos vegetales, entre estas diferentes especies de agave (Iannacone *et al.*, 2013).

La evaluación *in vitro* de la actividad insecticida de un extracto de *Agave fourcroydes* Lem., evidenció un efecto plaguicida contra coleópteros y dermápteros. El macerado provocó un 50% de mortalidad de las plagas y las muertes ocurrieron transcurridas 96 h (Báez, 2014).

La actividad molusquicida ha sido referida en varias especies de la familia *Agavaceae* como *Agave wightii* Drumm, *Agave sisalana* Perrine, *Agave filifera* (Salm-Dyck), *Agave lechugilla* Torr., *Agave legrelliana* Jacobi., *Agave fourcroydes* Lem., *Agave beauleriana* Jacobi (Shoeb y El-Sayed, 1985; Ferrer *et al.*, 1993; Debnath *et al.*, 2010 citados por Iannacone *et al.*, 2013).

Debido a las potencialidades que ofrece el henequén como planta portadora de metabolitos con principios activos plaguicidas, es necesario continuar el estudio a partir de materiales crudos de plantas locales, para evaluar su uso en plantaciones, las principales plagas y enfermedades que se presentan en los cultivos de interés agrícola (Paudel y Qin, 2015).

-Otros usos

El henequén es utilizado como refuerzo en materiales plásticos compuestos, particularmente en componentes automotores y muebles. Otros usos son como sustituto de asbestos en zapatas de frenos, para la producción de biogás y como material de construcción (Paudel y Qin, 2015).

El jugo de henequén puede usarse también como biodetergente para el fregado y lavado, y como emulsionante para combustibles (Financiera Rural, 2011). Por otra parte, el biocombustible producido a partir de la biomasa de plantas de agave tiene emisiones de CO₂ muy bajas (35 g/J), en comparación por ejemplo con las emisiones de CO₂ de otros cultivos como el maíz (85 g/J). Las fibras naturales del agave pueden degradarse a un número elevado de bioproductos, lo que puede ser aprovechado en la producción de bioetanol y xilitol (Villegas *et al.*, 2014).

El uso de biocombustibles como el bioetanol, biodiesel y biogás, en el sector de transporte, ofrece una valiosa alternativa para minimizar emisiones de gas de efecto invernadero y el

uso de combustibles fósiles (Villegas *et al.*, 2014). Estos autores plantearon, además, que en la producción de bioetanol, actualmente compiten los precios de dos materiales crudos principales: el azúcar y el almidón. Para evitar el conflicto entre usar la tierra para la producción de alimento o de energía, numerosos científicos han centrado su atención en tecnologías más baratas y sostenibles como el uso de los residuos agrícolas como fuente de materia prima para la producción de bioetanol (Mielenz *et al.*, 2015).

Los agaves también son de utilidad en la industria de los cosméticos. Los consumidores perciben el segmento de los productos naturales como más seguro para su salud y el ambiente, lo cual crea para los ingredientes de origen natural, una oportunidad creciente en el mercado de los cosméticos. A la vez, el reemplazo de ingredientes sintéticos por otros naturales de igual eficacia o desempeño, constituye un importante desafío científico y tecnológico (Avello *et al.*, 2009).

Conclusiones

El henequén es originario de regiones tropicales, cuyos caracteres morfológicos y fisiológicos como planta suculenta de metabolismo tipo CAM, le permiten completar su ciclo de vida en condiciones edafoclimáticas poco favorables para otros cultivos, en las cuales se reproducen fundamentalmente por la vía asexual. Esta planta posee potencialidades agroecológicas, a partir de su interacción con el ecosistema donde se cultiva, aporta beneficios al suelo, economiza el agua y atenúa el efecto de las radiaciones solares, y de los posibles usos de todos sus derivados, los cuales pueden sustituir productos agresivos al medio ambiente como los plásticos, las fibras sintéticas, los medicamentos químicos y el abono industrial.

Referencias Bibliográficas

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

AROCHE, R., MARTÍNEZ, Y., RUAN, Z., GUAN, G., WAITITU, S., NYACHOTI, C.M., MÁS, D. Y LAN, S. 2018. "Dietary inclusion of a mixed powder of medicinal plant leaves enhances the feed efficiency and immune function in broiler chickens". *Journal of Chemistry*, 2018: 1-6, ISSN: 2090-9063, DOI: 10.1155/2018/4073068

AVELLO, M., VALDIVIA, R., SANZANA, R., MONCADA, M.A., MENNICKENT, S., AECHLIMANN, V., BITTNER, M. Y BECERRA, J. Extractos antioxidantes y antimicrobianos de *Aristote liachilensis* y *Ugnimolinae* y sus aplicaciones como preservantes en productos cosméticos. 2009.

ÁVILA, R., RIVAS, B., HERNÁNDEZ, R. Y CHIRINOS, M. Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en Agave cocui. *Multiciencias*, no.2, vol. 12, 2012, PP. 129-135.

BÁEZ, L.M. Diagnóstico taxonómico, caracterización de daños y manejo de insectos plagas en el almacén de alimentos de la empresa constructora militar (ecm no.4). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". 2014.

BENÍTEZ, I.; PÉREZ, A.; ÁLVAREZ, R.; COLLADO, O.; GONZÁLEZ, Y. Perspectivas de la producción de inulina a partir de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Camagüey, Cuba. *Tecnología Química RTQ.*, no.2, vol. 35, 2015. ISSN2224-6185.

BUENAS TAREAS.COM SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA [en línea]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/sistemas-de-producción-agrícolas/3492241.html>. 2012. [Consulta: mayo, 27 2019]

CANET, R. Y PÉREZ, A. Mitigación y adaptación al cambio climático en la agricultura y la ganadería. Nota técnica. IVIA Instituto técnico de investigaciones científicas. Generalitat Valenciana. 2017.

CASILLAS, F.R., CÁRDENAS, A.O., RIVAS, C., VERDE, M.J. AND CRUZ-VEGA, D.E. Cytotoxic activity of Agave lechuguilla Torr. *African Journal of Biotechnology*, no.58, Vol. 11, 2012, pp. 12229-12231.

CASTRO-ZAVALA, A., JUÁREZ-FLORES, B.I., PINOS-RODRÍGUEZ, J.M., DELGADO-PORTALES, R.E., AGUIRRE-RIVERA, J.R. AND ALCOCER-GOUYONNET, F. Prebiotic Effects of Agave salmiana Fructans in *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* Cultures. *Nat Prod Commun.*, no. 11, vol.10, 2015, pp.1985-8.

CHÁVEZ-MORA, I. SÁNCHEZ-CHIPRÉS, D., GALINDO-GARCÍA, J., AYALA-VALDOVINOS, M. A., DUIFHUIS-RIVERA, T., LY-CARMENATTI, J. Efecto de oligofruktosa de agave en dietas de gallinas ponedoras en la producción de huevos. *Rev MVZ Cordoba*, no. 1, vol. 24, 2019, pp.7108-7112. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1522>

CEN-CEN, R. E., GÓMEZ-MERINO, F. Y MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, A. Tolerancia de Agave tequilana a altas concentraciones de cationes metálicos divalentes. *Polibotánica*, vol.40, 2015, pp.163-182.

COLUNGA, P.S. Origen, variación y tendencias evolutivas del Henequén (*Agave fourcroydes* Lem). Capítulo 1. Tesis presentada en opción al grado Científico de Doctor en Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. 1996. pp.9.

CORONEL, J.Y. Agroecología: la ciencia de la transición hacia una agricultura sostenible. La experiencia de Venezuela. San Carlos, Cojedes. Memoria Escrita en opción al título académico de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno. Universidad de Matanzas. 2015.

CRESPO, M.R., GONZÁLEZ, D.R., RODRÍGUEZ, R., RENDÓN, L.A., DEL REAL, J.I., Y TORRES, J.P. Evaluación de la composta de bagazo de agave como componente de sustratos para producir plántulas de agave azul tequilero. Revista mexicana ciencias agrícolas, no. 8, vol.4, 2013.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flower in plants. Columbia. University. Press, New York, 1981

CRUZ, J.M., ÁLVAREZ, J.M., SORIA, M.J. Y CANDELARIA, B. Producción de sustratos orgánicos para ornamentales a menor costo que los importados. Universidad Agraria de La Habana. Fructuoso Rodríguez Pérez. La Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, no.1, vol.25, 2016, pp. 44-49.

DAHLGREN, R.M.T; CLIFFORD, H.T; YEO, P.H. The family of the monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy – Springer-Verlag, 1985, pp. 177 – 186.

DÍAZ-BATISTA, D., DÍAZ-FORCELLEDO, D., MAZORRA-MESTRE, M. Y VALÍN- RIVERA, J.L. Comportamiento mecánico de fibras henequén cubano e interfase con polímeros termoplásticos del tipo poliolefina. Ingeniería Mecánica, no. 3, vol.18, 2015. Versión ISSN: 1815-5944.

DÍAZ-BATISTA, D.; BLANCARD-VALDÉS, W.S.; BRIDI-TELLEZ, V.; MAZORRA-MESTRE, M.; VALIN-RIVERA, J.L.; VALENZUELA-DÍAZ, F.R. Y WIEBECK, E. Profiles from Henequen Fibres with High-Density. Polyethylene Matrix. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, no.1, vol.27, (January-February-March), 2018, pp. 22-35. ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054,

ELICRISO. ¿Cómo cultivar y curar las plantas? Agave. Información de la planta. Propiedades y cultivo 2013. Disponible en: http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/agave/ [Consulta: mayo, 2019].

ESPINOSA, L.A, Generalidades e importancia de los agaves en México. Posgrado en Ciencias Biológicas, Unidad de Biotecnología. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Desde el Herbario CICY, vol. 7, 2015, pp. 161–164

FERNÁNDEZ, D., MARTÍNEZ, M.R. Y RAMÍREZ, M.L. Adquisición de Planta y Plantación de Barreras Vivas con Maguey. Prácticas Vegetativas y Agronómicas Complementarias Al proyecto Integral. Secretaria de agricultura, Ganadería, desarrollo rural, Pesca y alimentación. SAGARPA. Subsecretaría de desarrollo rural. Dirección general de apoyos para desarrollo rural. 2009.

FERNÁNDEZ-HERRERA, M.A., LÓPEZ-MUÑOZ, H., HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, J.M.V., SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, L., ESCOBAR-SÁNCHEZ, M.L., PINTO, B.M. Y SANDOVAL-RAMÍREZ, J. "Synthesis and selective anticancer activity of steroidal glycoconjugates". European Journal of Medicinal Chemistry, vol.54, 2012, pp. 721-727.

FINANCIERA RURAL. Monografía del Henequén y Sisal. México. Dirección General Adjunta de Planeación y Análisis Sectorial. Dirección Ejecutiva de Análisis sectorial. 2011. 8 p. (monografía)

GARCÍA, M. Y ABISAÍ, J. Los agaves de México. Ciencias, vol.87, 2000, pp. 14-23.

GARCÍA, Y. Y GARCÍA, Y. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, no.2, vol. 49, 2015, 173p.

GARCÍA, Y., LÓPEZ, M.G., BOCOURT, R., RODRÍGUEZ, Z., URIAS-SILVAS, J. Y HERRERA, M. Fermentación in vitro del extracto de Agave fourcroydes (henequén) por bacterias ácido lácticas. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, no.2, vol.46, 2012, pp.203-209.

GARCÍA-CURBELO, Y., BOCOURT, R., SAVÓN, L.L., GARCÍA-VIEYRA, M.I., LÓPEZ, M.G. Prebiotic effect of Agave fourcroydes fructans: an animal model. Food Funct., vol.6, 2015, pp.3177-3182.

GARCÍA-CURBELO, Y., LÓPEZ, M.G., BOCOURT, R., COLLADO, E., ALBELO, N. Y NUÑEZ, O. Caracterización estructural de los fructanos de Agave fourcroydes (Lem.) con potencialidades como prebiótico. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, no. 1, vol.49, 2015, pp.75-80.

GARRIGA, M., GONZÁLEZ, G., ALEMÁN, S., ABREU, E., QUIROZ, K., CALIGARI, P. Y GARCÍA, R. 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.

GÓMEZ-CALVARIO, V., ARENAS-GONZÁLEZ, A., MEZA-REYES, S., MONTIEL-SMITH, S., VEGA-BÁEZ, J.L., SANDOVAL-RAMÍREZ, J. AND HERNÁNDEZ-LINARES, M.G. Synthetic pathway to 22,23-dioxocholestanic chain derivatives and their usefulness for obtaining brassinosteroid analogues. *Steroids*, no.9, vol. 78, 2013, pp.902-908.

GONZÁLEZ, G. Y ABREU, E. 2009. El henequén. Cultivo importante desconocido, con futuro promisorio. CD de Monografías 2009. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

GUERRA-SILVA, Y.; VALÍN-RIVERA, J. L.; FERNÁNDEZ-ABREU, M. E.; WIEBECK, H.; ALFONSO-ALVAREZ, A.; VALENZUELA-DIAZ, F. R.; GONÇALVES, E. Y MONDELO-GARCÍA, F. J. Caracterización de la interfase de material compuesto de matriz polimérica termo fija reforzada con fibras de henequén cubano. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, no.4 vol. 26, 2017, pp.26-39 ISSN - 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.

GUERRERO, R. Y DÍAZ, R. 2011. Paquete tecnológico henequén (*Agavefourcroydes*). Producción de plantas. Campo experimental Mococho. Yucatán. Disponible en: <http://www.inifap.gob.mx>. Consulta: marzo, 2016.

HU, X., LIU, X., GONG, M., LUAN, M. AND ZHENG, Y. Development and validation of liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for quantification of a potential anticancer triterpenesaponin from seeds of *Nigella glandulifera* in rat plasma: Application to a pharmacokinetic study. *J. Chromatogr. B*, vol., 967,2014, pp. 156-161.

HUERTA, S. A., LARRALDE, C.P. Y NARVÁEZ, J.A. Aplicación de subproductos del agave para la producción de inulinasas microbianas. *Revista Bio Ciencias*. 3(1). 2014. 4-16.

IANNACONE, J., CAJACHAGUA, C., DUEÑAS, B., CASTILLO, L., ALVARIÑO, L. AND ARGOTA, G. Agave americana and *Furcraeaandina* (Asparagaceae) on *Culexquinquefasciatus* (Diptera) and *Heleobiacumingii* (Mollusca). *NeotropicalHelminthology*, no.2, vol. 7, 2013, pp.311-325.

IIHLD. Ministerio de la Agricultura. Instructivo técnico para el cultivo del henequén. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. La Habana, Cuba. 2012. 19p.

ISIL, Y. AND TURKAN, K. 2015. Anticancer Agents: Saponin and Tannin. *International Journal of Biological Chemistry*, 9: 332-340.

ISER, MAIDELYS et al. Metabolitos secundarios, indicadores de calidad y características organolépticas de la harina de tallos de *Agave fourcroydes* (Henequén). *Cuban J. Agric. Sci.* [online], no.1, vol.54, pp.25-34, 2020 [citado 2020-09-14], Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-4802020000100025&lng=es&nrm=iso>. Epub 01-Mar-2020. ISSN 0864-0408.

LI, L., HONDA-OKUBO, Y., LI, C., SAJKOV, D., PETROVSKY, N. Delta Inulin Adjuvant Enhances Plasmablast Generation, Expression of Activation-Induced Cytidine Deaminase and B-Cell Affinity Maturation in Human Subjects Receiving Seasonal Influenza Vaccine. *PLoS ONE*, no. 7, vol. 10, 2015, e0132003. doi:10.1371/journal.pone.0132003.

LIU, Q., CHEN, W., JIAO, Y., HOU, J., WU, O., LIU, Y. AND QI, X. Pulsatilla saponina, an active molecule from *Pulsatilla chinensis*, induces cancer cell death and inhibits tumor growth in mouse xenograft models. *J. Surg. Res.*, vol.188, 2014, pp. 387-395.

LUIZ-FERREIRA, A., ALVES DE ALMEIDA, A. C., MEIRA DE-FARIA, F., TAKAYAMA, C., RABELOSOCCA, E. A. SALVADOR, M. J., COELHO MELLO, C., DOS SANTOS, C., DE OLIVA-NETO, P., MONTEIRO SOUZA-BRITO, A. R. Applications of the hexanic fraction of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm (Asparagaceae): control of inflammation and pain screening Ricardo José Dunder. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, no. 3, vol. 108, 2013, pp. 263-271.

MALAVERT, C. Y GONZÁLEZ, G. Efecto de la Sustitución de un Hidrolizado Enzimático de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) como Medio de Cultivo para la Propagación *In vitro* de Henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) Ceiba. *Volumen*, no. 1, vol. 55, 2018, pp. 38-44

MATTHEW, D., GALLOVIC, A., DOUGLAS, G., MONTJOY, A., MICHAEL, A., COLLIER, B., CLEMENT DO, C., BARBARA, E., WYSLOUZIL, E., BACHELDERB, M. AND KRISTY, M. A. Chemically modified inulin microparticles serving dual function as a protein antigen delivery vehicle and immunostimulatory adjuvant. *Biomaterials Science*, no.4, vol. 3, 2016, pp. 483-493.

MGANGA, N., MANOKOAND, M.L.K. AND RULANGARANGA, Z.K. Classification of plants according to their heavy metal content around north Mara gold mine, Tanzania: implication for phytoremediation. *Tanz. J. Sci.*, no. 37, 2011, 109-119.

MICHALAK, A. Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing under Heavy Metal Stress. *Polish J. of Environ. Stud.*, no. 4, vol. 15, 2006, pp. 523-530.

MIELLENZ, J. R., RODRIGUEZ, M. J., THOMPSON, O. A., YANG, X. Y YIN, H. Development of Agave as a dedicated biomass source: production of biofuels from whole plants. *Biotechnology for Biofuels*. No. 79, vol.8, DOI 10.1186/s13068-015-0261-8. 2015.

MONTAÑEZ, J., VENEGAS, J., VIVAR, M. Y RAMOS, E. Extracción, caracterización y cuantificación de los fructanos contenidos en la cabeza y en las hojas del Agave tequilana Weber Azul. *Bioagro*. 23 (3). 2011. 199-206.

OTERO, B.R. El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes*, Lem.) como planta textil y su aprovechamiento integral. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 3 (9). 1999. 23-46.

PAUDEL, Y.P. AND QIN, W. Two *Bacillus* Species Isolated from Rotting Wood Samples are Good Candidates for the Production of Bioethanol using Agave Biomass. *J Microb Biochem Technol.*, no.4, vol. 7, 2015, pp. 218-225.

PORTALES-PÉREZ, D.P. In vitro assessment of agave fructans (*Agave salmiana*) as prebiotics and immune system activators. *Int J BiolMacromol*. Vol. 63, 2014, pp.181-7.

PLAN RECTOR DEL SISTEMA PRODUCTO HENEQUÉN EN EL ESTADO DE YUCATÁN. 2012.136p.

RENDÓN-SALCIDO, I. A., GARCÍA-MARÍN, P., BARAHONA, I. F., PIMIENTA E., MAGDUB-MÉNDEZ, A. Y LARQUÉ-SAAVEDRA, A. Azúcares y productos alcohólicos de henequén (*Agave fourcroydes*Lem.) en función de la edad de la planta y el clima. *Revista Fitotecnia Mexicana*, no. 1, vol.32, 2009, pp. 39-44.

RODRÍGUEZ, I.; FUENTES, L.; ABREU, E.; GONZÁLEZ, G. El henequén (*Agave fourcroydes* Lem.): un cultivo promisorio en el desarrollo de una agricultura sostenible. Monografía en opción al grado académico de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”. 2016.

RODRÍGUEZ, I.; FUENTES, L.; ABREU, E.; GONZÁLEZ, G.; PÉREZ, Y. El rescate del henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) en Matanzas. CD de Monografías. Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos”, 2017.

SALINAS, M. J. La pita, el henequén y el sisal en el sureste ibérico andaluz. Invasoras en peligro de invasión. HUAL. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano. Almería. España. Disponible en: <http://www2.ual.es/herbario> Consulta: mayo, 2016.

SANTOS-ZEA, I., FAJARDO-RAMÍREZ, O.R., ROMO-LÓPEZ, I. AND GUTIÉRREZ-URIBE, J.A.. Fast Centrifugal Partition Chromatography Fractionation

of Concentrated Agave (*Agave salmiana*) Sap to Obtain Saponins with Apoptotic Effect on Colon Cancer Cells. *Plant Foods Hum Nutr.*, no.1, vol. 71, 2016, pp.57-63.

SILOS-ESPINO, H., TOVAR-ROBLES, C.L., GONZÁLEZ-CORTÉS N., MÉNDEZ-GALLEGOS S.J. Y ROSSEL-KIPPING, D. Estudio Integral del Maguey (*Agave salmiana*): Propagación y Valor Nutricional. “*Revista Salud Pública y Nutrición*” Edición Especial, vol.5, 2011, pp. 75-82.

SOSA, M. Evaluación en vivero del comportamiento de posturas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem) procedentes de diferentes vías de propagación. Matanzas. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas, 2011.

THI THU, C.D. Comportamiento de las plantas de henequén (*Agave fourcroydes* Lem) cultivadas en altas concentraciones de metales pesados. Matanzas. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas, 2010.

VILLEGAS-SILVA, P.A., TOLEDANO-THOMPSON, T., CANTO-CANCHÉ, B.B., ALFONSO LARQUÉ-SAAVEDRA, A. Y BARAHONA-PÉREZ, L.F. Hydrolysis of *Agave fourcroydes* Lemaire (henequen) leaf juice and fermentation with *Kluyveromyces marxianus* for ethanol production. *Biotechnology*, no.14, vol.14, 2014.

WIDSTEN, P., CRUZ, C. D., FLETCHER, G. C., PAJAK, M. A. Y MCGHIE, T. K. Tannins and extracts of fruit byproducts: Antibacterial activity against foodborne bacteria and antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.*, vol.62, 2014. Pp.11146-11156.

XU, M. Y., LEE, D. H., JOO, E. J., SON, K.H. AND KIM, Y. S. Akebia saponin PA induces autophagic and apoptotic cell death in AGS human gastric cancer cells. *FoodChem. Toxicol.*, vol.59, 2013, pp.703-708.

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

ZAMORA-GASGA, V. M., LOARCA-PIÑA, G., VÁZQUEZ-LANDAVERDE, P. A., ORTIZ-BASURTO, R. I., TOVAR, J. AND SÁYAGO-AYERDI, S. G. In vitro colonic fermentation of food ingredients isolated from *Agave tequilana* Weber var. azul applied on granola bars. *LWT Food Sci. Technol.* Vol.60, 2015, pp766-772.

ZHAO, R. P., LIN, S. S., YUAN, S. T., YU, B.Y., BAI, X. S., SUN, L. AND ZHANG, L. Y. DT-13, A saponin of dwarf lilyturf tuber, exhibits anti-cancer activity by down-regulating C-C chemokine receptor type 5 and vascular endothelial growth factor in MDA-MB-435 cells. *Chin. J. Natural Med.*, vo.12, 2014, pp. 24-29.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D., VARGAS-PONCE, O., ROSALES-ADAME, J. J., Y COLUNGA-GARCÍA MARÍN, P. Sustainability of the traditional management of Agave genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genet Resour Crop Evol.* 60. 2013, pp.33–47.



Monografías 2020
Universidad de Matanzas © 2020
ISBN: 978-959-16-4472-5