

Comportamiento del costo de protección para la conservación de semilla de maíz, mediante alternativas naturales



Behavior of the cost of protection for the conservation of corn seed, through natural alternatives

Comportamento do custo de proteção para a conservação de sementes de milho, através de alternativas naturais

Evelyn Beatriz Lanza González¹, Yhosvanni Pérez Rodríguez², Jorge Luis Pérez Gutiérrez³

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Estudios Contables. Cienfuegos, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-8870>. Correo electrónico: eblanza@ucf.edu.cu

² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Facultad de Ciencias Agrarias. Centro de Estudio para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS). Cienfuegos, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>. Correo electrónico: yprodrodriguez@ucf.edu.cu

³ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Estudios Contables. Cienfuegos, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8910-3895>. Correo electrónico: jlperez@ucf.edu.cu

Recibido: 2 de septiembre 2020.

Aprobado: 6 de diciembre 2020.

RESUMEN

En el control y eliminación de plagas de insectos, tan dañina como el *Sitophilus oryzae*, se utilizaron polvos vegetales de hojas y aceites esenciales, producidos a partir de tres especies botánicas de la familia *Myrtaceae*; su aplicación permitió constatar la efectividad de estos tratamientos en el control de esta especie insectil que afecta la semilla de maíz almacenada por productores locales. Durante la aplicación de estas alternativas naturales, se observó el comportamiento del insecto; se midieron parámetros como la mortalidad, la emergencia y la pérdida de peso del grano, que posibilitaron establecer como la especie más prometedora al *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels. El análisis de documentos legislativos y de investigaciones realizadas por otros autores posibilitó el cálculo del costo de producción de los polvos vegetales y los aceites esenciales y sobre esta base, se propuso un precio para la posible comercialización de los productos. De esta forma, se valoró el incremento que genera el empleo de estas alternativas en el costo de la semilla almacenada, lo cual representa su costo de protección. El objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento del costo de protección para la conservación de semilla de maíz almacenada, a partir de alternativas naturales en la producción agropecuaria local. La comparación del costo de protección mostró la alternativa más económica para el

productor local y se propuso, además, este costo, como el cuarto parámetro complementario a tener en cuenta en la decisión de emplear una alternativa u otra para la protección de la semilla de maíz almacenada.

Palabras clave: aceites esenciales; costo protección; polvos vegetales; *Sitophilus oryzae*

ABSTRACT

In the control and elimination of insect plague, as harmful as *Sitophilus oryzae*, vegetable powders of leaves and essential oils were used, produced from three botanical species of the *Myrtaceae* family; its application allowed to verify the effectiveness of these treatments in the control of this insectile species that affects the corn seed stored by local producers. During the application of these natural alternatives, the behavior of the insect was observed; parameters such as mortality, emergence and loss of weight of the grain were measured, which made it possible to establish *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels as the most promising species. The analysis of legislative documents and research carried out by other authors made it possible to calculate the production cost of vegetable powders and essential oils and on this basis, a price was proposed for the possible commercialization of the products. In this way, it was valued the increase generated by the use of these alternatives in the cost of the stored seed, which represents its protection cost. The objective of the research was to analyze the behavior of the protection cost for the conservation of stored corn seed, from natural alternatives in the local agro-livestock production. The comparison of the cost of protection showed the most economical alternative for the local producer and this cost was proposed as the fourth complementary parameter to be taken into account in the decision to use one alternative or another for the protection of stored corn seed.

Keywords: essential oils; cost protection; vegetable powders; *Sitophilus oryzae*

RESUMO

No controlo e eliminação de pragas de insetos tão prejudiciais como *Sitophilus oryzae*, foram utilizados pós vegetais de folhas e óleos essenciais produzidos a partir de três espécies botânicas da família *Myrtaceae*; a sua aplicação permitiu verificar a eficácia destes tratamentos no controlo desta espécie de insetos que afetam as sementes de milho armazenadas pelos produtores locais. Durante a aplicação destas alternativas naturais, foi observado o comportamento do inseto; parâmetros como mortalidade, emergência e perda de peso dos grãos foram medidos; o que permitiu estabelecer *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels como a espécie mais promissora. A análise de documentos legislativos e pesquisas realizadas por outros autores, permitiu calcular o custo de produção dos pós vegetais e óleos essenciais; e com base nisso foi proposto um preço para a possível comercialização dos produtos, valorizando assim o aumento gerado pela utilização destas alternativas no custo das sementes armazenadas, o que representa o seu custo de proteção; o objetivo da pesquisa foi analisar o comportamento do custo de proteção para a conservação das sementes de milho armazenadas, a partir de alternativas naturais na produção agrícola local. A comparação do custo da proteção mostrou a alternativa mais económica para o produtor local; e este custo foi também proposto como o quarto

parâmetro complementar a ter em conta na decisão de utilizar uma ou outra alternativa para a proteção das sementes de milho armazenadas.

Palavras-chave: óleos essenciais; custo da proteção; pós vegetais; *Sitophilus oryzae*

INTRODUCCIÓN

La conservación de los granos destinados a semilla representa una de las mayores preocupaciones para productores locales en países latinoamericanos. "Las plagas de insectos que afectan los granos, que se almacenan, son diversas de acuerdo con las condiciones existentes en el maíz. Las mermas causadas por plagas oscilan entre el 14 % y el 36 %" (OMS, 2018).

Los granos de maíz almacenados son atacados por *Sitophilus zeamais* Motschulsky, conocido como gorgojo del maíz. En Cuba, en investigaciones realizadas, se ha podido constatar también la presencia de *Sitophilus oryzae*, o gorgojo del arroz, el cual "provocó afectaciones en granos almacenados en los silos metálicos de Cienfuegos, donde la infestación imposibilitó el consumo humano del grano" (Martínez Curbelo et al., 2015); igualmente, fue identificado "entre los insectos de mayor incidencia en almacenes de alimentos de la provincia de Sancti Spíritus" (Ramos Hernández et al., 2016).

Para el control de esta plaga, actualmente se utilizan plaguicidas que se clasifican como piretroides, "pero se ha demostrado que *Sitophilus oryzae* manifiesta resistencia [...] en dependencia de la concentración y el tiempo de exposición, a lo que se suma la depreciación del valor del producto fumigado" (Daglish et al., 2014).

El control de esta especie insectil se dificulta, pero compuestos bioactivos, presentes en varias especies botánicas, que contienen propiedades insecticidas, constituyen alternativas a tener en cuenta en el control del insecto, al actuar como repelentes o inhibidores.

En la investigación "Diez especies de *Myrtaceae* como alternativa para el control de *Sitophilus oryzae* en la semilla de *Zea mays*, L", realizada en el Centro de Estudio para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS) de la Universidad de Cienfuegos, acerca de la producción y utilización de alternativas naturales para la conservación de la semilla de maíz almacenada en la producción agropecuaria local, en Cienfuegos, se pudo constatar que el empleo de productos como los polvos vegetales de hojas y los aceites esenciales de especies botánicas posibilitan el control de plagas, garantizan la conservación, tienen la ventaja de ser productos degradables y, además, causan un mínimo impacto al ser humano y al medioambiente. En este estudio, se valoró el comportamiento de los parámetros en ambas alternativas, relacionados con la mortalidad, la emergencia del insecto y la pérdida de peso del grano, lo que permitió identificar la especie que mayor beneficio brinda a la conservación de la semilla.

El análisis del proceso de producción de estos productos desarrollados en condiciones específicas de laboratorio propició asociar este proceso con el cálculo y estimación del costo de producción y, sobre esta base, proponer un precio para la

comercialización de los productos obtenidos para, de esta forma, valorar el incremento que genera el empleo de los mismos en el costo de la semilla almacenada, incremento que representa su costo de protección. El objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento del costo de protección para la conservación de semilla de maíz almacenada, a partir de alternativas naturales en la producción agropecuaria local.

El costo de protección constituye el parámetro complementario que le permite al productor local decidir qué alternativa utilizar en la conservación de la semilla almacenada que se utilizará en el siguiente ciclo productivo.

La metodología aplicada en este trabajo, para desarrollar los análisis correspondientes al costo de producción y el cálculo del precio de venta de los polvos vegetales y los aceites esenciales, fue retomada de la investigación realizada por Ojito (2016), acerca de la "Actividad antifúngica de extractos de hojas de *Citrus* spp., frente a *Alternaria solani* Sor., agente causal del tizón temprano en *Solanum lycopersicum* L.", que permitió, además, declarar como costo de protección al incremento del costo de la semilla almacenada como resultado de la aplicación de las alternativas naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación, se utilizó el método histórico-lógico para precisar criterios acerca del control de plagas de insectos, a partir de la utilización de dos alternativas naturales: polvos vegetales y extractos de aceites esenciales. Para ello, se emplearon diferentes especies botánicas con propiedades insecticidas: la *Pimenta dioica* (L.) Merr, el *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels y la *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry para la producción de los polvos vegetales y para la producción de los aceites esenciales, la *Pimenta dioica* (L.) Merr y el *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels.

La observación participante permitió constatar el comportamiento de los insectos al aplicar el polvo vegetal de hojas a la concentración de 1% y de 3% (m/m) y el aceite esencial en una proporción de 90 μ L/L aire; por otra parte, la medición de la mortalidad a los 15 días permitió establecer si los polvos vegetales de hojas y los aceites esenciales de las especies utilizadas clasificaban como prometedores, según los criterios referenciados; la medición se utilizó también para cuantificar la emergencia del insecto y la pérdida de peso del grano. Las proporciones empleadas en el experimento permitieron establecer las normas de consumo para proteger la semilla de maíz empleada para sembrar una hectárea.

El análisis de documentos legislativos y de investigaciones realizadas por otros autores propició la metodología vigente utilizada para la confección de la Ficha de Costo, con la finalidad de fijar el precio de los polvos vegetales y los aceites esenciales producidos y, a partir de las normas de consumo, se calculó el costo de protección para las diferentes alternativas y variantes.

El análisis y la síntesis permitieron constatar la efectividad de los polvos vegetales de hojas y de los aceites esenciales de especies botánicas, aplicados a las semillas

de maíz, infestadas con *Sitophilus oryzae*. La evaluación se realizó a partir de los parámetros: mortalidad, emergencia del insecto y pérdida de peso del grano y se estableció como parámetro complementario el costo de protección de la semilla de maíz almacenada, en función de utilizar una alternativa u otra por el productor local.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de la industria química, en la década de los 50, trajo consigo la producción de los plaguicidas que posibilitaron los incrementos productivos en la agricultura y en la calidad de los alimentos. En la actualidad, existe una gran preocupación por los efectos negativos que han generado los mismos y, referente a esto, la Organización Mundial de la Salud (2018) señala que "la tercera parte de las enfermedades presentes en el mundo tiene su origen en la contaminación ambiental y propone atender los riesgos de salud por exposición aguda o crónica a plaguicidas".

Estudios epidemiológicos realizados indican que la exposición a los plaguicidas está asociada, en gran medida, con el "cáncer gástrico, de pulmón, de vejiga, y enfermedades hematológicas" (Paz Sánchez et al., 2019).

La necesidad de buscar alternativas para el control y eliminación de esta especie insectil es un reto; compuestos bioactivos presentes en varias especies botánicas, que contienen propiedades insecticidas, constituyen opciones a tener en cuenta en el control del insecto, al actuar como repelentes e inhibidores. Al respecto, investigaciones realizadas señalan que la utilización de polvos vegetales de hojas, "de las especies de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, *Moringa oleifera* (Lam) y *Piper auritum* Kunth pueden ejercer un efecto [...] sobre *Sitophilus oryzae*" (Jiménez Álvarez et al., 2016) y también otras, como "*Justicia adhatoda* L., *Acorus calamus* L., *Sapindus mukorossi* L., *Azadirachta indica* A. Juss" (Khanal et al. 2019), han mostrado las posibilidades de estos compuestos en el control de este insecto. El uso de aceites esenciales de especies botánicas ha sido otra alternativa utilizada. Se considera que "son potencialmente activos sobre este insecto" (Koutsaviti et al., 2018). "Estos aceites constituyen perspectivas menos tóxicas y ecológicas que permiten reducir las pérdidas ocasionadas por la plaga" (Song et al., 2016).

La producción y utilización de alternativas naturales para la conservación de la semilla de maíz almacenada en la producción agropecuaria local, se inició con la evaluación de especies botánicas con actividad fitoplaguicida para la síntesis de nuevos tipos de insecticidas, relativamente seguras para el hombre y su entorno. Para ello, fueron utilizadas especies botánicas de la familia *Myrtaceae*, tales como la pimienta de Jamaica, pimienta gorda o *Pimenta dioica* (L.) Merr, el callistemon o *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, y la pomarroja de malaca o *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry, cuya actividad insecticida ha sido confirmada y a partir de las cuales se obtuvo, como primera alternativa, el polvo vegetal de las hojas y para el aceite esencial de especies botánicas, segunda alternativa, se emplearon solamente la pimienta de Jamaica, pimienta gorda o *Pimenta dioica* (L.) Merr y el callistemon, o *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels.

En la selección de las plantas para la producción de polvos vegetales y aceites esenciales, se tuvo en cuenta que reuniera las características siguientes (Silva et al., 2002):

1. Ser perennes
2. Estar ampliamente distribuidas y en grandes cantidades en la naturaleza o que se pueda cultivar
3. Usar órganos renovables de la planta (hojas, flores o frutos)

La producción de polvos vegetales de hojas y de aceites esenciales de especies botánicas se desarrolló en dos procesos que son independientes, tal y como se aprecia en la figura 1, pero que tienen en común su primera fase, que comenzó con la recolección de las hojas de las especies en el Jardín Botánico de Cienfuegos, las cuales se entregaron sin costo alguno para ser transportadas hasta el laboratorio donde se desarrollaron los procesos. Esta primera parte del proceso se consideró como la fase de recolección y transportación y se correspondió con el aseguramiento de la materia prima fundamental que se utilizó para estas producciones. Al concluir la primera fase del proceso, se separaron las producciones de polvos vegetales de hojas y de aceites esenciales de especies botánicas, pues son dos procesos que transitan por sus fases, en las cuales se incurren en gastos sobre una base diferente.

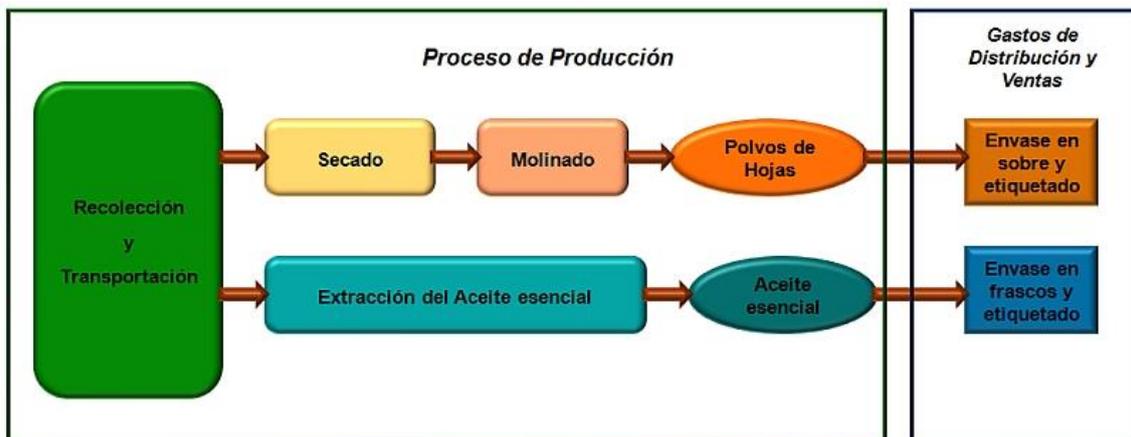


Fig. 1 - Proceso de producción de polvos vegetales de hojas y aceites esenciales de especies botánicas

Fuente: elaboración propia

Polvos vegetales de hojas

Una vez que las hojas recolectadas fueron recibidas en el laboratorio, se realizó su selección para su procesamiento. Con ello, concluyó la primera parte del proceso y comenzó la segunda parte del proceso de producción de polvos vegetales de hojas. El técnico que las procesó las organizó en bandejas para secar las mismas en la estufa; al concluir el tiempo de secado, se procedió a retirar de la estufa las bandejas con las hojas secas, listas para ser molidas. Es por ello que esta segunda fase se reconoció como Secado; las hojas secas fueron molidas en el molinillo del laboratorio hasta convertirlas en polvo, con partículas de aproximadamente 1 mm; de esta forma, se concluyó esta tercera fase y final del proceso que se reconoció como Molinado. Los polvos obtenidos se pesaron y se envasó 1 kg en sobres de *nylon*, con la etiqueta donde se detallan las características del producto que se va a comercializar. Esta fase, que es independiente al proceso productivo, es el

tratamiento que se le da al producto terminado y se le conoce como Distribución y ventas.

En la primera variante de esta alternativa, en este experimento, los polvos vegetales obtenidos de hojas, de las diferentes especies promisorias, fueron aplicados una única vez a los granos infestados con el *Sitophilus oryzae*, en una proporción de un 1 % (m/m), o sea, 1 g a 99 g de maíz; la mortalidad se evaluó a los 15 días después de la aplicación y se obtuvo el mejor resultado (65,76 %). Con la utilización de los polvos vegetales obtenidos de la *Pimenta dioica* (L.) Merr, posteriormente se realizó una segunda evaluación -a los 30 días- y se pudo apreciar que la mortalidad alcanzó un 74,0 %.

A los 55 días de realizada la infestación, se evaluaron el porcentaje de emergencia de insectos adultos y el de pérdida de peso del grano en relación con el testigo absoluto; en el primero, se consideró el 100 % al número de insectos emergidos en el testigo y se obtuvo que, con la aplicación de los polvos vegetales de la especie *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, se lograron los resultados más bajos para este parámetro; también, en el segundo, se registró la pérdida del peso de los granos y el resultado más bajo se obtuvo con la aplicación de la *Pimenta dioica* (L.) Merr, (Tabla 1).

Los resultados alcanzados a la concentración del 1 % (m/m) con las especies utilizadas provocaron un porcentaje de mortalidad, lo que coincide con lo referido en la investigación "Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia" de Lagunes (1994), citado por Torres et al. (2015), al expresar que para clasificar a un polvo vegetal como prometedor para el control de plagas de los productos almacenados debe alcanzar a la concentración de 1 % (m/m), valores superiores al 40 % de mortalidad. Estas especies son las más apropiadas para lograr la obtención de fitoplaguicidas, de manera sostenible. Se debe considerar también la utilización de la *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry, que es una especie abundante y que, en la actualidad, es considerada como una especie invasora.

Tabla 1 - Resultados de la aplicación de los polvos vegetales a la concentración de 1 % (m/m)

Parámetros	Tiempo (Días)	Polvos vegetales de hojas (%)		
		<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry
Mortalidad	15	65,76	64,67	43,33
	30	74,0	70,33	62,0
Emergencia del insecto	55	22,2	21,9	31,53
Pérdida de peso en los granos de <i>Zea mays</i> L. almacenados	55-60	2,95	3,05	3,36

Fuente: Elaboración propia

Los productores locales necesitan conservar la semilla por tres meses o más; los resultados presentados indican que una aplicación del 1 % (m/m) de polvos vegetales no garantiza su conservación total, por lo que se recomienda que al tercer mes, de haber aplicado el polvo vegetal, se proceda a mover la semilla almacenada para que el polvo aplicado cubra la mayor cantidad de los granos y se logre una mayor repelencia. Otra variante de esta alternativa es la aplicación de polvos vegetales a la concentración de hasta un 3 % (m/m). Con ello, se obtuvieron mejores resultados en los parámetros analizados para las tres especies.

En la segunda variante de esta alternativa, en este experimento, los polvos vegetales obtenidos de hojas fueron aplicados una única vez a los granos infestados en una proporción de un 3 % (m/m), o sea, 3 g a 97 g de maíz. A los 15 días, se apreció un incremento de la mortalidad del insecto, con respecto a la variante anterior; los mejores resultados se obtienen con la utilización de los polvos vegetales de Pimienta dioca (L.) Merr con 70,0 % y a los 30 días, con 84,33 %. Por otra parte, este parámetro se incrementa también para las especies *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels y *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry.

El parámetro de emergencia del insecto muestra un comportamiento muy satisfactorio a los 55 días para las tres especies y el mejor resultado se logra con los polvos vegetales de la Pimienta dioca (L.) Merr. Igualmente, con la utilización de los polvos vegetales de esta especie, la pérdida del peso de los granos es la menor, aunque el *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels y la *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry muestran muy buenos resultados (Tabla 2).

Tabla 2 - Resultados de la aplicación de los polvos vegetales a la concentración de 3 % (m/m)

Parámetros	Tiempo (Días)	Polvos vegetales de hojas (%)		
		<i>Pimienta dioca</i> (L.) Merr	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry
Mortalidad	15	79,0	77,33	73,0
	30	84,33	84,0	75,33
Emergencia del insecto	55	3,6	4,06	5,04
Pérdida de peso en los granos de <i>Zea mays</i> L. almacenados	55-60	2,1	2,96	3,49

Fuente: Elaboración propia

Aceites esenciales de especies botánicas

La producción de aceites esenciales comenzó cuando se recibieron hojas recolectadas en el laboratorio, tal y como se explicó anteriormente. A continuación, se procedió a la segunda fase que se definió, para este proceso, como fase de Extracción del aceite; en esta, las hojas seleccionadas fueron introducidas en agua destilada y se

sometieron a un proceso de hidrodestilación, del cual se obtuvo el aceite esencial y, con ello, concluyó el proceso de producción. El aceite obtenido se envasó en frascos con etiquetas; esta fase, donde se envasó el producto final, se le conoce como Distribución y ventas (Fig. 1).

El aceite esencial obtenido de las diferentes especies promisorias fue aplicado al grano almacenado una única vez, en una proporción de 900 µL/L aire; a las 144 horas, se obtuvo una mortalidad del insecto de 94 % con el aceite esencial de la especie *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels (Tabla 3); no existió emergencia del insecto y la pérdida se considera muy baja.

Tabla 3 - Resultados de la aplicación de aceites esenciales de especies botánicas en proporción de 900 µL/L aire

Parámetros	Tiempo (Horas)	Aceites esenciales de especies botánicas (%)	
		<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels
Mortalidad	144	51,0	94,0
Emergencia del insecto		1	0
Pérdida de peso en los granos de <i>Zea mays</i> L. almacenados		0,01	0,02

Fuente: Elaboración propia

Selección de la planta a utilizar

La *Pimenta dioica* (L.) Merr es una planta que se desarrolla en la zona montañosa de Santiago de Cuba; no existe tradición de cultivar esta especie en la región central, por lo que no cumple con la característica de estar ampliamente distribuida y en grandes cantidades. De forma concluyente, una segunda opción para la protección de semilla por el productor local de la región central sería la utilización de los polvos vegetales y aceite esencial del *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels, cuyos resultados obtenidos indican que esta especie puede ser considerada prometedora, ya que abunda en el país, es perenne y la utilización de sus hojas no provoca destrucción en la planta, además, los parámetros obtenidos en ambas alternativas indican que se garantiza la protección de los granos almacenados que se destinan a semilla.

Costo de protección

En el proceso de protección de los granos almacenados destinados a semilla, el productor local, además de contar con la información acerca de la efectividad de los tratamientos con los polvos vegetales y con los aceites esenciales, según los parámetros presentados, podrá seleccionar qué alternativa va a utilizar, pero, además, para hacer esta selección debe conocer cuánto le costará, por lo que un cuarto parámetro que complementa esta decisión puede ser el costo de protección, el cual estará conformado por el valor de los productos comprados por el productor local, que son aplicados a la semilla almacenada. Se pueden incluir, además, los costos por mano de obra en el caso de que la contrate, aunque por lo general, en Cuba, es el propio productor quien realiza esta actividad, por lo que el importe de

este costo estará en función del valor de los productos adquiridos, lo que se calcula al multiplicar el precio de adquisición por la cantidad adquirida y aplicada.

Las dosis aplicadas a los granos de maíz en el experimento, señalado anteriormente, posibilitaron establecer las cantidades a utilizar para lograr la protección de la semilla, propiciaron establecer las normas de consumo siguientes:

- 1 kg de polvo vegetal de hojas se debe emplear para proteger 99 kg de semilla de maíz
- 1 g de aceite esencial se debe emplear para proteger 0,8888 kg, de semilla de maíz

El precio de los productos de ambas alternativas se conformó a partir de lo establecido en la Resolución 20 de 2014 del Ministerio de Finanzas y Precios (2014) que establece la metodología a emplear para la formación de precios en Cuba. Para la selección del método a utilizar, se consultó el artículo 17 de la Sección Cuarta, donde se establece que "*Los precios mayoristas de los bienes y servicios, que no se exportan ni tienen presencia de similares o sustitutos en el mercado interno, se forman por métodos de gastos*". Para efectuar el cálculo de la utilidad para la conformación de precios, se consultó la Resolución Conjunta No. 1/2005 del Ministerio de Economía y Planificación y el Ministerio de Finanzas y Precios (2005).

El método de gastos, según el artículo señalado, indica que los precios se determinan a partir de los costos y gastos necesarios, a los cuales se les adiciona una magnitud de utilidad y los impuestos que correspondan y, por consiguiente, se puede resumir en la expresión siguiente:

$$Pep = C + G + U + T$$

Donde:

Pep = precio de la empresa productora

C = costo de producción

G = gastos a reconocer en el precio

U = utilidad

T = impuestos y contribuciones que se definan

Para la formación del precio, señala la Resolución, en su artículo 18, que debe utilizarse una Ficha de costo, la cual debe ser confeccionada según las instrucciones que establece dicha resolución en su Anexo No. 2. En dicha ficha, se conciben todos los elementos de la expresión o fórmula que presenta la resolución para el cálculo del precio, pues el cálculo del costo de producción (C) constituye el primer elemento a desarrollar; con tal propósito, fue necesario cuantificar los gastos incurridos en las diferentes fases del proceso de producción de los polvos vegetales y los aceites esenciales, los cuales se agruparon en las partidas de costos:

- Materias primas y materiales: se incluyen las materias primas adquiridas y gastos de transportación, entre otros
- Salario: incluye el salario y las vacaciones devengadas
- Otros gastos directos: incluye el combustible consumido en la transportación
- Gastos asociados a la producción: incluye la depreciación de equipos de laboratorio utilizados en las producciones de polvos de hojas y aceites esenciales y otros gastos

La fase de Recolección y transportación es una fase común para los dos productos; en ella, se incurrió en el salario de la persona encargada de seleccionar y recolectar las hojas, así como en combustible utilizado para la transportación; se identificaron dos partidas de costo: Salario y Otros gastos directos: el costo calculado en esta fase fue de 2,086 CUP.

En la producción de polvos vegetales de hojas, en la fase de Secado se incurrió en gastos relacionados con la electricidad consumida por la estufa y el salario del técnico de laboratorio que seleccionó y organizó las hojas en bandejas y las colocó en la estufa para su secado. Se identificaron dos partidas de costos: Materias Primas y Materiales y Salario, el costo calculado en esta fase fue de 3,49789 CUP y en la fase final, Molinado, se incurrió en gastos relacionados con la electricidad consumida por el molino y el salario del técnico de laboratorio que muele las hojas secas. Se identificaron dos partidas de costos: Materias Primas y Materiales, así como Salario; el costo calculado en esta fase fue de 1,236795 CUP.

Durante la producción de los polvos vegetales de hojas, se incurrió en gastos indirectos, relacionados con la depreciación de equipos y otros gastos de laboratorio, los cuales se asociaron con el costo de la producción y con la distribución y ventas de este producto, con la finalidad de formar precio. Para ello, se procedió, según Resolución 20 del 2014 del MFP, Anexo 3, donde se indica que para tal asociación se debe utilizar el Coeficiente Máximo de Gastos Indirectos, el cual se calculó al dividir el valor total de los gastos antes mencionados, entre el importe planificado para doce (12) meses del salario de los trabajadores vinculados directamente a la producción.

El cálculo del coeficiente se realizó a partir del presupuesto de los gastos por los conceptos anteriormente descritos y el salario presupuestado del técnico que laboró en este proceso y se distribuyó, para los Gastos asociados a la producción, un importe de 1,7991666 CUP y para Gastos de distribución y ventas 0,0001801 CUP. Esta distribución posibilitó calcular el costo de producción de este producto por un importe de 8.6198516 CUP, que representó la magnitud de los recursos necesarios en este proceso para alcanzar 1 kg de polvo de hojas, realizado en condiciones muy específicas en el laboratorio donde se llevó a cabo esta producción.

El segundo elemento desarrollado, según la fórmula, son los gastos a reconocer en el precio (G); entre ellos, aparecen los Gastos de distribución y ventas, que se asociaron con los gastos por envase y etiquetado, así como los gastos incurridos en el envase del producto que son los siguientes: materiales para el envase (sobres y etiquetas) salario del técnico que pesó el polvo de las hojas y la asignación de gastos indirectos efectuada; estos gastos ascendieron a 0,3141001 CUP para 1 kg de polvos de hojas.

El tercer elemento de la fórmula es la utilidad (U); para ello, se procedió según se establece en la Resolución Conjunta 1 del 2005, del MEP y del MFP, en su Anexo

único, donde se indica que "Se fija como Normativa General de Utilidad, para formar precios, un veinte por ciento (20 %) sobre costos de elaboración, como máximo" (Ministerio de Economía y Planificación & Ministerio de Finanzas y Precios, 2005) y aclara también que el costo de elaboración es el costo de producción total, menos el consumo material.

La masa de utilidad obtenida fue de 1,1477363 CUP y representó el 13,32 % del costo de producción total, o sea, aproximadamente el 13 % que constituye la Normativa de Utilidad a aplicar.

El cuarto elemento calculado estuvo constituido por los tributos (T) y para ello, se aplicaron los tipos impositivos a la base imponible que, para este caso, se conformó por la partida de costo Salario y los gastos de salario correspondientes al envase de los polvos de hojas, los tipos impositivos utilizados, según lo establecido en la Ley del Presupuesto del Estado para el 2020: el 12,5 % para la Contribución a la Seguridad Social, el 5 % para el Impuesto por la utilización de la Fuerza de Trabajo y el 1,5 % para los Gastos de Seguridad Social.

La sumatoria del costo de producción total de los gastos de distribución y ventas, de los tributos y de la masa de utilidad calculada dio como resultado un precio de 10,6676167 CUP, para 1 kg de polvos vegetales de hoja, tal y como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4 - Resumen de la ficha de costo para la alternativa polvos vegetales de hojas

FICHA PARA PRECIOS O TARIFAS	
Producto: Polvo vegetal de hojas de especies botánicas	
Nivel de producción: 1 kilogramo	UM: CUP
CONCEPTOS	TOTAL
Materia prima, materiales e insumos directos	2,88117
Salarios	3,08351
Otros gastos directos	0,856
Gastos asociados a la producción	1,79917
COSTO TOTAL	8,61985
Gastos de distribución y venta	0,3141
Contribución a la seguridad social	0,38548
Gastos de seguridad social a corto plazo	0,04626
Impuesto por la utilización de la fuerza de trabajo	0,15419
TOTAL DE GASTOS	0,90003
Normativa de utilidad a aplicar	13,32 %
Masa de utilidad	1,1477363
PRECIO o TARIFA	10,6676167

Fuente: Elaboración propia

La producción de aceites esenciales se inició cuando se recibieron las hojas recolectadas en el laboratorio, tal y como se explicó anteriormente, con un costo de 2,086 CUP; seguidamente, se procedió a la fase final Extracción del aceite, en la que se incurrieron en los gastos de agua destilada, de electricidad consumida por la manta eléctrica y el salario del técnico de laboratorio que realizó y supervisó el proceso; se identificaron dos partidas de costos: Materias Primas y Materiales y Salarios; el costo de esta fase es de 5,21625 CUP.

En este proceso, se consideraron los gastos indirectos asociados solamente a la producción que se refieren a otros gastos de laboratorio, por lo que se relacionaron, con la partida, Gastos asociados a la producción por 0,003 CUP; no se consideró depreciación debido a que el equipo utilizado para la hidrodestilación del aceite fue depreciado totalmente, aunque se encontraba en perfecto estado.

El primer elemento que se calculó -el costo de producción total calculado (C)- fue de 7,30525 CUP y representó la magnitud de los recursos necesarios en este proceso para alcanzar 1 g de aceite esencial de especies botánicas y que, al igual que en la producción de polvo de hojas, se realizó en condiciones muy específicas del laboratorio donde se llevó a cabo esta experiencia.

El segundo elemento desarrollado, los gastos a reconocer en el precio (G), entre ellos, aparecen los Gastos de distribución y ventas, que se asociaron con los gastos por envase y etiquetado y los gastos incurridos en el envase del producto que son los siguientes: materiales para el envase (frascos, tapones y etiquetas) y salario del técnico que envasó el aceite obtenido; estos gastos ascienden a 0,83392 CUP para 1 g de aceite esencial de especies botánicas.

Como tercer elemento con igual proceder, se calculó la utilidad (U); para ello, igualmente se procedió a deducir el consumo material y conformar el costo de elaboración; se calculó la Normativa de Utilidad a aplicar, la cual fue de 12,48 %, o sea, aproximadamente el 12 % y la Masa de Utilidad fue de 0,91205 CUP.

El cuarto elemento calculado igualmente fueron los tributos (T) los cuales se presentan en la tabla 5, por lo que la sumatoria del costo de producción total de los gastos de distribución y ventas, de los tributos, el gasto de seguridad social a corto plazo y de la masa de utilidad calculada dio como resultado un precio de 9,754518 CUP para 1 g de aceite esencial de especies botánicas, tal y como se presenta a continuación.

Tabla 5 - Resumen de la ficha de costo para alternativa aceites esenciales de especies botánicas

FICHA PARA PRECIOS O TARIFAS	
Producto: Aceite esencial de especies botánicas	
Nivel de producción: 1 gramo	UM: CUP
CONCEPTOS	TOTAL
Materia prima, materiales e insumos directos	2,745
Salarios	370,125
Otros gastos directos	0,856

Gastos asociados a la producción	0,003
COSTO TOTAL	730,525
Gastos de distribución y venta	0,83392
Contribución a la seguridad social	0,46269625
Gastos de seguridad social a corto plazo	0,5552355
Trabajo	0,1850785
TOTAL DE GASTOS	15,372183
Normativa de utilidad a aplicar (aproximada)	12,48 %
Masa de utilidad	0,91205
PRECIO o TARIFA	97,545183

Fuente: Elaboración propia

El precio calculado para ambas producciones desarrolladas, en condiciones de laboratorio, propició establecer un costo de protección de la semilla de maíz almacenada por los productores locales, el que debe ser considerado como de referencia o estimado, ya que de variar, algunas de las condiciones de producción, el precio calculado para los productos se modificaría y, por consiguiente, el costo de protección; no obstante, este costo permitió analizar el impacto que tiene en el costo de la semilla protegida. Para efectuar este análisis se tuvieron en cuenta las condiciones siguientes:

- Según información del Ministerio de la Agricultura, la norma de consumo para sembrar una hectárea de maíz es de 25 kg de semilla
- El período de conservación, al aplicar las alternativas, es de 3 meses y se realizó una sola aplicación del producto seleccionado
- Se valoró la semilla a un costo de producción promedio de 3,95 CUP el kilogramo y se consideró que la semilla es fiscalizada

Por lo tanto, se asume que el costo de la semilla almacenada necesaria para sembrar una hectárea es el siguiente:

- Costo de la semilla almacenada para siembra = Norma de Consumo x Costo de adquisición de la semilla fiscalizada*
- Costo de la semilla almacenada para siembra = 25 kg x 3,95 CUP = 98,75 CUP*

Para la utilización del polvo vegetal de hojas como alternativa para la protección de la semilla, se realizó el análisis siguiente:

Variante 1. Aplicación de polvos vegetales de hojas a la concentración de 1 % (m/m)

- 1 kg de polvo vegetal se emplea para proteger 99 kg de semilla de maíz
- 0.25 kg de polvo vegetal se emplea para proteger 25 kg de semilla de maíz

Por lo que la protección de 25 kg de semilla de maíz, requirió 0,25 kg de polvo vegetal de hojas que, valorado al precio de venta estimado de 10,66761667 CUP, se obtuvo

como resultado un costo de protección aproximado al agricultor de 2,66 CUP, por lo que el costo de la semilla protegida ascendió a 101,41 CUP.

Variante 2. Aplicación de polvos vegetales de hojas a la concentración de 3 % (m/m)

- 3 kg de polvo vegetal se emplea para proteger 100 kg de semilla de maíz
- 0.75 kg de polvo vegetal se emplea para proteger 25 kg de semilla de maíz

Para proteger 25 kg de semilla de maíz, se necesitó 0,75 kg de polvo vegetal de hojas que, valorado al precio de venta estimado de 10,66761667 CUP, se obtuvo como resultado un costo de protección aproximado al agricultor de 8.00 CUP, o sea, que el costo de la semilla protegida ascendió a 106,75 CUP.

Con el empleo de aceites esenciales como alternativa para la protección de la semilla, se realizó el análisis siguiente:

- 1 g de aceite esencial se emplea para proteger 0.8888 kg de semilla de maíz
- 28.125 g de aceite esencial se emplean para proteger 25 kg de semilla de maíz

Para la protección de 25 kg de semilla de maíz, se necesitaron 28,125 g de aceite esencial, valorados al precio de venta, estimado de 9,7545183 CUP; se obtuvo como resultado un costo de protección al agricultor de 274,35 CUP, por lo que el costo de la semilla protegida ascendió a 374,17 CUP, tal y como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6 - Comportamiento del costo de protección estimado para la conservación de 25 kg de semilla de maíz fiscalizada, necesaria para la siembra de 1 ha

Alternativa natural de protección	Costo semilla almacenada (CUP)	Costo de protección (CUP)	Costo semilla protegida (CUP)	Incremento del costo de la semilla por protección
Polvos vegetales de hojas (concentración 1 %)	98,75	2,67	101,42	2,6 %
Polvos vegetales de hojas (concentración 3 %)	98,75	8,00	106,75	7,5 %
Aceite esencial de especias botánicas	98,75	274,35	373,10	73,5 %

Fuente: Elaboración propia

La comparación de los costos de protección indicó que la alternativa más económica para el productor local es la utilización de los polvos vegetales ya que, al aplicarla en sus dos variantes de concentración -al 1 y al 3 % (m/m)- el costo de la semilla

fiscalizada protegida se incrementa solamente en 2,6 y 7,5 %, respectivamente; sin embargo, la utilización del aceite esencial genera un incremento del costo de la semilla protegida del 73,5 %, lo que representa un costo de protección de 274,35 CUP.

La decisión de emplear una alternativa u otra para la protección de la semilla debe fundamentarse en los beneficios que aportan cada una de estas y para ello, se deben consultar los parámetros obtenidos al aplicar los polvos vegetales y el aceite esencial; se debe valorar el comportamiento de la mortalidad, de la emergencia del insecto y la pérdida de peso del grano y como parámetro complementario el costo de protección.

En los resultados de la presente investigación, se pudo constatar que los polvos vegetales y aceites esenciales permitieron controlar la plaga de granos almacenados con eficiencia, en aras de conservar la semilla para garantizar los siguientes ciclos productivos. Ambas alternativas son más seguras desde el punto de vista agroecológico para el ser humano y compatible con el manejo integrado de plagas para el control del insecto; tienen un bajo costo de producción y el comportamiento del costo de protección indica que son accesibles económicamente para productores locales; además, pueden sustituir productos químicos importados, utilizados en la conservación de la semilla por los productores locales y su producción es una contribución al establecimiento de una agricultura sostenible.

La utilización de los polvos de hojas y de aceites esenciales para la protección de la semilla de maíz constituye una propuesta que puede ser aplicada a los productores locales de diferentes zonas del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daglish, G. J., Nayak, M. K., & Pavic, H. (2014). Phosphine resistance in *Sitophilus oryzae* (L.) from eastern Australia: Inheritance, fitness and prevalence. *Journal of Stored Products Research*, 59, 237-244.
<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.03.007>
- Jiménez Álvarez, L., Arias Vega, A., & Valdés Herrera, R. (2016). *Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera* y *Piper auritum*: Alternativas para el control de *Sitophilus oryzae*. *Revista Centro Agrícola*, 43(3), 56-62.
<http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-43-2016/numero-3-2016/805-tithonia-diversifolia-moringa-oleifera-y-piper-auritum-alternativas-para-el-control-de-sitophilus-oryzae>
- Khanal, S., Adhikari, A., Tiwari, A., Singh, N. B., & Subedi, R. (2019). Efficiency of botanical extract against maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae). *World News of Natural Sciences*, 24, 1-8.
<http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-b6fe39f4-3d2e-47d9-ba03-5a0f5aee72c>
- Koutsaviti, A., Antonopoulou, V., Vlassi, A., Antonatos, S., Michaelakis, A., Papachristos, D. P., & Tzakou, O. (2018). Chemical composition and

- fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 91(2), 873-886.
<https://doi.org/10.1007/s10340-017-0934-0>
- Martínez Curbelo, G., Feitó Cespón, M., Covas Varela, D., & Barrera Garcia, A. (2015). Control de la temperatura para la prevención de plagas poscosecha en la conservación de granos. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 33(2), 216-237.
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/6281>
- Ministerio de Economía y Planificación, & Ministerio de Finanzas y Precios. (2005). *Resolución Conjunta No. 1 Establece determinado por ciento de utilidad, como un componente máximo de los precios mayoristas, tarifas y márgenes comerciales* (Resolución Conjunta No. 1). Gaceta Oficial de la República de Cuba. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-conjunta-1-de-2005-de-ministerio-de-economia-y-planificacion-ministerio-de-finanzas-y>
- Ministerio de Finanzas y Precios. (2014). *Metodología general para la formación y modificación de precios mayoristas, tarifas técnico productivas y tasas de margen comercial* (Resolución 20). Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Extraordinaria No. 12.
<https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resoluci%C3%B3n-20-de-2014-de-ministerio-de-finanzas-y-precios>
- Ojito Ramos, K. (2016). *Actividad antifúngica de extractos de hojas de Citrus spp. Frente a Alternaria solani Sor., agente causal del tizón temprano en Solanum lycopersicum L.* [Tesis de Doctorado]. Universidad Central «Martha Abreu» de Las Villas.
- OMS. (2018). *¿La herencia de un mundo sostenible? Atlas sobre salud infantil y medio ambiente*. Organización Mundial de la Salud.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/260496>
- Paz Sánchez, C. E., Martínez Mora, S. F., Paz Illescas, C. E., & Acosta Gaibor, M. P. (2019). Uso de plaguicidas y su consecuencia en la leucemia linfoide y mieloides en trabajadores agrícolas. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1), 37-56.
<http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1382>
- Ramos Hernández, J. M., Rodríguez Toledo, Y. F., & Palmero López, M. (2016). La Fauna de insectos y ácaros asociados a almacenes de alimentos en la provincia de Sancti Spíritus. *Fitosanidad*, 20(1), 13-19.
<http://www.fitosanidad.cu/index.php/fitosanidad/article/view/605>
- Silva, G., Lagunes, A., Rodríguez, C., & Rodríguez, D. (2002). Insecticidas vegetales: Una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (66), 4-12.
<https://biblat.unam.mx/es/revista/manejo-integrado-de-plagas-y-agroecologia/articulo/insecticidas-vegetales-una-vieja-y-nueva-alternativa-para-el-manejo-de-plagas>

Song, J.-E., Kim, J.-M., Lee, N.-H., Yang, J.-Y., & Lee, H.-S. (2016). Acaricidal and insecticidal activities of essential oils against a stored-food mite and stored-grain insects. *Journal of Food Protection*, 79(1), 174-178.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-109>

Torres, C., Silva, G., Tapia, M., Rodríguez, J. C., Urbina, A., Figueroa, I., Lagunes, A., Santillán Ortega, C., Robles Bermúdez, A., & Aguilar Medel, S. (2015). Propiedades insecticidas del polvo de *Laurelia sempervirens* L. para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae).

Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 14(1), 48-59. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85632845006>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Copyright (c) Evelyn Beatriz Lanza González, Yhosvanni Pérez Rodríguez, Jorge Luis Pérez Gutiérrez