

REVALORANDO VIEJAS PRÁCTICAS MAYAS DE MANEJO DE PLAGAS DEL MAÍZ ALMACENADO PARA LA AGRICULTURA DEL FUTURO

Helda Morales, Pedro Ramírez, Heidi Liere, Soledad Rodas, Juan Carlos López

El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur S-N, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, CP 29290 México. E-mail: hmoales@ecosur.mx

Resumen

Se presentan los resultados de una serie de estudios para documentar y evaluar el conocimiento tradicional de manejo de plagas en granos de maíz almacenado entre agricultores mayas. Se realizaron 157 entrevistas en cinco comunidades de Los Altos de Chiapas y tres comunidades del altiplano guatemalteco. *Sithophilus zeamais* y *Sitotroga cerealella* fueron los insectos más comúnmente reportados. El 50% de los agricultores usa insecticidas, muchas veces en una forma inapropiada. Sin embargo aun utilizan varias prácticas tradicionales de manejo, que son en su mayoría de carácter preventivo (variedades criollas, fechas estrictas de cosecha, secado del maíz antes de guardarlo, aplicación de cal, e incorporación de plantas repelentes y utilización de graneros fríos y secos). Se establecieron experimentos para probar la efectividad de estas prácticas. El uso de variedades criollas amarillas, la incorporación de hojas de *Piper auritum*, y un lugar seco y frío para el almacenamiento parecen ser prácticas efectivas para reducir el ataque de plaga. A través de talleres se divulgaron los resultados de la investigación, con el fin de invitar a los jóvenes agricultores de la región a probar las prácticas que inventaron sus ancestros. Una encuesta realizada un año después de los talleres sugiere que los talleres provocaron cambios positivos entre los jóvenes y su actitud hacia las prácticas tradicionales. Los principios del conocimiento tradicional maya para la protección del maíz almacenado tienen potencial para la agricultura orgánica y la seguridad alimentaria en uno de los centros de domesticación del maíz, dos prioridades de la agricultura de hoy y el mañana.

Palabras clave: Granos almacenados, conocimiento tradicional, manejo ecológico de plagas, control cultural, prevención de plagas, poscosecha

Summary

The value of old Mayan practices for pest storage grain management for modern and future and future agriculture.

We present results of a series of studies documenting and evaluating traditional knowledge of pest in stored grains among Mayan farmers. We performed 257 interviews in five communities in the Chiapas highlands and in three communities in the Guatemalan highlands. *Sithophilus zeamais* and *Sitotroga cerealella* were the most commonly reported insects. Fifty % of farmers use the pesticide aluminum phosphide or malathion, often in inappropriate ways. However they still employ several traditional management practices, the majority of which are preventative (local varieties, strict harvest dates, drying maize before storage, lime application, incorporation of repellent plants and cool, dry granaries). We conducted experiments to test the efficacy of these practices. The use of traditional yellow corn variety, the incorporation of *Piper auritum* leaves and lime in the storage, and dry, cool storage room seem to reduce pest attacks. We communicated our findings through workshops inviting young farmers to try the techniques invented by their ancestors. A survey performed a year after the workshops suggested that the workshops induced positive changes in young farmers' attitudes towards traditional practices. The principles of Maya traditional knowledge of stored grain protection have potential for application to organic agriculture and for food security in one of the domestication centers of maize, two priorities for today's and tomorrow's agriculture.

Key words: Storage grains, traditional knowledge, ecological pest management, cultural control, pest prevention, postharvest

Introducción

En todo el mundo, las plagas del maíz almacenado causan graves pérdidas y amenazan la seguridad alimentaria (Pretty y Hine 2001). En las regiones tropicales las pérdidas causadas por las plagas del almacén puede ser mayores al 40% (García-Lara y Bergvinson 2007). En las zonas altas de Chiapas y el altiplano de Guatemala, uno de los centros de domesticación del maíz (Kato 1984), los agricultores tradicionalmente no han sufrido ataques considerables de plagas (Morales y Perfecto 2000). Sin embargo, recientemente se ha incrementado el problema en esta región, posiblemente debido al abandono de prácticas tradicionales de manejo. Aunque a partir de los acuerdos de paz, en Guatemala se han hecho esfuerzos para disminuir el racismo, en toda la región aun es frecuente menospreciar el conocimiento de los campesinos mayas. Adicionalmente, las políticas económicas actuales han provocado que el maíz ya no sea rentable, empujando a los agricultores a buscar trabajos afuera de la producción de milpa para complementar sus ingresos, y adoptar el uso de plaguicidas para simplificar el trabajo que el maíz requiere.

Alrededor del mundo se han hecho esfuerzos en documentar el conocimiento tradicional como complemento a programas ya existentes (Warren 1992), reconociendo tanto sus limitaciones como la contribución potencial al desarrollo (Thrupp 1989). La importancia de estas prácticas está en que han surgido luego de cientos de años de experiencia y de búsqueda de soluciones a problemas de plagas por miles de grupos étnicos alrededor del mundo. Las prácticas son dinámicas y están constantemente influenciadas por la creatividad y experimentación. La agricultura tradicional ofrece modelos prometedores ya que conserva la agrobiodiversidad (considerado un concepto clave en el diseño de agricultura sostenible de hoy en día (Altieri 1993)), protege las reservas de diversidad genética y sostiene cosechas año tras año sin el uso de agroquímicos (Altieri 2004). Por otro lado, fortalecer y fomentar el uso de conocimiento tradicional de plagas, no sólo trae beneficios a la ciencia y al ambiente, si no también es una forma en que los agricultores sean menos dependientes de insumos externos y de compañías de agroquímicos que pueden tener altos costos. Según Thrupp (1989), legitimizar este conocimiento también es una forma de ayudar a estas comunidades a desarrollar respeto personal, confianza y orgullo en su propio conocimiento y capacidad, haciendo que estas comunidades no desplacen sus prácticas por agricultura mecanizada y manejada por químicos. Estudios realizados por Morales y Perfecto (2000) muestran que agricultores del altiplano guatemalteco tienen un amplio conocimiento sobre las prácticas preventivas de manejo de plagas de maíz. Estas prácticas probablemente sean efectivas y ambientalmente amigables y debido a la poca importancia que se le da

por parte de instituciones, están en peligro de ser sustituidas por métodos no sustentables.

Aquí pretendemos documentar el conocimiento y prácticas de manejo de plagas del maíz almacenado entre pequeños productores de los Altos de Chiapas y el Altiplano de Guatemala, evaluar la efectividad biológica de algunas de las prácticas reportadas y discutir las limitaciones y factibilidad de adaptación de las mismas para la agricultura del futuro.

Materiales y Métodos

Documentación del conocimiento de manejo de plagas del maíz almacenado: Con el fin de conocer sobre los problemas de plagas en el maíz almacenado y sobre los métodos de manejo entre agricultores mayas, se realizaron encuestas en 5 comunidades de los Altos de Chiapas y 3 comunidades del Altiplano Central de Guatemala. En total se realizaron 154 encuestas en Chiapas y 103 en Guatemala. Se trató de entrevistar tanto a hombres como a mujeres, así como a agricultores jóvenes y ancianos.

Además de las encuestas, se realizaron observaciones de las prácticas de almacenamiento del grano de maíz y se realizaron algunas entrevistas a profundidad. Las encuestas y entrevistas se hicieron en tsotsil, tseltal, kakchiquel o tzutuhil y español, según el idioma de cada comunidad, por lo que se contó con el apoyo de traductores.

Evaluación de la efectividad biológica de las prácticas tradicionales de manejo de plagas del maíz almacenado:

Se realizaron 8 bioensayos a nivel de laboratorio y trojas para evaluar la eficacia de 5 métodos documentados en la encuesta, entrevistas y observaciones. Se comparó el ataque de plagas a diferentes variedades de maíz producido en la región con bioensayos a nivel en almacenes y en trojas tradicionales; el ataque de plagas del almacén en mazorcas con tusa y sin tusa; el ataque de plagas en maíz cosechado en diferentes fases lunares; se estudió la mortalidad de *Sithophilus zeamais* por polvos vegetales de chilca (*Barkleyanthus saliscifolius*), frijol y maíz; la mortalidad de *S. zeamais* con diferentes concentraciones de hierba santa o mumu (*Piper auritum*), la variabilidad de las hojas de mumu en la mortalidad de *S. zeamais* y la mortalidad de *S. zeamais* por cal hidratada (hidróxido de calcio).

Variedades:

Para determinar si hay diferencia del ataque de plagas del almacén entre las diferentes variedades de maíz criollo, se colectó maíz amarillo, blanco y negro de nueve agricultores entrevistados en las 5 comunidades de Chiapas, teniendo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y nueve repeticiones. Cada colecta se almacenó en cajas plásticas abiertas que se dejaron en una bodega por ocho meses. Se realizaron tres muestreos, el primero al establecer el experimento,

el segundo a los cuatro meses y el tercero a los ocho meses. En cada muestreo se contó el número de plagas del grano y el número de especies por caja. Las variables fueron analizadas con un análisis de varianza de una vía para cada muestreo.

Un estudio similar se estableció en seis trojas tradicionales de los Altos de Chiapas. Las trojas de 1 metro cuadrado y 2 metros de alto, fueron construidos con adobe y con techo de tejas de barro. En ellas se estableció un ensayo con las mismas tres variedades de maíces criollos del ensayo anterior y dos variedades introducidas, con seis replicas constituidas por una troja cada una. Cada variedad estaba en una red de lazo para mantenerla separada de las otras. Se almacenó el maíz en ellas durante un año y se realizaron muestreos mensuales para evaluar el número de insectos y el daño.

Tusa:

Paralelamente, en las mismas trojas se estableció otro ensayo para comparar el ataque de plagas entre mazorcas con la tusa o el doblador con mazorcas peladas. Los datos acumulados de ambos ensayos fueron analizados con un análisis de varianza en bloques al azar.

Luna.

Para determinar si hay diferencia en el porcentaje de daño causado por insectos entre el maíz cosechado en luna llena con el cosechado en luna nueva, se realizaron cosechas en esas dos fases lunares en dos sitios por mes, por tres meses. Un total de 5 sitios fueron muestreados. En la Tabla 1 se describe el diseño.

Tabla 1. Diseño experimental para evaluar el efecto de cosechar el maíz en luna llena y luna nueva.

Fase lunar	Cosechas					
	Luna Nueva			Luna Llena		
Mes	enero	febrero	marzo	enero	febrero	marzo
Lugar	Sitio 1	Sitio 2 Sitio 3	Sitio 4 Sitio 5	Sitio 1 Sitio 2	Sitio 2 Sitio 3	Sitio 4 Sitio 5

Se tomaron muestras de maíz provenientes de todas las cosechas (todos los sitios cosechados en las dos fases lunares y de los tres meses muestreados). Para cada tratamiento se colocaron 100g de grano en frascos plásticos de 250g con 5 repeticiones por tratamiento. Luego de dos meses se hicieron mediciones del daño en el maíz y el número de individuos presentes en cada muestra. Los datos fueron analizados utilizando análisis de varianza de dos vías.

Polvos vegetales:

Se estableció un bioensayo en frascos para determinar si los polvos vegetales de chilca, polvo de maíz y el polvo de frijol tienen efecto sobre las poblaciones de gorgojos. Para ello se colocaron 100 gr de maíz esterilizado en frascos plásticos cerrados. Cada frasco se inoculó con 10 gorgojos *S.zeamais* de no más de 3 días de nacidos. Se estableció un diseño completamente al azar con 100 re-

peticiones y se guardaron los frascos en el laboratorio. Se realizaron muestreos cada dos semanas durante dos meses, registrando el número de gorgojos vivos y muertos. El número acumulado de gorgojos muertos fue analizado al final del ensayo con un ANDEVA de una vía.

Un bioensayo similar se estableció para evaluar el impacto de polvo de hojas de mumu en dos diferentes concentraciones (0,5% y 2,5% del volumen) y un testigo con solo maíz sobre la mortalidad de gorgojos. Se registró el número de gorgojos muertos cada 24 horas. Paralelamente se evaluaron hojas de mumu provenientes de plantas creciendo en localidades de Chiapas a diferentes altitudes sobre la mortalidad de los gorgojos.

Finalmente, se montó un experimento donde compará- bamos aplicaciones de cal hidratada en dos dosis (1% y 5% del volumen del frasco), con un testigo sobre poblaciones de gorgojo *S.zeamais* en un diseño como el anterior.

En el último año del proyecto, se realizaron talleres en todas las comunidades donde se realizaron las entrevistas para iniciar el proceso de intercambio de experiencias de campesino a campesino y dar a conocer los resultados de la investigación entre agrónomos y educadores de la región. En el taller se exhibe el video "Ixim: la milpa de los ancestros" donde campesinos compar- ten sus experiencias de manejo de plagas; se obsequia el CD "Que hable la milpa" que contiene canciones ori- ginales señalando el peligro de los plaguicidas y la efec- tividad de algunas de las prácticas tradicionales; y se presenta un taller de títeres. En cada taller se hacía una invitación a los jóvenes agricultores de la región para que probaran las prácticas que inventaron sus ancestros para manejar las plagas.

Un año después de ofrecidos los talleres se realizó una pequeña encuesta entre los asistentes para de- terminar si estaban utilizando algunas de las prácticas presentadas en los talleres, su actitud a las prácticas tra- dicionales y si habían cambios en el uso de plaguicidas. Para ello, de la lista de asistencia, se eligieron al azar a 10 personas de cada una de las 5 comunidades de Chiapas.

Resultados

Encuesta

Plagas del almacén en el altiplano de Chiapas y Gua- temala:

Al hacer un análisis de frecuencias de las respuestas de todos los entrevistados se observa que 95.3% de los encuestados reporta tener plagas en el maíz almacena- do, tal como gorgojos *Sithophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) y *Sitotroga cerealella* Olivier (Gelechiidae: Lepidoptera). Sin embargo solo 39% re- porta sufrir daños por ellas.

Métodos de manejo:

Más de la mitad (52%) de los productores entrevista- dos declaró aplicar insecticidas a sus granos almacenados

para el control de las plagas. El plaguicida más comúnmente mencionado fue "la pastilla" de Fosforo de Aluminio y algunos usan Malatión. Sin embargo una cantidad significativa de productores declaró que no usa ningún plaguicida en su maíz almacenado. Incluso los que usan insecticidas, usan además otras estrategias para el manejo de las plagas del almacén. Estas estrategias se basan en el conocimiento heredado por sus antepasados (Tabla 2).

Tabla 2. Prácticas utilizadas por agricultores de los Altos de Guatemala y el Altiplano de Guatemala para manejar las plagas del maíz almacenado.

Prácticas de manejo de plagas del maíz almacenado	Porcentaje de agricultores que la practican.
Fosforo de aluminio	52%
Varietades resistentes	81%
Cosecha con la luna llena	76%
Lugar de almacenamiento frío y seco	51%
Almacenamiento de la mazorca con tusa o doblador	51%
Doblan la milpa antes de la cosecha para un secado completo del grano	49%
Aplican cal en el almacén	49%
Secan el maíz en el patio antes de guardarlo	43%

La estrategia más comúnmente mencionada es la utilización de variedades tolerantes al ataque de plagas del almacén. La variedad más frecuentemente mencionada como resistente fue el maíz amarillo, seguido por el tuxpeño. Algunos pocos mencionaron al maíz negro como el más resistente. Ningún productor mencionó las variedades introducidas o híbridos como resistentes.

La segunda práctica más mencionada como efectiva para el manejo de plagas del almacén fue la de cosechar con la luna llena. Los productores en los Altos de Guatemala y Chiapas tradicionalmente dicen que cosechan el maíz durante la luna llena de enero a marzo, porque durante la luna llena el maíz tiene más humedad y resiste mejor el ataque de plagas.

Cincuenta y seis por ciento mencionaron que es importante guardar los granos en un lugar frío y seco para evitar el ataque de plagas. Los lugares de almacenaje varían mucho de un sitio a otro y de familia a familia. En Guatemala, muchos productores guardan sus granos en una choza de cañas de bambú o maíz. En Chiapas, observamos casitas hechas con adobe y teja de barro, ollas grandes de barro y cajones de madera. También vimos que en ambos países es muy frecuente guardar el maíz en el tapanco de las casas de habitación dentro de costales de nylon.

Antes de almacenar el maíz, realizan varias tareas para secar y mantener seco el grano. Cuando el grano está completamente formado, doblan la planta para que seque y evitar que entre el agua por la punta de la mazorca. Entre uno a tres meses después, cosechan el maíz. La mayoría de los agricultores asolean el maíz cosechado para secarlo y evitar la infestación de los granos por gorgojos y palomillas. También durante la noche dejan afuera los granos para que reciban el sereno de la noche. Según ellos, asolear y serenar en la noche endurece los granos y evita la entrada de plagas. Los agricultores aseguran que con estas prácticas de secado los granos se conservan por varios meses sin que se piquen.

Ya dentro del sitio de almacenamiento, alrededor de la mitad de los productores mencionaron que para proteger al maíz del ataque de insectos es conveniente guardarlo dentro de la tusa o doblador. Sin embargo también mencionaron que muchas veces no lo hacen porque eso aumenta el riesgo de ataque de ratas. Es también común ver las mazorcas que se reservarán para la semilla del ciclo siguiente, colgadas en las vigas de las casas o colgadas en las cocinas sobre las estufas de leña para que el humo las proteja del ataque de insectos. El maíz para vender es generalmente almacenado desgranado y en costales de nylon.

Aproximadamente la mitad de los entrevistados también mencionaron que aplicar cal al maíz almacenado disminuye el ataque de plagas. Si guardan el maíz desgranado, este es mezclado con cal de manera homogénea y luego se coloca en costales. Si guardan los granos de maíz en una traja, la cal es aplicada entre capas del grano.

Tabla 3. Plantas utilizadas por agricultores de los Altos de Chiapas para el manejo de plagas de maíz almacenado.

Especie	Nombre común	Parte de la planta utilizada y forma de uso
<i>Piper auritum</i>	Mumu, hierba santa	-Hojas frescas poniéndolas por capas entre los granos. -Hojas secadas al sol, molidas y mezcladas con los granos.
<i>Pinus tecunumanii</i> y <i>P. oocarpa</i>	Pino de ocote	-Madera cortada en pedacitos de un centímetro y medio. -5 kilos de ocote/ 600 kilos de maíz -ocote mezclado en forma uniforme entre las mazorcas.
<i>Barkleyanthus salicifolus</i>	Chilca	-Raíz, hojas y flores -Hojas frescas o secadas al sol. -Un puño por 50 kilogramos de grano
<i>Zea mays</i>	Polvo de maíz	-Polvo del maíz producido al desgranar -Mezclan el polvo con el maíz.
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Cascabillo o polvo de frijol	-Cascabillo de frijol (polvo que sueltan las vainas secas a la hora de golpearlas) mezclado con el maíz.
<i>Solanum spp.</i>	Chile	-Mezcla de frutos enteros, previamente secos con granos almacenados.

Durante las observaciones a los sitios de almacenaje del grano y de las entrevistas a profundidad realizadas, se obtuvo una lista de prácticas que no son tan difundidas como las mencionadas en la encuesta, pero que parecen ser importantes para los agricultores que las practican. La mayoría de estas prácticas consisten en la incorporación de plantas y material vegetal con los granos almacenados para repeler o matar los insectos del almacén (Tabla 3).

Posiblemente por esta serie de prácticas de manejo de plagas, a pesar que casi la totalidad mencionó tener plagas en el almacén, solo 20% las percibe como un problema.

Otro aspecto interesante a resaltar es que muchos agricultores acuden a sus antiguas costumbres rituales con el fin de prevenir las plagas de los granos de maíz. Visitan los lugares sagrados, tal como iglesias, cuevas, cerros y nacimientos de agua. Al llegar a estos lugares su petición es, que no llegue *bakni, joch´* (gorgojo) y *supul* (palomilla) a los granos de maíz. Llevan ofrendas como velas, inciensos, flores, refrescos, licor y comida. Aseguran que al entregar sus ofrendas en los lugares sagrados reciben una respuesta favorable porque no se daña el maíz almacenado.

Bioensayos

Variedades.

Los insectos granívoros encontrados en las muestras de maíz fueron principalmente el gorgojo *Sitophilus zeamais* y muy raramente la palomilla *Sitotroga cerealella*. La Figura 1 muestra que desde el campo algunas de las muestras ya venían infestadas del gorgojo, pero en muy bajas cantidades (entre 0 y 17 gorgojos por muestra), durante el primer muestreo no se encontró diferencia significativa entre las tres variedades de maíz ($p=0,306$). Cuatro meses después, el número de gorgojos seguía siendo bastante bajo (entre 0 y 66 gorgojos por muestra), pero ya parece haber diferencia entre las tres variedades. Se encontró un menor número de gorgojos en las muestras de maíz negro ($p=0,058$). Sin embargo, a los ocho meses de almacenamiento, el número de gorgojos se disparó y ya el daño causado a los granos era evidente. El mayor número de gorgojos se encontró en las muestras de maíz blanco ($p=0,075$).

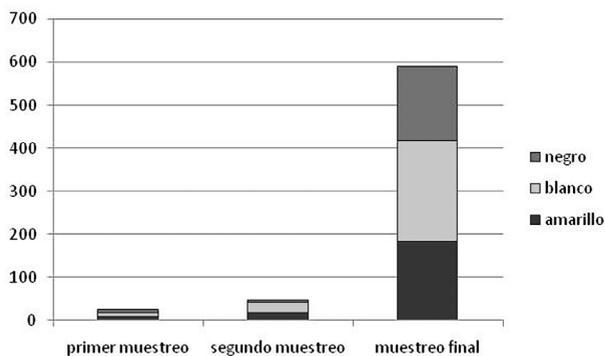


Figura 1. Número de *Sitophilus zeamais* en variedades de maíz de los Altos de Chiapas, inmediatamente después de la cosecha ($p=0,306$), seis meses ($p=0,058$) y ocho meses después de la cosecha ($p=0,075$).

Trojas.

Los insectos granívoros encontrados en las trojas fueron los mismos a los encontrados en las bodegas. Sin embargo, durante el año de muestreo, los gorgojos y las palomillas no pasaron de 5 por cada costal. El daño causado por ellos fue mínimo por lo que no se pudo evaluar si había diferencias en el ataque de plagas entre las diferentes variedades.

Tusa.

Lo mismo ocurrió en el ensayo comparando mazorcas con tusa y sin tusa (doblador, totonoxlta). La única diferencia encontrada fue que en las mazorcas con tusa, en los primeros dos muestreos se encontraron entre 4 a 7 tijeretas *Dorus* spp. Estas no aparecieron en los muestreos siguientes.

Luna.

Luego de evaluar los datos con el ANDEVA de dos vías se observó que tanto para el número de pupas como para el número de adultos de *S. cerealella* hubo una diferencia significativa entre el número de individuos y la fase lunar en que fueron cosechadas las muestras (pupas=0.004; adultos: $p= 0.002$). En ambos casos se encontraron más individuos en promedio en luna nueva (adultos= 91.4, pupas= 159.1) que en luna llena (adultos= 15.6, pupas=32.8). Pero, las muestras de luna nueva tuvieron dos semanas de ventaja. Para contrarrestar este error, se hizo un estimado del número de individuos adultos que pudieron haberse encontrado en las muestras de luna llena si el muestreo hubiera sido dos semanas después. *S. cerealella* dura de 8 a 11 días en pasar de pupa a adulto, si las muestras de luna llena hubieran permanecido dos semanas más en los frascos, todas las pupas hubiesen podido convertirse en adultos. En el nuevo análisis se sumó únicamente a los datos cosechados en luna llena, el número de pupas que había en cada frasco con el número de adultos. En este nuevo análisis la diferencia entre las muestras de las cosechas de las dos fases lunares dejó de ser significativa ($p= 0.260$). Hubo más porcentaje de daño en las muestras cosechadas durante luna nueva (57.93%) que en luna llena (14.34%) ($p= 0.008$) (Fig. 2). Por último, también se hizo un análisis en donde se encontró que hubo significativamente ($p=0.020$) mayor pérdida en el peso en las muestras de la cosecha de la luna nueva (4 %) que las provenientes de la luna llena (2%).

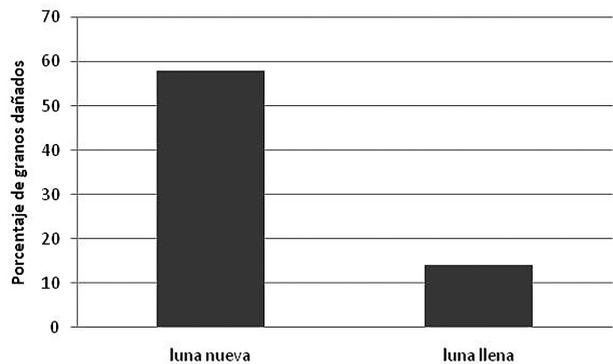


Figura 2. Porcentaje de daño en granos de maíz almacenado cosechado en dos fases lunares distintas durante tres meses ($p= 0.008$).

Polvos vegetales.

Cómo se muestra en la Figura 3, ninguno de los tratamientos difirió del testigo en términos de la mortalidad de gorgojos entre los diferentes polvos evaluados ($p=0,27$). La chilca que es comúnmente utilizada para preservar granos en los Altos de Chiapas no parece tener ningún impacto sobre los gorgojos.

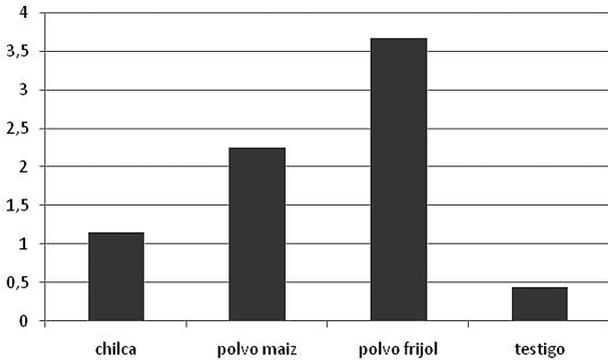


Figura 3. Número de *Sitophilus zeamays* muertos, de un total de 10 que fueron colocados en granos de maíz almacenado en frascos plásticos con diferentes polvos vegetales ($p=0,27$).

Por el contrario, los ensayos con mumu sí sugieren que este tiene un efecto insecticida. A las 48 horas, ya habían diferencias significativas entre los tratamientos, y a los 8 días ya se habían eliminado al 90% de los insectos ($p=0.05$) (Fig. 4).

Mortalidad de *Sitophilus zeamais* causada por *Piper auritum*

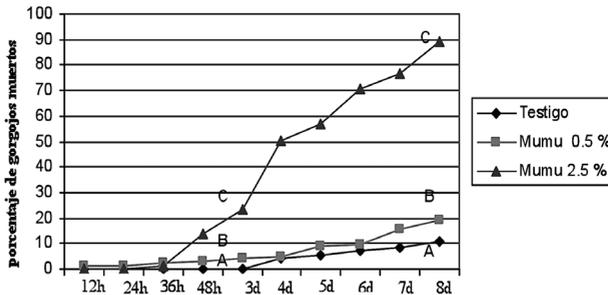


Figura 4. Porcentaje de *Sitophilus zeamays* muertos en frascos conteniendo granos de maíz y polvo de *Piper auritum*. A partir de las 48 horas, las diferencias ya son significativas ($p=0.05$).

Sin embargo, parece que la efectividad del mumu sobre los gorgojos varía dependiendo del lugar de colecta de la planta (Fig. 5). Nuestros datos sugieren que las plantas provenientes de altitudes mayores (San Cristóbal de Las Casas 2100 msnm, Oxchuc 2000 msnm) son más efectivas que las provenientes de lugares con menores altitudes (Tapachula 171 msnm, Selva Lacandona 500 msnm) ($p=0.06$).

Cal.

A las 48 horas de establecido el experimento, ya habían diferencias significativas entre los tratamientos, y a los 8 días de haber montado el experimento se elim-

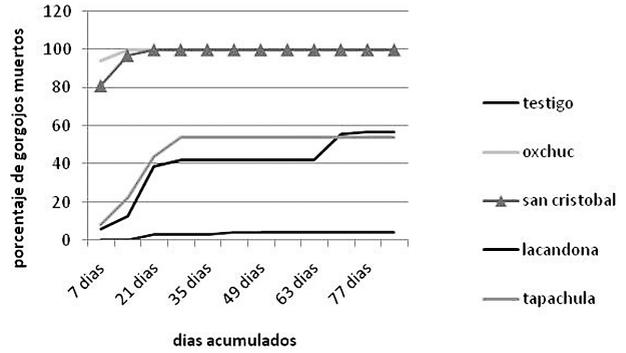


Figura 5. Porcentaje de *Sitophilus zeamays* muertos en frascos conteniendo granos de maíz y polvo de *Piper auritum* proveniente de 4 localidades de Chiapas ubicadas a diferentes altitudes. Los polvos provenientes de Oxchuc y San Cristóbal de Las Casas difieren significativamente de los polvos provenientes de la selva Lacandona y Tapachula. Todos los tratamientos difieren significativamente del testigo ($p=0.06$).

Mortalidad de *Sitophilus zeamais* causada por cal

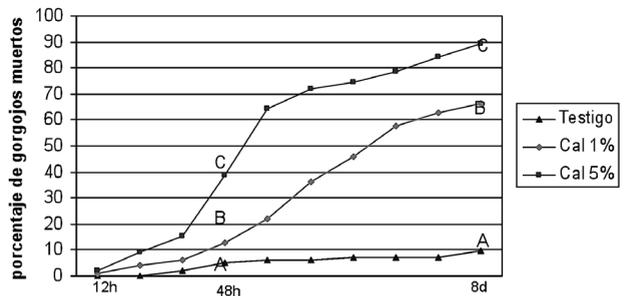


Figura 6. Porcentaje de *Sitophilus zeamays* muertos en frascos conteniendo granos de maíz y cal. A partir de las 48 horas, las diferencias ya son significativas ($p=0.04$).

inó al 90% de los insectos con la dosis de cal al 5% del volumen del frasco (Fig. 6) ($p=0.04$).

Resultados taller

Los talleres realizados en las comunidades atrajeron a los agricultores. Es interesante destacar que muchos no apreciaron en un inicio que les reportáramos lo que ellos ya saben y muchos aun practican. Sin embargo, algunos de ellos cambiaban de opinión y veían la importancia de la promoción del conocimiento tradicional entre los jóvenes, después de que algún miembro de la comunidad se los hacía ver. En todas las comunidades donde se realizó el taller, siempre había alguien agradecido de que éramos las primeras personas que no les llegáramos a decir que hacer, sino a valorar lo que ya se hace y a estimularlos a experimentar en base a su propio conocimiento.

Las encuestas posttaller, muestran que un 100% de los entrevistados están consientes de los peligros de los plaguicidas. La aplicación del mumu en los granos almacenados, fue la única de las prácticas tradicionales que 35% de los entrevistados manifestaron que habían probado y que estaban satisfechos con ella.

Discusión

La búsqueda de variedades resistentes para el manejo ecológico de plagas es un constante reto para los mejoradores genéticos y los expertos en sanidad vegetal. Sin embargo, son pocos o nulos los éxitos logrados para el manejo de plagas del maíz almacenado. Los bioensayos para comparar el ataque de gorgojos entre las distintas variedades criollas utilizadas por los agricultores de los Altos de Chiapas sugieren que tal como lo han observado la mayoría de los agricultores, la variedad amarilla es más resistente que la variedad blanca. Cabe destacar sin embargo, que todas las variedades criollas estudiadas no sufrieron daños considerables hasta después de los seis meses de almacenaje, lo cual parece dar un margen bastante bueno a los productores. Es necesario para futuros estudios, no solamente clasificarlas por color como lo hacen los productores, sino determinar de qué variedades se tratan y compararlas con las variedades que impulsa el gobierno y con las que adquieren los productores de las compañías de semillas.

El planificar las actividades de cosecha con las fases lunares es una práctica frecuentemente reportada, no sólo en Chiapas y Guatemala, sino a nivel mundial. A pesar de que existe gran cantidad de información anecdótica disponible, en el que la luna tiene algún tipo de influencia sobre las actividades agrícolas y silvícolas (Carter y Snedaker 1969, Ek *et al.* 1982, Rojas 1988, Thrupp 1989, Morales y Perfecto 2000, Vecinos Mundiales Guatemala 2000), hay pocos estudios científicos que den una explicación fisiológica o ecológica, quizás porque es difícil encontrar una hipótesis de trabajo que justifique los estudios o por la dificultad en montar un ensayo apropiado. Nuestro ensayo tiene la limitante de que durante los tres meses en los que se replicó el ensayo, por la naturaleza del estudio, siempre se cosechó el grano en luna nueva dos semanas antes que los granos cosechados en luna llena. Para contrarrestar ese sesgo, los datos fueron transformados estimando como crecería la población de *Sitotroga cerealella* de los granos cosechados en luna llena en las dos siguientes semanas. Los datos sugieren que tal como lo afirman los productores, el daño es mayor en los granos cosechados en la luna nueva. Es necesario sin embargo para poder concluir, desarrollar un experimento de forma tal que el problema del desfase entre las dos lunas sea eliminado. Si realmente existe diferencia, es importante entender a que debe. En la mayoría de los casos los agricultores mencionan que hay más humedad en las plantas durante la fase de luna nueva. Al existir una influencia lunar sobre la humedad de las plantas, como ha sido reportado a nivel mundial, es bastante probable que se tenga cambios en el número de insectos encontrados en el almacén ya que se conoce que la humedad es un factor determinante en el desarrollo de los insectos (Christensen y Kaufmann 1976, Hosney 1994, Ramírez 1979).

Además, no sólo grandes diferencias en el porcentaje de humedad son capaces de causar efecto en algunos insectos. Así lo mostró Smith (1993) estudiando *Sitophilus sp.*, en donde pequeños cambios en la humedad del maíz fueron perceptibles por esta plaga. Aunque parece bastante improbable que pudiera haber efecto lunar en la planta de maíz al momento de la cosecha (ya que en este momento la planta se encuentra bastante seca), estudios por Zürcher (1998) han mostrado que existe efectos lunares en la fisiología diaria en árboles en donde el diámetro del tallo fluctúa reversiblemente al igual que las mareas. En la madera ya no hay presente células vivas en el duramen, lo que lleva a Zürcher a la hipótesis que el agua puede moverse alternadamente de los protoplastos (células vivas) a las paredes celulares de los vasos conductores (las cuales no contienen células vivas). Si efectivamente las fases lunares pueden causar variaciones en la humedad presente en el maíz, es bastante probable que el mismo maíz cosechado en las distintas fases lunares responda de distinta manera en la etapa de almacenaje. Un grano más húmedo estará más propenso a daño, tanto por plagas como por factores ambientales entre las distintas cosechas ya que se conoce que la humedad es un factor clave en la preservación de los granos y los insectos y hongos son muy susceptibles a estas diferencias en humedad.

El uso de plantas para la protección del maíz almacenado fue raramente mencionado por los agricultores entrevistados, sin embargo, en San Juan Chamula, Chiapas, es conocido que los granos son comúnmente tratados con chilca. Nuestro estudio no muestra ningún efecto ni de las hojas de chilca, ni de el escobillo, ni del polvo de maíz. Esto contradice los hallazgos de otros investigadores que han evaluado el efecto de la chilca (Rodríguez y López 2001). Como ocurre con algunas plantas medicinales, es posible que la diferencia se deba a la hora, la época del año, o el estado vegetativo en que se cosecha el material vegetal, ya que la producción de compuestos secundarios y los aceites esenciales no es constante.

Nuestros datos sugieren que un fenómeno parecido podría explicar las diferencias encontradas entre la efectividad de las hojas de mumu cosechadas de plantas creciendo en diferentes altitudes. Las hojas de mumu creciendo en altitudes arriba de 2000 metros sobre el nivel del mar parecen tener un efecto letal sobre las poblaciones de gorgojos, mientras que las plantas de mumu creciendo en altitudes menores no parecen ser efectivas.

Nuestro bioensayo para evaluar la cal, aunque a nivel de laboratorio, corrobora los hallazgos de otros investigadores que han evaluado el impacto de los polvos inertes sobre las plagas del almacén.

Los tratamientos establecidos dentro de las trojas tradicionales de adobe no pudieron ser evaluados debido a que no hubo presencia de gorgojos, ni palomillas. Posiblemente esto se deba a la efectividad de las trojas o al

macenes tradicionales para el manejo de plagas, pero con este estudio no lo podemos concluir. Vale la pena establecer futuros estudios comparando el impacto de las trojas con otros sitios de almacenamiento.

Aunque aún hay muchos detalles por afinar y comprender, en general podemos concluir con bastante confianza que las variedades criollas utilizadas en los Altos de Chiapas, las incorporación de hojas de *Piper auritum* provenientes de los Altos de Chiapas y la incorporación de cal, son estrategias efectivas para el manejo de plagas del maíz almacenado.

Con un modesto presupuesto, todas las prácticas mencionadas por los productores del Altiplano de Guatemala y los Altos de Chiapas, así como el resultado de los bioensayos fueron presentados en las comunidades de estudio tanto en una presentación formal, cómo en una forma lúdica. Ambas fueron recibidas con interés, pero fueron las canciones, el video y el teatro guiñol lo que realmente abrió la discusión entre nuestro equipo de investigación y los productores. Durante las presentaciones formales, los agricultores se mantuvieron atentos e hicieron preguntas relevantes, pero rara vez discutieron o cuestionaron el estudio. Sin embargo, en numerosas ocasiones, cuando preguntábamos a través de las marionetas sobre la relevancia de las prácticas para la agricultura de hoy, los productores con toda confianza señalaban que era difícil para ellos esperar a la luna llena para cosechar sus granos porque tienen otros trabajos afuera de la agricultura; que hay que ser cuidadosos con la cantidad de cal que se incorpora a los granos porque puede endurecerlo y darle mala consistencia a la tortilla; y que aunque el maíz blanco no resisten tanto el ataque de plagas como el maíz amarillo, siembran mayor cantidad de blanco porque es el más apreciado en las zonas urbanas donde lo venden. La mayoría de los productores asistentes a los talleres no conocía el uso del mumu para la protección de los granos almacenados y se mostraron sumamente interesados en aprender a hacerlo. Al realizar la evaluación del taller un año más tarde, la gran mayoría de los productores dijeron que la innovación que habían realizado después de asistir al taller era incorporar hojas de mumu a su maíz almacenado y que este había protegido por varios meses más a su maíz. Es posible que esto se deba a que no conocían la práctica y despertó su curiosidad probarla, o que la incorporación de un "producto" sea más fácil y no requiera mayores cambios o inversión en su sistema de producción, o que las otras prácticas ya las utilizaban desde antes. Para muchos de los productores, lo más importante del taller fue que por primera vez alguien valoraba su conocimiento ancestral.

A un nivel global, este estudio es importante porque constituye otro ejemplo de estrategias desarrolladas por campesinos, utilizando recursos locales, para evitar el ataque de plagas. La estrategia general de integrar varias prácticas para el manejo de plagas del almacén

sin el uso de agroquímicos y algunas de las prácticas en particular evaluadas aquí como efectivas, podrían ser de gran valor para su aplicación en la producción de maíz orgánico. El mantener las prácticas tradicionales de manejo de plagas permitiría la comercialización de maíz orgánico, de creciente demanda en la región y una nueva fuente de ingreso para los hogares campesinos. En el 2007, la tonelada de maíz orgánico en México tenía un valor de más del doble del convencional.

Sin embargo, en nuestra opinión, lo más importante es que al reconocer la importancia del manejo tradicional de las plagas del almacén, se podría contribuir a la conservación del material genético, del cual los campesinos de Chiapas y Guatemala son guardianes, y a la seguridad alimentaria. Los productores de Guatemala continúan cultivando la milpa para garantizar su seguridad alimentaria (Isakson 2009). Los agricultores perciben que las otras actividades económicas a las que se dedican, son inestables porque dependen del mercado, pero el cultivar la milpa les garantiza que la familia no pasará hambre. Además, las variedades tradicionales de maíz pueden tener altos contenidos de proteína. En un estudio realizado en Guatemala en los años 50s, se muestra que el maíz, por lo menos en ese tiempo, proveía el 73% de la dosis de niacina recomendada por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos y el 64% de la proteína (Bressani y Mertz 1958). Si ignoramos la contribución de los campesinos a la seguridad alimentaria, a través del material genético de sus semillas y los métodos para su conservación, pondremos en riesgo la conservación de la agrobiodiversidad y el acceso a un sistema alimenticio resiliente para el resto de la humanidad (Isakson 2009).

Agradecimientos

Este proyecto contó con el financiamiento del CONACYT a través del proyecto Manejo de plagas y conocimiento tradicional en Los Altos de Chiapas y Guatemala de ciencia básica otorgado a la primera autora, el apoyo logístico de la Universidad del Valle de Guatemala y asistencia en el trabajo de campo de Conrado Martínez, Sylvain Payou y Catalina Meza.

Referencias

- Altieri M. 1993. Ethnoscience and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 46: 257-272.
- Altieri M. 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and Environment* 2(1): 35-42.
- Bressani R, Mertz E. 1958. Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chemistry*. 35: 227-235.

- Carter W, Snedaker S. 1969. New lands and old traditions: Kekchi cultivators in the Guatemalan lowlands. Latin American Monographs, 2nd series, No. 6. Univ. USA: Florida Press.
- Christensen C, Kaufmann H. 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. México: Editorial Pax-México.
- Ek U, Narváez M, Puch A, Chan C. 1982. El cultivo del maíz en el ejido de Mucel. Nuestro Maíz, Dirección General de Culturas Populares, México. 243-287 pp.
- García-Lara S, Bergvinson. 2007. Programa integral para reducir pérdidas poscosecha en maíz. Agricultura Técnica de México 33(2): 181-189.
- Hoseney R. 1994. Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.
- Isakson R. 2009. No hay ganancia en la milpa: the agrarian question, food sovereignty, and the on-farm conservation of agrobiodiversity in the Guatemalan highlands. Journal of Peasant Studies 36 (4): 725-759.
- Kato YTA. 1984. Chromosome morphology and the origin of maize and its races. Evolutionary Biology 17: 219-253.
- Morales H, Perfecto I. 2000. Traditional knowledge and pest management in the Guatemalan highlands. Agriculture and Human Values 17: 49-63.
- Pretty J, R Hine. 2001. Reducing food poverty with sustainable agriculture: a summary of new evidence. London: University of Essex.
- Ramírez M. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Compañía Continental S.A., México DF.
- Rodríguez C, López E. 2001. Actividad insecticida e insectística de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. Costa Rica. Manejo integrado de plagas. 79 (20).
- Rojas F. 1988. La Cultura del maíz en Guatemala. Guatemala: Delgado Impresos y Cía. Ltda.
- Smith L. 1993. Effect of humidity on life history characteristics of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae in shelled corn. Environmental Entomology 22(3): 619-624.
- Thrupp A. 1989. Legitimizing local knowledge: From displacement to empowerment to third world people. Agriculture and Human Values 6(3): 13-23.
- Vecinos Mundiales Guatemala. 2000. La luna: el sol nocturno en los trópicos y su influencia en la agricultura. Curso-Taller de agricultura ecológica "De la Utopía al día al día". Guatemala, abril. 14(30).
- Warren D. 1992. Indigenous knowledge, biodiversity conservation and development. Keynote address at the International Conference on Conservation of Biodiversity in Africa: Local Initiatives and Institutional Roles, 30 august-3 september, Nairobi, Kenya. En: www.ciesin.org/docs/004-173/004-173.html
- Zürcher E. 1998. Chronobiology of trees: Síntesis of traditional phytopractices and scientific research, as a tool of future forestry. Department of Forest and Wood Sciences, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Suiza. En: <http://iufro.boku.ac.at/iufro/iufronet/d6/wu60603/proc1998/Zürcher.htm>