

### Introducción

El cultivo de maíz es una de las actividades agrícolas más importantes en el territorio nacional, especialmente, por su vínculo con la seguridad alimentaria y nutricional de Guatemala. Según ICTA (2021), el consumo per cápita/año para Guatemala se estima en 114 kg (250 libras). Este cultivo es uno de los más sensibles ante fenómenos como incremento de temperatura, escasez y exceso de agua, vientos fuertes, entre otros fenómenos de índole meteorológico/climático, cabe destacar, con la influencia o efectos del cambio climático dicho cultivo podría verse aún más afectado.

Dada la importancia del maíz en Guatemala, resulta necesario la búsqueda de tecnologías (técnicas, semillas, conocimiento, entre otros) que permitan reducir los impactos del cambio climático. De acuerdo con Noriega,(2019), el 52% de las tierras cultivables del territorio de Tzamyuyup, Nahualá son utilizadas para la producción de maíz, por lo tanto debe ser imperativo la adaptación. Existe un abanico de opciones de adaptación que son funcionales bajo ciertas condiciones ambientales, pero, en otros contextos no brindan los mismos resultados. Cepal et al (2013) afirma que a pesar de que el incremento de temperatura trae consigo una disminución en la producción de maíz (kg/ha) a nivel nacional y para los departamentos del occidente podrían experimentarse incrementos en la producción de hasta 1.7 tn/ha. Sin embargo, debe considerarse que para que el rendimiento aumente debe existir un equilibrio entre los patrones de lluvia como afirma Ordaz et al. (2010) citado en Choriego, (2018). A partir de estos posibles escenarios se desarrolló la investigación con el objetivo de identificar el potencial de producción kg/ha de materiales nativos ajenos al entorno local de Nahualá (Pacachelaj) como una medida de adaptación al cambio climático, cabe destacar que se brindó un manejo agronómico técnico al cultivo/experimento, fundamentalmente en nutrición, que el manejo tradicional no cumple.

Los principales hallazgos fueron que el material M4 que pertenece a la zona de implementación (2750 msnm) tiene una mayor producción kg/ha seguido del material M1 cuyo origen de altitudinal es de 2,200 msnm.

### Objetivos:

#### Objetivo general:

Identificar el potencial de la biodiversidad de maíces nativos para fortalecer el medio de vida agricultura de maíz como una medida de adaptación al cambio climático

#### Objetivos específicos

1. Evaluar la producción kg/ha de los materiales nativos de maíz sometidos a condiciones distintas a su zona altitudinal de cultivo
2. Identificar el material nativo de maíz con mayor producción en grano kg/ha bajo condiciones de secano.
3. Deducir las dificultades u oportunidades existente en el uso de materiales nativos ajenos al entorno local.

### Metodología



Figura 1. Metodología empleada para la investigación.

### Resultados

El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques al azar con una duración de 289 días contabilizados desde el día de siembra hasta el día de cosecha, este fue un valor estándar para zonas altitudinales altas como registra ASOCUCH (2019). Los materiales empleados provienen de distintos ambientes (localidades) y orígenes altitudinales (cuadro 1), a los cuales están adaptados. Se empleó la densidad de siembra tradicional de Tzamyuyup de 62,500 plantas/ha para obtener producciones cercanas al 2,002.1 kg/ha (Noriega, K. 2019). La precipitación pluvial acumulada durante la investigación, mayo-septiembre, fue de 1320.4 mm y cubrió las necesidades del cultivo de 700 mm (ICTA, 2002). La fase de floración que ocurre entre julio y agosto las necesidades hídricas se vuelven mayores. Durante el desarrollo la investigación se registraron 13 días consecutivos sin precipitación pluvial (Figura 3), considerado como "canícula". Los efectos no fueron determinantes sobre el comportamiento de la humedad disponible en el suelo durante mencionado período (Figura 3) y la capacidad de campo en el suelo.

El comportamiento de la producción de los materiales evaluados entre bloques se observa en la figura cuatro. La producción de los diferentes materiales no resalta contundentemente algún material de maíz, a pesar de sus distintas procedencia altitudinales. Ureta et al. (2013), señalan que existe una asociación espacial/ambiental entre la distribución de razas o materiales de maíz. El 60% de los cinco bloques establecidos, los materiales M4 y M1 superan a los otros dos materiales. Sin embargo, en uno de los bloques todos son superados por el material M3.

Las medias de producción por cada material de maíz (Figura 5) muestra que el M4, local, presentó el mayor rendimiento, concordando con la asociación espacial significativa que señala Ureta et al. (2013). Seguido por el material M1 cuyo origen altitudinal fue de 2,200 msnm, es decir, de una zona más cálida y trasladarlo a una zona más fría, un cambio alrededor de 2.5°C. Es muy probable que dicho material tenga su centro de origen en la ubicación del estudio, y que por desplazamientos poblaciones en el pasado fue trasladado hacia una zona más cálida, González G., F.R (2013), señala que existieron oleadas de migración en Santa Catarina Ixtahuacán (incluye a Nahualá) como un "retorno" a los espacios de origen de los tiempos anteriores a la invasión española.

Con base a un análisis de varianza utilizando el modelo bloques al azar con el objetivo de evi-

denciar la existencia de diferencias significativas (5%) o altamente significativas (1%) entre las medias de producción de los materiales evaluados (cuadro 2); se procedió con

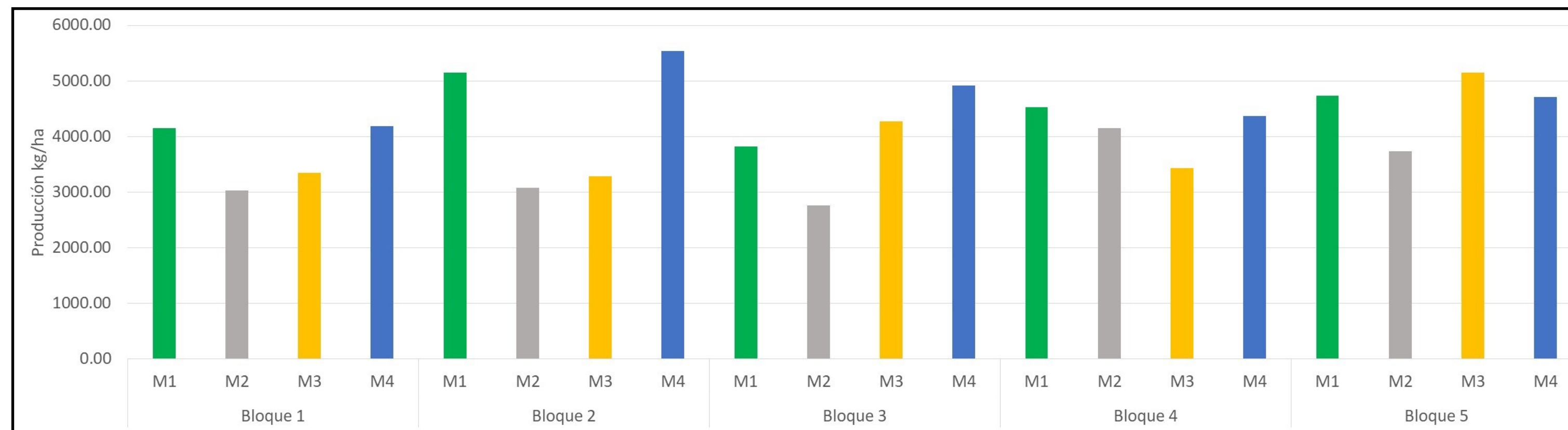


Figura 4. Comportamiento de la producción kg/ha de los materiales de maíz evaluados bajo los cinco bloques.

una prueba de medias Tukey, donde, se identificaron que los materiales evaluados M4, M1 y M3 estadísticamente son iguales en su producción, sin embargo, el material M2 procedente de Sololá es estadísticamente distinto en su producción al compararlo con los otros tres materiales de maíz M4, M1 y M3. Tanto el material M1 y M3 bajo las condiciones del presente estudio presentaron una tolerancia de cambio de zona agroecológica con temperatura más baja.

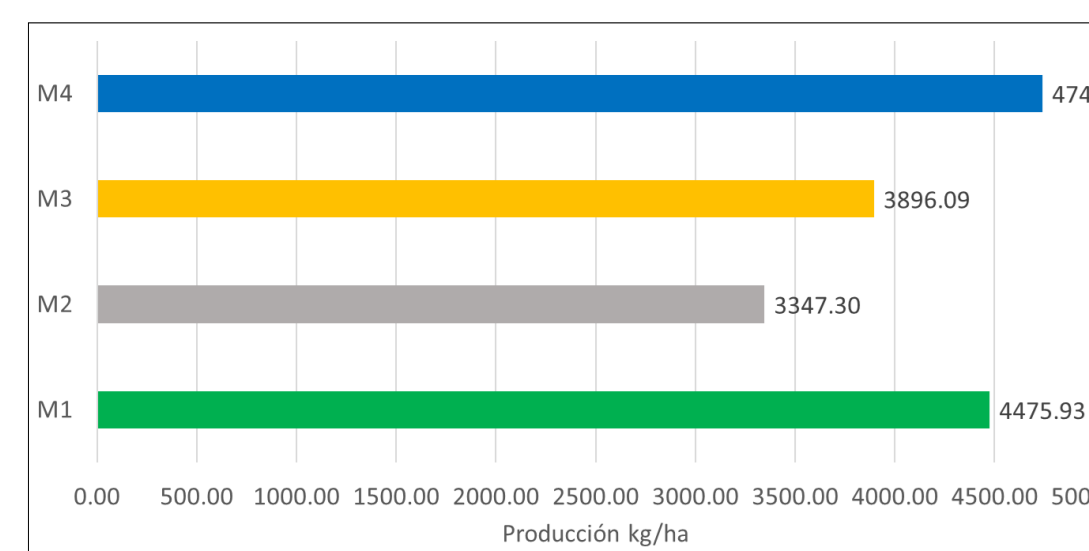


Figura 5. Producción promedio kg/ha de los materiales de maíz evaluados

Cuadro 1. Descripción de materiales de maíz utilizados y su origen altitudinal

Material utilizado	Origen altitudinal
M1 Pakim rendidor	2,200 msnm
M2 Sololá rendidor	2,400 msnm
M3 Sta. Lucía Uatlán rendidor	2,400 msnm
M4 Pacachelaj rendidor	2,750 msnm



Figura 2. Estudio establecido en campo y fase de desarrollo vegetativo

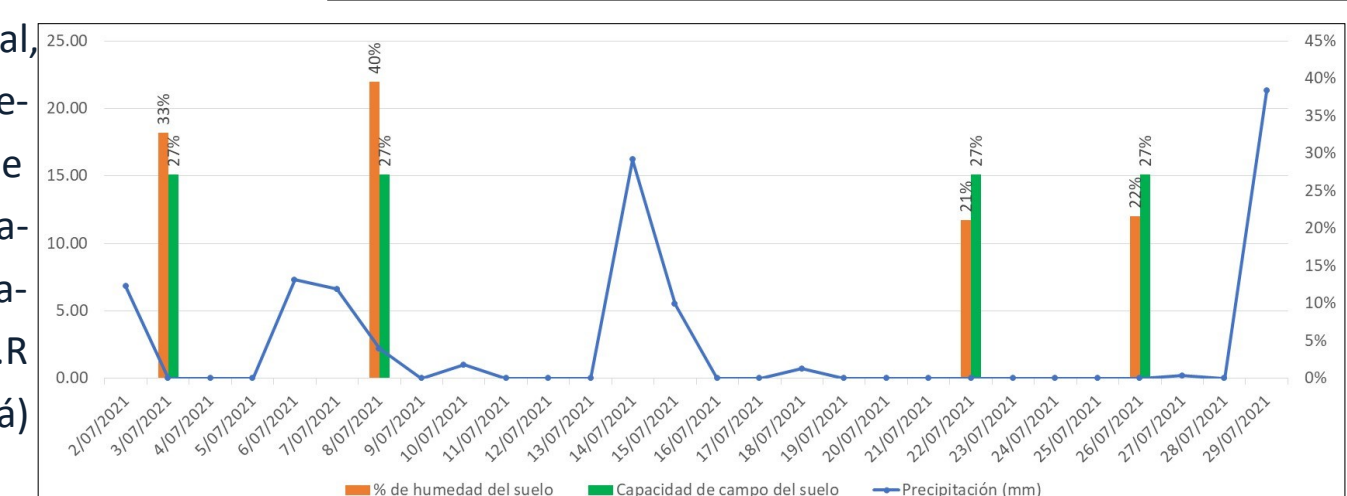


Figura 3. Medición del % de humedad en el suelo en fase de canícula

dentificar la existencia de diferencias significativas (5%) o altamente significativas (1%) entre las medias de producción de los materiales evaluados (cuadro 2); se procedió con

### Conclusiones

1. El material con mayor producción fue el material local M4 Pacachelaj con un promedio de 4,740.82 kg/ha, revelando su fuerte asociación espacial y ambiental, superando a los tres materiales empleados.
2. El material con el menor rendimiento promedio identificado es M2 Sololá con 3,347.30 kg/ha proveniente de una zona agroecológica más cálida.
3. El análisis de varianza arrojó como resultado que el coeficiente de variación fue de 14.45 y que existen diferencias significativas (5%) entre los materiales evaluados en esta investigación, destacándose dos grupos diferentes, los materiales M4, M1 y M3 sin diferencias significativas entre sí, pero contrastan estadísticamente con el material M2.
4. El material de maíz M1 procedente de un piso altitudinal más cálido presentó un potencial productivo cercano al material M4 y podría emplearse en el territorio de Tzamyuyup (y Pacachelaj) como parte de la riqueza genética de maíz.

### Recomendaciones

1. Guatemala al ser uno de los centros de origen de biodiversidad, fundamental de maíz y en el departamento de Sololá, presenta una riqueza genética de maíces que tiene un potencial productivo y asociado a las particularidades agroecológicas y climática en dicho territorio. Por lo tanto, resulta necesario continuar en la sistematización de respuestas en condiciones ambientales y sociales cambiantes.
2. Para futuras investigaciones, encaminadas a la adaptación al cambio climático, se debe considerar realizar evaluaciones en paralelo o serie de los mismos materiales en distintas condiciones climáticas o agroecológicas relativamente diferentes, con cambios de temperatura entre 1.5 a 2.5°C.
3. Estudiar rigurosamente el aporte de humedad por capilaridad del suelo y fuentes externas como el rocío para el cultivo de maíz durante el periodo seco y fase de canícula.
4. Para otros estudios similares, considerar sistematizar datos de cambios y efectos en los distintos estados fenológicos, fundamentalmente, la fase reproductiva y llenado de grano, reducción o ampliación temporal de cada una de las fases o estados. Además, el efecto sobre la polinización y la aceptabilidad al paladar de las personas o familias locales, entre otros beneficios no económicos de los distintos recursos que provee en el maíz.

### Literatura citada

- ASOCUCH. (2019). Caracterización morfológica de 32 materiales de maíz en el municipio de Concepción Huista Huehuetenango. <https://weseedchange.org/wp-content/uploads/2020/05/Caracterizaci%C3%B3n-Morfol%C3%B3gica-de-32-Materiales-de-Maiz-en-Concepcion-Huista-ASOCUCH-2019.pdf>
- ICTA, (2021). Programa maíz. <https://www.icta.gov.gt/maiz>
- CEPAL, SICA, & SECAC. (2013). Impactos Potenciales del Cambio Climático sobre los granos Básicos en Centroamérica. México. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27171>
- González, G., F.G. (2013). Esa gente es brava" Historia de las luchas territoriales en Santa Catarina Ixtahuacán 1790-1890. Tesis de licenciatura en historia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Marín Choriego, A. R. (2018). Impacto del Cambio climático en el rendimiento del cultivo de Maíz (Zea mays) en El Salvador. Zamorano, 43. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5f157ccb-bc4f-4865-a3ba-c522e0250e0/content>
- Noriega, K. (2019). Evaluación de la tecnología agrícola en conservación de suelos para la adaptación al cambio climático, aldea Tzamyuyup, Nahualá, Sololá. Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, EPS, Mazatenango. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12256/1/>
- Ureta, C., González-Salazar, C., González, E.J., Álvarez-Buylla, E.R., Martínez-Meyer, E., 2013. Environmental and social factors account for Mexican maize richness and distribution: A data mining approach. Agric. Ecosyst. Environ. 179, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.06.017>