

FONDO DE REFORMAS ESTRUCTURALES GIZ GUATEMALA

PN: 12.2463.3-001.00

ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DEL MODELO ÜTZ AWÄN: SISTEMAS MAYAS AGROALIMENTARIOS KAQCHIKELES DE LOS MUNICIPIOS PRIORIZADOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ.



Fuente: AGROTECNIA 2023.

PRODUCTO 5: PROPUESTA SUSTENTADA, SOBRE LA VISIÓN Y APOORTE DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS EN LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS NACIONALES (NDC), ESPECÍFICAMENTE EN EL TEMA DE MITIGACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO.

AGROTECNIA Alternativa Agraria y Empresarial
Contrato número: 83420126



Informe preparado para:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dirección:
5ta Avenida 17-49, zona 14
Ciudad de Guatemala
T +502 2315-8200
E reformas-guatemala@giz.de

Autor/Responsable/Editor etc.:
Equipo técnico AGROTECNIA -ALTERNATIVA AGRARIA Y EMPRESARIAL-
León Son Bal, Representante legal
Erick Leonel Son Velásquez Coordinador técnico
María Eugenia Díaz Castillo Consultora en cambio climático y desarrollo

Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva del autor/de los autores y pueden no coincidir con las del Fondo de Reformas Estructurales de la GIZ.

Diseño:
AGROTECNIA

Créditos fotográficos:
AGROTECNIA
Todas las fotografías cuentan con consentimiento de uso.

Impresión por:
AGROTECNIA

Ciudad de Guatemala, Guatemala, noviembre de 2023.

ÍNDICE

1.	PRESENTACIÓN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
3.	MARCO REFERENCIAL.....	4
4.	ANTECEDENTES.....	5
4.1.	De los pueblos indígenas y las NDC.....	5
4.2.	Del Modelo Ütz Awän.....	7
5.	OBJETIVO.....	7
6.	METODOLOGÍA.....	8
7.	INDICADORES SECTORIALES PLANTEADOS POR GUATEMALA EN SUS NDC.....	10
7.1.	Sectores priorizados.....	10
7.2.	Aspectos principales de la NDC.....	14
8.	DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS APORTES NDC.....	15
8.1.	Contexto del territorio.....	15
8.1.1.	Recursos naturales.....	15
8.1.2.	Amenazas.....	16
8.2.	Diagnóstico de las contribuciones del modelo Ütz Awän.....	17
8.3.	Aporte del modelo Ütz Awän en los indicadores NDC.....	19
8.3.1.	Ni k'a puq' raqën awën, (Preparación de la tierra, incorporación rastrojos).....	20
8.3.2.	J'osoj' y chenoj', (Primer y segundo raspado).....	23
8.3.3.	B'oloy y raxmul, (Surqueado y Calzado).....	24
8.3.4.	K'achiraj: Abonado.....	25
8.4.	Aportes del modelo Ütz Awän a los sectores planteados en las NDC.....	27
8.4.1.	Adaptación.....	27
8.4.2.	Servicios ecosistémicos.....	29
8.4.3.	Servicios de soporte.....	29
8.4.4.	Servicios de regulación.....	30
8.5	Aportes en mitigación.....	33
8.4.5.	Resultado de análisis COS y biomasa.....	33
8.4.6.	Carbono orgánico de los suelos con el modelo Ütz Awän.....	33
8.4.7.	Análisis de prácticas agrícolas para la estimación de CO ₂ -eq.....	34
8.4.8.	La viabilidad del modelo de producción basado en el Ütz Awän.....	39
9.	Propuesta Sustentada.....	41
9.1.	Propuesta de acciones de participación estratégica.....	41
9.2.	Propuesta de acciones de adaptación y mitigación.....	43
10.	CONCLUSIONES.....	45
11.	RECOMENDACIONES.....	47
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
13.	ANEXOS.....	52

13.1.	Anexo 1. Guía de cálculo para convertir toneladas de carbono a toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ -eq).....	52
13.2.	Anexo 2. Equivalentes de dióxido de carbono (CO ₂) en términos de su PCG en función de la cantidad de carbono almacenado (Ton/Ha)	53
13.3.	Anexo 3. Cálculo de Biomasa por localidad.....	54
13.4.	Anexo 4. Fotografías de mediciones en campo de Biomasa y COS	55
13.5.	Directorio de participantes en entrevistas a actores de responsabilidad.	57

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.	Indicadores de adaptación propuestos para las NDC por Guatemala.....	10
Tabla 2.	Indicadores de mitigación propuestas en las NDC por Guatemala	13
Tabla 3.	Cantidad de biomasa en toneladas por hectárea de materia seca incorporada en parcelas evaluadas	21
Tabla 4.	Contribución en adaptación por sectores del Modelo Ütz Awän a las NDC por sector	28
Tabla 5.	Contribución del modelo Ütz Awän a las NDC por sectores en las medidas de mitigación.....	30
Tabla 6.	Factores físicos del suelo con prácticas agrícolas para la estimación de carbono almacenado.	34
Tabla 7.	Comparación de aporte neto por hectárea en usos de suelos evaluados en diversos sistemas.....	36
Tabla 8.	Aportes netos de CO ₂ -eq por municipio.....	39
Tabla 9 .	Matriz de medidas bajo la propuesta sustentada	41
Tabla 10 .	Propuesta de Practicas de Adaptación para contribuir a las NDC de Guatemala	43

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Territorio del Reino Kaqchikel	17
Figura 2.	Ruwäch Che' (Árboles frutales)	20
Figura 3.	Parcela en período de descanso previo a la preparación del suelo para la nueva siembra	23
Figura 4.	Medición de biomasa en parcela de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.	23
Figura 5.	Josoj, (Primer raspado).....	24
Figura 6.	B'olój', (Surqueado)	25
Figura 7.	Compostas para realizar el K'achiraj, (Abonado)	26
Figura 8.	Sectores de adaptación priorizadas en las NDC en Guatemala.....	28
Figura 9.	Flujo del modelo Ütz Awän	32
Figura 10	Relación de CO ₂ -eq y porcentaje de materia orgánica (% MO) en parcelas bajo el modelo Ütz Awän.	36
Figura 11	Relación de biomasa en materia seca (MS) y CO ₂ -eq en el modelo Ütz Awän	37
Figura 12	Comparación de aportes de biomasa y materia orgánica el modelo Ütz Awän	38

ACRÓNIMOS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNCC	Consejo Nacional de Cambio Climático
CO ₂ -eq.	Dióxido de Carbono equivalente
CONADUR	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
CONAP	Comisión Nacional de Áreas Protegidas
COP 21	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
FRE	Fondo de Reformas Estructurales
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
GyCEI	Gases y compuestos de efecto invernadero
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDC	Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
LCIPP	Plataforma de Comunidades Locales y Pueblos Indígenas
NDC	Contribuciones Determinadas a nivel Nacional
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MICCG	Mesa Indígena de Cambio Climático de Guatemala
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
REDD+	Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques
SESAN	Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
Ton/ha	Toneladas por hectárea

1. PRESENTACIÓN

El cambio climático tiene una incidencia directa e indirecta en la producción de alimentos en muchas regiones, por ejemplo, a través de la pérdida de cosechas y el decremento de la calidad de vida de las poblaciones. Las perspectivas apuntan a que estos impactos sean aún más severos a partir del año 2030 y en un futuro a más largo plazo una amenaza para la seguridad alimentaria mundial.

Los pueblos indígenas llevan décadas alertando sobre el cambio climático basándose en los conocimientos y observaciones compartidos por sus ancestros, las abuelas y los abuelos, poseedores del conocimiento, así como en sus relaciones de reciprocidad con el mundo natural, han expresado con urgencia sus preocupaciones y advertido sobre los impactos del cambio climático.

Al momento de la firma del Acuerdo de París en 2015, los países participantes acordaron las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional, (INDC, por sus siglas en inglés). La parte más importante de estas contribuciones la constituyen las metas de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que los países se comprometieron a cumplir antes del año 2030. También incluyen los esfuerzos en materia de adaptación y cada vez más, las acciones para asegurar que la transición climática se haga con justicia y equidad.

En el acuerdo, se establece que las naciones tienen la obligación de entregar actualizaciones de sus NDC cada cinco años desde la firma de tal tratado internacional, que deben cumplir con el principio de progresividad. Esto significa que las metas de mitigación deben ser mayores en cada entrega y reflejar una mayor ambición.

La actualización de las NDC de Guatemala 2021, considera 34 metas para el componente de adaptación en los sectores de: Agricultura y seguridad alimentaria; Zonas marino-costeras; Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas; Gestión integrada de los recursos hídricos; Salud humana; e Infraestructura; y 10 metas para el componente de Mitigación en los sectores: Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; Energía; Agricultura; y Residuos. Las metas sectoriales cuentan con responsables institucionales de implementación, y con el apoyo y seguimiento del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como punto focal nacional. Además, se han tomado en cuenta los temas transversales de género, pueblos indígenas y comunidades locales; y financiamiento para la implementación de las NDC.

Se promovió la inclusión de consideraciones de género y pueblos indígenas en las metas y medidas que correspondieran, principalmente en aquellas del componente de adaptación. Para ello, se contó con la participación de representantes institucionales de género y de la

Mesa Indígena de Cambio Climático, quienes revisaron y brindaron aportes para mejorar las propuestas.

Este documento denominado ***Propuesta sustentada, sobre la visión y aporte de los pueblos indígenas en las Contribuciones Determinadas Nacionales (NDC), específicamente en el tema de mitigación del sector agroalimentario***, da a conocer los aportes del pueblo maya Kaqchikel y su modelo de producción agroalimentario “***Ütz Awän***”, a los sumideros de carbono y la forma en que estos pueden influir en los compromisos climáticos de Guatemala a través de la aplicación de prácticas tradicionales e interculturales como factor de adaptación y mitigación al cambio climático y alternativa tradicional resiliente.

Para identificar y analizar cómo el modelo Ütz Awän aporta a las NDC, se revisó la propuesta presentada por Guatemala ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), también se realizó un análisis especial como primer acercamiento de la cuantificación del carbono almacenado en las tierras con cultivos de sistemas agroalimentarios tradicionales del pueblo maya Kaqchikel que aplican el sistema Ütz Awän evaluando el grado de contribución en Ton/ha de CO₂-eq.

En tal contexto, este documento ofrece una propuesta de participación del pueblo maya Kaqchikel a las NDC especialmente alineadas a las estrategias de Adaptación y Mitigación desde la visión de los pueblos indígenas.

2. INTRODUCCIÓN

Los pueblos indígenas están entre las poblaciones más vulnerables a los efectos del cambio climático; al mismo tiempo son portadores de un conocimiento que es muy valioso para encontrar soluciones de adaptación, mitigación y conservación de los ecosistemas.

El Fondo de Reformas Estructurales (FRE) de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) en conjunto con la Asociación Sotz'il, trabajan junto con los pueblos indígenas y comunidades locales priorizadas del área maya Kaqchikel para recoger y sistematizar sus conocimientos con respecto a su vulnerabilidad frente al cambio climático; pero también para identificar las soluciones de mitigación y adaptación que ya implementan, para construirlas de manera conjunta.

Este documento brinda una síntesis sobre la situación actual de aporte del pueblo maya Kaqchikel a la acción climática nacional, y a la vez identifica elementos clave como prácticas y conocimientos propios acumulados durante miles de años que en materia del cuidado y conservación de la naturaleza han implementado, lo que hace relevante su participación en la generación de políticas de adaptación y mitigación del cambio climático, especialmente en la formulación e implementación de las NDC.

3. MARCO REFERENCIAL

Pese a las condiciones de riesgo ante el cambio climático bajo las cuales se encuentra Guatemala, el país se ha comprometido, desde una etapa muy temprana, a contribuir con la mitigación y adaptación. En este sentido, ha tenido avances en el marco político y de planificación para el abordaje del cambio climático (MARN et al., 2021). Uno de los más relevantes fue la ratificación del Acuerdo de París (Decreto 48-2016, 2016), la cual se presentó ante la CMNUCC el 24 de febrero de 2017, convirtiéndose la INDC en un compromiso adquirido por Guatemala a nivel internacional.

Unos años después, se inició el proceso de actualización de la NDC, con lo cual se articularon algunos de estos instrumentos de política que están relacionados con las metas planteadas, como se aclara a continuación (MARN et al., 2021). Para definir las metas, Guatemala se sustentó en instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (CONADUR, 2014), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Política Nacional de Cambio Climático (MARN, 2009a), la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013, o ley marco de cambio climático), el PANCC (CNCC, 2018), la Estrategia Nacional de Desarrollo con Bajas Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Gobierno de la República de Guatemala, 2018a), la Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación de los Bosques en Guatemala (GCI, 2018a) y la Estrategia Nacional REDD+ (GCI, 2020).

El país también ha tomado en consideración instrumentos como los Planes Estratégicos Institucionales que se encontraban disponibles conforme a los sectores vinculados directamente con el cambio climático.

4. ANTECEDENTES

4.1. De los pueblos indígenas y las NDC

En diciembre de 2015, se reunieron en París representantes de gobiernos, organizaciones de la sociedad civil, agrupaciones de pueblos indígenas y el sector privado con motivo de la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo del encuentro era determinar un camino a seguir a nivel mundial que limitara el aumento de la temperatura global a no más de dos grados centígrados sobre los niveles preindustriales y que permitiera a los países alcanzar cuanto antes los niveles máximos de emisiones de gases de efecto invernadero.

Con la adopción de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas en 2007, el reconocimiento del importante papel de estos ha seguido creciendo, ampliando sus contribuciones a la acción urgente y transformadora ante las interconectadas crisis climáticas, de biodiversidad y de salud. Antes de la 21ª sesión de la Conferencia de las Partes (COP15) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la conferencia responsable de la adopción del Acuerdo de París, los pueblos indígenas plantearon su preocupación respecto al objetivo de los 2°C de temperatura, instando a “las Partes en París a comprometerse con un aumento máximo de la temperatura de 1,5°C y a exigir una evaluación sobre si el objetivo debe reducirse aún más, hasta un aumento máximo de la temperatura de 1°C”.

Aunque estos esfuerzos no tuvieron éxito, los pueblos indígenas lograron la inclusión de un lenguaje que refiere a los derechos en el preámbulo del Acuerdo de París: “al adoptar medidas para hacerle frente al cambio climático, las Partes deberían respetar, promover y tener en cuenta sus respectivas obligaciones relativas a los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas”. Con respecto a la adaptación, el Acuerdo de París (Art. 7, párr. 5) establece que la acción debe basarse y guiarse por “los conocimientos de los pueblos indígenas”. Además, la COP 15 (decisión número 1, párr. 135) decidió establecer una plataforma para el intercambio de conocimientos indígenas y la implementación conjunta de mejores prácticas en materia de mitigación y adaptación. Esta decisión llevó a la creación de la Plataforma de Comunidades Locales y Pueblos Indígenas (LCIPP por su acrónimo en inglés), que ha estado en funcionamiento desde 2018.

Para implementar el Acuerdo de París, las partes decidieron que el principal mecanismo de rendición de cuentas serían las NDC, las cuales establecen los compromisos voluntarios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comunican medidas de adaptación. A pesar de varias críticas al esquema de las NDC, estos compromisos se rigen como una

“piedra angular” del proceso de política climática internacional (Pauw y Klein 2020), y representan un mecanismo estandarizado para identificar las prioridades de los países desde una perspectiva global (Shea y Thornton 2019). Las partes incluso están desarrollando un “marco de transparencia” que pretende estandarizar las métricas, las prioridades y la comunicación de las NDC (Kuyper et al. 2018). Este proceso se complementa con un balance mundial cada cinco años, el primero comenzó en 2021 y se completará a finales de 2023. A la fecha, no se ha revisado exhaustivamente la inclusión de los pueblos indígenas y sus derechos en las NDC, sin embargo, los análisis de las primeras NDC suscritas (2016-2019) han confirmado que la consideración de los pueblos indígenas es marginal en el mejor de los casos (Shea y Thornton 2019; Facilitative Working Group 2021a).

Los pueblos indígenas y las comunidades locales desempeñan un papel fundamental en la protección de los bosques, en la prevención de cambios en el uso de la tierra y la cobertura terrestre, que son importantes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones procedentes de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra representan casi un cuarto de las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero derivadas de actividades como la deforestación, la degradación forestal y la quema de biomasa tanto en superficies forestales como agrícolas.

Los bosques en particular actúan como un enorme sumidero de carbono, cuyo potencial de almacenamiento podría incrementarse entre 3 y 5 gigatoneladas de carbono al año si se potencian en medidas de reforestación a nivel mundial. Así pues, detener la deforestación y la conversión de la tierra de los bosques tropicales es una de las acciones más efectivas e inmediatas que puede emprender la comunidad global para reducir las emisiones.

Pueblos indígenas y comunidades locales es un tema transversal en los NDC presentados por Guatemala. Al igual que para el tema de género, las metas de adaptación al cambio climático se formularon incluyendo consideraciones para poblaciones vulnerables como la población indígena y las comunidades locales o rurales. Las propuestas de metas fueron revisadas y retroalimentadas en una reunión con la MICCG, considerando que esta es una plataforma representativa de los pueblos indígenas de Guatemala y vinculada al cambio climático.

“Los conocimientos y estrategias de los pueblos indígenas para sostener su entorno deben ser respetados y tenidos en cuenta a la hora de desarrollar enfoques nacionales e internacionales de mitigación y adaptación al cambio climático” (Documento final de la plenaria de alto nivel conocida como la Conferencia Mundial sobre los Pueblos Indígenas, párr. 36, 2014).

4.2. Del Modelo Ütz Awän

Este modelo les garantiza “Un medio de vida ancestral milenario”, donde se interrelacionan diversos sistemas de producción, expresiones espirituales y las diferentes relaciones con la naturaleza. El término Awän (milpa) se utiliza para referirse al sistema agrícola y cultural tradicional de cultivo de variedades criollas de maíz y otras distintas especies agrícolas (GIZ, 2023).

El pueblo maya Kaqchikel ha adoptado esta forma de cultivo diverso en los diferentes territorios que habita y lo ha conceptualizado como el “Modelo Ütz Awän”. Este sistema incluye la siembra del Awex (sistema milpa), Tikomal Qejoj (hortalizas), Ruwäch Che’ (árboles frutales), Wachichaj (hierbas comestibles), así como la regeneración de animales, viento, y agua, cuya siembra alimenta a las familias indígenas considerada el Ruk’ux o corazón. Además, se dispone de hierbas alimenticias como el quilete, lechuguilla, chipilín, macuy, regarakat, mux’ux y plantas medicinales para curar diferentes dolencias. Estas son utilizadas por el Ruk’ux o corazón del sistema, que son los hogares de las familias que trabajan el Awän.

5. OBJETIVO

El objetivo de este documento es dar a conocer el aporte del pueblo maya Kaqchikel por medio del modelo de producción agroalimentario Ütz Awän a la acción climática nacional y contar con una propuesta sustentada, sobre la visión y aporte de los pueblos indígenas en las Contribuciones Determinadas Nacionales (NDC), específicamente en el tema de mitigación del sector agroalimentario.

6. METODOLOGÍA



Fuente: Grupos focales y discusión con autoridades ancestrales de San José Poaquil, AGROTECNIA 2023

El proceso de desarrollo de la investigación se basó en una serie de actividades de recopilación de información de fuentes primarias y secundarias relacionadas con el modelo Ütz Awän y las metas de adaptación y mitigación en las NDC de Guatemala.

El levantamiento de la información dio inicio con la sistematización del modelo Ütz Awän y la documentación de las buenas prácticas agrícolas y ancestrales que el pueblo Kaqchikel practica, así como el desarrollo de un plan de adaptación al cambio climático en el cual se identificaron en conjunto las principales vulnerabilidades y las acciones a desarrollar para hacer frente a los cambios y variabilidad climática.

Para todo este proceso se desarrollaron instrumentos de recolección de información y se consideraron diferentes actores, quienes, a través de entrevistas y grupos focales dieron a conocer las diferentes prácticas agroalimentarias resilientes exitosas.

Se realizaron procesos de consulta a productoras y productores kaqchikeles de Chimaltenango y Sacatepéquez, representantes de colectivos como la MICCG, autoridades ancestrales, líderes ancestrales, técnicos locales y de instituciones de responsabilidad como el MAGA, el MARN, la SEGEPLAN y otros relacionados en el tema.

Para la documentación y análisis de la información se desarrollaron instrumentos como: boletas de entrevista semiestructurada, guías de preguntas generadoras, todo esto permitió recopilar información de experiencias exitosas locales que aportaron a la caracterización del modelo, evaluar la situación actual, identificar impactos, vulnerabilidades, aportes a la adaptación y mitigación ante el cambio climático y valoración del sistema para ser considerado como parte de las NDC de Guatemala.

La selección de las experiencias exitosas se determinó a través de indagación para la identificación de productoras y productores con experiencias de éxito que desarrollen el modelo Ütz Awän en el territorio, donde fueron priorizadas las organizaciones base de la Asociación Sotz'íl, que son: Cooperativa San Bartolo del municipio de San Bartolomé Milpas Altas y Asociación Mujeres en Acción del municipio de Sumpango del departamento de Sacatepéquez, Asociación B'alam de El Sitio Patzún, la Cofradía Ancestral del Pueblo y Alcaldía Indígena de San José Poaquil del departamento de Chimaltenango.

Se utilizó también información bibliográfica sobre la visión indígena en relación con la mitigación del cambio climático, sector agroalimentario, estudios elaborados a la fecha sobre medición de carbono en territorios indígenas de Guatemala, aportes de los pueblos indígenas en la implementación de las NDC, seguridad alimentaria y pueblos indígenas en el marco de las NDC, medios de vida de pueblos indígenas como factor de mitigación y adaptación, visibilización del tema indígena en las agendas de diálogo nacional relacionadas a las NDC, participación de actores indígenas clave en espacios de discusión gubernamental, todo lo cual ha sido documentado bajo una guía de recopilación de información teórica anexa al presente documento.

Por otra parte, también se elaboró un estudio de integración de la biomasa en los suelos que han sido manejados bajo el modelo Ütz Awän, con enfoque de fijación de carbono. Mediante el trabajo de campo, se tomaron muestras para las estimaciones de biomasa que se integran en los suelos en cuatro áreas (una por municipio) de Poaquil y Patzún, Sumpango y San Bartolomé Milpas Altas. Además, se cuantificó el carbono orgánico del suelo y biomasa en materia seca, en las cuatro localidades de intervención, con el fin de determinar una línea de base de la contribución de almacenamiento de Dióxido de Carbono equivalente CO₂.eq. como contribución a las medidas de mitigación planteadas en las NDC para Guatemala.

7. INDICADORES SECTORIALES PLANTEADOS POR GUATEMALA EN SUS NDC

Las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) constituyen los esfuerzos de los países que son parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y que proponen realizar para cumplir con el objetivo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel de no aumentar la temperatura del planeta por encima de los 2°C.

Con la entrada en vigor del Acuerdo de París, las partes se comprometieron a cumplir sus NDC ante la CMNUCC. Esto con el objetivo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Estas contribuciones deberán ser presentadas o actualizadas cada cinco años y ser progresivas a lo largo del tiempo, pudiendo ser ajustadas en cualquier momento, siempre y cuando se aumente su nivel de ambición.

En ese sentido, las NDCs de Guatemala integran tanto los compromisos de mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) como las prácticas de adaptación al cambio climático que nuestro país asume para el periodo 2020-2030.

7.1. Sectores priorizados

En la tabla 1 se muestra un resumen de las metas propuestas por sector. Luego, se describen los aspectos más relevantes de estas, como su alcance e instituciones involucradas en la implementación de medidas para alcanzar cada meta.

Tabla 1. Indicadores de adaptación propuestos para las NDC por Guatemala

Sector	Código	Meta
Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria	AGS-1	Al 2025 se han implementado medidas de conservación de suelos en 19500 hectáreas adicionales a las existentes en la línea base de 2020.
	AGS-2	Para el 2024 se ha disminuido la prevalencia de desnutrición crónica en la niñez menor de cinco años en 7.00 puntos porcentuales, con una reducción de 1.75% anual.
	AGS-3	Al 2025 se ha implementado y fortalecido un sistema de acceso a la información climática que difunde los datos generados por las Mesas Técnicas Agroclimáticas, por medio de boletines y una aplicación que facilite la actualización de la información climática a todas las personas y entidades usuarias.

Sector	Código	Meta
	AGS-4	Al 2025 se incrementa la superficie agrícola bajo sistemas de riego en al menos 4500 hectáreas.
	AGS-5	Al 2025, al menos 600 productores del departamento de Petén implementan mejores prácticas de ganadería sostenible en 13500 hectáreas. Entre estas se incluyen sistemas silvopastoriles, protección de suelo, recuperación de pasturas, conservación de remanentes boscosos, entre otros.
	AGS-6	Al 2025, Guatemala presenta al menos una propuesta de proyecto que atienda el tema de la ganadería sostenible a los fondos internacionales para el financiamiento climático.

Sector	Código	Meta
Zonas Marino Costeras	ZMC-1	Al 2025 se restauran y reforestan al menos 1500 hectáreas de ecosistemas de manglar, con la participación plena de las comunidades locales, pueblos indígenas y garífunas, grupos de mujeres y juventud.
	ZMC-2	Al 2025 se logra el ordenamiento pesquero con enfoque ecosistémico en al menos una de las principales pesquerías del país, la de tiburón. Esta meta abarca tanto el nivel industrial como el artesanal, e incluye la participación de hombres, mujeres, jóvenes y comunidades locales.
	ZMC-3	Al 2025, el CONAP ha aprobado los estudios técnicos de al menos dos (2) nuevas áreas protegidas en la zona marino-costera del Pacífico para incorporar al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Los estudios técnicos contarán con la participación y conocimiento de mujeres, hombres y comunidades locales y tendrán un enfoque que permita garantizar sus medios de vida.
	ZMC-3.1	Al 2025 se ha incorporado al menos una (1) nueva área protegida al SIGAP en la zona marino-costera del Pacífico. Este proceso se habrá socializado con mujeres, hombres y las comunidades locales.
	ZMC-4	Al 2025, el índice de salud arrecifal (ISA) de Guatemala se mantiene al mismo nivel que el de la línea base de 2020.

Sector	Código	Meta
	REA-1	Al 2025, el 32% del territorio nacional (3479 124 ha) se encuentra cubierto por bosques y al menos un 30% de ellos bajo manejo es atendido por mujeres indígenas y no indígenas.

Sector	Código	Meta
Recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas	REA-2	Para 2025, la tasa de degradación por incendios forestales se reducirá a 36972 hectáreas anuales, lo cual constituye una mejora del 5% con respecto a la tasa de la línea base. Se mejorará la prevención de los incendios forestales al abordar estrategias relacionadas con los problemas coyunturales desde la perspectiva social. La superficie afectada por incendios forestales no excederá el límite de 20000 hectáreas en promedio por año para el periodo 2021-2025.
	REA-3	Al 2025, se ha incrementado en 30300 hectáreas la restauración forestal y superficie bajo manejo a través de las modalidades de «plantaciones forestales», «sistemas agroforestales» y «restauración de tierras forestales degradadas» de los programas de incentivos forestales PROBOSQUE (26900 hectáreas) y PINPEP (3400 hectáreas).
	REA-3.1	(submeta) Incrementar en 10659 hectáreas la superficie bajo la modalidad de «sistemas agroforestales» de los programas de incentivos forestales PROBOSQUE (7587 hectáreas) y PINPEP (3072 hectáreas).
	REA-4	Al 2025 se integrará el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en los instrumentos estratégicos institucionales de las entidades gubernamentales rectoras como el MAGA, MARN, CONAP e INAB.
Sector	Código	Meta
Gestión integrada de recursos hídricos	GRH-1	Al 2025, en al menos el 35% de las cuencas, subcuencas y microcuencas del país se han implementado programas, planes, estrategias y manuales técnicos para la gestión integrada del recurso hídrico a nivel del territorio, respetando su gobernanza, con enfoque de género y pertinencia cultural.
	GRH-2	Al 2025, el 50% de las cuencas y de los sitios estratégicos de importancia hidrológica cuentan con planes para la protección del área y para el manejo sostenible. Estos planes tienen un enfoque de cuencas hidrográficas y de ordenamiento territorial con pertinencia cultural y enfoque de género, de acuerdo con el contexto social.
	GRH-3	Al 2025, las 38 cuencas hidrográficas del país cuentan con una guía para medir la calidad y el caudal, y permitan el reporte sobre su estado. El 10% de las cuencas cuentan con índices de calidad de agua y de caudal.
	GRH-4	En el 2025 habrá más de 3000 ha de bosques de ribera restaurados.

Sector	Código	Meta
	GRH-5	Al 2025, se habrá iniciado con la creación de un sistema de alerta temprana nacional. Para ello, se realizará un mapeo completo de todos los sistemas existentes y en proceso de implementación, el cual servirá de insumo para su integración a nivel nacional.

Sector	Código	Meta
Salud Humana	N/A	No se definieron metas, sino una hoja de ruta.
Infraestructura	N/A	No se definieron metas, sino una hoja de ruta.
Sistemas agroalimentarios de los pueblos indígenas	N/A	No se definieron metas, sin una hoja de ruta.

Tabla 2. Indicadores de mitigación propuestas en las NDC por Guatemala

Sector	Meta	Indicador
Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Meta no condicionada al apoyo internacional: Al 2030, se ha reducido el 11.2% de las emisiones de GEI con respecto al escenario tendencial, lo cual conlleva reducir al menos hasta llegar a 65 millones de toneladas de CO2-eq.	UTC-1 Conservación, protección y manejo sostenible de los bosques. UTC-2 Reducción de la degradación de los bosques por la prevención y control de incendios. UTC-3 Establecimiento de plantaciones forestales. UTC-4 Restauración de áreas degradadas.
Energía	Meta condicionada al apoyo internacional:	ENE-1 Priorizar energía limpia para la generación de energía eléctrica.
Agricultura		ENE-2 Movilidad sostenible (electromovilidad y biocombustibles).
Residuos	Al 2030 se ha reducido el 22.6% de las emisiones de GEI con respecto al escenario tendencial, lo cual conlleva reducir al menos hasta llegar a 56.6 millones de toneladas de CO2-eq	ENE-3 Cambio en la matriz energética. AGR-1 Estrategia nacional de ganadería bovina sostenible con bajas emisiones. RES-1 Captura de metano en el vertedero de la zona 3 y su aprovechamiento para la generación de energía eléctrica. RES-2 Proyecto campo limpio

Fuente: Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada (CND, NDC por sus siglas en inglés) de Guatemala 2021-MARN

7.2. Aspectos principales de la NDC

Guatemala mantiene su compromiso de reducir las emisiones de GEI proyectadas en un 11.2% para 2030. Esto incluye acciones específicas para los sectores forestal y otros usos del suelo, energía, agricultura y residuos.

El país cuenta con información clara, confiable y actualizada sobre su situación de cambio climático, lo cual le permite plantear estrategias para reducir la vulnerabilidad y desarrollar acciones sectoriales que contribuyan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con recursos propios y hasta en un 22.6% con apoyo internacional.

La actualización de las NDC de Guatemala realizada en el año 2021 incluye 10 medidas sectoriales para el desarrollo bajo en emisiones para establecer un ambiente saludable y seguro para la ciudadanía guatemalteca y 34 objetivos para abordar la adaptación y desarrollar la resiliencia climática.

Dicha actualización se basó en un proceso altamente participativo que estableció objetivos inclusivos de cambio climático junto con pueblos indígenas, comunidades locales y mujeres, en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Guatemala ha desarrollado capacidad institucional y ha establecido arreglos de gobernanza para vincular las prioridades nacionales de mitigación y adaptación con los compromisos globales y cumplir con los requisitos de la CMNUCC.

8. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LOS APORTES NDC

8.1. Contexto del territorio

Con base en el censo 2018 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el total de la población guatemalteca asciende a 17,602,431 personas que habitan el territorio nacional, de este total, el 49.20% son hombres y el 50.80% son mujeres. Se estima que la población maya Kaqchikel está conformada por aproximadamente 1,028,324 de personas que habitan actualmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y otros siete departamentos de la república de Guatemala.

El reino Kaqchikel ocupa varias zonas de vida, la mayoría de los municipios se encuentran en una zona de clima templado, que se vuelve más frío en las regiones de mayor altitud. Las temperaturas pueden variar desde un promedio de 18°C a 25°C, con mínimas de 12°C. La temporada fría se extiende desde noviembre hasta enero, seguida de una temporada seca de febrero a abril, y luego una temporada lluviosa que va desde mayo hasta noviembre de forma regular.

La mayoría de los productores en el área de estudio aprovechan estas condiciones climáticas para aplicar el modelo Ütz Awän, lo cual ocurre entre los meses de diciembre y enero, y la cosecha tiene lugar a finales de abril o principios de mayo.

8.1.1. Recursos naturales

Existen suelos en Chimaltenango que en su mayor parte han sido cubiertos por ceniza volcánica, con partes de esquistos y arcilla a poca profundidad. Estos suelos son profundos y se desarrollan sobre ceniza volcánica de color claro, presentando un subsuelo amarillento o café rojizo. Se caracterizan por sus pendientes en exceso y profundos barrancos de paredes perpendiculares. También se encuentran suelos poco profundos, erosionados, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro y suelos poco profundos desarrollados sobre roca (Barrera, 2011).

De acuerdo con el Plan de Adaptación al Cambio Climático del departamento de Sacatepéquez (2022), el territorio o el departamento cuenta con una cobertura forestal estimada de 17,804 Ha, conformado por varios tipos de bosques, entre ellos: bosque húmedo montano bajo tropical, bosque muy húmedo montano tropical, bosque muy húmedo premontano tropical, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial montano tropical; sus principales recursos hídricos son: río Guacalate, río Los Encuentros, río Las Cañas, río Pensativo y río Sumpango.

Para el departamento de Chimaltenango, según el Instituto Nacional de Bosque (INAB), se contaba con una cobertura forestal de 92,161 hectáreas.

Este departamento posee terrenos planos, quebrados, lomas, abundantes barrancos, colinas y cerros. Los terrenos planos son utilizados para la agricultura, contando con una gran cantidad de recursos hídricos, como riachuelos, quebradas, etc. Esta diversidad agrícola está representada por siembra de maíz, frijol, fresa, mora, frambuesa, hortalizas y muchos más cultivos para los mercados nacionales e internacionales

8.1.2. Amenazas

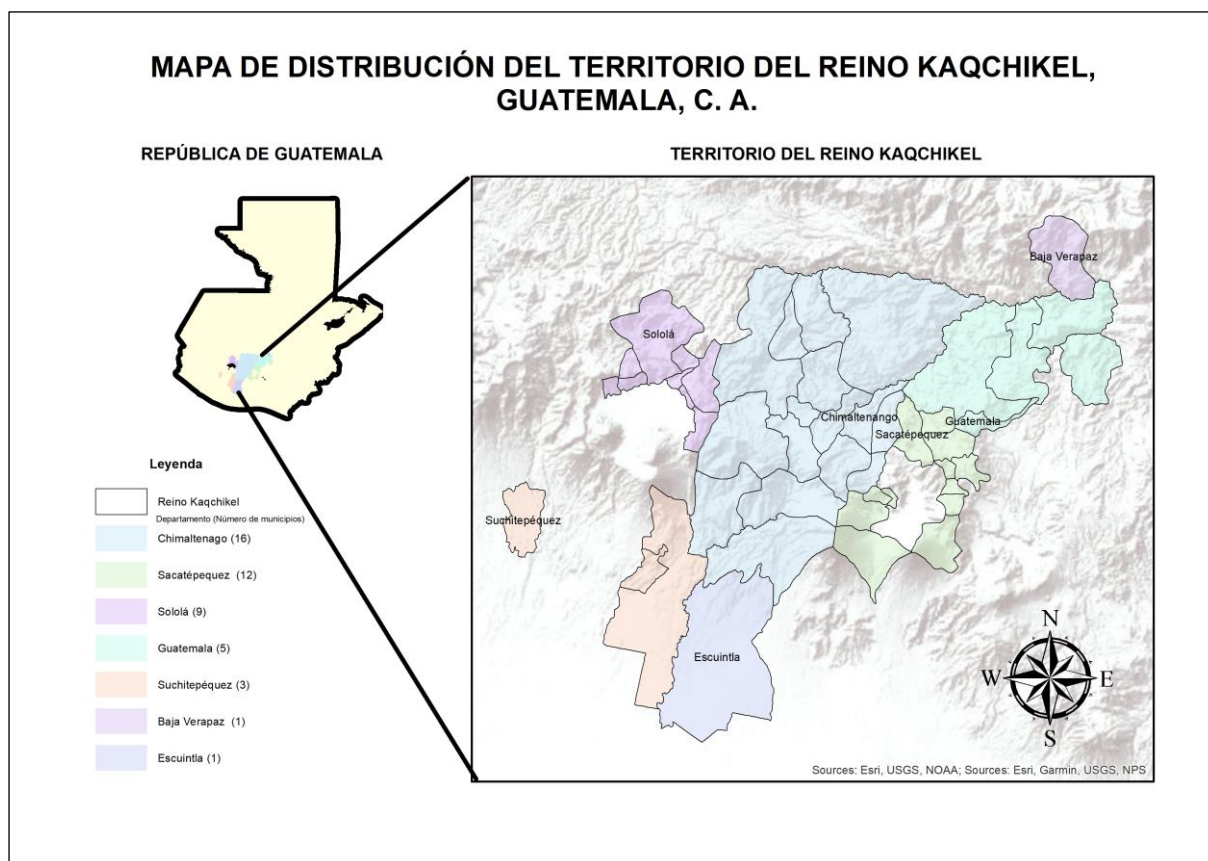
El pueblo maya Kaqchikel en Guatemala enfrenta diversas amenazas relacionadas con el cambio climático. La más sensible es la variabilidad del clima la cual ha ocasionado mayor incidencia en los patrones climáticos, lo que resulta en períodos de sequía más prolongados y lluvias intensas e impredecibles. Estas variaciones pueden afectar la disponibilidad de agua para la comunidad, tanto para consumo humano como para sus cultivos.

En cuanto a la disponibilidad de agua por la disminución de las precipitaciones pluviales y el agotamiento de los recursos hídricos, agravados por el cambio climático, han llevado a muchas comunidades kaqchikeles a afectar su capacidad para el riego de cultivos, el abastecimiento de agua potable y uso para otras actividades cotidianas.

Respecto a la degradación de los suelos, los eventos climáticos extremos, como lluvias intensas, inundaciones y deslizamientos de tierra, pueden causar erosión del suelo y su posterior degradación. Esto tiene un impacto negativo en la capacidad del pueblo maya Kaqchikel para cultivar alimentos y mantener sus medios de subsistencia.

El cambio climático también contribuye a la pérdida de biodiversidad en las regiones habitadas por los kaqchikeles. Los cambios en los patrones de temperatura y las condiciones climáticas pueden alterar los hábitats naturales y afectar al desarrollo y existencia de las especies vegetales y animales que son importantes para la subsistencia y para las comunidades kaqchikeles. Además, la inseguridad alimentaria tiene como parte de sus causas la variabilidad del clima, la sequía y otros eventos climáticos extremos que afectan la producción agrícola y la disponibilidad de alimentos. Es importante destacar que estas amenazas no son exclusivas del pueblo maya Kaqchikel y afectan a muchas comunidades indígenas y rurales en Guatemala.

Figura 1. Territorio del Reino Kaqchikel



Fuente: Elaborado por AGROTECNIA, con datos obtenidos de la Historia y Memorias de la Comunidad Lingüística Kaqchikel, Volumen II, Instituto Geográfico Nacional (IGN).

8.2. Diagnóstico de las contribuciones del modelo Ütz Awän

El diagnóstico realizado al modelo Ütz Awän, proporciona información de las principales fuentes de emisión e identifica en cuáles de los sistemas agroalimentarios se tienen mayores oportunidades para la mitigación. La investigación realizada demuestra de forma consistente que las comunidades kaqchikeles son administradores eficaces de los territorios, gestionan ecosistemas de forma sostenible, promueven su restauración y protegen contra la deforestación ilegal e insostenible.

La contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Guatemala prioriza al sector agropecuario en la lucha contra el cambio climático con un fuerte enfoque en la adaptación, el desarrollo de políticas públicas para el fortalecimiento de la institucionalidad y mecanismos sectoriales que favorezcan la implementación de acciones en materia de recursos hídricos, extensión rural y desarrollo integral rural.

Las actividades agropecuarias tienen una alta vulnerabilidad al cambio climático, ya que se ven particularmente afectadas por la ocurrencia de sequías e inundaciones y los cambios en la temperatura. Estos impactos tienen consecuencias determinantes en la seguridad alimentaria (CNCC, 2018; MARN et al., 2021). Además, este es un sector con una alta relevancia para los pueblos indígenas y comunidades locales. Por ello, se consideró prioritario incluir metas que reconozcan y respeten sus conocimientos y prácticas tradicionales.

Para este sector se formularon seis metas. El principal responsable de su implementación, monitoreo y reporte es el MAGA, por tratarse del ente rector del sector. Solamente la meta AGS-2 es responsabilidad de la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Presidencia de la República (SESAN), entidad que coordina el Sistema de Seguridad Alimentaria y Nutricional y el Sistema de Información, Monitoreo y Alerta de la Inseguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN, 2006).

En este sentido, el modelo Ütz Awän contribuye con el sector agricultura, ganadería y seguridad alimentaria principalmente con la meta AGS-1, ya que, para este sistema agroalimentario, las prácticas para la gestión y conservación del suelo es fundamental para mantener la fertilidad y la productividad de la tierra.

Algunas acciones de adaptación y mitigación que contribuyen con los diferentes sectores y metas planteados por Guatemala dentro de sus NDC son las siguientes:

- Contribuye a la biodiversidad en el territorio.
- Mejora la cobertura del suelo y las áreas de recarga hídrica.
- Limita el uso de agua mediante prácticas de conservación del agua.
- Aporta al ciclaje de nutrientes y minimiza el uso de insumos externos que generan emisiones de efecto invernadero, lo que contribuye a reducir la huella ambiental.
- Contribuye a la subsistencia sostenible mediante la diversificación de especies y la crianza de animales.
- Evita prácticas como la roza y la deforestación.
- Fomenta la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos, y las siembras en contorno o en curvas de nivel para la gestión del suelo.
- Promueve el uso responsable del agua.
- Implementa prácticas de conservación de suelo.
- Uso eficiente del riego, con ello se evita la pérdida del recurso hídrico y se mejora la protección de las fuentes de agua locales y a la vez se previene la contaminación, ya que no se hace uso de agroquímicos y otros productos tóxicos.

El modelo Ütz Awän se enfoca en la producción agroecológica sostenible y la gestión comunitaria, está relacionado con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) del país. Este modelo ha proporcionado a las familias acceso a una amplia variedad de alimentos que mejoran la diversidad y calidad de su dieta. Además, contribuye a la conservación de saberes ancestrales, técnicas de manejo sostenibles y buenas prácticas para la producción, lo que apoya los medios de vida de las familias, mejora la seguridad alimentaria y nutricional, y aumenta la resiliencia.

En general, el modelo Ütz Awän se ha alineado de forma natural con varios ODS, incluyendo el ODS 2 (Hambre Cero), el ODS 3 (Salud y Bienestar), el ODS 5 (Igualdad de Género), el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), el ODS 13 (Acción por el Clima), el ODS 14 (Vida Submarina) y el ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres). Además, las prácticas del modelo contribuyen a las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) de Guatemala, al fomentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

Al igual que para el tema de género, las metas de adaptación al cambio climático se formularon incluyendo consideraciones transversales para poblaciones vulnerables como la población indígena y las comunidades locales o rurales como es el caso de la comunidad Kaqchikel. Las propuestas de metas fueron revisadas y retroalimentadas en una reunión con la MICCG, considerando que esta es una plataforma representativa de los pueblos indígenas de Guatemala y vinculada al cambio climático; sin embargo, aún existen brechas en cuanto a las aportaciones que los conocimientos y prácticas realizadas por miles de años en materia de cuidado y conservación de la naturaleza conservan modelos como el Ütz Awän y que son fundamentales en adaptación y mitigación, apropiadas para la lucha contra el cambio climático y la conservación de la biodiversidad.

8.3. Aporte del modelo Ütz Awän en los indicadores NDC

Guatemala es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, por lo que las opciones de adaptación y mitigación priorizadas responden también a los grandes ejes planteados en el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático.

Las prácticas ancestrales definidas en el modelo Ütz Awän, adoptado por las comunidades kaqchikeles, permitirán abordar metas de mitigación y adaptación en agricultura, zonas marino-costeras, seguridad alimentaria, recursos forestales y gestión de recursos hídricos, reduciendo la vulnerabilidad del país y fortaleciendo la resiliencia de una economía baja en emisiones de GEI.

El modelo Ütz Awän ha contribuido a generar importantes beneficios medioambientales y socioeconómicos mediante sistemas de producción como el Xol che' que es el estrato más alto del sistema compuesto por árboles, arbustos, las especies más comunes que se encuentran son tz'ite (palo de pito), lemob' el aliso, kisïs (ciprés), chäj (pinos) y equiche', raxche', tzunun o patän conformado por diferentes especies de encinos, utilizados para la reforestación y el uso sostenible del agua mediante la agroecología en cultivos como el maíz criollo, el frijol y otras especies. Generalmente estas especies se encuentran en las orillas de las parcelas, funcionan como cerco, linderos o monjones, las especies de mayor altura ayudan al sistema a evitar la fuerza del Ruqajib'al kaq'iq' (vientos fuertes o tornados) y provoque el acame o Me'oj y cause daños en la parcela.

El sistema agroalimentario Kaqchikel ha adoptado varias prácticas ancestrales de agricultura que tienen estrecha relación con el cuidado de los suelos y del medio ambiente, desarrollando buenas prácticas agropecuarias, dentro de las que se pueden mencionar:

Figura 2. Ruwäch Che' (Árboles frutales)



Fuente. AGROTECNIA, Parcela de frutales con árboles de aguacate, granadillas y durazno.

8.3.1. Ni k'a puq' raqën awën, (Preparación de la tierra, incorporación rastrojos)

La preparación del terreno es una de las principales actividades en el inicio del calendario productivo, se realiza luego de efectuar la etapa de la jäch (la cosecha) anterior, en esta etapa se incorporan los rastrojos o restos de las plantas a los terrenos. El manejo de los rastrojos juega un papel importante como alternativa para evitar prácticas de la agricultura convencional que degradan los suelos.

Los rastrojos se emplean como mejoradores de suelo al dejarlos como cobertura. Esta práctica disminuye el efecto de la erosión, conserva la humedad del suelo y contribuye a controlar malezas. Y también brinda a las personas dedicadas a la producción agrícola la

oportunidad de incrementar a mediano plazo el contenido de materia orgánica del suelo y hacerlo más fértil (al devolverle parte de los elementos que son extraídos por los cultivos).

Los residuos de rastrojo actúan como una capa protectora que amortigua la presión ejercida sobre el suelo por las pisadas de los animales, y por lo tanto desempeñan un papel importante en la reducción de la compactación del suelo.

Durante el desarrollo de raq̄en aw̄en en el año 2023, se estimó en la evaluación de biomasa y carbono orgánico realizada en cuatro localidades que utilizan el modelo Ütz Aw̄an, que él se incorpora de 4.82 a 11.34 toneladas de materia seca por hectárea con un promedio de 8.75 toneladas por hectárea entre las diferentes localidades muestreadas (tabla 3), esto es propiciado por materia muerta vegetal como rastrojos de maíz, frijol, cucurbitáceas y plantas voluntarias.

Tabla 3. Cantidad de biomasa en toneladas por hectárea de materia seca incorporada en parcelas evaluadas

Localidad	CO₂-eq Ton/ha	Biomasa en MS Ton/ha
Patzún	638	9.11
San José Poaquil	283	9.74
San Bartolomé M. A.	505	4.82
Sumpango	134	11.34
Promedio	390	8.75

Fuente: Cuantificación de parcelas manejadas bajo el modelo Ütz Aw̄an en el año 2023 por AGROTECNIA.

Este estudio fue llevado a cabo en cuatro localidades evaluando el aporte de biomasa en las parcelas. La biomasa se refiere a la cantidad de material orgánico producido por las plantas, lo que es de gran importancia en la mitigación del cambio climático, ya que las plantas absorben dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera durante su crecimiento, y mediante la aplicación de prácticas ancestrales, la población indígena contribuye a la incorporación de esta biomasa que luego de un tiempo se convierte en materia orgánica y contribuye a crear reservas o sumideros de carbono cuantificadas en la unidad de medida CO₂.eq, Según los resultados obtenidos en estas parcelas durante el año 2023, en las diferentes localidades se obtuvo lo siguiente:

- Patzún, en la parcela evaluada se cuenta con un sumidero de CO₂.eq de 638 toneladas por hectárea y una incorporación de biomasa en materia seca (MS) al fin de la temporada de producción de 9.11 toneladas por hectárea.

- San José Poaquil, en la parcela evaluada se cuenta con un sumidero de CO₂.eq de 283 toneladas por hectárea y una incorporación de biomasa en materia seca (MS) al fin de la temporada de producción de 9.74 toneladas por hectárea.
- San Bartolomé Milpas Altas, en la parcela evaluada se cuenta con un sumidero de CO₂.eq de 505 toneladas por hectárea y una incorporación de biomasa en materia seca (MS) al fin de la temporada de producción de 4.82 toneladas por hectárea, está a pesar de que la incorporación de biomasa es menor, las cantidades de carbono se encuentra por arriba del promedio, esto derivado que las parcelas evaluadas son parcelas con más de 10 años de manejo agroecológico, la biomasa es utilizada para la alimentación de animales que luego producen estiércol y se incorpora a la parcela en composta a base de estiércoles de los animales de la producción.
- Sumpango, la parcela evaluada se cuantifica la menor cantidad de CO₂.eq con una reserva de 134 toneladas por hectárea, a pesar de que la cantidad de biomasa en materia seca (MS) estimada que se incorpora anualmente de 11.34 toneladas por hectárea, esto es debido a que la unidad productiva anteriormente fue utilizada en la producción de hortalizas de manera intensiva, por lo que las reservas de materia orgánica disminuyeron por el uso excesivo de la tierra.
- El promedio general en las parcelas se estimó en 390 toneladas por hectárea de CO₂.eq y de biomasa en materia seca (MS) promedio: 8.75 toneladas por hectárea.

Estos resultados reflejan la cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO₂.eq) que se ha capturado o emitido por unidad de superficie en cada localidad. Un mayor valor de biomasa en materia seca indica una mayor capacidad de las parcelas para capturar y almacenar carbono de la atmósfera, lo que es beneficioso para la mitigación del cambio climático.

Los resultados muestran diferencias significativas en la captura de CO₂.eq y la cantidad de biomasa en las parcelas en las diferentes localidades estudiadas. Esto proporciona información valiosa para comprender la contribución de estas áreas al ciclo del carbono y su importancia en la lucha contra el cambio climático.

Figura 3. Parcela en período de descanso previo a la preparación del suelo para la nueva siembra



Figura 4. Medición de biomasa en parcela de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.



Fuente: AGROTECNIA

8.3.2. J'osoj' y chenoj', (Primer y segundo raspado)

Es una actividad en donde la función es incorporar los rastrojos secos del Awän que aún se encuentran en los surcos, y a la vez sirve para seleccionar las plantas que deben quedar en la parcela, las plantas invasivas o voluntarias son usadas como abono verde y es conocido por los agricultores como el primer deshierbe, se realiza de forma manual con apoyo de azadón, este material o biomasa es colocado en medio de los surcos quedando amontonado o enterrados.

Esta práctica no solo permite la protección del suelo, evita la pérdida de humedad y contribuye a la incorporación de materia orgánica en el suelo, a la vez también minimiza o elimina el uso de pesticidas sintéticos al tiempo que aumenta la resiliencia del sistema agrícola para resistir mejor los impactos del cambio climático.

Figura 5. Josoj, (Primer raspado)



Fuente: AGROTECNIA

8.3.3. B'olaj y raxmul, (Surqueado y Calzado)

Es una actividad que se realiza con el fin de incorporar toda la biomasa de hierbas voluntarias en el sistema, al crear un montículo de manera continua en forma de surcos en toda la parcela. Esta práctica apoya a la planta a evitar el me'oj o acame de las plantas, fortalece a las raíces auxiliares del maíz para poder tener un mejor sostén, además aporta a la conservación de la humedad en el suelo y pueda infiltrarse más adecuadamente dentro de la parcela.

La presencia de una capa de recubrimiento orgánico (de vegetación muerta) en la agricultura de conservación inhibe la evaporación de la humedad del suelo y al mismo tiempo proporciona una mayor infiltración de agua en el perfil edáfico.

La cubierta vegetal es importante para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, así como para mantener el suelo bajo sombra y con el más alto porcentaje de humedad posible.

Figura 6. B'oloj', (Surqueado)



Fuente: AGROTECNIA

8.3.4. K'achiraj: Abonado

Los agricultores kaqchikeles realizan la fertilización de los cultivos con abonos orgánicos producidos con desperdicios de la cocina, otros realizan aboneras y los que poseen un sistema awäj utilizan el estiércol compostado, este proceso se lleva a cabo antes de realizar las prácticas de josoj, chenoj y el b'oloj para que se aproveche a cubrir con el suelo al momento de realizar estas actividades.

El agregado de materia orgánica como son el humus y lixiviados nos permiten mejorar las características productivas de los cultivos, reestablecer la biodiversidad y la actividad microbiana en suelos degradados, disminuir los costos de los fertilizantes químicos y mejorar la sostenibilidad del medio ambiente a través de buenas prácticas de manejo.

Figura 7. Compostas para realizar el K'achiraj, (Abonado)



Fuente: AGROTECNIA, Lombricomposta, El Rincón, Patzún, Chimaltenango; Abonera realizada en San Bartolomé Milpas Altas Sacatepéquez, costales de abono para abonar la tierra y cultivos.

8.4. Aportes del modelo Ütz Awän a los sectores planteados en las NDC

8.4.1. Adaptación

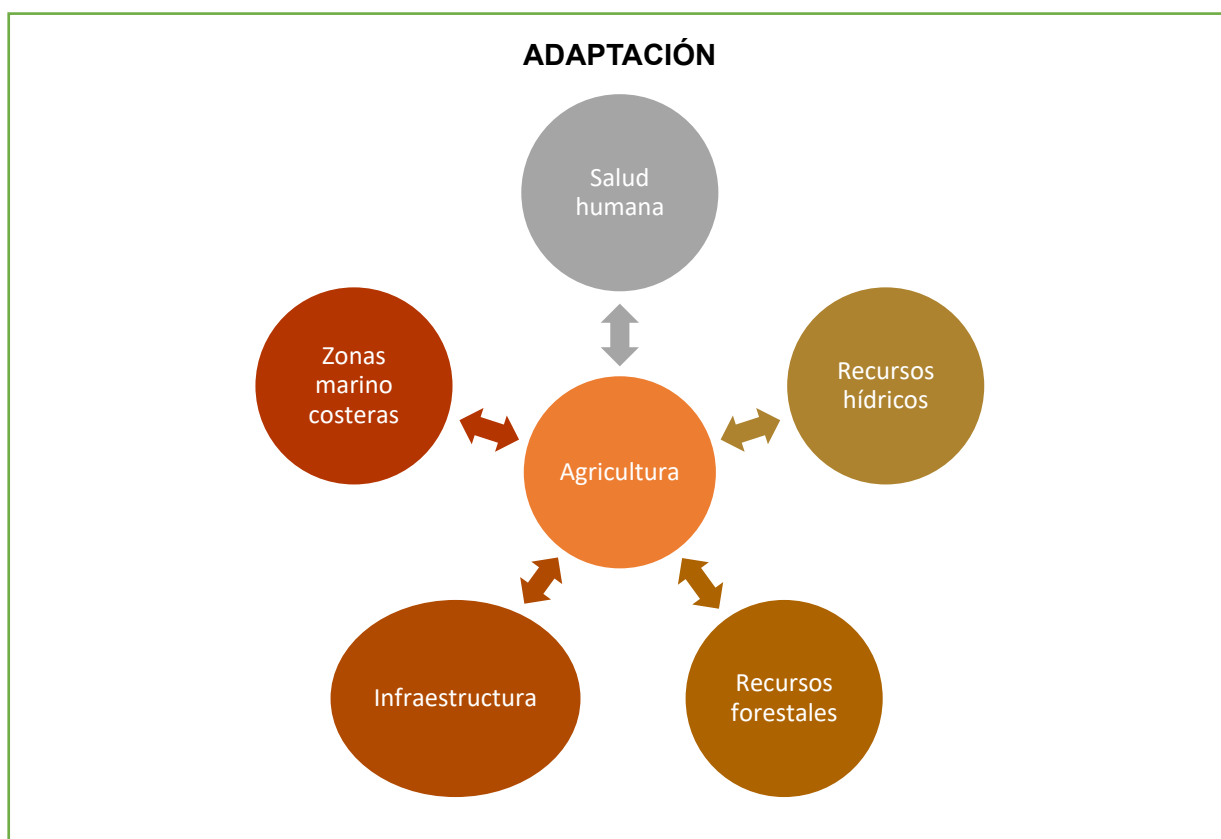
En el PANCC, la adaptación al cambio climático se entiende como los ajustes en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Para Guatemala, uno de los países más vulnerables a nivel mundial a la variabilidad y cambio climático, la adaptación es una prioridad nacional.

En el país se entiende que, con los esfuerzos en la mejora de la capacidad de adaptación, se logra una reducción del grado de vulnerabilidad. El Acuerdo de París (APA) de la CMNUCC tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. Para ello, dispone que sus países miembros aumenten la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promuevan la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos.

La meta de adaptación establecida en la NDC de 2015 es «la reducción transversal de la vulnerabilidad y mejoramiento de los procesos de adaptación en sectores clave» (Gobierno de la República de Guatemala, 2015, p. 8).

Con el proceso de actualización de la NDC aumentó la ambición nacional para alcanzar la adaptación al cambio climático, por lo cual se desarrollaron metas sectoriales medibles y reportables. Muchas de las medidas de adaptación incluidas en las metas de la NDC actualizada producirán importantes beneficios que, además de promover la resiliencia al cambio climático a largo plazo, contribuirán directamente al desarrollo rural, a mejorar la seguridad alimentaria y la gestión del riesgo de desastres; y a la creación de empleo y la transición justa. A su vez, tienen importantes sinergias con la mitigación, ya que podrán contribuir en reducir las emisiones de GEI del país.

Figura 8. Sectores de adaptación priorizadas en las NDC en Guatemala



Nota: Obtenido del documento de “Actualización de la CND de Guatemala 2021”, emitidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Tabla 4. Contribución en adaptación por sectores del Modelo Ütz Awän a las NDC por sector

Adaptación	Modelo Ütz Awän
Salud Humana	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad alimentaria y nutricional (disponibilidad, acceso, utilización biológica) • Reduce incidencia de desnutrición.
Zonas Marino-costeras	No aplica
Agricultura, Ganadería y Seguridad Alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidad (suelo y tierra) • Practicas regenerativas del suelo • Gestión de suelo (prácticas de conservación, incorporación de abonos verdes) • Producción animal (elaboración de abonos y compostas a base de estiércol) • Cobertura del Suelo
Recursos Forestales, Ecosistemas y Áreas Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas agroforestales • Sistemas silvopastoriles
Infraestructura	No aplica
Gestión integrada de los recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de agua • Cosecha de agua de lluvia • Conservación de zonas de recarga hídrica

Un sector especialmente importante es el de la producción agroalimentaria, siendo a la vez un sector altamente vulnerable y amenazado por el cambio climático, pero también uno amenazante debido a sus emisiones y al uso y manejo de los recursos naturales. Al mismo tiempo es un sector con alto potencial de ser amigable con el clima, aprovechando sus posibilidades para capturar carbono en sus medios de producción, especialmente en cuanto al manejo de suelo, cobertura vegetal y resguardo de la biodiversidad.

Lograr una producción agroalimentaria amigable con el clima y a la vez resiliente a los impactos del cambio climático significa garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria de las comunidades y del país, las oportunidades de desarrollo y el empleo en el área rural; y, por ende, significa contribuir a la reducción de la pobreza, y a mantener la productividad y las oportunidades económicas para un alto porcentaje de la sociedad Kaqchikel, por tanto, los servicios que se obtienen de los sistemas agroalimentarios indígenas son los siguientes:

8.4.2. Servicios ecosistémicos

Los pueblos indígenas tienen una perspectiva basada en la biodiversidad, es decir reconocen en todos los seres vivos tienen una conexión sagrada y entienden que el ser humano es sólo un elemento más del ecosistema, por lo tanto, merece el mismo respeto que el resto de las criaturas. Los servicios ecosistémicos que ofrece la implementación de las diferentes buenas prácticas agrícolas ancestrales en el modelo Ütz Awän se clasifican de la siguiente manera:

8.4.3. Servicios de soporte

La producción agrícola basada en el modelo Ütz Awän, integra buenas prácticas agrícolas ancestrales y resilientes al cambio climático. Esto significa que se utilizan técnicas de cultivo que han sido transmitidas por generaciones y que están adaptadas a las condiciones climáticas de la región, dentro de ellas, el manejo del suelo y el agua. De esta manera, se logra una producción sostenible y amigable con el medio ambiente, que permite un uso adecuado de los recursos naturales sin poner en riesgo su capacidad de regeneración. El modelo también fomenta la diversificación de cultivos, lo que significa que se producen diferentes especies de plantas en la misma parcela, lo cual permite una mayor variedad en la alimentación de las comunidades y al mismo tiempo aumenta la resiliencia del sistema productivo ante condiciones climáticas adversas o plagas.

8.4.4. Servicios de regulación

El modelo Ütz Awän realiza una significativa contribución en la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) asociados a la producción y en los compromisos asumidos por el país en sus NDC, en el marco del Acuerdo de París. Esta contribución se logra mediante el uso de buenas prácticas agrícolas sostenibles, que promueven la independencia de insumos externos, la conservación y el uso racional de los recursos naturales, y mejoran la capacidad de adaptación al cambio climático.

Tabla 5. Contribución del modelo Ütz Awän a las NDC por sectores en las medidas de mitigación

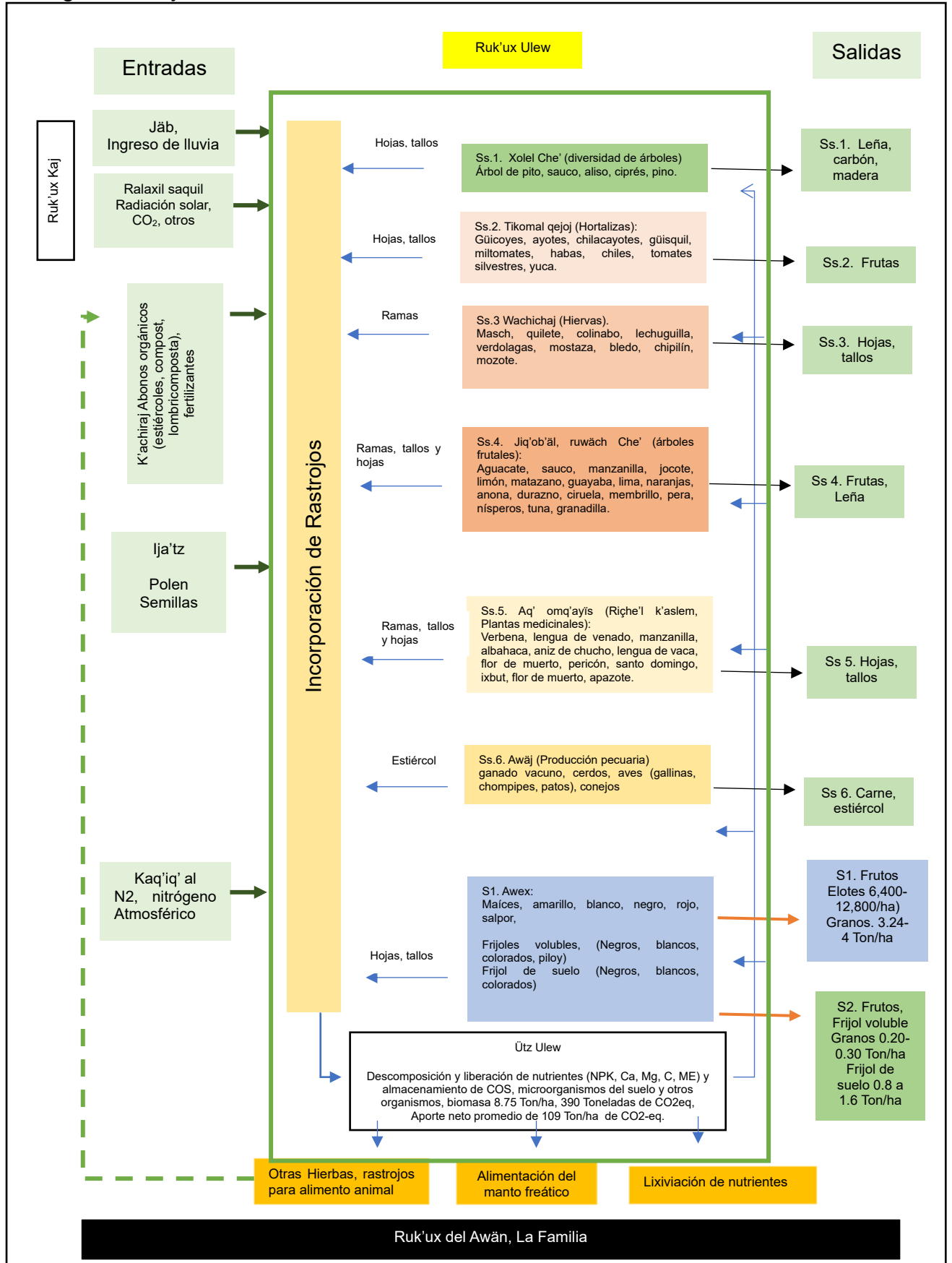
Mitigación	Modelo Ütz Awän
Energía	No aplica
Procesos industriales	No aplica
Sector agropecuario	Evita la roza y la deforestación
Uso de la tierra, cambio uso de la tierra y silvicultura	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas agroforestales• Restauración de paisaje• Bosques comunitarios de conservación• Viveros comunales• Diversidad de especies de los sistemas agroalimentarios y voluntarias que desarrollan incremento de la biomasa disponible.• Bosques energéticos
Desechos	<ul style="list-style-type: none">• Aporte en el ciclaje de nutrientes, basados en la incorporación y captura de Nitrógeno.

La implementación de buenas prácticas agrícolas ancestrales también es fundamental para el rescate y preservación de las semillas, incluyendo microorganismos, flora y fauna que como ya se mencionó, garantiza la seguridad alimentaria y la preservación de la agrobiodiversidad. El modelo de producción agroalimentario Ütz Awän, tiene un enfoque sistémico, este cuenta con flujo desarrollado por los Kaqchikeles durante más de 3,500 años, este proceso ha contribuido a que se desarrolle un proceso de Ütz K'aslemal donde el equilibrio de la naturaleza y su existencia ha ido construyendo una relación de Kak, Ulew y Winäq (cielo, tierra y el ser humano).

Al analizar el flujo, se clasifica como un sistema agroforestal complejo ya que cuenta con diferentes estructuras multiestratos y multicultivos ya sea anuales y leñosas que interactúan y ocupan múltiples estratos, los principales cultivos son el maíz y el frijol, los principales para la alimentación; pero también son utilizadas como fuentes de medicinas, leña, madera, forrajes, abonos verdes, linderos, sombra y su centro es el Ruk'ux Awän que es la familia, estos proporcionan diferentes servicios de regulación a través de la descomposición de la biomasa, el cual como efecto tiene una liberación de nutrientes (NPK, Ca, Mg, C, ME) y

almacenamiento de COS, microorganismos del suelo y otros organismos, se estimó en este estudio que en las parcelas evaluadas existe una incorporación promedio de biomasa 8.75 Ton/ha, un almacenamiento de 390 toneladas de CO₂eq por hectárea, dando un aporte neto promedio en CO₂-eq Ton/ha 109 comparado con el uso de suelo de agricultura intensiva (producción de hortalizas).

Figura 9. Flujo del modelo Ütz Awän



Fuente: Sistematización del modelo Ütz Awän "Sistemas Mayas Agroalimentarios como Medida de Adaptación al Cambio Climático", GIZ 2023.

8.5 Aportes en mitigación

8.4.5. Resultado de análisis COS y biomasa

De acuerdo con el inventario de GEI realizado por el MARN, Guatemala no aporta significativamente a las emisiones a nivel global (63.55 millones de toneladas de CO₂-eq), que según el Banco Mundial asciende a 40.600 millones de toneladas de CO₂-eq; sin embargo, ha incluido en las NDC objetivos en el marco del desarrollo integral al año 2030, los cuales aportan de manera prioritaria a la adaptación, pero también a la mitigación de la crisis climática.

En este trabajo se cuantificó la biomasa y el carbono almacenado en la cobertura vegetal del Sistema Ütz Awän compuesto por barbecho establecido en forma natural en cuatro diferentes comunidades del pueblo Kaqchikel (Tabla No. 3). La cantidad de biomasa acumulada (COS, fijado) en dicho sistema depende de múltiples interacciones entre los componentes árboles, cultivos, suelo y animales, estimando que la biomasa en materia seca incorporada por año es de 8.75 Ton/ha luego de culminado el ciclo productivo, contando con un promedio de 390 Toneladas de CO₂-eq, Aporte neto promedio en CO₂-eq de 109 Ton/ha este último comparado con agricultura intensiva que se realiza en el territorio para la producción de hortalizas.

8.4.6. Carbono orgánico de los suelos con el modelo Ütz Awän

El carbono orgánico del suelo juega un gran papel en el contexto del cambio climático y presenta tanto una amenaza como una oportunidad para ayudar a cumplir las metas fijadas en el Acuerdo de París.

Los suelos constituyen el mayor depósito de carbono orgánico terrestre. El carbono almacenado en el suelo en todo el mundo supera la cantidad de carbono almacenado en la biomasa y en la atmósfera, y es la segunda mayor reserva mundial de carbono (sumidero) después de los océanos. Los cambios en el uso de la tierra y la ocupación del suelo pueden provocar disminuciones del carbono orgánico del suelo (COS) y emisiones de carbono, que son una de las mayores fuentes de emisiones de carbono a la atmósfera causadas por el ser humano. Las áreas protegidas pueden contribuir a la retención de carbono en el suelo, y por tanto a la reducción de emisiones netas de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático.

El carbono orgánico del suelo (COS) es el carbono que permanece en el suelo tras la descomposición parcial de cualquier material producido por organismos vivos. Dependiendo de la geología local, las condiciones climáticas y el uso y la gestión del suelo (entre otros factores), los suelos tienen diferentes cantidades de COS, este es crucial para la salud y

fertilidad del suelo, así como para los servicios ecosistémicos, incluyendo la producción de alimentos, lo que hace que la preservación y restauración sean esenciales para el desarrollo sostenible.

Para el modelo Ütz Awän se presentan datos favorables en términos de Ton/Ha de carbono orgánico almacenado en el suelo que varía desde 33 hasta 174 Ton/Ha en suelos estudiados con barbecho y sin barbecho.

El cambio de uso de suelo puede alterar, radicalmente, la cubierta vegetal aun en lapsos de tiempo breves, lo que provoca alteraciones en las propiedades físicas, químicas y microbianas del suelo. Los aportes continuos de materia orgánica, en forma de barbecho, reducen la densidad aparente y la erosión, incrementan la fertilidad, la tasa de infiltración y la retención de agua; en consecuencia, la biomasa vegetal se mantiene. Igualmente, conduce a una pérdida de carbono en el suelo, resultado de diversos grados de perturbación humana directa o indirecta, que constituye un importante factor de cambio global.

8.4.7. Análisis de prácticas agrícolas para la estimación de CO₂-eq

Tabla 6. Factores físicos del suelo con prácticas agrícolas para la estimación de carbono almacenado.

Localidad	Tipo de producción	Textura	DA	DP	Porosidad %	MO %	Carbono %	C Ton/Ha	CO ₂ -eq Ton/ha
Patzún	Modelo Ütz Awän	Franco arcillo arenoso	1.05	2.6	59.48	3.79	2.19	174.10	638
	Guamil	Franco arcillo arenoso	1.09	2.6	58.09	1.62	0.939	74.65	274
Poaquil	Modelo Ütz Awän	Franco arcilloso	1.04	2.6	60.08	1.72	0.99	79.30	291
	Agricultura intensiva	Arcilloso	1.16	2.6	55.32	1.68	0.97	77.11	283
San Bartolomé Milpas Altas	Modelo Ütz Awän	Franco arcillo arenoso	1.1	2.6	57.71	2.99	1.73	137.85	505
	Potrero	Franco arcillo arenoso	1.02	2.6	60.96	5.88	3.41	271.10	995
Sumpango	Modelo Ütz Awän	Franco arcillo arenoso	1.12	2.6	57.09	0.8	0.46	36.57	134
	Guamil	Franco arcillo arenoso	1.17	2.6	54.96	0.74	0.42	33.39	122

Fuente: Resultados de análisis de muestras de laboratorio realizados en el año 2023 por ANALAB, las muestras fueron extraídas por AGROTECNIA, en el mes de febrero 2023.

Con base en los datos proporcionados por ANALAB, basados en la medición de materia orgánica por medio del método de Walkley y Black, en las muestras de diferentes lugares y sus respectivas condiciones (con y sin barbecho) y como base el horizonte A con una profundidad de 0.30 m, se pueden extraer algunas conclusiones y analizar las similitudes en la cantidad de carbono en las parcelas. A continuación, se presenta un análisis comparativo y algunas premisas al respecto:

Análisis Comparativo:

- **Textura del suelo:** La textura del suelo varía entre franco arcillo arenoso y arcilloso en las diferentes parcelas, esto influye en la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, así como en la distribución del carbono orgánico.
- **Porosidad:** La porosidad del suelo varía con relación a la capacidad para retener agua y permitir la circulación de aire, afectando la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica.
- **Materia Orgánica (MO) y Carbono:** La cantidad de materia orgánica y carbono en el suelo es variable. La materia orgánica contribuye al contenido de carbono del suelo y afecta la fertilidad y la estructura de este.
- **Barbecho bajo el modelo Ütz Awän (Ni k'a puq' raqën awën):** Se observa que en algunas parcelas con barbecho (ni k'a puq' raqën awën) la cantidad de carbono es menor, mientras que en otras es mayor. Esto puede deberse a la forma en que el barbecho afecta la descomposición de la materia orgánica y la actividad microbiana en el suelo.

La cantidad de carbono en las parcelas varía según la textura del suelo, la presencia de barbecho en el modelo Ütz Awän y otros factores. La investigación científica en estas variables puede proporcionar información valiosa para comprender cómo los diferentes factores afectan la acumulación de carbono en el suelo y cómo esto a su vez influye en la fertilidad y productividad agrícola en cada ubicación específica.

Estimación de equivalentes de CO₂ en función de la cantidad de carbono almacenado con prácticas agrícolas en distintos municipios en estudio:

El carbono almacenado en la biomasa total fue significativamente diferente por localidades, siendo la más alta San Bartolomé Milpas Altas que presentaron la mayor captura de carbono con y sin barbecho, los cuales superaron entre un 61 y 268% a los sistemas productivos (Figura 10).

De acuerdo con el MAGA, en el territorio guatemalteco se registran 1.160 millones de hectáreas para cultivo del maíz en el año 2020, en el territorio de los departamentos donde se desarrolla el reino Kaqchikel se estima que se cultivan 53,747.84 hectáreas (que representa el 4.63% del área cultivada con granos básicos del país), con una producción estimada de 1,418,028.00 quintales de maíz, que básicamente se relaciona al espacio geográfico destinado para la implementación del sistema Ütz Awän (MAGA, 2023).

Bajo esta aproximación se estimaría que se cuenta con sumidero de carbono almacenado de aproximadamente 20,961,661.41 toneladas de CO₂-eq/ha (53747.84 ha *390 toneladas de CO₂-eq/ha) que se encuentra en el suelo cultivado, esto basado en un promedio por hectárea de 390 de CO₂-eq, si se convirtiera a una producción bajo el modelo Ütz Awän.

Figura 10 Relación de CO₂-eq y porcentaje de materia orgánica (% MO) en parcelas bajo el modelo Ütz Awän.

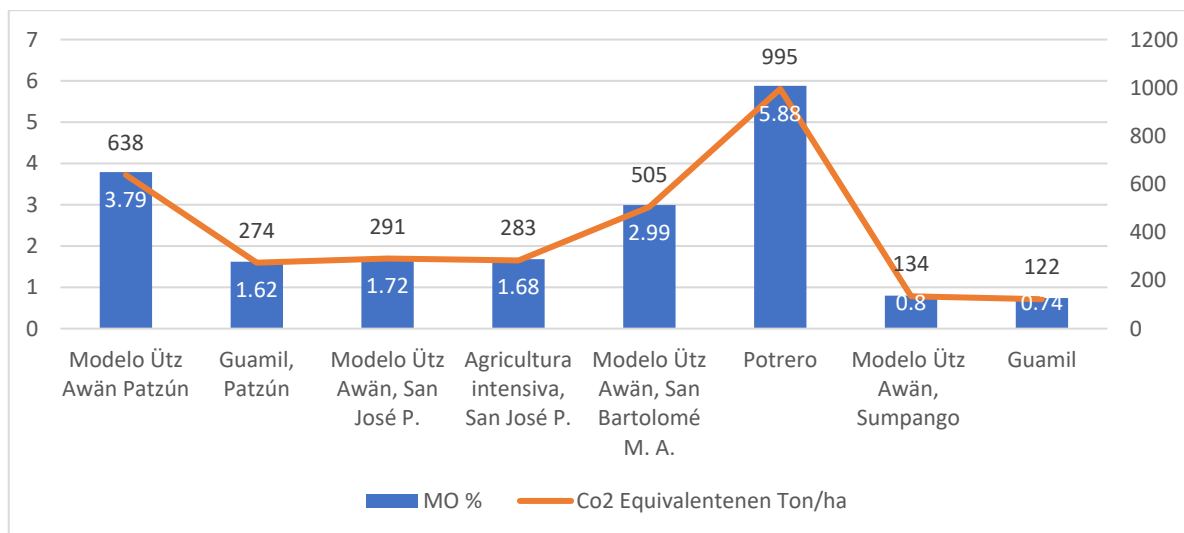


Tabla 7. Comparación de aporte neto por hectárea en usos de suelos evaluados en diversos sistemas

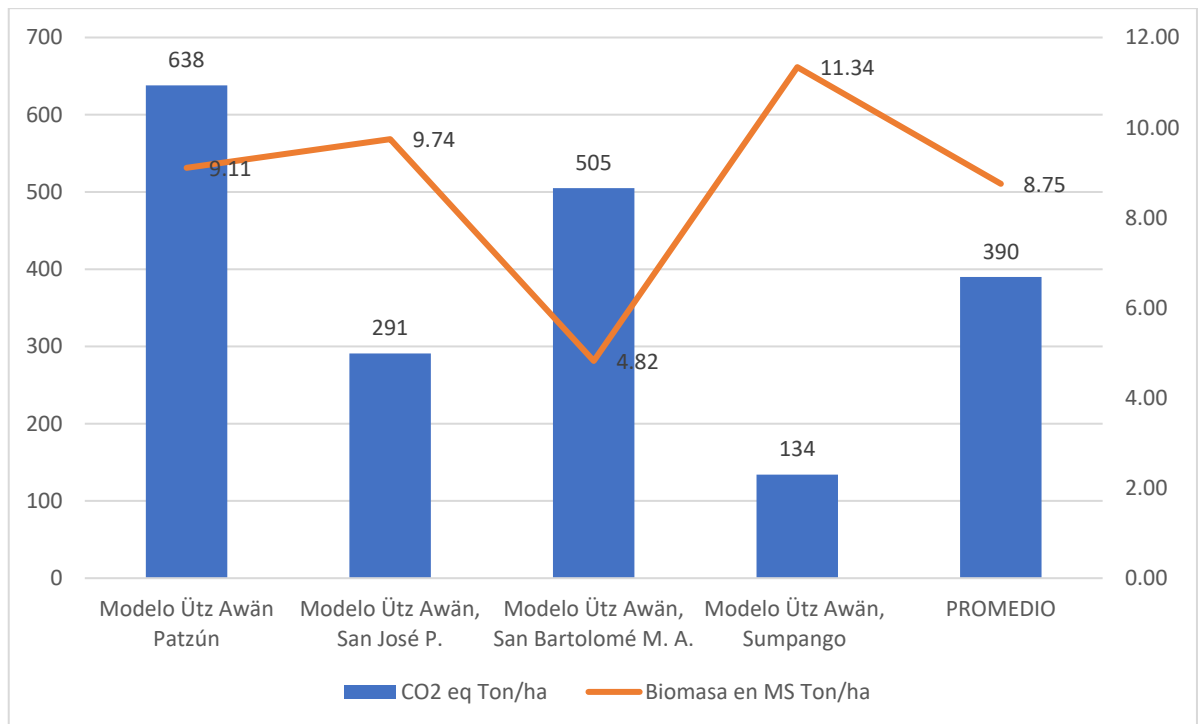
Unidad CO ₂ -eq Ton/ha					
Tipo de producción	CO ₂ -eq almacenado del modelo Ütz Awän	Uso Guamil	Aporte Neto CO ₂ -eq del modelo Ütz Awän	Agricultura intensiva	Aporte Neto CO ₂ -eq del modelo Ütz Awän
Modelo Ütz Awän Patzún	638	638	440.00	283.00	355.00
Modelo Ütz Awän, San José P.	291	291	93.00	283.00	8.00
Modelo Ütz Awän, San Bartolomé M. A.	505	505	307.00	283.00	222.00
Modelo Ütz Awän, Sumpango	134	134	-64.00	283.00	-149.00
Promedio	390	390	194.00	283.00	109.00
Aporte neto promedio en CO₂-eq Ton/ha comparado con agricultura intensiva					109
Área total de cultivo de granos básicos (maíz, frijol) en hectáreas en el territorio Kaqchikel					53,748
Aporte total estimado CO₂-eq Ton/ha					5,858,516
Meta reducción al 2030 CO₂-eq Ton/ha					65,000,000
Porcentaje (%) de aporte a los NDC					9%

Fuente: Estudio de Biomasa y COS de parcelas Ütz Awän, 2023, Las áreas de cultivo extraídas del mapa de cobertura vegetal de Guatemala MAGA 2020.

Con base en los resultados del estudio de biomasa realizado a parcelas, se pudo determinar que las parcelas bajo el modelo Ütz Awän, cuenta un aporte neto positivo de 109 ton/ha CO₂-eq Ton/ha comparado con agricultura intensiva y de 194.00 ton/ha CO₂-eq Ton/ha comparado

con el uso de guamil (guatal). El impulso de la aplicación de este modelo representaría un 9% en la meta de los NDC.

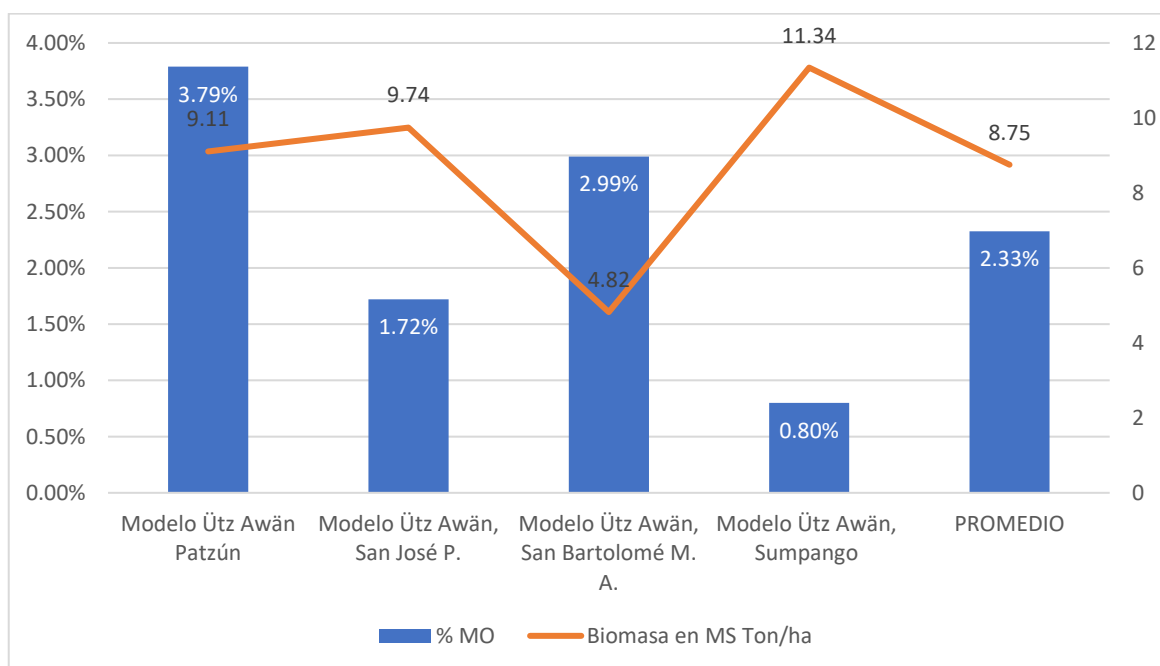
Figura 11 Relación de biomasa en materia seca (MS) y CO₂-eq en el modelo Ütz Awän



Se estimó que en promedio las parcelas anualmente incorporan alrededor de 8.75 toneladas de biomasa por hectárea al año, esto implicaría que en el territorio del pueblo maya Kaqchikel se incorpora aproximadamente una cantidad de 470,496 toneladas de biomasa, contribuyendo en la captura de carbono e incorporación de ésta al suelo en forma de materia orgánica.

Las parcelas registraron un promedio de 2.32% de materia orgánica, siendo las más altas en el municipio de Patzún Chimaltenango y San Bartolomé Milpas Altas de Sacatepéquez.

Figura 12 Comparación de aportes de biomasa y materia orgánica el modelo Ütz Awän



Como se observa en la tabla No. 8, se estima que la cantidad de Toneladas de CO₂-eq almacenadas por municipio estimando un total de 1,516,128.60 CO₂-eq este dato es basado en estimaciones de áreas si este en un 100% fueran utilizadas bajo el modelo de producción, el aporte neto en toneladas de CO₂-eq es de 423,738.50 comparado con agricultura intensiva, este último representaría un 0.65% de los aportes a los NDC a nivel de los cuatro municipios (423,738.50 Toneladas de CO₂-eq /65,000,000 Toneladas de CO₂-eq de meta), esto derivado a que estos cuatro municipios representan el 7.23% del territorio cultivado con granos básicos (maíz, frijol), con un área aproximada de 3,887.51 hectáreas según el mapa de cobertura vegetal año 2020 elaborado por MAGA, donde se estima que el territorio del pueblo Kaqchikel tiene una cobertura cultivada con granos básicos de 53,747.84 hectáreas.

En relación con la cantidad de biomasa incorporada al final de la cosecha por medio del barbecho asciende a 34,030 Toneladas de materia seca en estos cuatro municipios.

Tabla 8. Aportes netos de CO₂-eq por municipio.

Localidad bajo el modelo Ütz Awän	Área de cultivo en hectáreas	Toneladas de CO ₂ -eq	Biomasa en toneladas de MS ¹	Aporte neto en Toneladas de CO ₂ -eq ²	% de aporte a la meta NDC
Patzún	455.48	290,593.13	4,148.35	49,646.79	0.08%
San José P.	1,929.44	561,467.36	18,799.27	210,309.08	0.32%
San Bartolomé M. A.	148.11	74,793.10	714.10	16,143.46	0.02%
Sumpango	1,354.49	181,501.37	15,363.20	147,639.17	0.23%
Totales	3,887.51	1,516,128.60	34,030.39	423,738.50	0.65%

Fuente: Elaborado por AGROTECNIA, con bases de datos geográficos de MAGA, El área de cultivo se obtuvo del mapa de cobertura vegetal 2020 de Guatemala, bajo el uso de nivel No. 3 denominado 2.1.1. Granos básicos (maíz y frijol), del nivel 1. Territorios agrícolas y nivel 2, 2.1, Cultivos anuales, las toneladas de CO₂-eq y biomasa se estiman basados los resultados obtenidos en las toneladas por hectárea obtenidos de la Tabla 3.

8.4.8. La viabilidad del modelo de producción basado en el Ütz Awän

La viabilidad del modelo de producción basado en el Ütz Awän, con relación a los datos analizados, ofrece información valiosa sobre la cantidad de carbono almacenado en el suelo en diferentes localidades y bajo diferentes buenas prácticas agrícolas ancestrales, sin embargo, la viabilidad de un modelo de producción depende de diversos aspectos que van más allá de la cantidad de carbono almacenado. Algunos de los factores clave a considerar incluyen:

Beneficios económicos: Es fundamental analizar que el modelo de producción presenta importantes beneficios económicos analizados mediante la evaluación de los costos de producción, los precios de venta de los cultivos y la reducción de gastos por parte de las familias al no tener que comprar otros productos para el consumo. La cantidad de carbono almacenado es importante, pero debe verse en el contexto de la rentabilidad general del modelo.

De acuerdo con los resultados de la sistematización del modelo Ütz Awän, en la región Kaqchikel, las familias cuentan con un mínimo de 0.22 hectáreas (2 cuerdas) invirtiendo un aproximado de Q3,520.00 y los productores con 0.56 hectáreas (5 cuerdas) invierten aproximadamente Q8,800.00, por lo que su producción varía según la disponibilidad de tierra de 16 a 40 quintales de maíz y de frijol de 1 a 3.72 quintales. Estos productores, si tuvieran

¹ Materia seca (MS), es la masa de un material que queda cuando se ha eliminado toda la humedad o contenido de agua. La medición de la materia seca es común en diversos campos, como la agricultura, la alimentación animal y la química, ya que ayuda a determinar la cantidad real de sólidos en una sustancia sin el efecto del agua, lo que es importante para realizar cálculos precisos o evaluar la calidad de un material.

² Aporte neto en Toneladas de CO₂-eq, se obtuvo de la multiplicación del valor de aporte neto Aporte neto promedio en CO₂-eq Ton/ha comparado con agricultura intensiva de 109 Ton CO₂-eq (tabla 7).

que comprar los granos básicos para su consumo, necesitarían desembolsar una cantidad aproximada entre los Q4,030.00 a Q10,100.00, para la adquisición de los mismos granos básicos.

Esto monetizando la producción en precio del maíz criollo en el mercado local a un costo de Q250.02 el quintal en maíz y de Q550.00 en frijol representaría una erogación de las familias en gastos de alimentación aproximados de Q17,860.00. Por hectárea, el costo de producción calculado con base a las entrevistas es de Q15,600.00 aproximadamente, donde el 34.62% del costo corresponden a compra de insumos y 65.38% corresponden al pago o inversión en mano de obra propia o local.

Es importante resaltar que la mayoría de los productores consume entre un 5 a 10% de producción, este no se cuantifica como un beneficio económico, como también los otros productos producidos dentro del sistema

Sostenibilidad a largo plazo: La sostenibilidad ambiental es esencial. Aunque el modelo de producción pueda almacenar grandes cantidades de carbono en el suelo, también es necesario evaluar su impacto a largo plazo en el suelo, el agua, la biodiversidad y otros recursos naturales. La agricultura sostenible busca minimizar los impactos negativos en el entorno.

Factores sociales y culturales: Principalmente la relación del modelo con la disponibilidad y acceso a los alimentos, lo cual garantiza la soberanía y la seguridad alimentaria. Es de considerar también, la aceptación y participación de la comunidad local, las cuales son cruciales para la viabilidad de un modelo de producción. Se deben considerar factores sociales y culturales, como las prácticas agrícolas ancestrales y las necesidades de la población local.

Regulaciones y políticas agrícolas: Las regulaciones gubernamentales y las políticas agrícolas pueden tener un impacto significativo en la continuidad del modelo de producción. Es importante hacer notar que el modelo cumple con las regulaciones ambientales y agrícolas vigentes.

Clima y condiciones locales: Las condiciones climáticas y locales pueden variar significativamente entre los diferentes municipios y comunidades. Es importante evaluar que el modelo Ütz Awän es el adecuado para las condiciones específicas de cada lugar.

Si bien los datos sobre la cantidad de carbono almacenado en el suelo proporcionan información valiosa, la viabilidad de un modelo de producción agroalimentario debe evaluarse de manera integral, teniendo en cuenta aspectos económicos, ambientales, sociales y culturales que son específicos por cada población y territorio.

9. Propuesta Sustentada

9.1. Propuesta de acciones de participación estratégica

A pesar de su papel como custodios vitales de las tierras agrícolas y forestales del área Kaqchikel, los pueblos indígenas y las comunidades locales rara vez gozan del reconocimiento debido en las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) y se les deja fuera de otros procesos nacionales de elaboración de políticas y de toma de decisiones de una manera que limita su contribución a la implementación.

Dentro de las medidas para enfrentar la vulnerabilidad de los pueblos indígenas, Guatemala propone mejorar la gestión de la biodiversidad y la agricultura, por lo anterior, la propuesta sustentada desde la cosmovisión de los pueblos indígenas tiene el propósito de proponer:

- Políticas públicas
- Líneas estratégicas
- Líneas de acción y actividades

Esto con el objetivo de aumentar la capacidad del sector agroalimentario para ser climáticamente responsable y resiliente, productivo, competitivo, sostenible e incluyente, que garantice el respeto a los derechos de los pueblos indígenas y que contribuya a mitigar las emisiones de GyCEI, así como a adaptarse al cambio climático.

Tabla 9 9. Matriz de medidas bajo la propuesta sustentada

Medida	Actores Involucrados	Descripción
Consulta e indicadores que reflejen las mediciones de contribución de las tierras indígenas.	MARN CONAP INAB MUNICIPALIDADES PUEBLOS INDÍGENAS SEGEPLAN INSTITUCIONES PRIVADAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO UNIVERSIDADES	Transmitidos en una forma que sea culturalmente adecuada, es decir, tomando en cuenta los valores, concepciones, tiempos, sistemas de referencia e incluso formas y mecanismos de consulta y CLPI de los pueblos indígenas y sus prácticas agroalimentarias ancestrales.
Facilitar la participación de los pueblos indígenas en los procesos nacionales de planificación, implementación y	MARN CONAP INAB	Un mecanismo permanente de seguimiento a los pueblos indígenas, como uno de los grupos principales, para determinar

Medida	Actores Involucrados	Descripción
seguimiento de los marcos nacionales e internacionales.	MUNICIPALIDADES	o medir las contribuciones a las NDC.
Se debería mejorar la reunión de datos (estimaciones de biomasa, Carbono almacenado) en el plano nacional y el intercambio de datos desglosados para poner de relieve las contribuciones de los pueblos indígenas en términos climáticos.	PUEBLOS INDÍGENAS SEGEPLAN INSTITUCIONES PRIVADAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO UNIVERSIDADES MICCG	Esto incluye el uso de modelos climáticos para políticas e inversiones públicas, así como la disponibilidad y difusión de información que podría ayudar a los productores en la toma de decisiones sobre cuestiones de producción y comercialización.
Será necesario medir o cuantificar los aportes de prácticas agrícolas ancestrales para elaborar indicadores específicos sobre contribuciones indígenas para medir los progresos y relacionarlos con las NDC de Guatemala, específicamente el modelo Ütz Awän.	COOPERACIÓN INTERNACIONAL	Existen diferencias a nivel nacional que deben ser consideradas al diseñar e implementar políticas, estrategias y acciones. Guatemala ha destacado en sus primeras NDC la relevancia de los pueblos indígenas y el sector agrícola para la acción climática. En las NDC del país, se podrían reducir los impactos climáticos adoptando prácticas agrícolas climáticamente inteligentes que aumenten la productividad al tiempo que reducen las emisiones y se adaptan a las cambiantes condiciones de crecimiento.

La solución planteada es local, desde la comunidad Kaqchikel, sin embargo, el enfoque es nacional y va orientado hacia transmitir la importancia que adquieren los territorios (Kaqchikel) y las estrategias de manejo de los pueblos indígenas en los esfuerzos nacionales para cumplir con los compromisos adquiridos en la Convención de Cambio Climático y aportar en la meta global trazada en el Acuerdo de París (que la temperatura del planeta no aumente más de 2 grados centígrados), misma que le atribuye participación directa de líderes y lideresas de las comunidades practicantes del modelo Ütz Awän enfocando la aplicación de Buenas Prácticas derivadas de los conocimientos tradicionales que representan una opción efectiva para el almacenamiento y captura de carbono en los suelos, como medidas de bajas emisiones.

Fortalecer la participación de los interesados, el país debe mejorar las comunicaciones entre los pueblos indígenas como el Pueblo Kaqchikel y las partes interesadas relevantes para garantizar el cumplimiento de los planes nacionales y los marcos regulatorios. Las partes interesadas clave incluyen, entre otras, los ministerios, institutos y secretarías (ambiente, bosques, energía, agricultura y planificación de tierras); así como agencias gubernamentales, empresas y concesiones agrícolas y forestales, corporaciones, academias, ONGs, y organizaciones/representantes de pueblos indígenas y comunidades locales.

9.2. Propuesta de acciones de adaptación y mitigación

Las acciones propuestas de adaptación ante el cambio climático forman parte de la contribución que el modelo Ütz Awän plantea para avanzar en las metas de las NDC de Guatemala. Estas acciones están formuladas con base en los resultados que las prácticas del modelo Kaqchikel aportan a la mitigación de los GEI mediante el carbono del suelo y alineadas al PANCC y el Plan de Desarrollo K'atun, constituyéndose como una oportunidad para avanzar en la generación de inclusión de los pueblos indígenas quienes han generado medidas ancestrales tomando en cuenta la variabilidad local y adelantándose a las condiciones climáticas futuras.

Tabla 10 10. Propuesta de Prácticas de Adaptación para contribuir a las NDC de Guatemala

Medidas	Prácticas	Importancia
Recuperación de tierras degradadas e intensificación sostenible para evitar una mayor deforestación	Fomento del Modelo Ütz Awän y todas las prácticas ancestrales que de él derivan	El uso de la tierra y el cambio de uso de la tierra emergen como características críticas de prácticamente todas las vías de mitigación que buscan limitar el calentamiento global a 1,5°C. En el modelo Ütz Awän, la contribución a las emisiones ha demostrado ser menor e incluso demostró que los suelos bajo el modelo en realidad aportan como sumidero de carbono en el suelo, en este sistema, la capacidad productiva depende de la conservación de los ecosistemas.
	Sistema Xol che' (agroforestales), la identificación y producción de especies forestales locales, y frutales nativos.	
	Awex y Tijon'ik (El socio tradicional de cultivos)	
	Prácticas de conservación de suelos	
	Incorporación de biomasa al suelo (abonos verdes)	
	Fomento de socios agroforestales.	
	Campañas de divulgación para el manejo de rastrojos y evitar rozas Incorporar mayor cantidad de materia orgánica al suelo	

Medidas	Practicas	Importancia
	Fabricación y uso de lombricompostas a base de residuos y estiércol	
	K'achiraj (Producción de abono orgánico)	
	Ni k'a puq' raq'ën awën (Incorporación de Rastrojos)	
	Implementación de biofábricas	
Implementación de tecnologías y prácticas que contribuyan simultáneamente a incrementar la productividad al tiempo que reducen la vulnerabilidad y / o las emisiones	Fomento del Modelo Ütz Awän y todas las practicas ancestrales que de él derivan	Numerosas tecnologías y prácticas climáticamente inteligentes (CSA por sus siglas en inglés) han sido empíricamente establecidas por el modelo Ütz Awän y se ha probado que aumentan la productividad al tiempo que reducen la vulnerabilidad y / o las emisiones climáticas.
	Recuperar conocimiento del uso de especies nativas para la alimentación y regeneración del suelo	
	Cha'onik Ija'tz o Preparación y bancos de semillas	
	sistema Xol che' (agroforestales), la identificación y producción de especies forestales locales, y frutales nativos.	
Incrementar la gestión y el uso sostenibles del agua.	La cosecha de agua.	Las medidas de gestión y uso sostenible del agua son una medida de adaptación fundamental. Estas actividades incluyen riego sostenible y reservorios de agua, manejo de cuencas hidrográficas y consideraciones del nexo entre alimentos, energía y agua para la toma de decisiones

Estas son medidas que la población consultada prioriza para su implementación a corto y mediano plazo, según los conocimientos ancestrales y las necesidades presentes, son indispensables y complementarias con un enfoque integrado entre mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático en el modelo Ütz Awän, constituyéndose en un factor decisivo para la supervivencia de las culturas y los ecosistemas.

Los esfuerzos nacionales para enfrentar el cambio climático, puestos en práctica a través de convenciones, leyes, políticas, programas y proyectos, requieren complementarse con las propuestas e iniciativas que surgen desde los territorios locales. Un mecanismo para lograr este propósito es reconocer las oportunidades que al respecto presentan los conocimientos tradicionales de modelos indígenas como el Ütz Awän.

10. CONCLUSIONES

Basado en el análisis de las Contribuciones Nacionales Determinadas en este estudio, Guatemala no establece mecanismos para supervisar el desarrollo y los beneficios para el clima, derivados de la gestión comunitaria de los recursos naturales y de los sistemas de tenencia comunitaria de los pueblos indígenas, y sistemas agroalimentarios de producción tal como lo es el Modelo Ütz Awän, así como compartir sus experiencias y las lecciones aprendidas en la evaluación global.

La agricultura tradicional de los pueblos indígenas, particularmente del pueblo maya Kaqchikel, representa un factor de apoyo importante para el cumplimiento de los compromisos de reducción de GEI contenidos en las NDC y adoptados en el marco del Acuerdo de París. Se estima que las áreas productivas bajo el modelo Ütz Awän brindan un aporte neto promedio de 90 Ton/ha de CO₂-eq, esta cantidad podría incrementarse al implementar el modelo en otras áreas que actualmente están dedicadas a la producción granos básicos como el maíz y frijol y que en el territorio Kaqchikel representan un promedio de 53,748 hectáreas de producción, estimando un aporte promedio de 5,858,516 Ton/ha CO₂-eq, lo cual representa un 9% en la meta de reducción establecida para el año 2030 que para Guatemala es de 65,000,000 Ton/ha CO₂-eq.

Relación de CO₂-eq, en parcelas bajo el modelo Ütz Awän en promedio en la zona de estudio es de 390 Toneladas de CO₂-eq. Bajo esta aproximación, se estimaría que se cuenta con sumidero de carbono almacenado de aproximadamente 20,961,661 toneladas de CO₂-eq, que se encuentra en el suelo cultivado, donde cada año se incorporan alrededor de 8.75 toneladas de materia seca por hectárea, incorporando alrededor de 470,496 toneladas de biomasa en materia seca.

En relación con las cuatro localidades estudiadas, se estima que existen 3,887.51 hectáreas de cultivo de granos básicos. Bajo el modelo Ütz Awän, se contaría con una aproximación de 1.516 millones de toneladas de CO₂-eq almacenadas, calculando un aporte neto comparado con la agricultura intensiva (cultivo de hortalizas) de 423,738.50 toneladas de CO₂-eq, aportando un 0.65% de la meta en las NDC.

Es necesario que exista una facilitación estratégica y significativa de oportunidades a los pueblos indígenas para promover la participación en la planificación de las NDC y dar su consentimiento para las acciones que les afecten, ya que es crucial para aprovechar todo el potencial de mitigación que ofrecen sus tierras.

Se concluye es necesario considerar el papel fundamental que desempeñan los pueblos indígenas, como las prácticas agrícolas ancestrales en las tierras el pueblo maya Kaqchikel,

y sus sistemas agroalimentarios para el logro de los objetivos de las NDC de Guatemala, por lo que es imperativo que las futuras iniciativas y estrategias otorguen un énfasis significativamente mayor a la protección de estas tierras y al empoderamiento de las comunidades involucradas.

Para el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones, es importante que a nivel de país se integre en los inventarios nacionales el aporte de los sistemas tradicionales de producción y trabajar estrechamente con los pueblos indígenas y comunidades locales para desarrollar acciones y objetivos específicos destinados a promover un mayor papel de los sistemas agroalimentarios ancestrales como el Ütz Awän en la absorción de carbono.

Se percibe una falta de mecanismos concretos para la consideración de los conocimientos indígenas. Aunque pareciera haber un progresivo consenso sobre el valor de los conocimientos de los pueblos indígenas, que también se refleja en las decisiones de la COP y la CMA, el enfoque y el tratamiento de los conocimientos indígenas no son apropiados. Además, en la mayoría de los casos, las NDC reflejan una comprensión limitada de los sistemas de conocimiento de los pueblos indígenas, dando a entender que requieren ser validados por el conocimiento científico y técnico.

11. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se centran en la inclusión activa de los pueblos indígenas en la toma de decisiones, la promoción de prácticas sostenibles y climáticamente inteligentes, y la valorización de los conocimientos tradicionales para abordar el cambio climático, a su vez valorar y visibilizar el aporte de los pueblos indígenas en el cumplimiento de las NDC planteadas por Guatemala. También se hace hincapié en la importancia de la comunicación efectiva y la colaboración entre todas las partes interesadas involucradas en la gestión ambiental y agrícola del país.

Las NDC deben fortalecer capacidades y garantizar los recursos para aumentar la participación efectiva, respetuosa, equitativa, coherente y continua de los pueblos indígenas a nivel nacional y local. Las partes deben garantizar que los pueblos indígenas colaboren en igualdad de condiciones en todas las fases de actualización de las NDC, incluida su preparación, implementación, monitoreo y verificación. Estas deben proporcionar información sobre cómo se llevó a cabo esta colaboración y cómo se integraron sus resultados en el documento. Además, las NDC deben trabajar con los pueblos indígenas para diseñar mecanismos permanentes que permitan la colaboración, respetando el derecho a la libre determinación y la voluntad de las comunidades implicadas.

Recomendaciones basadas en la propuesta de acciones de participación estratégica y propuesta de acciones de adaptación y mitigación son las siguientes:

a) Para la propuesta de acciones de participación estratégica

- Incorporación de la cosmovisión indígena en políticas públicas: Guatemala debe trabajar en la inclusión de la cosmovisión y conocimientos indígenas en las políticas públicas relacionadas con la gestión de la biodiversidad y la agricultura. Esto implica reconocer y respetar los valores, concepciones y sistemas de referencia de los pueblos indígenas en la toma de decisiones.
- Facilitar la consulta y participación indígena: Se debe establecer y acompañar como mecanismo un programa de sesiones permanentes de seguimiento con los pueblos indígenas, donde se puedan medir sus contribuciones a las NDC, e impulsar a que la Mesa Indígena de Cambio Climático, asuma el papel de representación e inclusión. Estas consultas deben ser culturalmente adecuadas y considerar las prácticas agroalimentarias ancestrales, por lo que, se hace necesario socializar ante esta mesa los instrumentos realizados en el marco de la consultoría.

- Mejorar la recopilación y difusión de datos climáticos: Es fundamental mejorar la recopilación y difusión de datos climáticos desglosados que destaquen las contribuciones de los pueblos indígenas. Esto incluye el uso de modelos climáticos en políticas públicas y la disponibilidad de información para productores locales.
- Desarrollo de indicadores específicos: Se deben elaborar indicadores específicos para medir las contribuciones de los pueblos indígenas a las NDC de Guatemala, especialmente en relación con el modelo Ütz Awän. Estos indicadores ayudarán a evaluar el progreso y la efectividad de las políticas implementadas.
- Fortalecimiento de la comunicación entre partes interesadas: Guatemala debe mejorar la comunicación entre los pueblos indígenas, las partes interesadas gubernamentales y no gubernamentales, empresas y organizaciones. Esto garantizará una implementación efectiva de los planes nacionales y los marcos regulatorios.

b) Para la propuesta de acciones de adaptación y mitigación:

- Promoción del Modelo Ütz Awän: Se debe fomentar activamente el uso del Modelo Ütz Awän y las prácticas ancestrales que contribuyen a la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI). Esto incluye la recuperación de tierras degradadas y la intensificación sostenible.
- Recuperación de tierras y sistemas agroforestales: Promover prácticas como el sistema Xol che' (agroforestales) y el asocio tradicional de cultivos (Awex y Tijonik) para reducir la deforestación y aumentar la absorción de carbono en el suelo.
- Conservación de suelos y biomasa: Fomentar prácticas de conservación de suelos y la incorporación de biomasa al suelo a través de las prácticas agrícolas ancestrales; esto ayudará a mejorar la salud del suelo y la retención de carbono.
- Divulgación y educación: Llevar a cabo campañas de divulgación para el manejo de rastrojos y promover la incorporación de materia orgánica al suelo. Además, se debe promover la fabricación y uso de residuos de la producción.
- Gestión sostenible del agua: Incrementar la gestión y uso sostenible del agua, incluyendo la cosecha de agua. Esto es esencial para la adaptación y la producción agrícola sostenible.
- Recuperar conocimiento tradicional: Fomentar la recuperación y uso de especies nativas para la alimentación y la regeneración del suelo, así como la preparación y el establecimiento de bancos de semillas.

c) Necesidades de investigación según los enfoques científicos:

- Impacto del barbecho en el modelo Ütz Awän: Se puede investigar a través de métodos científicos cómo el barbecho influye en la cantidad de carbono en el suelo. ¿El barbecho favorece la acumulación de materia orgánica al reducir la perturbación del suelo?
- Efecto de la textura: Un enfoque científico podría analizar cómo la textura del suelo influye en la relación entre la cantidad de carbono y la retención de nutrientes esenciales. ¿Los suelos arcillosos tienden a retener más carbono y nutrientes en comparación con los arenosos?
- Materia orgánica y fertilidad: Investigar cómo los niveles de materia orgánica y carbono en el suelo se correlacionan con la fertilidad y el rendimiento de los cultivos en cada parcela.
- Relación con el uso del suelo: Analizar si el uso del suelo (barbecho, cultivo continuo, etc.) impacta la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica, lo que a su vez afecta la cantidad de carbono en el suelo.
- Prácticas de manejo: Evaluar si ciertas prácticas de manejo, como la adición de enmiendas orgánicas, afectan la acumulación de carbono en el suelo y cómo estas prácticas podrían influir en la sostenibilidad a largo plazo.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo de París. (2015). Acuerdo de París bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de URL oficial del Acuerdo de París (Asegúrate de proporcionar la URL específica y la fecha de acceso si corresponde).
- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77-86. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005
- Banco Mundial, MARN, & UICN. (2020). Priorización de medidas de adaptación para apoyar la implementación de la NDC en Guatemala.
- Barrios, A. (2016). El pueblo maya: Una cultura milenaria que prevalece.
- Barrera-Bassols, N., & Toledo, V. M. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography*, 4(1), 9-41.
- Colfer, C. J., & Byron, Y. (Eds.). (2012). *Cultivating forest diversity: A regional guide for the farmer in Central America*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- FAO, & FILAC. (2021). Los pueblos indígenas y tribales y la gobernanza de los bosques. Una oportunidad para la acción climática en América Latina y el Caribe. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb2953es>
- Facilitative Working Group. (2021). Recommendations to the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice on Enhancing Engagement with Indigenous Peoples and Local Communities in the Development and Implementation of Climate Policies, Actions, and Communications. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Gobierno de la república de Guatemala, año 2015, Contribución Nacional Determinada de Guatemala en el marco del acuerdo de París. Enlace: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Guatemala/1/INDC%20Guate.pdf>
- Gobierno de la república de Guatemala, año 2018, Actualización de la contribución Nacional Determinada de Guatemala, Metas y medidas de mitigación” Enlace: <https://unfccc.int/NDCREG>
- Gobierno de la Republica de Guatemala, año 2021. Contribución Nacionalmente Determinada, 2021-2022. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MANR) Guatemala, C.A.
- González, A., & López, R. (2019). Saberes tradicionales y cambio climático: Aportes de los pueblos indígenas al sector agroalimentario. En *Proceedings of the International Conference on Indigenous Knowledge and Sustainable Development* (pp. 78-91). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Iniciativa Climática de México. (2022). Propuesta de una NDC desde la sociedad civil (NDC-SC). Recuperado de URL: <https://iniciativaclimatica.org/>
- IIPFCC & CIEL. (2021). Rights of Indigenous Peoples in Climate Change Policy and Action: A Legal and Policy Analysis. International Indian Treaty Council & Center for International Environmental Law.

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2016). Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC) de Guatemala
- IWGIA. (2022). Reconocimiento de los pueblos indígenas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) Policy Paper. Octubre de 2022.
- López, M. A., & Velázquez, C. (2020). Prácticas ancestrales mayas para la mitigación del cambio climático. *Revista de Estudios Mayas*, 15(2), 78-94.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). CONTRIBUCIÓN NACIONALMENTE DETERMINADA, GUATEMALA 2021. 94 pgs.
- Pelling, M. (2011). *Adaptation to climate change: From resilience to transformation*. Routledge
- Pérez, J., & Gómez, R. (2019). Gestión del agua y sistemas agrícolas mayas como estrategias de adaptación al cambio climático. En *Proceedings of the International Conference on Indigenous Knowledge and Climate Change* (pp. 56-68). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reed, M., Pimbert, M., & Lemos, M. C. (2022). Indigenous peoples, free prior and informed consent, and REDD+. In D. Reed, M. Pimbert, & M. C. Lemos (Eds.), *Indigenous peoples, forests, and REDD+: Indigenous peoples and REDD+ in Latin America* (pp. 25-44). Routledge.
- Rodríguez, C., & Navarro, L. (2018). Rol de los pueblos indígenas en las Contribuciones Determinadas Nacionalmente y la mitigación del sector agroalimentario. *Revista de Investigación en Ciencias Ambientales*, 23(1), 134-147.
- Smith, J., & García, M. (2020). Contribuciones de los pueblos indígenas a la mitigación del cambio climático en el sector agroalimentario. *Revista de Estudios Ambientales*, 15(2), 45-62.
- Victor, D. G., Gustafsson, M. T., & Jinnah, S. (2022). Voluntary national climate commitments and implementation. *Nature Climate Change*, 12(2), 108-112. doi: 10.1038/s41558-021-01136-

13. ANEXOS

13.1. Anexo 1. Guía de cálculo para convertir toneladas de carbono (C) a toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq)

El paso de toneladas de carbono almacenados en el suelo a 0.30m de profundidad a CO₂ equivalente implica convertir las emisiones de carbono en un valor equivalente de dióxido de carbono (CO₂) en términos de su potencial de calentamiento global. Esto se hace para tener en cuenta la diferencia en el potencial de retención de calor entre el carbono y el dióxido de carbono.

Para convertir toneladas de carbono (C) a CO₂ equivalente, se multiplica la cantidad de toneladas de carbono por el factor de relación entre masas atómicas que refleja el potencial de calentamiento global (PCG) del carbono en comparación con el CO₂. El PCG para el carbono es 3.6641, lo que significa que una tonelada de carbono es equivalente a 3.66 toneladas de CO₂.

Datos:

Masa Atómica (Gramos/Mol)

Carbono 12.0110

Oxígeno 15.9994

Masa Atómica (Gramos/mol)

Molécula de Carbono en el suelo 12.0110

Molécula de Dióxido de carbono 44.0098

Rel: 3.6641

Cantidad de carbono (C): 174.105 Toneladas/ Hectárea

Factor de conversión (relación entre masas moleculares): 44/12 (para C a CO₂)

Fórmula:

Toneladas de CO₂-eq = Toneladas de C x Factor de conversión

Sustitución de valores:

Toneladas de CO₂-eq = 174.105 toneladas x (44/12)

Cálculo:

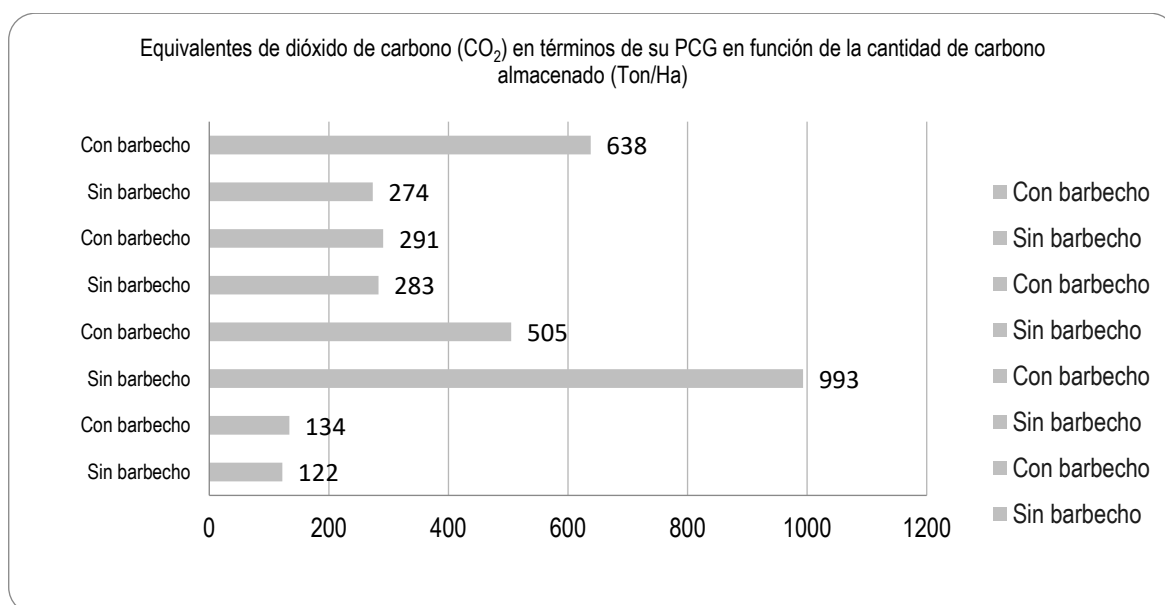
Toneladas de CO₂-eq = 638.385 toneladas de CO₂ equivalente

13.2. Anexo 2. Equivalentes de dióxido de carbono (CO₂) en términos de su PCG en función de la cantidad de carbono almacenado (Ton/Ha)

Lugar	Práctica agrícola implementada	CO ₂ Equivalente (Ton/Ha)
Patzún	Con barbecho	638
Patzún	Sin barbecho	274
San José Poaquil	Con barbecho	291
San José Poaquil	Sin barbecho	283
San Bartolomé, Milpas Altas	Con barbecho	505
San Bartolomé, Milpas Altas	Sin barbecho	993
Sumpango	Con barbecho	134
Sumpango	Sin barbecho	122

T Calculada	0.134
T Student	1.943

Se rechaza la Ho, no hay diferencia estadística entre los grupos con 95% de confianza



13.3. Anexo 3. Cálculo de Biomasa por localidad

Localidad	CO₂-eq Ton/ha	Biomasa en MS Ton/ha
Patzún	638	9.11
San José Poaquil	283	9.74
San Bartolomé M. A.	505	4.82
Sumpango	134	11.34
PROMEDIO	390	8.75

13.4. Anexo 4. Fotografías de mediciones en campo de Biomasa y COS

Fotografías. Muestreo de suelos en las diferentes localidades de estudio.





Fuente: AGROTECNIA 2023. Se cuenta con el consentimiento de las personas que aparecen en las fotografías.

13.5. Directorio de participantes en entrevistas a actores de responsabilidad.

Consultoría Útz Awän: Sistemas Mayas Agroalimentarios como Medida de Adaptación al Cambio Climático y COVID-19.

No .	Nombre del entrevistado:	Organización de contacto:	SECTOR	Puesto en la organización:
1	Nasly Anabely Escobar	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Asesora de DCC
2	Fernando Clara	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Msc. Ing. Civil
3	María Alejandra López López	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Jefe del Departamento de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático
4	Marco Vinicio Cabrera	SEGEPLAN Secretaría general de planificación y programación nacional	Gobierno	Especialista en Cambio Climático
5	Carlos Abel Cifuentes Figueroa	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Asesor Profesional
6	Ortiz	SEGEPLAN Secretaría general de planificación y programación nacional	Gobierno	Especialista
7	Ana María Palomo González	Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada (CEMAT)	MICC	Presidente y Representante Legal
8	Ervin Salvador López Aguilar	Asociación Balam ONG	MICC	Coordinador de Pueblos Indígenas
9	Mynor Palacios	SEGEPLAN Secretaría general de planificación y programación nacional	Gobierno	Especialista en Recursos Naturales
10	Flor de María Calderón Zapeta	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Asesora de mitigación al cambio climático
11	Juan Alberto Coy Che	Asociación indígena Campesina Rahonel re li Chöch, "Amantes de la Tierra"	MICC	Vicepresidente de la Asoc. Amantes de la Tierra
12	Leonel Campos	Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno	Jefe departamento de prevención del riesgo ante los efectos del cambio climático

Fuente: Base de datos de entrevistas actores de relevancia NDC