

MELALEUCA QUINQUENERVIA (CAV.) S.T. BLACKE, EXPERIENCIA DE UTILI- ZACIÓN ECONÓMICA DE UNA ESPECIE EXÓTICA INVASORA

Dr.CV. FELIPE O. QUINTANA RAMOS¹
MSc. PILCINER NAVARRO ABAD¹
Lic. IVÁN GONZÁLEZ CAMEJO¹
MSc. MEI – LI HUNG PEÑA²

Resumen

Melaleuca quinquenervia (Cav.) conocida como melaleuca fue introducida en Cuba como planta ornamental en la Ciénaga de Zapata en la década de 1960 y ha infestado el humedal como planta exótica invasora. Se han realizado esfuerzos para la eliminación o control en este y otros países, con procedimientos físicos y químicos, sin resultados efectivos. Desde 2008 se realizan investigaciones de laboratorio y campo en el control de patógenos en animales, plantas y personas, mediante la utilización del aceite esencial de melaleuca, con resultados promisorios. Se construyó una planta piloto que produce el aceite esencial para las investigaciones y la extensión de los resultados. En la caracterización física y química se determinaron por cromatografía gaseosa 42 componentes químicos que cambian su relación según la época del año, edad de las hojas y zona de corte. Una solución de este aceite utilizada en hortalizas, en casas de cultivo y campo libre, controló varios patógenos e incrementó la producción más de 15 %. Los repelentes confeccionados protegieron contra mosquitos *Aedes aegypti* y varias especies de insectos

1 Organización de Integración para el Bienestar Social (OIBS)

2 Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) La Habana

en la costa y el bosque. Formulaciones para el control de plagas de almacén también fueron efectivas. Se concluye que es factible esta producción y las formulaciones probadas son efectivas contra patógenos de plantas y animales. Se propone utilizar la biomasa forestal con fines económicos para contribuir al financiamiento del control de esa especie.

Palabras clave: *M. quinquenervia*, aceite esencial, control de plagas.

Introducción

Las invasiones biológicas inducidas o aleatorias constituyen actualmente un problema económico y ambiental, fundamentalmente en las áreas insulares, agravado por el incremento del comercio y otras actividades humanas que propician la aparición de especies exóticas invasoras en disímiles áreas y ecosistemas.

En Cuba existen condiciones especialmente favorables para esta amenaza por su condición de archipiélago, situado entre dos grandes zonas continentales de gran diversidad biológica, fuertes corrientes marinas a su alrededor, intenso tráfico aéreo y fluvial, turismo internacional, relaciones comerciales e intercambio científico, docente, de servicios y político con todos los continentes.

En épocas pretéritas no existían en el país regulaciones eficientes de control biológico y cuarentenario, que protegieran a los ecosistemas naturales y agrícolas de invasiones foráneas y, en etapas recientes, el desconocimiento o la violación de las regulaciones establecidas propiciaron la introducción de especies vegetales y animales perjudiciales. Dos ejemplos importantes y evidentes de lo expuesto son la introducción de *Dichrostachys cinerea* Wight & Arn. (marabú) y *Melaleuca quinquenervia* (Cav.).

M. quinquenervia (Cav.) conocida como *M. leucadendron*, melaleuca, cayeputi, cayeput y otros nombres comunes, es un árbol siempre verde, originario de Australia y otros países de Asia. Fue introducido en Cuba en la primera década del siglo XX como planta ornamental, aunque ya antes había árboles dispersos en jardines y parques (Roig, 2009). A partir de la

introducción en Ciénaga de Zapata en la década de 1960, se extendió como especie exótica invasora que infesta actualmente más de 22 000 ha en el referido humedal y en algunos puntos de la Ciénaga de Majaguillar en el norte de la provincia de Matanzas. Otras áreas pantanosas de La Florida, Puerto Rico y Las Bahamas también han sido invadidas y constituye, igual que en Cuba, una amenaza al ecosistema autóctono (Colectivo de autores, 2009).

En las siguientes figuras se muestra el área estudiada en la Ciénaga de Zapata y la zona con gran infestación de *M. quinquenervia*.

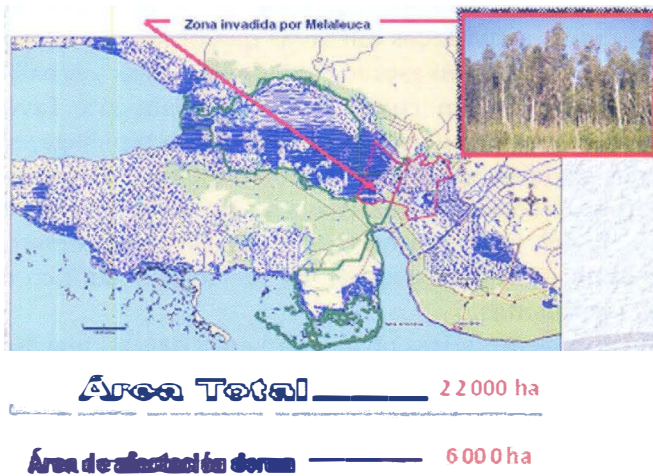


Figura 1. Ubicación geográfica

La melaleuca era utilizada antiguamente como medicina por los aborígenes australianos y las fuerzas armadas de ese país. Ya en el siglo XX se extendió ese proceder a países occidentales por las propiedades repelentes, insecticidas, fungicidas y acaricidas de esa especie. Actualmente se utiliza, además, en perfumería y jabonería (Pattnaik, *et al.* 1997).



Figura 2. Infestación intensa de *M. quinquenervia* en la zona de La Boca

La Organización de Integración para el Bienestar Social (OIBS), con la colaboración de otros centros de investigación del país, ha realizado desde el año 2009 observaciones e investigaciones *in vitro* y pruebas de campo relacionadas con el control de patógenos en animales, plantas y personas mediante la utilización del aceite esencial de melaleuca, con resultados promisorios. También se ha incursionado con éxito en la formulación de productos para el control de plagas de almacén y cosméticos. Para su aplicación, el aceite esencial es formulado utilizando sustancias orgánicas naturales o sintéticas que faciliten la adsorción o absorción en animales y plantas.

El presente estudio pretende contribuir al análisis de cómo obtener beneficios económicos de un error del pasado.

Caracterización y resultados de investigaciones realizadas con *M. quinquenervia*:

El aceite esencial de melaleuca (AEM) se obtiene mediante el corte, traslado, secado al aire y destilado de las hojas de los árboles. Las ramas recién cortadas se separan de sus hojas, se lavan, desinfectan y colocan a la sombra, en tendales ventilados, de seis a nueve días, con temperaturas entre 20 y 30 °C, y se someten a un proceso de destilación por arrastre de vapor por el método convencional. Una vez obtenido el aceite se filtra, se somete a control de calidad y se conserva en recipientes protectores de la luz (Quintana, 2010 a).

Después del corte y traslado, el proceso continúa con el secado de las hojas como se observa en la siguiente figura.



Figura 3. Secado de las hojas a la sombra

Teniendo en cuenta la necesidad de incrementar la producción de AEM para satisfacer las investigaciones propuestas, se creó un Laboratorio Experimental en la Empresa Agropecuaria Jagüey Grande, donde se instalaron dos destiladores por arrastre de vapor, tipo Alambique, con capacidad para 10 kg de hojas secas, que puede verse en la siguiente figura.

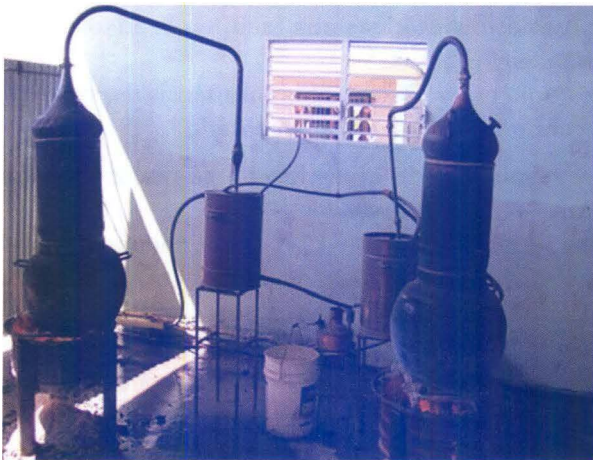


Figura 4. Primeros destiladores

Posteriormente, se incorporaron tres de 18 y 70(2) kg y mayor durabilidad, diseñados y fabricados por ingenieros del OIBS y colaboradores.

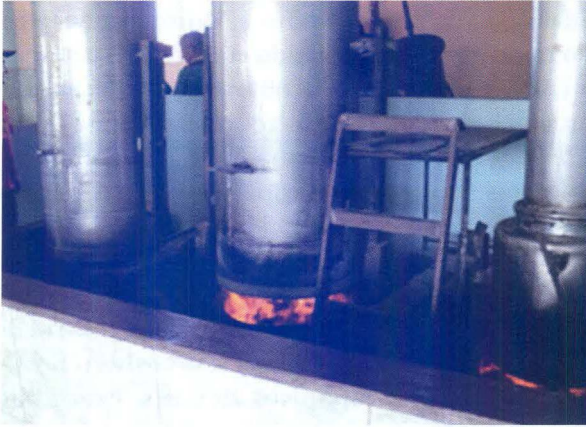


Figura 5. Nuevos destiladores

En la etapa 2010-2014, la producción de AEM creció con la instalación de los referidos destiladores, que permitieron realizar investigaciones, pruebas de campo, producciones experimentales en el control de distintas especies de hongos, insectos y arácnidos en plantas, animales y humanos; así como también cosméticos. Una vista de la planta actual se observa en la siguiente figura.



Figura 6. Planta piloto actual

El aceite esencial tiene más de 40 componentes, entre estos monoterpenos, sesquiterpenos y sus derivados oxigenados. Los productos obtenidos a partir de AEM son seguros para la salud humana, animal y vegetal, según las pruebas de laboratorio y de campo realizadas (García, 2010 a y 2010 b, Quintana, 2010 b).

En el proceso investigativo conducido con el AEM y el agua de condensación (AC), resultante de la obtención del aceite, se ha evidenciado su efectividad en el control de larvas y adultos del mosquito *Aedes aegypti* (Leyva Maureen *et al.*, 2008), efecto repelente de insectos, control de ectoparásitos de animales (Alonso Aimé *et al.*, 2010), efecto fungicida e insecticida a nivel de laboratorio y de campo, y factores estimulantes del crecimiento vegetal.

Especial significación tienen los resultados en el control de patógenos, que afectan las hortalizas en casas de cultivo protegido o a la intemperie en los organopónicos, donde se exacerbaban los patógenos por las altas temperaturas y humedad relativa en esos lugares. En las pruebas realizadas en *Cucumis sativus* L. (pepino), *Solanum lycopersicum* L. (tomate), *Phaseolus coccineus* (habichuela), *Brassica oleracea* L. (col), *Abelmoschus esculentus* L. (quimbombó), *Mentha nemorosa* Willd. (yerba buena), *Beta vulgaris* var. cicla L. (acelga) y *Lactuca sativa* L. (lechuga), se han logrado distintos niveles de control fitosanitario e incrementos en la producción en más de 15 %.

Además de los efectos sanitarios y económicos señalados, el uso integrado del control biológico, las buenas prácticas de manejo de los sistemas agrícolas y pecuarios y las formulaciones óptimas a base de melaleuca, permiten la sustitución parcial o total de los productos químicos sintéticos comerciales que dañan el ambiente, la salud de los trabajadores (especialmente en las casas de cultivo) y los consumidores de hortalizas.

El AEM se utiliza internacionalmente en la confección de distintas presentaciones de medicamentos naturales, formulaciones cosméticas y repelentes de insectos, por lo que el precio comercial supera los \$35,000.00 USD la tonelada. Al encontrar una utilización económica a los productos de melaleuca se pue-

de contribuir a financiar el control y reordenamiento del bosque en las zonas invadidas, crear fuentes de empleo en el corte y procesamiento de la planta y sustituir importaciones de productos químicos que dañan la salud y el ambiente.

En el año 2008 se realizó un estudio toxicológico de *M. leucadendron* L. por la Facultad de Ciencias Médicas de Holguín y los laboratorios LIORAD (González *et al.*, 2008). También se estudió el efecto genotóxico de *M. leucadendron* L. en la Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas (Guevara Enma *et al.*, 2008). Los trabajos de la OIBS comenzaron en el año 2009 con la obtención de cientos de mililitros de AEM y las primeras investigaciones en el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK), que documentaron su eficacia en el control de larvas del mosquito *Aedes aegypti*.

En 2010 se realizaron los Ensayos de toxicidad e irritabilidad aguda oral, dérmica, oftálmica y de sensibilización del AEM y del agua de condensación (AC) por el Centro de Estudio de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas (CEIEB) de la Universidad de la Habana y Laboratorios LIORAD (García, 2010 a y b). En las investigaciones realizadas se comprobó la factibilidad de utilizar formulaciones a base de melaleuca para el control de patógenos en animales.

Para confirmar la especie de *Melaleucasp.* que infesta la Ciénaga de Zapata se hizo un muestreo junto con especialistas del Herbario Nacional de Cuba (HNC) "Onaney Muñiz", del Instituto de Ecología y Sistemática (IES), se colectó una muestra botánica, que se clasificó taxonómicamente y fue registrada con el número 42 678, y un "CERTIFICO", con la confirmación de que la muestra colectada pertenece a la especie botánica *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blacke, clasificada anteriormente como *M. leucadendron* (Oviedo Ramona, 2011).

En los años 2011-2014 continuaron las investigaciones y se aplicó lo obtenido mediante el estudio bibliográfico y las investigaciones de laboratorio y campo, resultados comprobados y eficaces, fundamentalmente en tratamientos fitosanitarios, repelentes de insectos, garrapaticidas, plagas de almacén y cosméticos.

Durante el período 2011-2012 se colectaron 32 muestras de las hojas de árboles adultos de *M. quinquenervia* en la zona de La Boca, Ciénaga de Zapata, ubicada a -81° , 9 minutos y 45,6 segundos de longitud Oeste y 22° , 23 minutos y 0,2 segundos de latitud Norte, con una altura promedio sobre el nivel del mar de cuatro metros. La temperatura media anual fue de $24,5^{\circ}\text{C}$ con mínimas y máximas de 18 y 38°C , respectivamente, y medias de humedad relativa entre 75-85 %.

Obtención del aceite esencial: las hojas de *M. quinquenervia* fueron sometidas a destilación por arrastre con vapor, utilizando un equipo tipo alambique de la planta piloto de AEM de la OIBS. El tiempo medio de extracción fue de tres horas y el rendimiento se calculó según la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{l \text{ de AEM}}{\text{kg de hojas secadas al aire}} * 100$$

Para la caracterización física y química del AEM cubano se utilizaron los servicios del Centro de Productos Naturales (CPN) del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) mediante cromatografía gaseosa y otras técnicas específicas. Se comprobó que el aceite obtenido se encuentra dentro de los estándares internacionales (Morales Carmen *et al.*, 2014).

El objetivo del estudio fue la caracterización de la composición química del aceite esencial (AE) de *M. quinquenervia* de la zona La Boca (Ciénaga de Zapata, Cuba). Por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas se identificaron 42 componentes, de los cuales la mayor proporción correspondió al 1,8-cineol (27,6 %), viridiflorol (27,5 %), limoneno (13,7 %) y α -pineno (9,0 %). De los compuestos identificados 26 se utilizaron en el análisis de componentes principales, que reveló la existencia de dos quimiotipos: un quimiotipo I del tipo viridiflorol (33,8 %) medianamente enriquecido en 1,8-cineol (21,8 %), y un quimiotipo II del tipo 1,8-cineol (30,0 %) con contenidos relativamente elevados de viridiflorol (25,1 %). Ambos quimiotipos

presentaron contenidos similares de los monoterpenos limoneno (13,1 %) y -pineno (9,0 %). El rendimiento de extracción del AEM fue de 0,8-1,1 %. Se determinaron, asimismo, la densidad relativa y el índice de refracción a 20 °C que fueron de 0,9253 g/mL y 1,4827, respectivamente (Morales Carmen *et al.*, 2014). En las siguientes tablas aparecen los resultados.

Tabla 1 Constantes físicas determinadas a 20 °C a muestras

Constante física	Min.	Media	Max.	DE
Densidad relativa (g/mL)	0,9045	0,9253	0,9316	0,0074
Índice de refracción	1,4737	1,4827	1,4876	0,0061

Tabla 2 Composición química del aceite esencial de *M. quinquenaria* de La Boca en Ciénaga de Zapata

Compuesto	Código	IK ^a	IK ^b	Mín.	Media (%)	Máx.	DE
-tuyona		927	930	0,02	0,04	0,07	0,01
-pineno	API	934	939	7,00	9,04	11,53	0,87
canfeno	CAN	949	954	0,20	0,27	0,37	0,04
benzaldehído	BAL	960	960	0,08	0,12	0,34	0,04
-pineno	BPI	976	979	2,58	3,21	4,14	0,38
mirceneno	MIR	989	991	0,04	0,23	0,68	0,14
-terpineno	ATE	1015	1017	0,04	0,11	0,21	0,05
p-cimeno	PCI	1024	1025	0,06	0,53	0,87	0,16
limoneno	LIM	1029	1029	11,28	13,17	16,15	1,13
1,8-cineol	CIN	1031	1031	18,99	27,62	36,03	5,54
-ocimeno		1039	1037	0,01	0,06	0,14	0,03
-terpineno	GTE	1059	1060	0,29	0,47	0,63	0,09
-terpinoleno	ALE	1087	1089	0,13	0,30	0,56	0,10
metilbenzoato		1093	1091	0,02	0,06	0,13	0,03
linalol	LIN	1097	1097	0,10	0,23	0,37	0,06
fenchol		1116	1117	0,07	0,13	0,19	0,03
pinocarveol		1137	1139	0,01	0,08	0,68	0,11
isopulegol		1144	1150	0,10	0,13	0,18	0,02
borneol	BOR	1167	1169	0,07	0,15	0,21	0,04
terpinen-4-ol	TOL	1175	1177	0,46	0,61	0,77	0,08

-terpineol	AOL	1188	1189	2,14	3,27	6,25	0,74
1-feniletilacetato	FEL	1193	1194	0,03	0,13	0,18	0,03
Ni		1325		0,12	0,19	0,45	0,07
-terpinilacetato		1366	1349	1,06	2,06	3,00	0,42
-copaeno	ENO	1378	1377	0,02	0,05	0,08	0,02
-gurjuneno	GUR	1398	1410	0,04	0,11	0,20	0,05
-cariofileno	CAR	1414	1419	0,78	1,66	2,34	0,51
aromadendreno		1460	1441	0,14	0,41	0,70	0,15
-humuleno	HUM	1470	1455	0,09	0,22	0,54	0,11
allomadendreno	ALO	1479	1460	0,12	0,38	0,70	0,15
-muurolo	MUU	1496	1500	0,07	0,12	0,18	0,03
-selineno		1501	1490	0,09	0,17	0,55	0,10
viridifloreño	VNO	1510	1495	0,48	0,95	1,45	0,21
-cadineno	GCA	1513	1514	0,09	0,20	0,34	0,06
-cadineno		1522	1539	0,14	0,24	0,35	0,06
ledol	DOL	1564	1569	0,15	0,39	0,64	0,10
óxido de cario- fileno	OCA	1578	1583	0,46	1,64	2,68	0,46
viridiflorol	VIR	1589	1593	17,15	27,49	37,49	5,00
guaiol	GOL	1593	1601	0,19	0,50	1,11	0,21
globulol		1597	1585	1,42	2,39	3,38	0,56
-eudesmol		1659	1632	0,19	0,29	0,44	0,06
-eudesmol		1674	1651	0,10	0,32	0,51	0,10
-eudesmol		1679	1654	0,04	0,28	0,51	0,11
Monoterpenos oxigenados					34,31		
Moterpenos hidrocarbona- dos					27,39		
Sesquiterpenos oxigenados					33,30		
Sesquiterpenos hidrocarbónados					4,51		

IK^a: Índice de Kovats calculado, IK^b: Índice de Kovats informado por Adams (2001), NI: no identificado, DE: desviación estándar. Los resultados en la caracterización del AEM cubano permiten continuar los estudios para determinar los ingredientes activos contenidos en el aceite, que actúan sobre determinados hongos, insectos u otros patógenos.

En otro estudio (Morales y González, 2012) se realizó la caracterización del aceite y sus componentes, contenidos en hojas y frutos separados. El rendimiento (masa/masa) fue de 1,5 % en las hojas y 0,5 en los frutos en condiciones de laboratorio. Se determinó un alto contenido de viridiflorol (60 %) en los frutos, lo que influye en los porcentajes de otros componentes cuando se incluyen en el follaje procesado. Los detalles señalados constituyen aportes científicos importantes al estudio de los aceites esenciales, particularmente del AEM cubano.

Pruebas de campo fitosanitarias

Las hortalizas, posturas y plantas ornamentales cultivadas en viveros protegidos y áreas libres, frecuentemente son afectadas por ataques de hongos, bacterias, insectos y otros patógenos, que deterioran su follaje y deprimen su producción y valor comercial. Los métodos tradicionales de control de estos patógenos se basan en la utilización de productos químicos importados, que no los controlan totalmente, provocan gastos en divisas y contaminan el medio ambiente.

Se realizaron investigaciones en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), Organopónico Alamar y en los Laboratorios de Control de Calidad del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), para evaluar los efectos del AEM en varios cultivos, a saber: tomate, pepino, habichuela, quimbombó y yerba buena. Los resultados se muestran a continuación.

Se utilizaron casas de cultivo protegido de 220 m² aproximadamente, y tres parcelas de similares dimensiones, donde fueron cultivados la habichuela y el quimbombó. Durante la prueba no se utilizó ningún otro producto para combatir plagas. Se había comprobado en investigaciones previas, que el AEM no provoca irritabilidad ni toxicidad dérmica y oftálmica. Se diseñaron fórmulas fitosanitarias entre 0,1 y 0,5 % de AEM, para aplicarlas a cultivos de hortalizas en condiciones experimentales, y se obtuvo un incremento en el crecimiento vegetal y rendimiento productivo entre 15 y 52 %. En todos los ensayos se evidenció un mayor crecimiento de las plantas y control de los patógenos. En el laboratorio fueron verificados los efectos

sobre distintas especies de hongos, áfidos y otros insectos. Se recomendó que las empresas agropecuarias de Jagüey Grande, por su cercanía a la planta piloto productora, consideren el uso del producto en sus casas de cultivo. En la tabla 3 se detallan y amplían los resultados más importantes relacionados con el crecimiento de las plantas estudiadas.

Tabla 3. Resumen de los rendimientos agrícolas (kg/m^2) en varias hortalizas

Especie	Aplicación Sol. Fitosanitaria	Testigo	Diferencia	Incremento (%)
Habichuela	1,41	0,93	0,48	52
Habichuela	3,84	2,64	1,20	45
Habichuela	2,74	2,14	0,60	28
Pepino	3,77	3,32	0,45	14
Quimbombó	1,24	1,06	0,18	17

En otras parcelas sembradas de yerba buena y pepino el aumento fue de 17 y 15 %, respectivamente.

Una vista de dos cultivos en el organopónico de Alamar se muestra en la figura 7.



Figura 7. Sembradíos de habichuela y pepino en el organopónico de Alamar

El incremento de los rendimientos agrícolas en las siete hortalizas cultivadas fue 0,6 kg por metro cuadrado (6 t ha^{-1}), que ofrece un lucrativo margen comercial. Existe, además, un beneficio asociado a la no utilización de productos químicos sintéticos

importados en el control de patógenos, con el consecuente valor intangible de no contaminar a los trabajadores directos a la producción, a los consumidores de hortalizas y al medio ambiente.

Particular interés revisten los resultados en "*Brassica oleracea L. var. Capitata L.*" (col de repollo), por ser esta una de las hortalizas de mayor importancia en Cuba y el mundo. Su cultivo ha sido ampliamente extendido en los últimos años con motivo de la creciente demanda de productos hortícolas, así como también por su gran aceptación en la población (Elizondo Ana Ibis *et al.*, 2012).

Varios factores que atentan contra la calidad de las cosechas en este cultivo están asociados a la presencia de "*Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae)*", conocida en Cuba por el nombre común de "polilla de la col" y en otros países como palomilla dorso de diamante (México) y palomita de las coles (Argentina). En el mundo es considerada la mayor plaga de las crucíferas y ocasiona grandes pérdidas económicas. Su tolerancia a la mayoría de los insecticidas disponibles es una de las principales causas, igual que los tratamientos con productos químicos y biológicos sin cumplir los parámetros establecidos y el uso de mezclas de insecticidas y de esquemas de aplicación no adecuados (Elizondo *et al.*, 2012).

Determinación del grado de afectación causado por la plaga utilizando AEM y otros tratamientos.

En relación con el grado medio de daño y los rendimientos no se encontraron diferencias entre los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Grado de daño causado por *Plutella xylostella* en repollo de col y rendimientos

Tratamientos	Grado medio de daño		Peso medio por repollo (kg)	Rendimiento (t/ha)	
Melaleuca	1.5	NS	1,57	23,62	NS
Aceite mineral	1.3			22,60	
Insecticida químico	1.8			22,55	
C. V. (%)	28.72			13.23	
EE	0.73			0.52	

Escala de daño: 0-1 sin daño, 2-3 daño ligero a moderado, 4-6 daño fuerte a severo.

El cultivo presentó un nivel de daño ligero durante todo el ciclo y se obtuvieron repollos de buena calidad y altos rendimientos, con la aplicación del aceite esencial de *M. quinque-nervia*.

En este trabajo se concluyó que el aceite de *M. quinque-nervia* tiene acción repelente e insecticida sobre *P. xylostella*. Se alcanzó una reducción de la población de la plaga con alta efectividad técnica en los tratamientos; los rendimientos no tuvieron diferencia significativa con el resto de las variantes -lo cual indica que es factible la aplicación del aceite esencial- y se pudieron obtener producciones del cultivo de la col sin contaminantes químicos.

En otro estudio realizado (Naranjo, 2012) en el organopónico ecológico de Alamar, en La Habana, en el cultivo de col, variedad K. K. Kross, se evaluaron los resultados de aplicaciones de AEM en bajas concentraciones, a partir de los 25 días de la siembra, en dosis de 2.0 mL/planta (10 mL/m²), con el fin de valorar el control de este producto sobre la *P. xylostella*, el desarrollo vegetativo y los rendimientos por área. Se utilizó un marco de plantación de 40 x 80 cm (5 plantas/m²), se estableció un área testigo, sin tratamiento, de 80.0 m² (400 plantas) y otra área de similares proporciones, pero tratada.

Tabla 5. Resultados de aplicación de AEM en el cultivo de col

Indicador	Solución AEM	Testigo	Diferencia	Incremento %
Plantas/m ²	5	5	--	--
Promedio de hojas	9.87	9.06	0.81	8.94
Afectación/plagas (%)	10.27	40.06	(29.79)	(74.36)
Peso promedio (kg)	0.91	0.78	0.13	16,70
Rendimiento/área (kg/m ²)	4.55	3.90	0.65	16,70

La aplicación preventiva del AEM resultó eficaz en la disminución de la incidencia de afectaciones por *P. xylostella* en 74 %

en el cultivo. El aumento de los rendimientos por área fue de 650 g/m², 16,7 %, lo cual representa 6,5 t/ha de incremento.

Evaluación económica de la prueba:

Teniendo en cuenta los precios de venta en el organopónico, 6.5 pesos/kg, los incrementos de rendimiento por área, representan 4.23 pesos/m².

De acuerdo con el precio actual del AEM de 1 001 pesos el litro, (según ficha de costos, anexo 1) más 20 % de costos de formulación y aplicación, los gastos para un metro cuadrado serían de un peso; margen comercial 3,23 pesos/m², que equivale a 32 300 pesos/ha.

Todas las pruebas realizadas mostraron un efecto estimulante del crecimiento de las plantas sometidas a tratamientos con melaleuca, además del control sobre los patógenos.

En una prueba de campo en condiciones de producción en casas de cultivo en la empresa “Jagüey Grande”, se utilizó la solución fitosanitaria de AEM en sustitución del “paquete” tecnológico de productos químicos sintéticos importados que se aplica normalmente en la producción de tomate y col. El resumen de los resultados aparece en la tabla 6.

Tabla 6. Rendimientos (t) en las cuatro casas de cultivo

Cultivo	Tratamiento solución fitosanitaria	Testigo productos químicos	Diferencia	Porcentaje
Tomate	1,300	1,550	(0,250)	84
Col	2,351	1,995	0,356	118
Total	3,651	3,545	0,106	103

Los rendimientos en el tomate fueron inferiores en la casa de cultivo donde se aplicó el tratamiento de la solución fitosanitaria, que en la casa testigo donde se aplicaron 14 productos químicos sintéticos, motivado por deficiencias agrotécnicas, aunque la calidad de los tomates se consideró mejor.

En col los rendimientos fueron superiores con el tratamiento de melaleuca y se apreció magnífica calidad de los repollos. En la siguiente figura puede verse un sembrado de col en una casa de cultivo.



Figura 8. Col con tratamiento de AEM en casas de cultivo

Aunque el impacto económico en el ahorro de importaciones no se pudo cuantificar con precisión, los estimados calculados fueron favorables con los tratamientos del producto natural, además de los beneficios ecológicos.

En esta investigación, como en las anteriores, se evidenció un estímulo al crecimiento vegetal, por lo cual se documentó y presentó a la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) la solicitud de Patente con el título: “Producto natural estimulante del crecimiento vegetal con actividad plaguicida”. La solicitud fue aceptada por la OCPI con la identificación CU/P/2012/66. Patente de Invención DL 290. 24/04/2012. 10.00.

Habida cuenta de los resultados con las formulaciones provenientes del concentrado emulsionante de AEM, comenzaron las gestiones, pruebas exigidas y la documentación con el “Registro Central de Plaguicidas”, de la Dirección General de Sanidad Vegetal, para obtener el registro del producto y, con esto, la posibilidad de generalización comercial. Continúan otras investigaciones básicas para determinar los mecanismos de acción química de los ingredientes activos del AEM como fitosanitario botánico.

Resultados de las pruebas de campo con formulaciones repelentes e insecticidas:

Para comprobar los resultados del AEM como repelente obtenidos *in vitro* en el Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí” (IPK) se realizaron 102 pruebas de campo en 12 lugares

costeros de las provincias de Matanzas y Mayabeque, durante 45 días por 25 personas. En la tabla 7 aparecen los resultados (Leyva *et al.*, 2012).

Tabla 7. Resultados de las pruebas de campo con el repelente

Lugares de las pruebas	Persona - prueba ¹	Hora de aplicación inicial.	Tiempo de protección promedio ² .	Días de prueba
El Canal	35	7:00- 8:00 p.m.	1:22 horas	22
La Patana	6	8:00 p.m.	1:00 hora	7
Playa Caimito	9	8:00 - 9:00 p.m.	1:20 horas	4
Zanja Cachacera	5	2:30 a.m.	1:20 horas	1
Zanja Majagua	5	3:50 a.m.	1:00 hora	1
Zanja Río Nuevo	6	5:00 a.m.	1:30 hora	1
Batabanó	2	10:00 pm	1:30 horas	1
Salina Bidó, Martí	2	11:00 p.m.	1:30 horas	1
Playa Tasajera	15	8:00- 10:00 pm	1:25horas	4
Zanja El Rollo	6	1:00 - 5:00 a m	1:40 horas	1
Zanja Guanabo	3	0:30 a m	1:00 hora	1
Zanja Este	8	9:00 p m	1:30 hora	1
Total	102	Noche y madrugada	Más de 1:20 h.	45

Veces que se realizaron las pruebas.

Tiempo después de la primera aplicación.

En la mayoría de las pruebas, los insectos prevalecientes fueron mosquitos y en las realizadas en El Canal, cuando hubo claridad suficiente, se observó además de la repelencia, mosquitos y otros insectos muertos al entrar en contacto directo o ambiental con el repelente de melaleuca. En La Patana, donde normalmente ataca *Culicoides furens* (jején), se observó mayor tiempo de protección contra estos insectos, que contra los mosquitos.

Algunos voluntarios, con lesiones en la piel producidas por hongos u otras infecciones, refirieron efectos curativos, luego de la aplicación sucesiva del repelente. También se reportó la repelencia o muerte de *Wasmania auropunctata* (hormiga santanilla o santanica) hoy por hoy un azote para los trabajadores

forestales y agrícolas y la población en general, lo mismo rural que urbana.

La mayoría de los voluntarios que participaron en las pruebas se mostraron satisfechos con el repelente, ya que después de la protección inicial, por más de una hora, se puede seguir reactivando durante los momentos de mayor incidencia de los insectos. Vale señalar que en una noche a la intemperie, un combatiente consume de 8 a 10 gramos de repelente, que tiene un olor agradable y beneficia la piel.

Otras pruebas de campo con repelente y spray de AEM:

Para realizar estas pruebas se entregó a los voluntarios, junto con los productos, una planilla para anotar el nombre de quien lo utilizaba, lugar, hora, tiempo de protección después de la primera aplicación, si protegía contra otras especies como la hormiga santanilla, acción sobre hongos en la piel y gasto del producto en el total de aplicaciones del día. En la tabla 8 se presentan los productos y los lugares de aplicación en condiciones controladas.

Tabla 8. Cantidades de pruebas realizadas con repelente y aerosol

Lugares de pruebas	Repelentes	Aerosol	Total
Manzanillo y Río Cauto, Granma	120	5	125
Playa Girón, Matanzas	90	--	90
Guardabosques km. 104, Matanzas	50	--	50
Áreas Protegidas, Ciénaga de Zapata	10	--	10
Otros lugares de Matanzas	150	20	170
Guardabosques Jelpy, Mayabeque	30	--	30
Guardafronteras, Batabanó	30	--	30
Servicios Médicos, Guardafronteras	400	20	420
Total	880	45	925

En general, el tiempo de protección contra mosquitos después de la primera aplicación del repelente fue superior como media a 90 minutos. Según pudo apreciarse, plagas como la santanilla fueron ahuyentadas, mejoraron las lesiones en la piel y los

sprais fueron efectivos en la eliminación de mosquitos en habitaciones y locales cerrados.

Utilización del AEM en el control de plagas de almacén
Durante el año 2012 se realizaron distintas observaciones y pruebas de campo, en las cuales se evidenció el efecto biocida de distintas formulaciones a base de AEM en almacenes de víveres, granos y semillas, para corroborar resultados de anteriores investigaciones sobre plagas agrícolas. Ante los daños causados por los gorgojos *Zabrotes subfasciatus* (*Bruchidae*) en semillas de leguminosas, y *Sitophilus zeamais* (*Mostch*) en semillas de maíz en la fase de almacenamiento; se diseñó una investigación con cuatro especies de semillas botánicas fértiles destinadas a siembras, para el control de estas y otras plagas (Naranjo, 2013).

Especies utilizadas: *V. sesquipedalis* Fruwirth (habichuela), *Phaseolus vulgaris* L. (frijol negro), *Vignasp.* (frijol chino) y maíz (*Zea maiz* L).

Las muestras de las cuatro especies de semillas afectadas por plagas fueron sometidas al efecto fumigante del AEM, cerradas herméticamente durante 48 horas. Tanto los adultos, como las larvas murieron. Otra muestra similar de semillas no afectadas fueron sometidas al mismo tratamiento hasta 120 días, y no se observó presencia de plagas de almacén ni afectaciones ni contaminaciones fungosas.

A partir de estos resultados se diseñó una tecnología a mayor escala con el fin de preservar las semillas botánicas fértiles, hasta un año, sin la aplicación de preservantes químicos sintéticos. Una condición obligada de esta tecnología consiste en que las semillas no sobrepasen el 13 % de humedad y las condiciones de almacenamiento sean adecuadas. Como resultado de esta técnica durante un año se obtuvo la protección de las semillas contra las plagas, buen estado físico y similar poder germinativo, que las preservadas con productos químicos sintéticos específicos.

Los resultados expuestos indican la factibilidad económica de esta sencilla tecnología, aplicable preferentemente para la preservación de semillas botánicas fértiles en pequeños almacenes de campesinos y cooperativas agrícolas, con el consi-

guiente ahorro de productos químicos sintéticos de alto costo que contaminan el medio ambiente y deterioran la salud. Los resultados permiten recomendar esta alternativa para el manejo agroecológico de plagas de almacén y seguir investigando otras alternativas y formulaciones con productos provenientes de *M. quinquenervia*.

Diagnóstico de los problemas vinculados con la especie *M. quinquenervia*:

Para realizar las investigaciones y la producción de AEM fue necesario integrar en un propósito común los esfuerzos de distintos centros de investigación, la Empresa Agropecuaria de Jagüey Grande, la OIBS, otras instancias del MINAG y del CITMA, con el fin de compatibilizar los intereses forestales, ecológicos, sociales, fitosanitarios, médicos y económicos.

La Unidad de Áreas Protegidas Ciénaga de Zapata (UAPCZ) realizó en 2009 un estudio sobre la invasión de *Melaleuca sp.* y los daños ecológicos y económicos en ese humedal, y desde ese año ha ofrecido los estimados de infestación de esa planta exótica invasora (Colectivo de autores, 2009).

Los principales problemas señalados fueron:

Infestación de la especie en 22 000 ha con diferentes grados de intensidad.

Una característica de estas plantas es que van formando rodales con elevada densidad de árboles, que al cerrar el dosel eliminan primero el estrato herbáceo y luego, por su mayor altura, superan a los demás árboles que mueren por falta de sol. Sobrevive a los efectos del fuego que, contrariamente, favorece su proliferación.

La invasión de melaleuca propicia la desaparición de parte del ecosistema de herbazal de ciénaga y contribuye así a la disminución de especies de aves endémicas.

Se pierde un conjunto de paisajes pantanosos típicos del medio. Transformación de rodales de bosques de ciénaga en bosques de melaleuca.

Variación del régimen de evapotranspiración con la consecuente reducción del volumen de agua dulce y la fauna autóctona.

Disminución del tampón de agua dulce, lo cual ayuda a la intrusión salina.

Los señalamientos de la UAPCZ se mantienen hasta hoy, pues las acciones de manejo y control del bosque no han sido suficientes, lo cual fue informado por los especialistas de esa entidad en “Humedales 2013”. Alertaron entonces sobre unas 6 000 ha en las zonas de La Boca y Guamá con infestación intensa. Los expertos pronostican que en los próximos años aumentará la superficie con alta densidad de la especie (Anón, 2012).

En ese foro científico y a partir de lo logrado con la lucha biológica en Florida, Díaz *et al.* (2013) recomendó la utilización de *Oxyops vitiosa* y *Boreioglycaspis melaleucae* en el control de la melaleuca, lo mismo que hizo Giardina *et al.* (2013), pero respecto al uso de productos químicos sintéticos y el fuego en una lucha integrada. Estas sugerencias, sin embargo, no son aplicables a las condiciones de Cuba, por el peligro de introducir nuevas especies, la contaminación del medio ambiente con productos químicos sintéticos y los efectos perjudiciales del fuego en el humedal.

Identificación de los aspectos positivos y negativos:

La introducción de la *Melaleucasp* en el humedal de Ciénaga de Zapata es un hecho negativo consumado hace cinco décadas con propósitos ornamentales y de protección del talud en los canales, sin sopesar sus efectos negativos. En un área protegida, con valores autóctonos en su vegetación, semejante especie no puede más que resultar indeseable, aunque hay aspectos positivos que, de ser utilizados adecuadamente, pueden ayudar a mitigar los daños.

Aspectos positivos:

Se introdujo la *M. quinquenervia* como planta ornamental, paisajística y protectora del talud de los canales artificiales del humedal, con el propósito de embellecer el paisaje.

El principal aspecto positivo en la actualidad, dada la realidad objetiva, consiste en la posibilidad del aprovechamiento del follaje de *M. quinquenervia* con fines económicos. Se dispone de un potencial de producción de aceite esencial de melaleuca de propiedades medicinales, repelentes, insect-

ticidas, fungicidas y cosméticas, reconocidas internacionalmente y comprobadas recientemente en Cuba, a la vez que se empieza a utilizar la biomasa en carpintería ligera y artesanía.

Desde el punto de vista subjetivo, han aumentado los conocimientos sobre la especie, se ha tomado conciencia del problema y existe un programa de control y manejo del bosque, así como también se dominan las tecnologías que permiten su aprovechamiento económico.

Aspectos negativos:

Con la introducción de la planta *M. quinquenervia* se propició la expansión de una especie exótica invasora.

La invasión de *M. quinquenervia* continúa ganando en extensión e intensidad de la infestación.

Las medidas de control aplicadas no han sido suficientes para detener el avance de la invasión.

En las zonas de mayor densidad de la planta se observa el desplazamiento de otras especies vegetales de menor talla.

En la Ciénaga de Majaguillar, en el municipio Martí, en el norte de la provincia de Matanzas, prolifera otro foco de *Melaleucasp*.

Cuantificación en términos físicos y económicos de los potenciales daños y beneficios:

El impacto económico en el organopónico de Alamar, por el uso de la solución fitosanitaria de melaleuca en el cultivo de yerba buena, significó incrementos equivalentes a 30 mil pesos de ingresos brutos por ha, mientras que el uso de cada frasco de repelente o spray de este producto ecológico, sustituye aproximadamente 1,5 USD de importación por frasco.

Como efectos económicos se puede considerar el ahorro de importaciones de productos químicos sintéticos fitosanitarios, repelentes e insecticidas. Existe, además, un beneficio ambiental intangible por evitar la contaminación en los lugares de producción, los alimentos, protección y mejoramiento de las condiciones de trabajo y vida. En el caso de la solución fitosanitaria que se formula con agua de condensación, el ahorro es regional, porque debe aplicarse, fundamentalmente, en los cultivos de

hortalizas en la provincia de Matanzas por la cercanía a la planta piloto productora y los humedales infestados por melaleuca. En los repelentes, spray y cosméticos el efecto beneficioso tiene un alcance nacional, al poder usarse en costas, playas, bosques, áreas agrícolas y otros lugares infestados de insectos, a lo cual hay que añadir la utilización de la madera en carpintería ligera y objetos artesanales.

Lo principal para determinar la factibilidad económica de la explotación comercial de la biomasa de *M. quinquenervia* en Ciénaga de Zapata es cuantificar la materia prima accesible, especialmente las hojas. Smith y Dowd (1981) estimaron la producción de hojas de melaleuca en áreas cultivadas en 5,5 t/ha/año. Sin embargo, la capacidad de extracción en la zona infestada es muy baja, por las condiciones propias del humedal.

Una hectárea de melaleuca poblada completamente puede producir, según la literatura citada, 2,2 t de hojas secas, que con rendimiento de 1 % volumen/masa equivaldría a 22 litros/ha/año de AEM. Según la ficha de costos vigente en la OIBS, un litro de AEM vale 1001 pesos, por tanto una hectárea puede generar 22 022 pesos de ingresos brutos al año. Ver anexo 1.

En la Ciénaga de Zapata no se ha comprobado el potencial explotable de hojas de melaleuca por las razones prácticas ya mencionadas. No obstante, de aplicarse el referido indicador a las 6 000 ha de infestación intensa informadas por los especialistas de UAPCZ, y suponiendo 20 % de aprovechamiento, daría un potencial teórico de 6 600 t de hojas verdes y 2 640 t de hojas secas, listas para destilar, considerando 0,4 la conversión seca/verde. Lo calculado teóricamente equivale a 26,4 miles de litros de AEM al año, estimando 1 % de rendimiento, v/m.

La OIBS posee una planta piloto de extracción de aceites esenciales, recién remozada, con un horno diseñado para tres destiladores por arrastre de vapor de capacidad media. La inversión realizada fue de 11,1 miles de CUC y 101,8 mil CUP; 112,9 miles de moneda total. En la tabla 9 se presentan los datos.

Tabla 9. Capacidad potencial de producción de AEM en la Planta piloto de Jagüey Grande

Destilador	Capacidad hojas secas (kg)	Número de destilaciones	Producción AEM (mL)	Número de destilaciones (mL)	Producción AEM (mL)
1	16	1	160	2	320
2	70	1	700	2	1400
3	70	1	700	2	1400
Total 3	156	3	1560	6	3120

En 240 días de trabajo al año, con una destilación de tres a cinco horas diariamente, se pueden producir 374,4 litros de AEM, y con dos destilaciones, 748,8 L/ año.

Las necesidades de hojas verdes serían de 93,6 t/año para una destilación diaria y de 187,2 t/año para dos destilaciones. La capacidad instalada es muy inferior al potencial teórico calculado hipotéticamente de 6 600 t de materia prima, alrededor de un 3 %.

El costo real de la producción de un litro de AEM en la planta piloto en los primeros cinco meses de 2014 fue de 774 pesos en total, con una utilidad bruta de 7 922 pesos, gasto de 59 kg de hojas secas por litro y rendimiento de 1,7 %; con mayor eficiencia en el proceso productivo que antes de la remodelación.

El propósito principal de una planta piloto no es recuperar la inversión de inmediato, sino obtener información técnica y económica para un escalado comercial posterior; pero, con los parámetros logrados, la inversión se recupera en 8,5 años de producción. A este estimado se llega extendiendo las utilidades brutas de 7 922 a todo el año 2014 (19 013 pesos), deduciendo el 30 % de impuestos sobre utilidades y dividiendo el valor de la inversión entre las utilidades netas.

Los estimados expuestos podrán mejorar cuando funcione a plena capacidad la planta piloto, se construya una industria con escalado superior y el AEM deje de ser un producto intermedio, al incluirle valor agregado en las formulaciones comerciales fitosanitarias, veterinarias y cosméticas.

La biomasa de melaleuca es utilizable como madera, energía, compost y artesanía. Webb *et al.*, (1980) en la Florida, reportaron la producción de 10–16 m³/ha/año de madera, que al secarse man-

tiene una densidad de 0,7 t/m³. Esta baja densidad es conveniente para la construcción de botes y carpintería ligera. También es sabido que se usa para postes y horcones, por su durabilidad en lugares húmedos y resistencia a *Kaloterms snyderi* Lighty *K. brevis* Walker (comején). La corteza sedosa de los troncos, compuesta por muchas capas de líber, se utiliza para proteger objetos frágiles y en artesanía.

Evaluación de las alternativas seleccionadas:

De confirmarse, mediante un estudio de campo y la certificación correspondiente por una entidad autorizada, el potencial explotable de biomasa forestal de *M. quinquenervia* en las ciénagas de Zapata y Majaguillar, se podría ampliar la planta de producción de aceite esencial, aumentar la producción de AEM para satisfacer el incipiente mercado interno o la exportación, ayudar al control práctico y financiero de la especie invasora, utilizar los subproductos como madera o energía y crear fuentes de empleo en la zona.

La alternativa propuesta no está reñida con la política Estatal vigente, regida por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Ministerio de la Agricultura (MINAG), que consiste en erradicar o controlar la *Melaleucasp* en los humedales del país; al contrario, puede contribuir a atenuar la magnitud del bosque, disminuir la diáspora de la especie, ayudar a su control en las áreas de infestación intensa y contribuir al financiamiento del programa.

Para el éxito de este propósito en el tiempo, es necesario aunar la voluntad política y de acción de las autoridades gubernamentales, administrativas y técnicas de los territorios afectados y de todos los factores que intervienen en la lucha por preservar los ecosistemas naturales autóctonos de los humedales. Cualquier decisión que se tome en este asunto, debe propiciar la continuación de las investigaciones científicas y tecnológicas relacionadas con el comportamiento de la especie y la utilización de sus productos.

Valor económico de las alternativas en las condiciones de la Ciénaga de Zapata:

Las características invasivas de la *Melaleucasp* en la Ciénaga de Zapata son similares a las reportadas en áreas de la Flo-

rida y el Caribe (Oviedo Ramona, 2012 y Anón, 2012) y tornan inefectivas las acciones desarrolladas para detener su dispersión, pues la aplicación de herbicidas y el corte manual, además de costosos, solo logran atenuar el avance de la infestación.

Una tonelada de AEM a granel en el mercado internacional cuesta más de 35 000 USD actualmente y en presentaciones comerciales es muy superior. El precio que utilizan la Empresa Jagüey Grande y la OIBS para sus operaciones comerciales es de 1001 CUP, aunque los costos actuales resultan inferiores, por lo que se debe actualizar la ficha de costos. Si tenemos en cuenta el estimado hipotético del potencial de producción de aceite, 26,4 miles de litros y suponiendo mercado, equivaldría a 26,4 MMP.

Sostenibilidad económica y viabilidad ambiental de la estrategia propuesta:

La estrategia de utilizar la melaleuca con fines económicos puede contribuir a financiar la erradicación en zonas de baja infestación e inundaciones no permanentes, y el control en áreas inundadas. La sustentabilidad económica subsistiría mientras permaneciera la invasión de la especie en el humedal y sería viable si se perfeccionan las formulaciones comerciales a base de ese aceite esencial y se promueve el mercado nacional e internacional, con el consecuente beneficio económico y ambiental para el país.

Conclusiones y recomendaciones

Según la bibliografía revisada, los resultados experimentales y las pruebas de terreno, la invasión de *M. quinquenervia* en la Ciénaga de Zapata es una realidad objetiva difícil de revertir, aunque sí existen posibilidades de control y manejo del bosque para atenuar así los efectos ecológicos en el humedal.

Se recomienda a las instituciones gubernamentales, administrativas y científicas encargadas de la seguridad biológica y la protección de los humedales en Cuba, dentro de su estrategia general, tener en cuenta esta modesta contribución para aprovechar los potenciales beneficios de esta especie en cofinanciar su mitigación.

Bibliografía

- Alonso, Aimé, Valdés, M. y Méndez, L. (2010). Prueba de eficacia del concentrado emulsionante de Melaleuca 40 % (Informe interno.) CNP. IMV. La Habana, Cuba.
- Anón. (2012). Trabajo preliminar en el control de la planta invasora *Melaleuca quinquenervia* (Cav). Parque Nacional Ciénaga de Zapata, Servicio Estatal Forestal, Estación Territorial de Protección de Plantas. Taller: Proyecto para el manejo de plantas exóticas invasoras. CITMA, CIGEA. Matanzas, Cuba.
- Colectivo de autores. (2009). Problemática de la invasión por *Melaleucas* en la Ciénaga de Zapata. Unidad de Áreas Protegidas. C. Zapata. Boletín Técnico Informativo.
- Díaz, R., Pratt, P., Manrique, Verónica, Giardina, D., Bergh, C. y Overholt, W.A. (2013). Control biológico de plantas invasoras: El uso de insectos australianos para el manejo de Melaleuca en Florida. Humedales 2013. Ciénaga de Zapata. Cuba.
- Elizondo, Ana Ibis, Romeu, C.R., Moreira, M. y Milán, M. (2012) Efecto del aceite esencial de *Melaleuca* sobre la población de *Plutella xylostella* (L.) en el cultivo de la col. INISAV. La Habana, Cuba.
- García, G. (2010a). Ensayo de irritabilidad dérmica del agua de *Melaleuca leucadendron* L. procedente del OIPS. CEIEB. IFAL. P. 10/55. La Habana.
- García, G. (2010b). Ensayo sobre toxicidad oral del aceite de *Melaleuca leucadendron* L. procedente del OIPS. CEIEB. IFAL. P. 10/56. La Habana.
- Giardina, D., Díaz, R., Pratt, P., Bergh, C. y Myers, R. (2013). Control de Melaleuca en Los Everglades de la Florida: 25 años de manejo integrado. Humedales 2013. Ciénaga de Zapata. Cuba.
- González, M., García, G., Piloto, Aliusca y Oropesa, Dania. (2008). Estudio toxicológico preclínico de *M. leucadendron* L. LIORAD. La Habana. Cuba. Informe Técnico.
- Guevara, Enma, González, Lázara, González, R., Cabrera, Tamara y Medina, R. (2008). Efecto genotóxico *in vitro* en *M. leucadendron* L. Revista Médica Electrónica. 30:2 Matanzas. Cuba.

Leyva, Maureen, Castex, Mayda; Montada, D., Quintana, F.O., Lezcano, D., Marquetti, Ariamys, Anaya, J. y González, I. (2012). Actividad repelente de formulaciones del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blacke (Myrtales: Myrtaceae) en mosquitos. R. Anales de Biología 34:47-56.

Leyva, Maureen, Tacoronte, J., Marquetti, M.C., Scull, R., Montada, D., Rodríguez, Y., Bruzón, R. Y. (2008). Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas en larvas de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae). Rev. Cubana Med. Trop. 60 (1). Ciudad de La Habana.

Morales, Carmen L., Marrero, D., González, V. L., Quintana, F.O., González, I. y Dago, Á. (2014). Análisis multivariable de la composición química del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* que crece en Cuba. Revista Latinoamericana BLACMA. En edición.

Morales, Carmen y González, V. L. (2012). Informe del Análisis de la composición del Aceite Esencial de *Melaleuca quinquenervia*, hojas y frutos, producido por el OIPS. CPN. La Habana, Cuba. Documento interno.

Naranjo, M. (2012). Cultivo de col Var. K.K.kross utilizando AEM en el control de *Plutella xylostella*. Reporte interno. UBPC. O. Alamar. La Habana, Cuba. Reporte técnico.

Naranjo, M. (2013). Aceite esencial de *M. quinquenervia* Cav. (AEM) en el control de plagas de almacén. UBPC Organopónico Vivero Alamar. La Habana, Cuba.

Oviedo, Ramona. (2011a). CERTIFICO. Clasificación taxonómica *Melaleuca quinquenervia* (Cav.)S. T. Blacke. "Herbario Nacional Onaney Muñoz". IES. CITMA. La Habana. Cuba.

Oviedo, Ramona. (2012b). *Melaleuca* spp.: Orígenes, características e incidencias en Cuba. Taller: Proyecto para el manejo de plantas exóticas invasoras. CITMA, CIGEA. Matanzas, Cuba.

Pattnaiks, S., Subramanyam, V. R. and Bapaji, M. (1997). Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. Microbios; 89:39-46.

Quintana, F. O. (2010a). Proyecto de Norma Ramal: Plantas Medicinales. Corte y desecado. *Melaleucasp*. OIPS. La Habana, Cuba. (No publicado).

Quintana, F. O. (2010b). Resultados de las pruebas realizadas con repelentes a base de aceite de *Melaleuca*. OIPS. Informe interno. La Habana, Cuba.

Roig, J. T. (1988). *Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos*. Editorial Científico-Técnico, La Habana. Vol.1 p 274.

Smith, W.H. y Dowd, M.L. (1981). La producción de biomasa en la Florida. *J. For.* 79 (8) 508-511.

Webb, D.E., Wood, P.J. y Smith, J. (1980). Una guía para la selección de especies para plantaciones tropicales y subtropicales. *Tropical Forestry Papers* 15: CFI. Oxford.

Anexo 1

Ficha de costo de la OIBS para la formación de precio del aceite esencial de melaleuca²⁸.

Tabla 9. Ficha de costo para la formación de precio del aceite esencial de melaleuca

Partidas de Gastos	Importe CUP	%
Materias Primas y Materiales Directos	130,61	14,35
Combustibles	0,77	0,08
Salario Básico	427,68	47,01
Salario Complementario	38,88	4,27
Seguridad Social	65,31	7,18
Impuesto por la Fuerza de Trabajo	49,33	5,42
Depreciación	21,33	2,34
Otros Gastos Monetarios	9,50	1,04
Gastos Indirectos de Producción	166,59	18,31
Gastos totales	910,00	100,00
Margen de utilidad, autorizada	91,00	10,00
Total de Gastos	1001,00	110,00

Tipo de moneda: CUP. Unidad de medida del aceite: Litro

28 Adaptación sintetizada de la ficha para la publicación.