



Profundizando en el conocimiento de la
diversidad genética del maíz de Guatemala:

CASO DEL TEWAH Y SALPOR MAJOCO





Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)

Profundizando en el conocimiento de la diversidad genética del maíz de Guatemala:

Caso del Tewa y Salpor Majoco

Publicación Técnica No. 09-2024

Autores:

César Azurdía

Abraham Montejo

Misael López

María de los Ángeles Mérida

Revisión: Mario Fuentes.

Se sugiere citar el documento de la siguiente manera:

Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2024. Profundizando en el conocimiento de la diversidad genética del maíz de Guatemala: caso del Tewa y Salpor Majoco. Publicación Técnica Nro. 09-2024 Guatemala, Guatemala

Consejo Nacional de Áreas Protegidas

5 avenida 6-06 zona 1, Edificio IPM 5to., 6to., 7mo. Nivel
PBX: 2291-4600

Diseño e impresión:



3a. avenida 14-62, zona 1
PBX: (502) 2245-8888
www.serviprensa.com

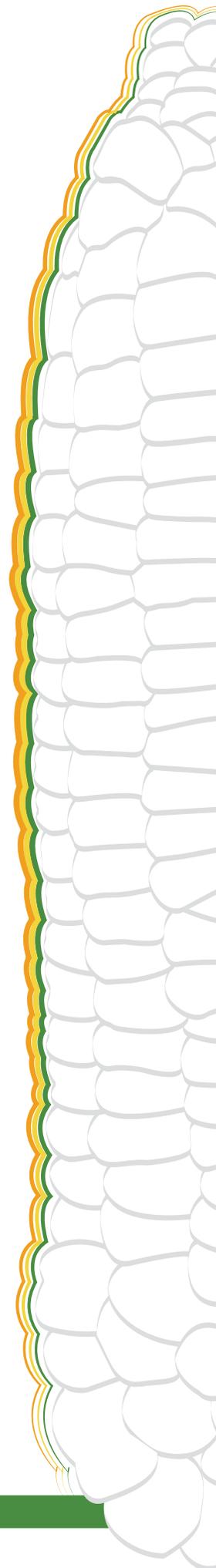
Portada y diagramación: Nancy Sánchez

Revisión textos: Jaime Bran

Este documento fue impreso en noviembre de 2024.
La edición consta de 500 ejemplares en papel couche.

Contenido

Presentación	5
El caso del tewah, raza de maíz en proceso de desaparecer en Guatemala	9
Introducción.....	9
Distribución	10
Memoria histórica.....	13
Características de la raza	14
A. Características agromorfológicas	14
B. Caracterización molecular	19
Estado de conservación	19
Consideraciones generales	23
Bibliografía.....	24
Salpor majoco: ¿una nueva raza de maíz en Guatemala?	29
Introducción.....	29
Conocimiento actual sobre maíz salpor majoco en Guatemala	30
Relación con la raza Dzit-Bacal	37
Acciones a corto y mediano plazo	38
Consideraciones generales	38
Bibliografía.....	38



Presentación

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) es el punto focal del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, el cual tiene como objetivo contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna, que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana.

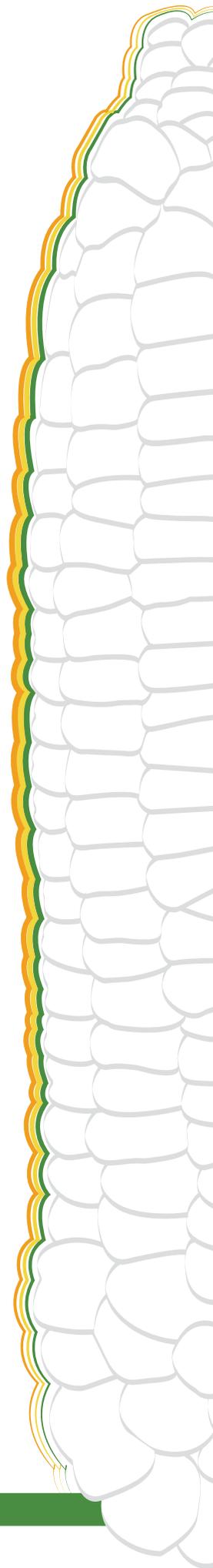
Guatemala es reconocido como uno de los países megadiversos, así como parte de uno de los ocho centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, al ubicarse en Mesoamérica. Por ello, la conservación y el uso sostenible de su agrobiodiversidad son prioritarios. Dentro de esta, se encuentra el maíz, uno de los tres cultivos más importantes del mundo.

El Proyecto: Fortalecimiento y continuidad de capacidades en bioseguridad que conduzca a una completa implementación del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad en Guatemala, tiene entre uno de sus componentes principales el estudio de la diversidad genética de recursos genéticos importantes

(caso maíz) para apoyar la implementación de normativa nacional en el tema de bioseguridad de organismos vivos modificados, así como orientar acciones en conservación y uso sostenible de este recurso. Con la colaboración de Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) se han realizado recolecciones de maíz en todo el país, seguido de su caracterización agromorfológica en sus diferentes estaciones experimentales.

Los resultados que se han obtenido y que se obtendrán por medio de estudios genómicos y nutricionales en ejecución establecerán la línea base del conocimiento de la diversidad genética del maíz de Guatemala. Esta información es fundamental para hacer una revisión de las razas de maíz previamente reportadas por estudios conducidos a mediados del siglo pasado.

El presente documento es un adelanto de información nueva que viene a enriquecer la información sobre la diversidad genética del maíz en Guatemala. Se presentan dos aportes: el primero de ellos, relativo a una raza de maíz más estudiada en el sur de México (raza tewah) y el primer reporte de un grupo de materiales genéticos conocidos en el oriente de Guatemala como maíz salpor majoco.





EL CASO DEL TEWAH, raza de maíz en proceso de desaparecer en Guatemala

César Azurdía, Abraham Montejo, Misael López

El caso del tewah, raza de maíz en proceso de desaparecer en Guatemala

Introducción

Mesoamérica es el centro de origen y diversidad genética del maíz; por ello se encuentra dentro de la misma un número alto de razas de maíz diferenciadas por su adaptación a ambientes específicos (clima y suelo), con diferentes características agromorfológicas, diferentes respuestas a estrés biológico (plagas, enfermedades, cambio climático) y con diferentes usos en alimentación humana, establecidos principalmente por su relación con las comunidades humanas que las cultivan y utilizan.

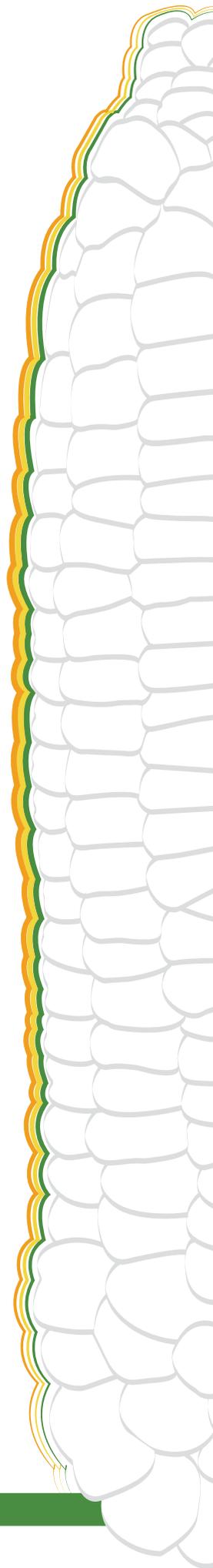
El mayor número de razas de maíz se encuentra en México, luego en Guatemala y se reduce este número en el sur de Mesoamérica (el resto de Centroamérica). Guatemala y México comparten varias razas de maíz, como olotón, negro de Chimaltenango, tepecintle, comiteco, Dzit-Bacal, naltel y tuxpeño, principalmente. Además, se menciona la raza conocida en español como Tehua, la cual se ha reportado en algunas localidades del estado de Chiapas en México y en el departamento de Huehuetenango, Guatemala, donde se le conoce como tewah en idioma poptí.

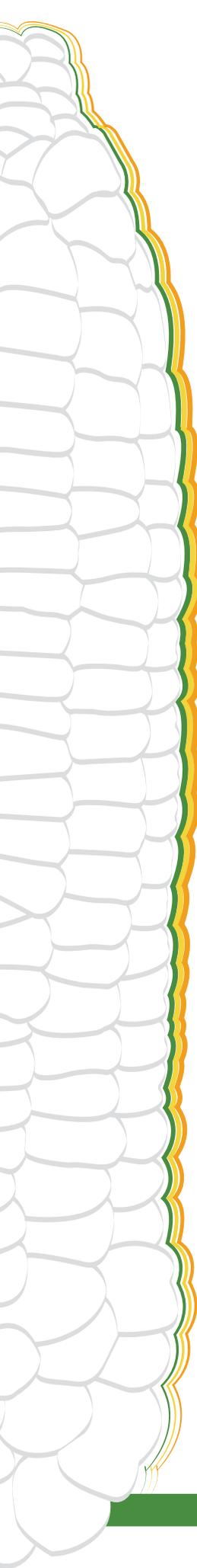
La revisión de los reportes de diversidad de razas de maíz de México anota que esta es una raza poco conocida; se reporta su descripción en el libro de Wellhausen et al. (1951). Sin embargo, en la obra que describe las razas de maíz de Guatemala (Wellhausen et al. 1957) no se describe, indicándose que existe, pero en muy pocas localidades.

En general, algunas razas de maíz en Mesoamérica se han ido perdiendo debido a factores como la búsqueda y utilización de materiales genéticos más productivos (materiales mejorados), una mejor respuesta a cambios ambientales (exceso de lluvia, viento), la disminución del uso culinario específico para el que se sembraban, y caracteres morfológicos más apropiados para la cosecha, entre otros.

Se presenta una revisión breve sobre las características del material tewah, tanto en México como en Guatemala, enfatizándose que, para Guatemala, es necesario realizar más estudios para establecer su presencia en el país (principalmente en el área de Huehuetenango), sus características agromorfológicas y culinarias, así como enfrentar el proceso de desaparición de esta raza de uso antiguo en Mesoamérica, especialmente en el estado de Chiapas y el occidente de Guatemala. Al final se pretende contar con muestras de esta raza para conservarla bajo condiciones ex situ e in situ, mediante la promoción de su uso en el área de su distribución original.

Además, el conocimiento de la situación actual de esta raza de maíz contribuye al establecimiento de la línea base del maíz en Guatemala, un elemento fundamental requerido para realizar análisis de riesgo basados en ciencia cuando se requiera atender solicitudes de siembra de maíces genéticamente modificados por tecnología moderna.





Distribución

De acuerdo con Wellhausen et al. (1951), el tewah se encontró solamente en el estado de Chiapas a altitudes de 600 a 1000 msnm en localidades cerca de la frontera con Guatemala. De acuerdo con Ortega (1973) en el año 1972 durante el desarrollo de colectas de maíz en Chiapas, solo encontró muestras de esta raza en tres localidades del municipio de Comalapa, mencionando que esta raza puede ser una recombinación de ototón o comiteco con vandeño; asimismo, indica que para esta época ya se reportaba que esta raza se estaba perdiendo en Chiapas.

Posteriormente, Perales y Hernández (2005) reportan que en los bancos de germoplasma de México existen solamente 15 accesiones provenientes del estado de Chiapas, estando distribuidas el 8 % en altitudes de 0-500 msnm, el 77 % entre 501-1,000 msnm, el 8 % entre 1001-1500 msnm y el restante 8 %, a altitudes mayores a 2,000 msnm. De estas accesiones el 23 % son de color amarillo y el 69 % de color blanco, el restante 8 % es de otros colores. CONABIO (2015) reporta la presencia de otras accesiones provenientes de Chiapas. Ortega (comunicación personal) indica que estas muestras por encima de 2000 msnm posiblemente corresponden a materiales genéticos de la raza comiteco.

Para el caso de Guatemala, Wellhausen et al. (1957) no incluyen esta raza dentro de las colecciones guatemaltecas. Sin embargo, FAO e IPGRI (2001) mencionan que en la zona cálida de Huehuetenango (menos de 1000 msnm) se encuentra maíz tewah de color amarillo y blanco, con un ciclo de cultivo de 6 meses, el más largo para dicha región. Adicionalmente, Caldú (2016) en su trabajo utilizó dos materiales de tewah de origen guatemalteco (identificados como 13-1861 y 20-13297).

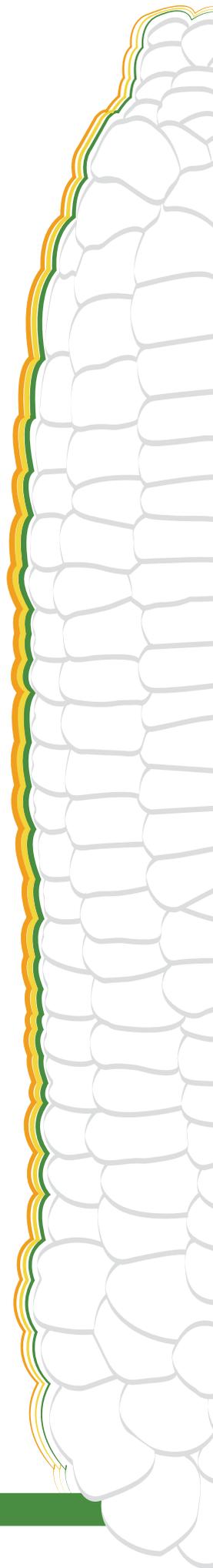
En la caracterización de maíces de zonas bajas tropicales de Guatemala que fueron repatriadas del banco de germoplasma del CIMMYT y que fueron recolectadas entre los años 50 y 2000 a través de diferentes iniciativas, se incluyó un material identificado como perteneciente a la raza tewah (GUAT-153) procedente de Chicolá, Santa María La Unión, Suchitepéquez, a una altitud de 792 msnm (CONAP, 2021). M. Fuentes (comunicación personal) menciona que estos materiales pueden estar disponibles en ambientes de la costa sur, específicamente en las regiones de boca costa.

En el estudio conducido por van Etten (2006) se reporta la presencia de tewah en los años 1927 y 1937 en el municipio de Jacaltenango, Huehuetenango, comprobándose su persistencia en el año 2004. Para los años de 1927 y 1937 se indica que estos materiales genéticos se encuentran en la zona cálida y que tienen un ciclo de vida largo, como se conoce en la actualidad. En el año 2004 en el total de localidades estudiadas (9) se reporta que se tiene conocimiento de la raza; 27 agricultores conocen la raza y 19 manifiestan que todavía está presente en las comunidades.

Consultas recientes con agricultores de la región huista de Guatemala muestran que la raza tewah aún está presente en la región, es decir en la parte baja de Jacaltenango y Santa Ana Huista a altitudes menores a los 1000 msnm, en donde hay presencia de materiales con grano de color amarillo (Fig. 1) y blanco (Fig. 2). Existe el temor que esta raza de maíz se extinga en la región ya que los agricultores han reemplazado el mismo por otros materiales genéticos, ya que presenta el inconveniente de ser un material tardío, planta muy alta (hasta 6 metros) que es afectada por el viento, semilla de poco peso y producción baja por área. Se considera que es una de las razas de maíz de uso más antiguo en dicha región.



Figura. 1. Raza tewah amarillo procedente de Santa Ana Huista.
Credito: Venancio Samayoa.



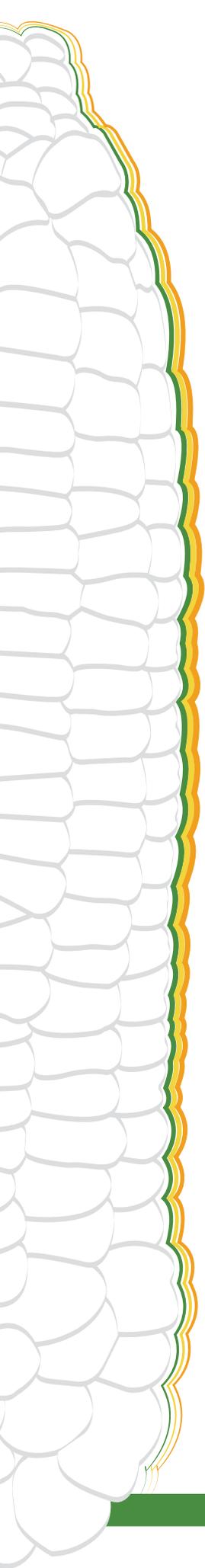


Figura. 2. Raza tewah blanco procedente de Jacaltenango.

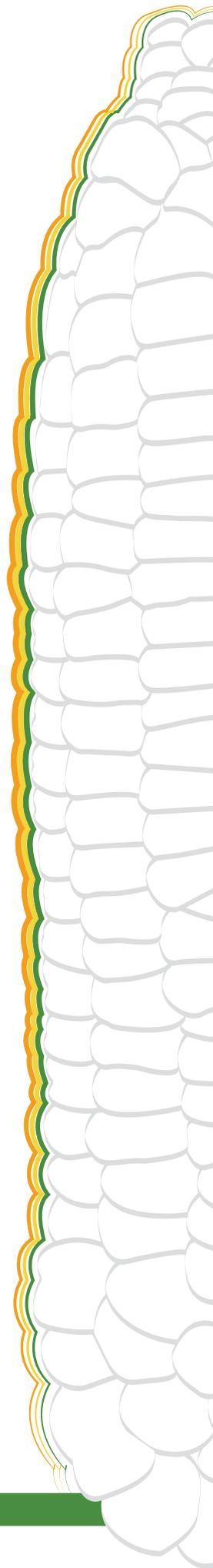
Memoria histórica

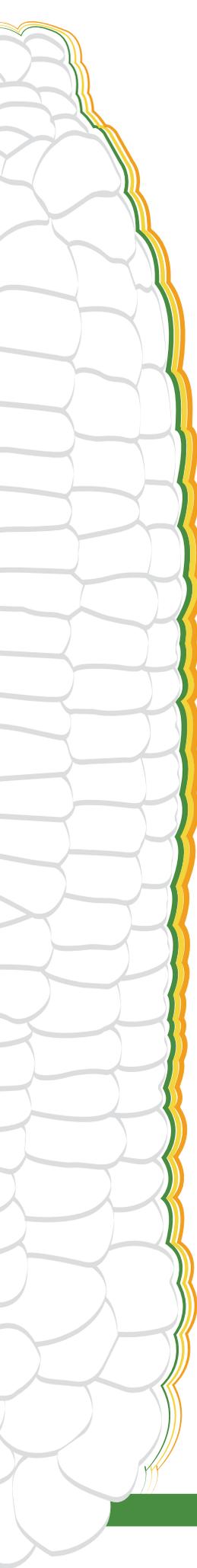
Tewah es una palabra compuesta que etimológicamente se deriva de las palabras del idioma Popti'-Jacalteco. Tewah individualmente significa Te' = palo, material leñoso o árbol y Wah= tortilla. La terminología según los agricultores de la región jocalteca fue asignada debido a que las tortillas elaboradas con este cultivar tienden a degradarse rápidamente, generando texturas duras que comúnmente se conocen como "talludas", característica que es muy común en granos cristalinos por su contenido de amilosa que al reorganizarse termina formando estructuras cristalinas que generan a su vez almidones resistentes de tipo 3 (AR3) (Villarroel et al, 2018).

La presencia del material en la memoria histórica de los agricultores de la región de Jacaltenango se encuentra documentada desde 1926 por LaFarge y Bayers, un segundo reporte se realizó por Stadelman en 1937 (van Etten, 2006). Información más reciente relata la presencia del cultivar en Jacaltenango, Montejo (2020), en su libro *Ixim* indica que los agricultores en la parte baja cultivaban tewah. Durante entrevistas realizadas por los autores a 20 personas de la cabecera municipal de Jacaltenango y 20 de la aldea El Limonar, de los cuales el 50% son agricultores mayores de 45 años y el otro 50% son amas de casa mayores a 45 años; mostraron, que el 100% de los agricultores conocen el cultivar y que lo cultivaron de forma exclusiva al menos hasta antes de los años 80. Las características más apreciadas del cultivar y que suprimieron en un principio la introducción de cultivares de ciclo corto, son la resistencia a la sequía y a las malezas. Estas características les permitían

obtener cosechas aun cuando se ausentaban y abandonaban las siembras por largos períodos cuando vendían su fuerza de trabajo en fincas de la costa sur guatemalteca o del sur de México. El cultivar presenta crecimiento vigoroso comparado con el crecimiento de las malezas, por ello se reduce el uso de herbicidas.

En trabajos previos se reporta que la raza de semillas blancas es conocida en la región, sin embargo, el 100% de los informantes mencionaron tres colores, el blanco conocido como Saj tewah, el amarillo conocido como Q'an tewah y el rojo como Kaj Chil tewah; que fueron ampliamente cultivados en toda la zona cálida de Jacaltenango, comprendida de 600 a 1,000 metros sobre el nivel del mar. Los agricultores mencionaron el uso de otros materiales criollos denominados B'aw (corto), de ciclo más corto, que era utilizado para obtener las primeras cosechas que venían a satisfacer las demandas de maíz ante la escasez en los meses de septiembre y octubre. Estos cultivares no tenían amplia aceptación por ser más susceptibles a la sequía, por lo que en períodos largos de canícula se corría el riesgo de perder la cosecha. En estos, la época de floración se sincronizaba con la época de sequía impidiendo el desarrollo de los elotes, obteniéndose solo brácteas vacías. En el caso del tewah, por su ciclo más largo, la época de floración que inicia a mediados de septiembre, coincide con el final de los periodos de canícula permitiendo obtener una buena cosecha. Por ejemplo, Don José Gumersindo Ros Esteban relata que, en el año 1972, la temporada seca se extendió más de lo habitual, lo que provocó escasez de maíz, por





ello, para ese año se utilizó maíz como medio de pago. Solo materiales de tewah dieron producción. A continuación, se describen algunas experiencias de agricultores de la región.

Mauricio Quiñonez, oriundo de la aldea Inchehuex del municipio de Jacaltenango, ha conservado por al menos 60 años la semilla del maíz blanco raza tewah después de que la heredó de su padre. La razón principal es que el tewah es un maíz con tallos altos y vigorosos, que funcionan como buenos tutores para la siembra de frijol de enredo. Indica que este material tiene mayor palatabilidad en estado de elote y en otros alimentos, a la vez que las tortillas recién preparadas son más suaves. Reconoce que el cultivar es de baja producción y ha observado una tendencia en la reducción del rendimiento a través del tiempo, por lo que para producción de grano en mayor cantidad utiliza otros cultivares como el maíz tuxpeño blanco.

Manuel Camposeco, proveniente de la aldea La Laguna de Jacaltenango, ha venido cultivando tewah como una forma de mantener el legado de su padre y sus abuelos. Él indica que el consumo de este maíz nativo le ha permitido seguir realizando labores en el campo agrícola que son de alta demanda física.

Miguel Andrés Juárez, pertenece a la etnia akateka y actualmente reside en la aldea Santa Rosa del municipio de Nentón, menciona que en la zona de Jacaltenango se ha cultivado el

maíz tewah por más de cien años. Por adversidades climáticas fue perdiendo su semilla en el pasado, sin embargo, desde hace más de 10 años recuperó la semilla de un agricultor de la aldea El Limonar de Jacaltenango la cual sigue cultivando hasta la fecha. Una de las características que ha observado en su cultivo es que, al ir sembrando distintos tipos de maíz en la misma parcela, el tewah ha ido reduciendo su ciclo en 3 semanas.

Características de la raza

A. Características agromorfológicas

Las pocas descripciones existentes sobre esta raza mencionan que es una raza tardía, con plantas altas hasta 6 metros de altura (Fig. 3), mazorcas con los diámetros más grandes del raquis, del elote y de la mazorca comparadas con cualquiera de las 25 razas mexicanas reportadas por Wellhausen, Roberts, y Hernández X. (1951), lo que sugiere que el tewah tiene afinidades con el Zapolote grande, Tepecintle y el Comiteco (estos dos últimos de amplia distribución en Guatemala). Las mazorcas son largas, muy gruesas, ligeramente cónicas con adelgazamiento gradual y uniforme de la base al ápice, promedio de hileras 17, diámetro del pedúnculo muy grande, 21.5 mm, granos de tamaño mediano, medianamente dentados, estrías poco profundas, endospermo blanco, de dureza mediana (Wellhausen et al., 1951).



Figura. 3. Planta de tewah cultivada en La Laguna, Jacaltenango. Nótese la altura de esta raza.

En el estudio desarrollado por Torres-Morales et al. (2022) se mostró que las características de la raza tewah son bastante similares a las de la raza comiteco ya que se agrupan en el mismo grupo que presenta amplia variación morfológica. Este grupo se dispersó en los cuadrantes I, II y IV. Sus poblaciones se caracterizaron por tener floraciones intermedias (109.9 y 104.4 días), plantas de 270.8 y 266.8 cm de altura, espigas de 37.2 y 36.1 cm, y mazorcas de 15.8 y 14.4 cm, valores similares reportados por Wellhausen et al. (1951) para la descripción de estas razas.

Se indica que la dispersión de las poblaciones de estas razas, probablemente es producto de movilidad entre nichos y flujo génico constante entre ellas, pues son poblaciones cultivadas por los productores de zona semi-cálida colindantes, donde es común el intercambio de semillas entre agricultores.

En el trabajo conducido por CONAP (2021) se incluyó una accesión identificada como tewah (GUA-153) la cual presentó las características resumidas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de una accesión de tewah (GUAT-153) caracterizada en Cuyuta, Escuintla 2021.

Carácter	Dato
Días a floración masculina	60
Días a floración femenina	61
Días a cosecha	122
Altura de planta (cm)	345
Altura de mazorca (cm)	248
Longitud de mazorca (cm)	15.4
No. de hileras	15.6
No. de granos /hilera	32.4
Peso mazorca (gr)	115
Peso granos /mazorca (gr)	92
Peso 1000 semillas (gr)	182
Forma de la mazorca	Cónica
Diámetro de la mazorca (cm)	4.1

Al comparar los datos reportados en el Cuadro 1 con los datos de caracterización de todas las accesiones de clima cálido reportados por CONAP (2021), se puede observar que la acción GUA-153 (13-1861) es una de las más altas tanto en altura de tallo como en altura de la mazorca y más tardía en floración masculina y femenina, así como en cuanto a días hasta la cosecha. Además, las mazorcas son de forma cónica. Estos datos coinciden con las características generales que se conocen de esta raza. Datos más recientes recolectados en el área huista, indican que la planta de tewah

en la localidad La Laguna, Jacaltenango, Huehuetenango, a una altitud de 740 msnm tiene por lo menos 3.90 m de altura, lo cual la hace muy susceptible al efecto del viento. Además, tiene granos de color blanco, semidentados-cristalinos, mazorca de forma cónica, gradualmente reduciéndose desde la base ancha y de unos 17 cm de largo (Fig. 4). Información adicional se muestra en el cuadro 2, referente a algunas características de la mazorca de tewah amarillo procedente de Santa Ana Huista y de color blanco procedente de La Laguna, Jacaltenango.



Figura 4. Mazorca de tewah procedente de La Laguna, Jacaltenango.

Cuadro 2. Algunas características de la mazorca de tewah amarillo y blanco procedentes del área huista, Hehuetenango (promedio de 10 mazorcas)

Color	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Ancho base (cm)	No. de hileras	No. de granos/hilera
Amarillo	17.7	4.42	3.84	13	29.8
Blanco	20.13	4.38	4.07	13	26.25

Los datos agromorfológicos reportados por varios autores no son completos, lo cual no permite hacer una comparación que muestre el comportamiento de estos materiales en diferentes ambientes, así como el establecimiento de un patrón de características en común que puedan orientar el patrón de variación de la raza. Esto obliga a pensar que es necesario realizar una caracterización agromorfológica de los materiales de tewah que aún se encuentran en su región de

distribución. Otra característica distintiva de esta raza es que según Venancio Samayoa (comunicación personal) al momento de la germinación de la semilla se producen tres tallos, no solo uno, como es lo común en todos los maíces cultivados (Fig. 5). Agricultores de la zona de Jacaltenango mencionan que cuando por alguna razón un tallo en la fase inicial de crecimiento se quiebra, la planta tiene la capacidad de brotar un nuevo tallo.



Figura 5. Tres tallos generados a partir de una semilla de tewah.

B. Caracterización molecular

Reif et al. (2006) indican que, dentro de sus estudios de las 25 razas de maíz de México reportadas por Wellhausen et al. (1951), utilizando marcadores moleculares tipo microsatélites, la raza tewah tiene en promedio 3.64 alelos por locus, lo cual es más alto que la media reportada para todas las razas (3.44), presencia de un alelo exclusivo, Hs (diversidad genética) de 0.5 e índice de fijación 0.21. Al agruparlos por componentes principales, esta raza forma parte del mismo grupo en donde se encuentran las razas olotón y comiteco, las cuales se han sugerido como razas emparentadas. Además, se indica que los marcadores utilizados son apropiados para diferenciar los diferentes individuos estudiados en sus respectivas razas.

Los marcadores SNPs mostraron ser útiles para distinguir entre tres razas mexicanas (Caldú, 2016). Dentro de estas razas se estudió el tewah con accesiones de origen mexicano y guatemalteco (dos accesiones). Los grupos de marcadores identificaron plenamente a las tres razas. Esto indica que los materiales guatemaltecos identificados como tewah (13-1861, 20-13297) pueden considerarse como parte de esta raza, dada su similitud con materiales mexicanos plenamente identificados como tewah. Además, todas estas accesiones conforman un solo grupo en el análisis discriminante.

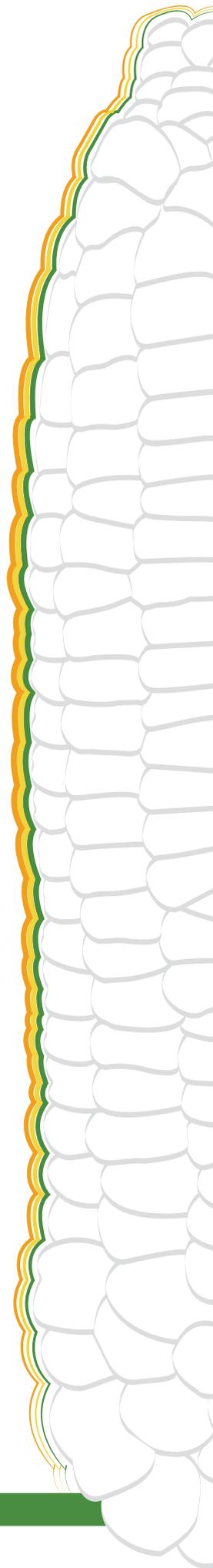
Los datos genómicos mostraron cierta mezcla entre comiteco y tewah. Además, se concluye que con esta información es posible asignar raza a una muestra de maíz a partir de datos

moleculares, sin la necesidad de analizar caracteres morfológicos de la mazorca.

Posteriormente, Caldu-Primo et al. (2017) detallan la utilidad de marcadores tipo SNPs con alto F_{st} entre razas para definir cada una de las razas estudiadas. Encontraron 20 SNPs informativos para raza, 14 para altitud y 6 fueron informativos combinando razas y altitud. El análisis de componentes principales separó las cinco razas estudiadas, siendo notorio que el grupo que representa a tewah está muy cercano a aquellos materiales pertenecientes a la raza comiteco. De igual manera, el análisis de probabilidad de membresía de las diferentes razas mostró que comiteco y tewah tienen cierta probabilidad de membresía asociada. Esto viene a confirmar una vez más las relaciones de parentesco entre estas dos razas presentes tanto en Guatemala como en México. Dentro de los análisis realizados se incluye tanto una accesión de tewah como de comiteco de origen guatemalteco.

Estado de conservación

El número de personas que aun cultivan el maíz tewah es reducido en la zona, a pesar de que van Etten (2006) determinó una probabilidad de >0.99 de encontrar el cultivo. La experiencia actual muestra que ninguno de los 20 agricultores entrevistados en El Limonar y la cabecera municipal de Jacaltenango, conserva el material, dedicándose a la siembra de otros cultivares como el tuxpeño, San Gregorio y crema.



Gracias a esfuerzos locales, se está tratando de recuperar el cultivo de tewah en Jacaltenango, específicamente en la aldea El Limonar. En el 2023 se encontraron semillas de tewah blanco en la comunidad de La Laguna gracias a que don Manuel Camposeco seguía cultivando esta raza. Uno de los autores estableció una parcela para la producción y distribución de semillas a

agricultores de El Limonar. Para la temporada de siembra 2024 se distribuyó semilla en la comunidad (Fig. 6). La red de distribución del maíz es relativamente joven con apenas un año de iniciada; se logró distribuir la semilla a 5 agricultores más con los que se espera obtener semillas el otro año para poder distribuirlas a otras comunidades.



Figura 6. Distribución de semillas de tewah a agricultores de El Limonar, Jacaltenango, Huehuetenango.

Como resultado se han establecido 5 parcelas de tewah blanco. Además, se conocen otras parcelas de agricultores que han conservado esta raza durante muchos años. La

Fig. 7 muestra la distribución de las parcelas mencionadas, todas ubicadas por debajo de los 1000 msnm.

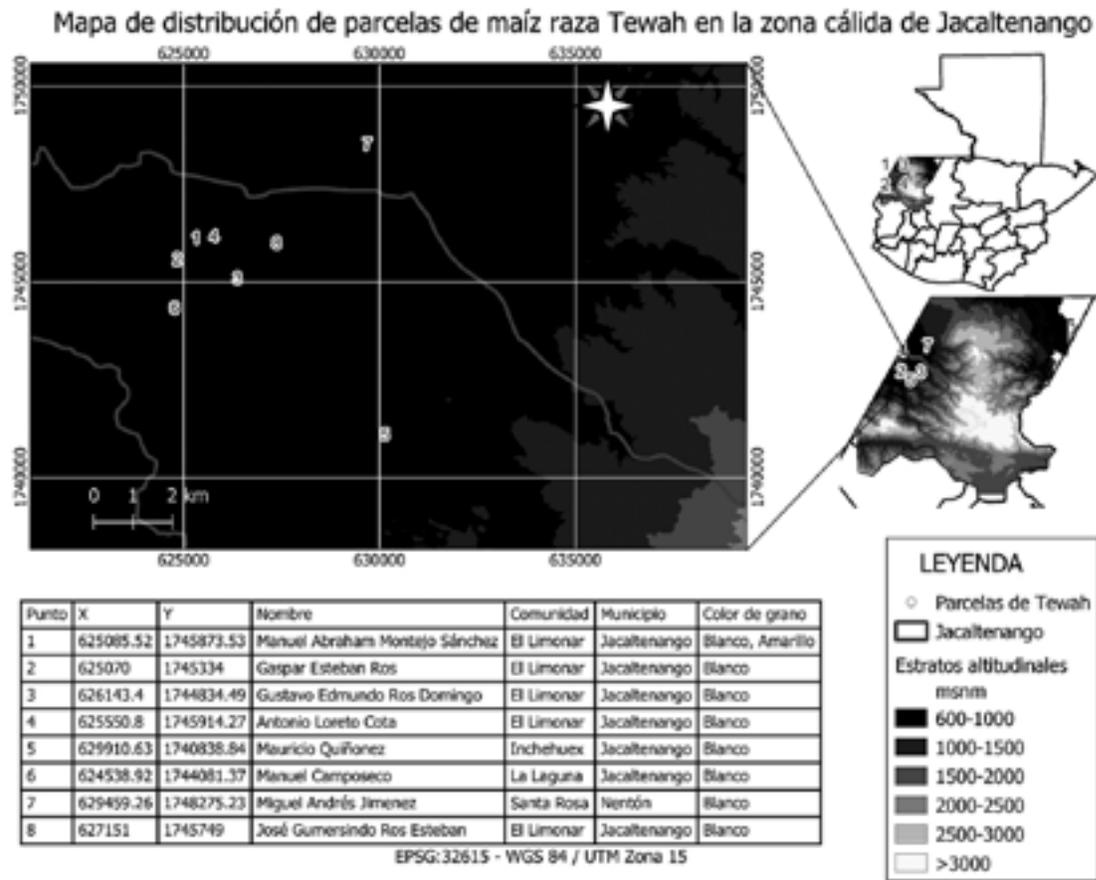


Figura 7. Distribución de parcelas de tewah blanco en la zona cálida de Huehuetenango

Las razones para la conservación son la nostalgia, el aprendizaje, la diversificación y la preservación de legados culturales establecidos en la región de Jacaltenango, ya que el tewah desde un principio fue el cultivo exclusivo que acompañó a los pobladores en su dieta para las jornadas laborales o en sus viajes de comercio. Un ejemplo es el llamado “pozole”, bebida refrescante elaborada a base de agua, maíz tewah y cacao (Fig. 8). En otras

veces al maíz se le agrega en lugar de cacao, maní o zapuyul tostado (semilla de zapote). Esta bebida se consume a diario, como fuente de carbohidratos y para saciar el hambre. Cuando se agrega zapuyul el nombre de la bebida es “Txup”, la cual se ofrece como un acto simbólico para solicitar ayuda, por ejemplo, para construir una casa o para solicitar colaboración con leña cuando se hacen pedidas de matrimonio.

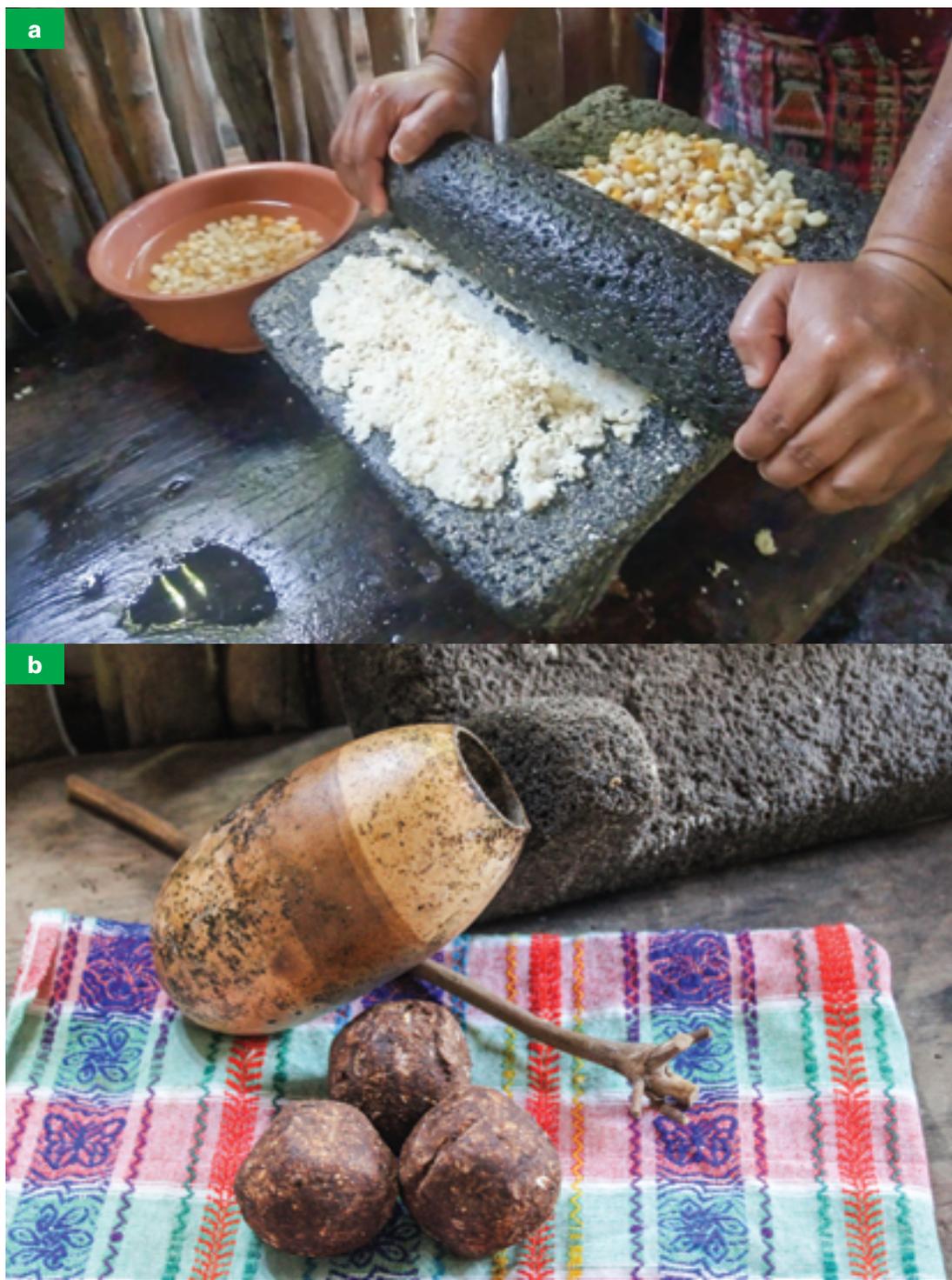


Figura 8. Elaboración de pozole. (a): molienda de la semilla de tewah; (b) bolas de masa con agregado de chocolate y utensilios utilizados en la elaboración del pozole.

Acciones a corto y mediano plazo para mejorar la conservación in situ podrían incluir aspectos como la recopilación de la información sobre el uso, características organolépticas de los subproductos y de todo aquel conocimiento tradicional asociado. Además, deberían incluirse acciones de mejoramiento participativo involucrando a comunidades y organizaciones, aprovechando la experiencia sobre el tema que se tiene principalmente en la sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango.

Desde el punto de vista de conservación ex situ, parte de estas semillas se están conservando en el banco de germoplasma del ICTA. Sin embargo, es necesario desarrollar una colección de germoplasma más sistemática para contar con materiales representativos de la región. Además, se debe ampliar esta exploración a la costa sur de Guatemala.

Consideraciones generales

El tewah es una raza aún presente tanto en México como en Guatemala. En Guatemala está distribuido solo en algunas regiones del área huista de Huehuetenango, donde se indica que es uno de los materiales genéticos de los más antiguos.

Se reporta que con anterioridad los agricultores de Huehuetenango cultivaban más este material genético; sin embargo, por diferentes razones está en proceso de desaparecer.

Por estudios realizados principalmente en México, se conocen las características agromorfológicas y genómicas de esta raza, indicando que está cercanamente empa-

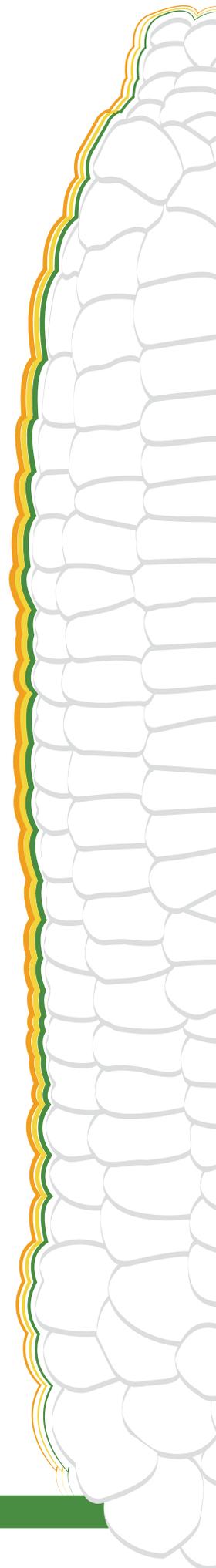
rentada con la raza comiteco, como había sido propuesto por Wellhausen et al. (1951). Además, con estos estudios se establece que los materiales identificados como tewah en Guatemala son similares a los materiales genéticos mexicanos previamente identificados dentro de esta raza.

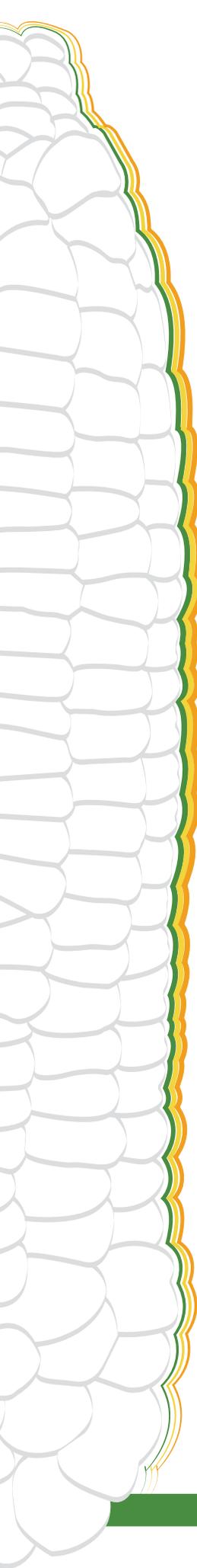
Es necesario continuar con la exploración y búsqueda de este material genético para aumentar el número de accesiones, tanto en el departamento de Huehuetenango como en localidades de la costa sur de Guatemala dado que su presencia es reportada en las colecciones del CIMMYT, México.

Se necesita hacer una caracterización agromorfológica de todas las accesiones obtenidas para contar con un patrón que establezca las características que definen la raza, así como sus patrones de diversidad.

Se debe promover su uso en el área de su distribución con fines de conservación. El rescate del conocimiento del uso de esta raza en gastronomía de la región es importante (uso como pozol, por ejemplo). Esto debe ir acompañado de la distribución de semillas, como ya se ha iniciado en Jacaltenango.

Se debe reportar como una raza presente en Guatemala, ya que en la publicación original de Wellhausen et al. (1957), a pesar de indicar que existe en Guatemala, no se describe como una raza de Guatemala. El nombre tewah de origen popotí enriquece el planteamiento que este material posiblemente tiene origen guatemalteco.



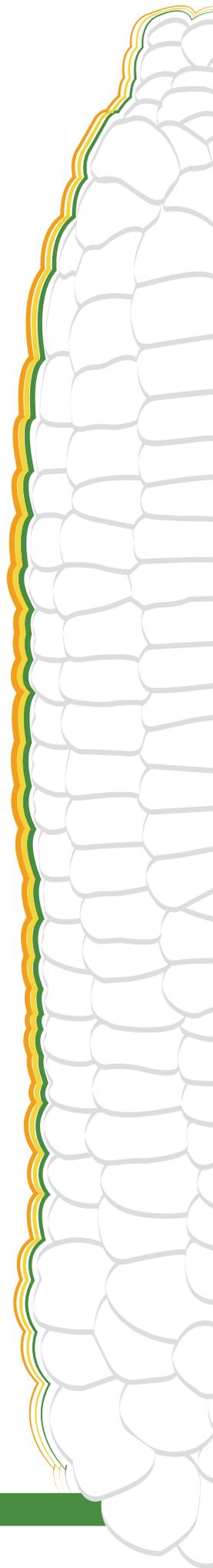


Bibliografía

- Caldú, J.L. 2016. Caracterización de las razas de maíz (*Zea mays* L.) tehua, zapalote chico, zapalote grande, comiteco y conejo por métodos genómicos. Universidad Nacional Autónoma de México Tesis Biólogo. 64 p.
- Caldú-Primo, L., Mastreta-Yanes, A., Wegier, A. and Piñero, D. 2017. Finding a needle in a haystack: distinguishing mexican landraces using a small number of SNPs. *Frontiers in Genetics*, Vol. 8. 12 p.
- CONABIO. 2015. Distribución de la raza de maíz Tehua (*Zea mays* subsp. *mays*) en México. Comisión para el conocimiento y uso de la biodiversidad en México.
- CONAP. 2021. Regeneración y caracterización de accesiones de maíz con adaptación a la zona de tierras bajas de Guatemala. Proyecto Bioseguridad CONAP-CATIE-GEF-UNEP.
- FAO e IPGRI. 2001. El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz. Guatemala.
- Montejo, V. (2020). Ixim: la leyenda del descubrimiento del maíz.
- Ortega Pacska, R. 1973. Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, México. 1946-1971. Tesis de Maestría en Ciencias en Botánica. Colegio de Posgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 198 p.
- Perales, R.H.R. y Hernández-Casillas, J.M. 2005. Diversidad del maíz en Chiapas. En: *Diversidad biológica de Chiapas*. González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N. y Ruiz-Montoya, L. (Coords.) Plaza y Valdéz-ECOSUR-COCYDTECH-México, D.F. pp. 419-438.
- Reif, J.C., Warburton, M.L., Xia, X.C., Hoisington, D.A. Crossa, J., Taba, S., Muminovic', J., Bohn, M., Frisch, M., and Melchinger, A.E. 2006. Grouping of accesiones of Mexican races of maize revisited with SSR markers. *Theor Appl Genet* (2006) 113: 177-185. DOI 10.1007/s00122-006-0283-5
- Torres-Morales, B., Ocardio-Rodriguez, M., Santacruz-Varela, A. Cordova-Tellez, L., Coutiño-Estrada, B., López-Sanchez, H. 2022. Diversidad morfológica y agronómica de siete razas de maíz del estado de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 13 número 4, 16 de mayo – 29 de junio, 2022
- Van Etten, J. 2006. Changes in farmers knowledge of maize diversity in highland Guatemala 1927/37-2004. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 2:12. Doi:10.1186/1746-4269-2-12
- Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., & Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena de Nutrición: Órgano Oficial de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología*, 45(3), 271-278. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>

Wellhausen, E.J., Roberts, L.M. y Hernández X., E., en colaboración con Mangelsdorf, P.C.. 1951. Razas de maíz en México Folleto técnico num. 5. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, Distrito Federal, México.

Wellhausen, E.J., Fuentes, A. y Hernández, A., en colaboración con Mangelsdorf, P.C. 1957. Razas de maíz en la América Central. Folleto técnico num. 31. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, Distrito Federal, México.





SALPOR MAJOCO: ¿una nueva raza de maíz en Guatemala?

César Azurdía, María de los Ángeles Mérida

Salpor majoco: ¿una nueva raza de maíz en Guatemala?

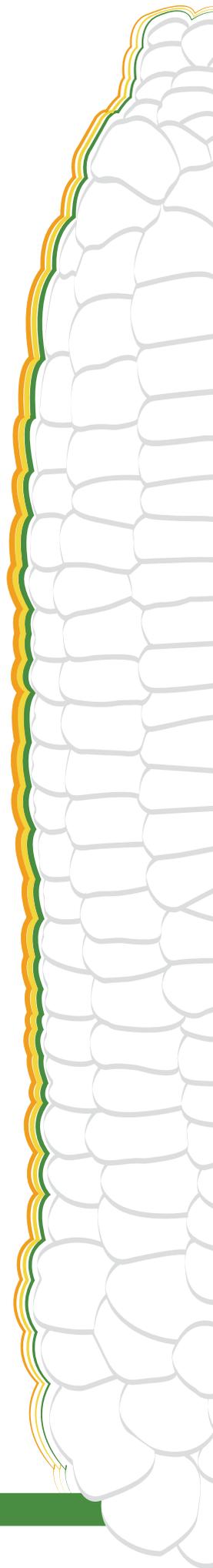
Introducción

Los estudios desarrollados por Wellhausen y colaboradores en 1951 y 1957 tanto en México como en Guatemala mostraron la diversidad de maíces presentes en ambos países, llegando a confirmarse que Mesoamérica es el centro de origen y diversidad del maíz. Sin embargo, se ha requerido de más estudios para mostrar la verdadera riqueza de la región. Por ejemplo, en 1951 Wellhausen y colaboradores reportaron la presencia de por lo menos 30 razas de maíz en México, dato que en la actualidad prácticamente se duplica (<https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>).

Para el caso de Guatemala, se han desarrollado varios trabajos sobre diversidad de maíces, pero no se ha profundizado en la revisión de las razas reportadas por Wellhausen et al. (1957), de tal manera que se cree necesario profundizar más en dicho tema.

Uno de los componentes del proyecto Bioseguridad CATIE-CONAP tiene como objetivo profundizar en la diversidad genética del maíz cultivado en Guatemala. Por ello, el hallazgo de materiales de maíz tipo salpor en el oriente de Guatemala es novedoso, dado que dichos materiales son una alternativa para la seguridad alimentaria de esta región, caracterizada por sus altos niveles de pobreza y desnutrición. Se tiene la ventaja que las poblaciones de dicha región ya conocen el cultivo de estos materiales genéticos y su aprovechamiento como fuente de harina de maíz utilizada en panificación.

En el presente escrito se plantean las diferencias entre los bien conocidos salpores del occidente de Guatemala y el salpor del oriente de Guatemala, así como su posible relación con otra raza reportada por Wellhausen et al. (1951) y Welhausen et al. (1957) denominada Dzit-Bacal.



Conocimiento actual sobre maíz salpor majoco en Guatemala

Según el reporte de Wellhausen et al. (1957), en Guatemala existen dos razas de maíz tipo harinoso denominadas salpor y salpor tardío, ambas distribuidas en el occidente de Guatemala a una altura promedio de 2,450 msnm, como se aprecia en la Fig. 9 elaborada con base en los datos reportados por dichos autores. La diferencia entre ambas razas es que el salpor tardío tiene un período de madu-

rez tardía y falta de fasciación en la mazorca. Ambos son la fuente de harina denominada salpor y de amplia utilización en panaderías y en gastronomía de la región. La Fig. 10 muestra las “salporas” elaboradas en panaderías de la región occidental de Guatemala. De acuerdo con M. Fuentes (comunicación personal) existen salpores en alturas más bajas como son aquellas localizadas en los departamentos de Sololá, Huehuetenango y Quiché. Estas poblaciones podrían ser interesantes en función de ampliación de la distribución de los salpores de occidente.

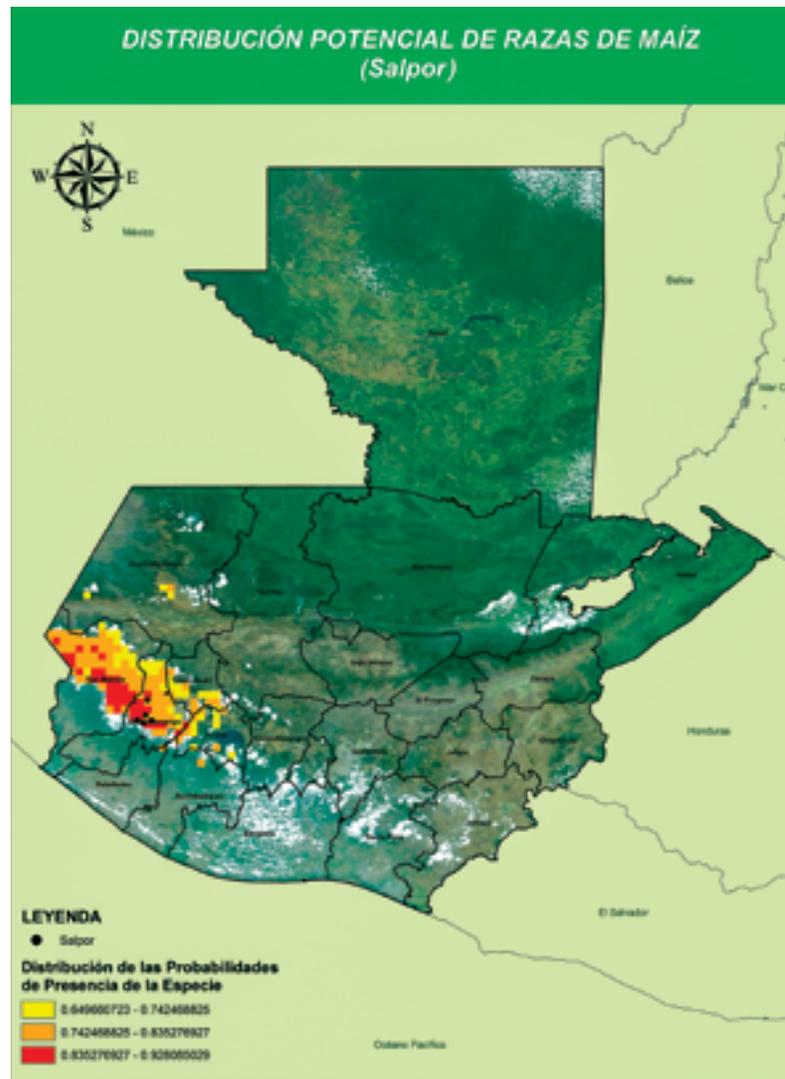


Figura 9. Distribución del salpor en el occidente de Guatemala.



Figura 10. “Salporas” elaboradas en el occidente de Guatemala.

Actividades de recolección desarrolladas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) con el apoyo del proyecto Bioseguridad CATIE-CONAP en los últimos tres años mostraron la presencia de un maíz tipo harinoso en la parte oriental de Guatemala en un rango altitudinal de 475 a 1,271 msnm, con una media de 800.6 msnm, el cual es denominado maíz salpor, maíz majoco o majoque (denominado salpor majoco en este escrito), el cual se utiliza en la región para la elaboración de harina y

productos de panadería, similarmente al salpor de occidente. Se conoce en los departamentos de Jutiapa, Jalapa, Santa Rosa y Chiquimula (Fig. 11). Por ello, representa un recurso genético importante en cuanto a seguridad alimentaria en el denominado corredor seco de Guatemala. Sin embargo, recolecciones desarrolladas el año 2023 mostraron que su presencia en la región ha venido disminuyendo como consecuencias de los efectos del cambio climático.

En la actualidad, se pueden encontrar los productos elaborados a partir de maíz salpor majoco en panaderías exclusivas de la región que ofrecen el producto. El caso más notorio

es en San Pedro Pinula, Jalapa (Fig. 12) en donde existe una panadería que compra la producción de este maíz y ofrece productos derivados de la harina durante todo el año.

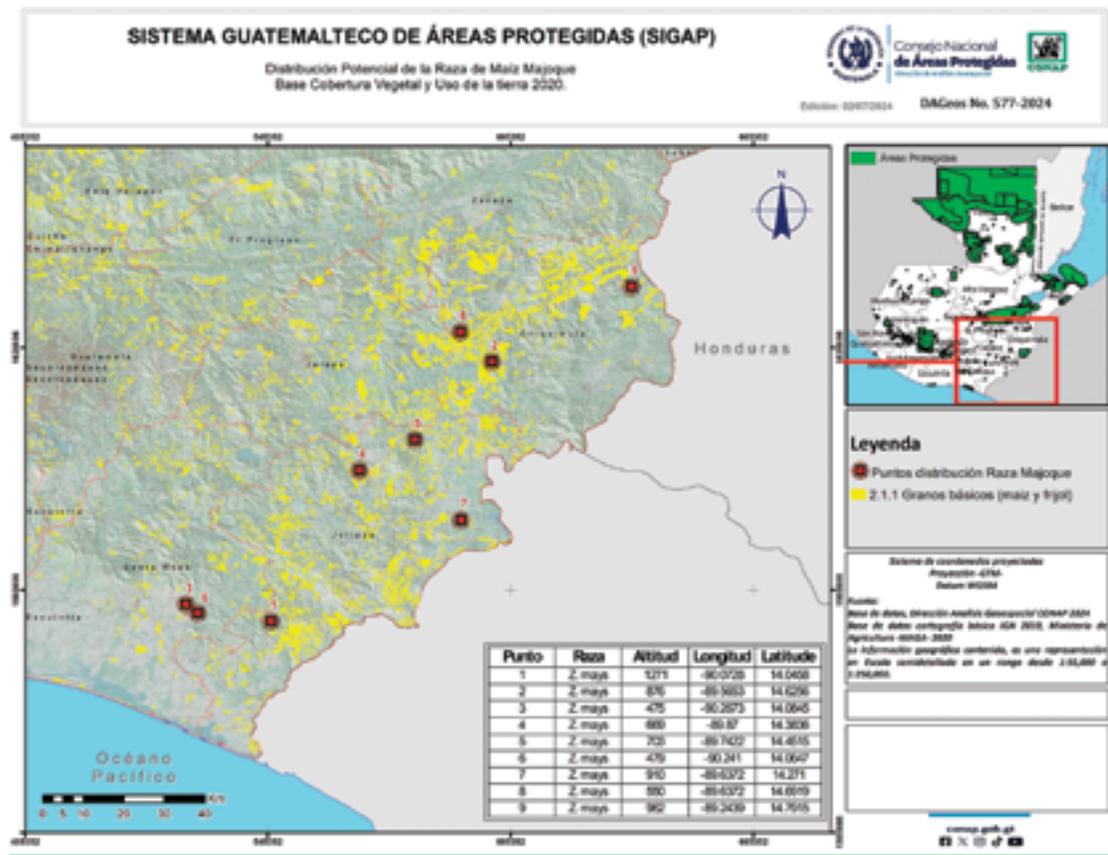


Figura. 11. Distribución del salpor majoco en el oriente de Guatemala, recolecciones desarrolladas por el proyecto bioseguridad CATIE-CONAP.



Figura. 12. Elaboración de productos de panificación a partir de maíz salpor majoco.

Este grupo de maíces es una buena alternativa para introducirse en el corredor seco del departamento de Huehuetenango donde no se conoce. Información obtenida de un agricultor

de la región mencionada al cual se le dieron algunas semillas para su siembra indica que se adapta bien a la región y que de su harina se puede elaborar pan de buena calidad (Fig. 13).



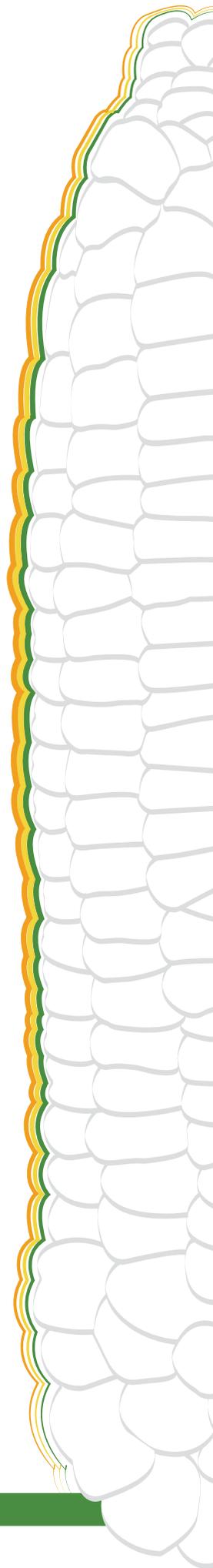
Figura. 13. Pan elaborado a partir de harina de salpor majoco en Santa Ana Huista. Crédito: Venancio Samayoa.

La caracterización agromorfológica conducida por el ICTA en diferentes regiones del país (en Quetzaltenango maíces de altura y maíces de clima seco en San Jerónimo, Baja Verapaz) mostró que ambos grupos de salpores son totalmente diferentes, como se aprecia en la

Fig. 14 y en el Cuadro 3. En general se puede apreciar que el maíz salpor majoco es más precoz, de menor altura, mazorcas más pequeñas con menor peso, grano menos pesado, mayor número de hileras y menor número de granos por hilera.



Figura. 14. Comparación de mazorcas de salpor majoco (a) con mazorcas de salpor de occidente de Guatemala (b)



Cuadro 3. Características agromorfológicas de salpor majoco y salpor. El primero está caracterizado en San Jerónimo, Baja Verapaz, y el segundo en Quetzaltenango, Quetzaltenango.

Carácter	Raza	
	Salpor majoco	Salpor tierra alta
Antésis masculina (días)	63	111
Antésis femenina (días)	65	122
Altura de planta (cm)	233	299
Altura mazorca (cm)	131	195
No. de hileras	13	10.67
No. granos/hilera	24	26.67
Longitud mazorca (cm)	13.26	19.25
Diámetro mazorca (cm)	3.98	4.85
Peso mazorca (gr)	67.39	231.77
Peso granos/mazorca (gr)	53.89	196.76
Peso 100 semillas al 13% humedad (gr)	23.1	65.26
Longitud grano (mm)	8.24	10.60
Ancho grano (mm)	9.75	10.3
Días madurez fisiológica	103	242
Altitud localidad colectado (msnm)	800.6 (promedio de 10 muestras)	2,370 (promedio de 8 muestras)

De acuerdo con M. Fuentes (comunicación personal) para entender el proceso de diferenciación de estos materiales, es importante documentar la historia de los materiales de

origen, su procedencia, tiempo de conservación y características agronómicas en cuanto a resistencia al cambio climático, resistencia a plagas y enfermedades, entre otras.

Relación con la raza Dzit-Bacal

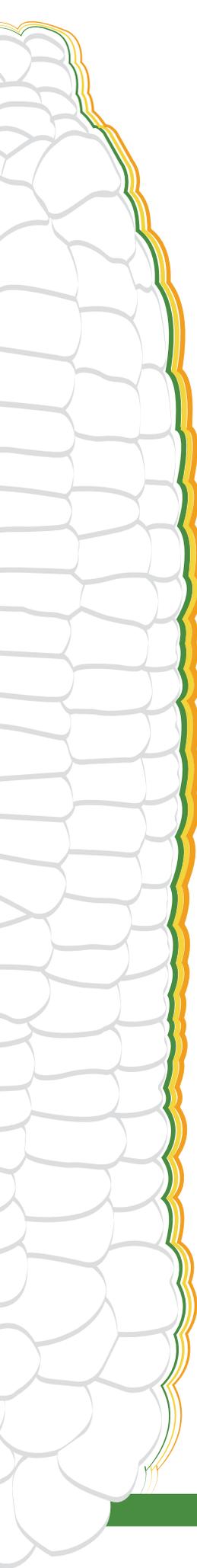
En la publicación de Wellhausen et al. (1957) no se hace referencia al maíz salpor majoco; sin embargo, se describe la raza Dzit-Bacal, con distribución en el oriente de Guatemala, muy similar a la distribución de lo que en la región se denomina salpor o majoco. La Figura 73 del escrito de Wellhausen et al. (1957) muestra una mazorca bastante blanda, casi harinosa, pero con un menor número de hileras como se presenta en el salpor majoco (Cuadro 3). Además, la descripción general de Dzit-Bacal indica que esta raza tiene mazorcas y granos más grandes. Wellhausen et al. (1951) describen para México a Dzit-Bacal como una subraza de la raza olotillo, distribuido principalmente en la península de Yucatán y caracterizado por tener mazorcas con ocho hileras. Además, Wellhausen et al. (1957) reportan que poblaciones puras de Dzit-Bacal se pueden encontrar en localidades de los departamentos de Jutiapa, Jalapa y El Progreso; sin embargo, en la recolección realizada por ICTA en los años 2021-2022 no se pudo comprobar dicha aseveración.

Algunas accesiones colectadas en el departamento de Quiché, a lo largo del corredor seco, refleja las características descritas tanto por Wellhausen et al. (1957) como por Wellhausen et al. (1951) (Fig. 15) para la raza Dzit-Bacal. Entonces, se puede adelantar que el maíz salpor majoco podría tener cierto parentesco con la raza reportada por Wellhausen et al. (1957) como Dzit-Bacal, por lo que es necesario profundizar en estudios que muestren su relación. Actualmente se conducen estudios genómicos y nutricionales que puedan ayudar a clarificar la situación del maíz salpor majoco.

Dzit-Bacal es de textura semidentada a dentada pero no llega a disponer las características harinosas de un salpor, lo cual sí marca una diferencia. Además, varias variedades mejoradas han tenido mejoramiento a partir de materiales de Dzit-Bacal dado que este tiene ciertas características de tolerancia a factores adversos como es sequía, característica no presente en los salpores (M. Fuentes, comunicación personal).



Figura. 15. Maíz Dzit-Bacal proveniente del corredor seco del departamento de Quiché.



Acciones a corto y mediano plazo

- Es necesario continuar con la recolección y caracterización de salpores de Oriente en todo el rango de su distribución, incluyendo la zona seca de Quiché.
- Se deben documentar los diferentes usos que se realizan de este material.
- Se debe realizar una campaña divulgativa para dar a conocer las ventajas que tiene este material genético como una opción alimentaria en el corredor seco de Guatemala.
- Se deben realizar estudios para comparar los materiales de Oriente con los del Occidente, principalmente de las zonas bajas de Quiché, Huehuetenango y Sololá para ver la existencia de cierta asociatividad, o bien, para fines de aprovechamiento de la integración de las dos razas oriente / occidente. Esto puede constituir un pool interesante para fines de aprovechamiento a través del mejoramiento y para ampliar base genética de adaptación y tolerancia a enfermedades de la mazorca que es la principal limitante de los salpores (M. Fuentes, comunicación personal)

Consideraciones generales

El salpor majoco es un grupo de maíces propio de la zona seca de Guatemala, distribuido en parte de lo que se conoce como corredor seco, región altamente afectada por la inseguridad alimentaria. Se diferencian notoriamente de los salpores que se cultivan en el occidente de Guatemala

Es un maíz harinoso que le da la calidad de un salpor, como lo llaman en algunas partes del oriente de Guatemala.

Es utilizado para elaboración de berreñiques o salpores (productos del proceso de panificación) sea a nivel de hogar o en panaderías locales. Su distribución es bastante similar a la reportada para la raza Dzit-Bacal.

Las características agromorfológicas de salpor majoco son un tanto diferentes a las descritas previamente para Dzit-Bacal. Las mazorcas de salpor majoco comparadas con algunas muestras de Dzit-Bacal son más pequeñas, tienen mayor número de hileras y menor peso de grano y condición 100 % harinoso. Se puede plantear la interrogante si el salpor majoco es una nueva raza o una subraza de Dzit-Bacal.

Es necesario continuar con la recolección y caracterización agromorfológica de una colección más grande de maíz salpor majoco así como apoyar su conservación *ex situ* e *in situ* promoviendo su conocimiento y uso.

Bibliografía

Wellhausen, E.J., Roberts, L.M. Y Hernández X., E., en colaboración con Mangelsdorf, P.C.. 1951. Razas de maíz en México Folleto técnico num. 5. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, Distrito Federal, México.

Wellhausen, E.J., Fuentes, A. y Hernández, A., en colaboración con Mangelsdorf, P.C. 1957. Razas de maíz en la América Central. Folleto técnico num. 31. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, Distrito Federal, México.

