ANÁLISIS DE

RIESGOS CLIMÁTICOS

GUATEMALA, JUNIO 2,022

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. Antecedentes 4
2.1 gases de efecto invernadero (GEI) 4
2.2 Cuantificación de emisiones de GEI (Protocolo de Kioto y Acuerdo de París) . 4
2.3 Postura y compromisos adquiridos en Guatemala 5
2.4 NaturAceites y el cambio climático 6
2.4.1 Principales fuentes de emisiones de NaturAceites 6
2.4.2 Agroquímicos 11
2.5 Vulnerabilidad al Cambio Climático 14
2.5.1 Vulnerabilidad 14
2.5.2 Estrés hídrico 14
2.5.3 Riesgo de inundaciones 15
2.5.4 Riesgos de Sequía 16
2.6 Descripción de riesgos por cambio climático 16
2.6.1 Eventos por sequías 16
2.6.2 Eventos por inundación 18
3. análisis de riesgo 19
3.1 Resultados del análisis de riesgos derivados de los impactos del cambio climático por área 21
3.1.1 análisis de riesgo Sociales derivados de los impactos del cambio climático 21
3.1.2 análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático 23
3.2 resumen de análisis de riesgos 28
3.2.1 resumen de Análisis de riesgo sociales derivados de los impactos del cambio climático 29
3.2.2 resumen de Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático 30
3.2.3 resumen de Análisis de riesgo industriales derivados de los impactos del cambio climático ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4. Plan de adaptación ante el cambio climático 33

5. conclusiones 36
6. Referencia bibliográfica 37

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas, el cambio climático afecta, en la actualidad, a todos los países en todos los continentes. Tiene un impacto negativo en la economía y la vida de las personas, las comunidades y los países. Es un problema que crea nuevos desafíos para la sociedad y requiere que esfuerzos de trabajo de forma coordinada y precisa para que los países en desarrollo avancen hacia acciones que tengan como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales son la causa del cambio climático.

Guatemala, en el año 2010, fue declarado por la UNICEF como el segundo país más afectado por el cambio climático, ya que cada vez son más comunes los desastres naturales como las sequías, deslaves o inundaciones en el país (UNICEF, 2012). Ejemplo de ello, son los recientes huracanes ETA e IOTA, los cuales, sin tocar directamente al territorio nacional, provocaron tormentas intensas que generaron inundaciones, deslizamientos y arrastre de lodos en los departamentos de Izabal, Petén, Alta Verapaz y Quiché en mayor medida. Departamentos en los que, en su mayoría, la empresa NaturAceites tiene establecidos centros de operaciones, provocando que se encuentre vulnerable ante el cambio climático en todas sus actividades que van desde el cultivo de palma de aceite, plantas de beneficio, refinería y terminal portuaria.

Actualmente NaturAceites, como empresa responsable con el ambiente y con el fin de disminuir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero, que son contribuyentes al cambio climático, cuenta con múltiples buenas prácticas las cuales anualmente evitan que se emitan más de 100,000 TM de CO_2 equivalente al ambiente. Dentro de las principales, se encuentra: 1) El uso de alrededor del 90% de biomasa para sustituir combustibles no renovables durante sus procesos; 2) El uso los efluentes de las plantas de beneficio para enriquecer el compost; y, 3) El uso de compost para reemplazar la utilización de fertilizantes inorgánicos, los cuales se consideran que alrededor de 12 toneladas métricas (TM) de compost reemplazan 1 TM de fertilizante inorgánico (NaturAceites, 2021).

Aunado a las acciones que NaturAceites realiza como parte de su responsabilidad ambiental, reconoce la necesidad de contar con un plan estratégico para identificar y valorizar los riesgos generados por desastres naturales cuyos impactos son cada vez más frecuentes e intensos, como punto de partida para generar un plan de acción de adaptación a los efectos adversos al cambio climático. Ante tal necesidad se realiza una evaluación de la vulnerabilidad de todos los centros de operaciones de NaturAceites ante los efectos del cambio climático como elementos fundamentales para la conformación de este plan estratégico.

2. ANTECEDENTES

2.1 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los GEI son los componentes gaseosos que se encuentran en la atmósfera tanto de manera natural como antropogénica. Estos tienen la capacidad de absorber y emitir radiación en determinadas longitudes de onda, permitiendo una temperatura en la Tierra. Sin embargo, las actividades humanas han ocasionado una emisión superior a la natural de los GEI, aumentando la captura de radiación en la atmósfera y, por consiguiente, incrementando la temperatura en la Tierra (Benavides Ballesteros & León Aristizabal , 2007). De acuerdo con el Protocolo de Gases Efecto Invernadero, los GEI son los seis gases listados en el Protocolo de Kioto: bióxido de carbono (CO2); metano (CH4); óxido nitroso (N2O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF6) (GHG Protocol, s.f.).

En Guatemala se han realizado cuatro inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI) correspondientes a los años 1990, 1994, 2000 y 2005. Estos indican que las emisiones totales de GEI aumentaron de 18.10 a 31.40 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO2-eq) de 1990 a 2005 (SGCCC, 2019).

2.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI (PROTOCOLO DE KIOTO Y ACUERDO DE PARÍS)

La cuantificación de las emisiones de GEI deriva de años de investigación, y se impulsa en 1997 con la aprobación del Protocolo de Kioto, durante la Tercera Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático. Este protocolo propone metas vinculantes a la reducción de las emisiones de GEI para los países industrializados, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones que hay actualmente en la atmósfera. Por otro lado, estas metas se ampliaron a todos los países del mundo con el Acuerdo de París en el año 2015 para abordar el cambio climático (FAO, 2017).

El Acuerdo de París “incluye compromisos de todos los países para reducir sus emisiones y colaborar juntos a fin de adaptarse a los impactos del cambio climático, así como llamamientos a estos países para que aumenten sus compromisos con el tiempo. El Acuerdo proporciona a los países desarrollados una ruta para que ayuden a las naciones en desarrollo a mitigar y adaptarse al cambio climático, creando un marco para un control y una información transparentes sobre los objetivos climáticos de estos países” (UN, s.f.).

Los países aprobaron este acuerdo con el fin de reducir el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C y, dados los graves riesgos, esforzarse por alcanzar los 1.5°C (UNFCCC, 2015). "La puesta en práctica del Acuerdo también es esencial para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ya que ofrece una hoja de ruta para las medidas climáticas que reducirán las emisiones y aumentarán la resiliencia al clima" (UN, s.f.)

2.3 POSTURA Y COMPROMISOS ADQUIRIDOS EN GUATEMALA

"Guatemala es particularmente vulnerable a los efectos de Cambio Climático, de los cuales tendrá que soportar una carga anormal y desproporcionada, situación que amenaza a su población, su patrimonio, la producción de alimentos y los medios de subsistencia, impidiendo que el desarrollo económico y social prosiga de manera sostenible" (INDC-UNFCCC, 2015).

En los avances de Guatemala en parámetros de legislación de Cambio Climático en el país, en el año 2013 se aprobó el decreto 7-2013 "Ley Marco de Cambio Climático", la cual tiene por objeto establecer las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en Guatemala (PNUD, 2021).

Adicional, el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, de carácter transversal y aplicable a toda la población del país, en cumplimiento con lo establecido en el Decreto 7-2013 (Ley Marco) que ordena su elaboración y posterior actualización. El objetivo general del Plan es definir, de forma clara y ordenada, las principales acciones y lineamientos que las instituciones de gobierno y demás sectores del Estado deberán seguir a efectos de contribuir de manera efectiva a la reducción de la vulnerabilidad en que se encuentra la mayoría de la población nacional, a ampliar la capacidad de adaptación del país y a reducir las emisiones de gases efecto invernadero, ante la amenaza de los efectos del fenómeno del cambio climático y la variabilidad del clima (FAO, 2016).

Con base a la regulación nacional vigente y los compromisos adquiridos al haber ratificado el Acuerdo de Paris en el marco de la Conferencia de las Partes de Cambio Climático, en el cual hizo un llamado mundial al cumplimiento de las responsabilidades comunes pero diferenciada; Guatemala se ha sumado a dichos compromisos globales, comprometiéndose a la reducción de emisiones, a través de la planificación para lograr una reducción del 11.2% de sus emisiones GEI totales del año base 2005 proyectado al año 2030. Esta reducción implica que las emisiones, en un escenario tendencial (BAU por sus siglas en inglés) de 53.85 millones de toneladas de CO_2 equivalentes para el año 2030, serán reducidas a un valor de 47.81 millones de toneladas de CO2 equivalentes en ese año. Además, con el apoyo técnico y financiero de la comunidad internacional, Guatemala plantea una reducción más ambiciosa que la anterior, de hasta el 22.6% de sus emisiones

GEI totales del año base 2005 proyectado al año 2030. Esta reducción implica que las emisiones, en un escenario tendencial (BAU) de 53.85 millones de toneladas de CO_2 equivalentes para el año 2030, serían reducidas a un valor de 41.66 millones de toneladas de CO_2 equivalentes en ese año (INDC-UNFCCC, 2015).

2.4 NATURACEITES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

NaturAceites es una empresa guatemalteca comprometida con un modelo de operación sostenible, respetuosa de los derechos humanos, con una visión de mejora continua para la generación de valor a la sociedad, el medio ambiente y las comunidades cercanas a las zonas de operación de la empresa. Con oficinas centrales en la ciudad de Guatemala, estas zonas de operación se encuentran en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas, Panzós en Alta Verapaz y El Estor en Izabal, con plantaciones de aceite de palma y tres plantas procesadoras de aceite (NaturAceites, 2020).

Consiente que las emisiones de gases invernadero son considerables contribuyentes al cambio climático, NaturAceites está comprometido a implementar planes orientados a disminuir su impacto y apoyar la solución de esta problemática mundial. Sobre esta materia, NaturAceites cuenta con prácticas que han permitido disminuir la emisión de Gases Efecto Invernadero. Las principales prácticas han permitido con el ahorro de más de 100,000 TM de CO2 anualmente (NaturAceites, 2020).

En el alcance para la medición y monitoreo de gases efecto invernadero (GEI) se incluyen todas las operaciones agroindustriales de NaturAceites como las áreas administrativas, el transporte de aceites crudos y los productores de Palma (terceros). Además, se han establecido programas para reducir emisiones de GEI (NaturAceites, 2020).

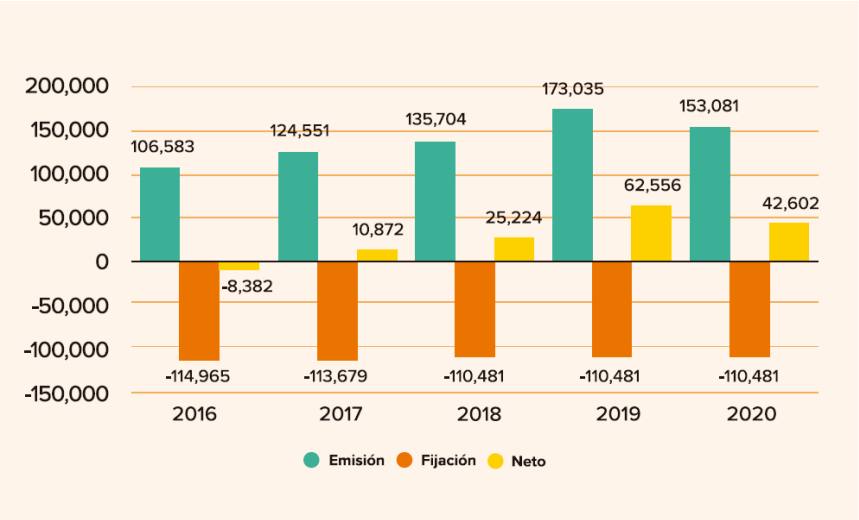
2.4.1 PRINCIPALES FUENTES DE EMISIONES DE NATURACEITES

NaturAceites en su Reporte de Sostenibilidad (2020) presentó su responsabilidad y compromiso en la implementación de planes orientados a disminuir su impacto en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Para su estudio de estimación de huella de carbono, utilizaron la calculadora PalmHGH versión 4 de RSPO y factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA). El estudio tuvo un alcance de todas las operaciones agroindustriales, por lo que no se tomaron en cuenta sus áreas administrativas, transporte de aceites crudos y productores asociados. A partir del año 2022 se tendrá un alcance de los productores asociados y sus actividades generadoras de emisiones de GEI.

En la **Figura *1*** se presenta el balance de emisiones en tonelada de dióxido de carbono equivalente desde el año 2016 para NaturAceites. Este estudio evidencio el impacto

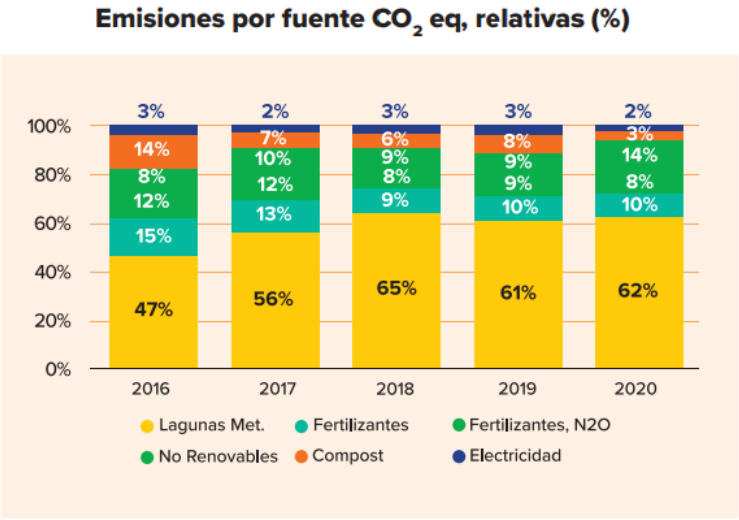
positivo que generan las plantaciones de palma y la fijación de CO_2 equivalente de las mismas, en el 2016 NaturAceites obtuvo un resultado carbono negativo, lo que significa que fijaron más carbono del que emitieron en sus actividades. En el año 2020 tuvieron un resultado de 42,602 toneladas de CO_2 eq de emisiones netas. El incremento de las emisiones netas en los últimos años se puede atribuir al aumento de producción que la empresa ha alcanzado, lo que puede provocar más emisiones de GEI.

Figura 1. Total de emisiones y fijaciones (TM CO_2 eq)



De acuerdo con la Figura 2, las principales fuentes de emisión en NaturAceites corresponden a: (1) el metano liberado en las lagunas anaerobias, el cual representa alrededor del 60% del CO2 equivalente; y (2) a los fertilizantes que tienen un factor de emisión de CO2 equivalente el cual representa alrededor del 20% del valor de emisiones de NaturAceites. Además, se consideran las emisiones de N2O por escorrentía y lixiviación.

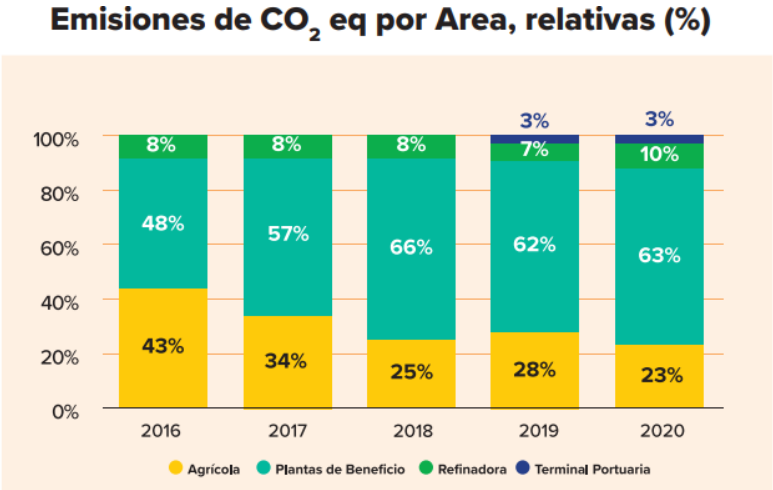
Figura 2. Principales fuentes de emisión de Gases Efecto Invernadero



Fuente: (Naturaceites, 2020).

De acuerdo con la Figura 3 y basándose en las principales fuentes de emisión, las áreas que contribuyen de mayor forma a la emisión de CO_2 equivalente son plantas de beneficio y regiones agrícola.

Figura 3. Principales áreas que contribuyen a la emisión de Gases Efecto Invernadero

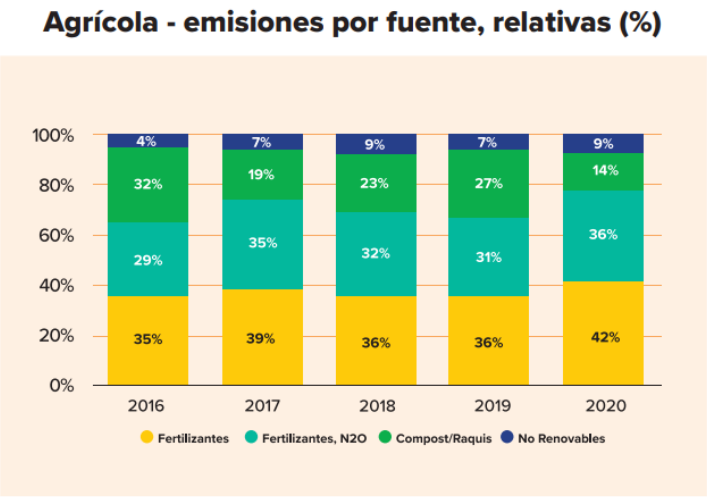


Fuente: (Naturaceites, 2020).

A continuación, se describen las principales emisiones por área de NaturAceites.

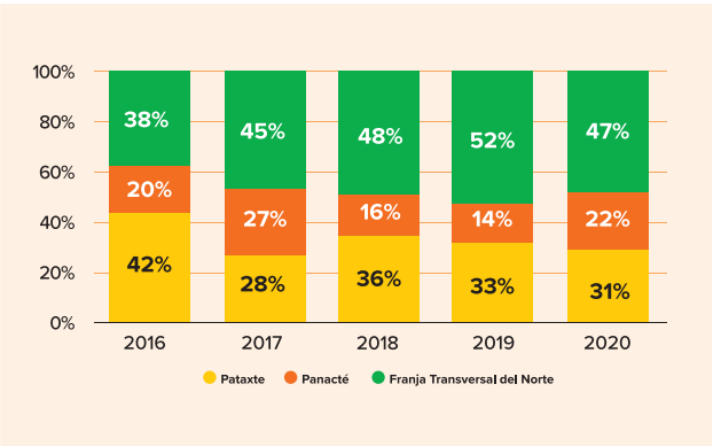
<u>Agrícola</u>: Las principales fuentes de emisión de Gases Efecto Invernadero son las relacionadas al uso de fertilizantes (inorgánicos u orgánicos como compost o raquis), lo cual se puede observar en la Figura 4. Asimismo, en la Figura 5, se observa que las regiones que contribuyen de mayor forma a la emisión de CO2 equivalente son la Franja Transversal del Norte (FTN) y Pataxte.

Figura 4. Principales fuentes de emisión Gases Efecto Invernadero en Agrícola



Fuente: (Naturaceites, 2020).

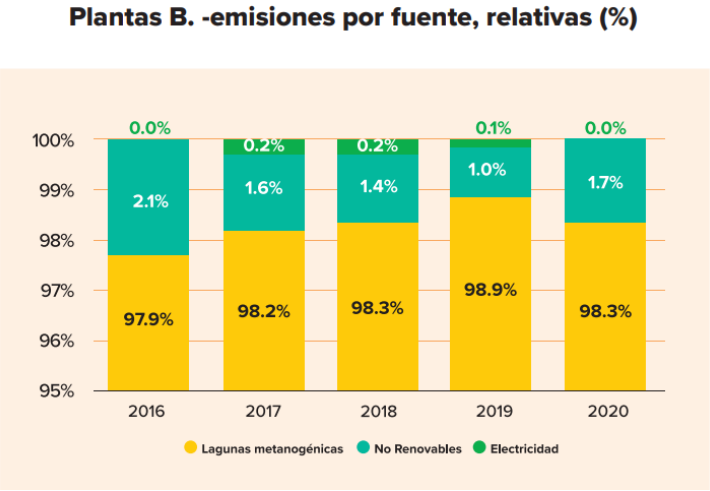
Figura 5. Emisiones Agrícolas agrupadas por Región



Fuente: (Naturaceites, 2020).

<u>Plantas de Beneficio</u>: La principal fuente de emisión de Gases Efecto Invernadero en las plantas de beneficio es el generado en las lagunas metanogénicas como puede observarse en la Figura 6.

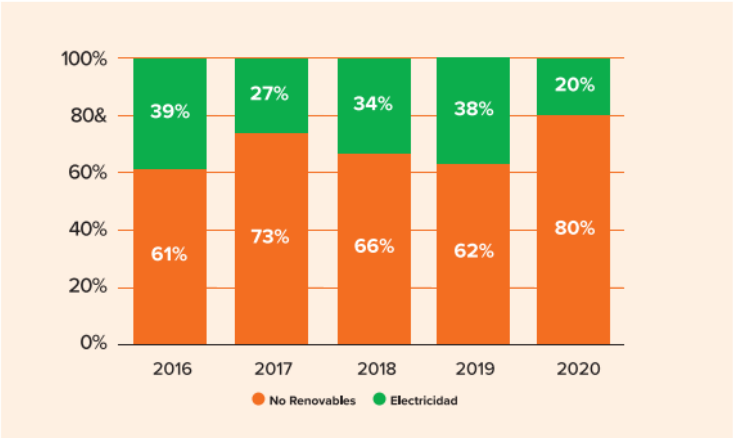
Figura 6. Principales fuentes de Gases Efecto Invernadero en Plantas



Fuente: (Naturaceites, 2020).

<u>Refinadora</u>: Las principales fuentes de emisión de Gases Efecto Invernadero en la refinadora son las generadas por combustibles no renovables y electricidad de la red nacional. Las emisiones se muestran en la Figura 7.

Figura 7. Fuentes de emisión Gases Efecto Invernadero en Refinadora



Fuente: (Naturaceites, 2020).

Por otro lado, es importante mencionar que NaturAceites cuenta con prácticas que han permitido disminuir la emisión de Gases Efecto Invernadero. Las principales prácticas que anualmente contribuyen con el ahorro de más de 100,000 TM de CO_2 equivalente es el uso de biomasa para sustituir combustibles no renovables, el uso de efluentes de plantas de beneficio para compostaje y la aplicación de compost para reemplazar fertilizantes inorgánicos.

2.4.2 AGROQUÍMICOS

Los agroquímicos son usados para eliminar o controlar plagas o malezas que limitan el crecimiento y productividad de la Palma. Para minimizar el uso de agroquímicos se han implementado prácticas como el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) y Buenas Prácticas Agrícolas (NaturAceites, 2020).

El objetivo principal es reducir al mínimo el uso de agroquímicos para combatir plagas, por lo que, al reducir el uso de agroquímicos, se logra una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero liberados por la aplicación de fertilizantes y productos químicos.

La implementación del MIPE se aborda dependiendo de la presencia de plagas y del umbral de cada una de ellas, en las cuales se lleva el siguiente orden:

- Primero: aplicación con biológico (elaborado en laboratorio agrícola)
- Segundo: aplicación con bilógico comercial
- Tercero: aplicación con químico

En la Figura 8 se presenta la tendencia de disminución de la aplicación de fungicida-insecticida en gramos de Ingrediente Activo por tonelada de Aceite Crudo de Palma de la región de Pataxte, Polochic. En el 2016 se muestra una aplicación de aproximadamente 7 g I.A./TM CPO y en el 2021 se ha logrado una disminución de menos de 1 7 g I.A./TM CPO. Así mismo, las gráficas presentadas en Figura 9 y Figura 10 muestran la misma tendencia de disminución de fungicida e insecticida aplicados en las regiones de Panacté, Polochic y FTN. Esto se debe al MIPE y a la implementación de buenas prácticas agrícolas que NaturAceites ha ido implementando a lo largo de su compromiso de sostenibilidad.

Figura 8 Fungicida+Insecticida PTX

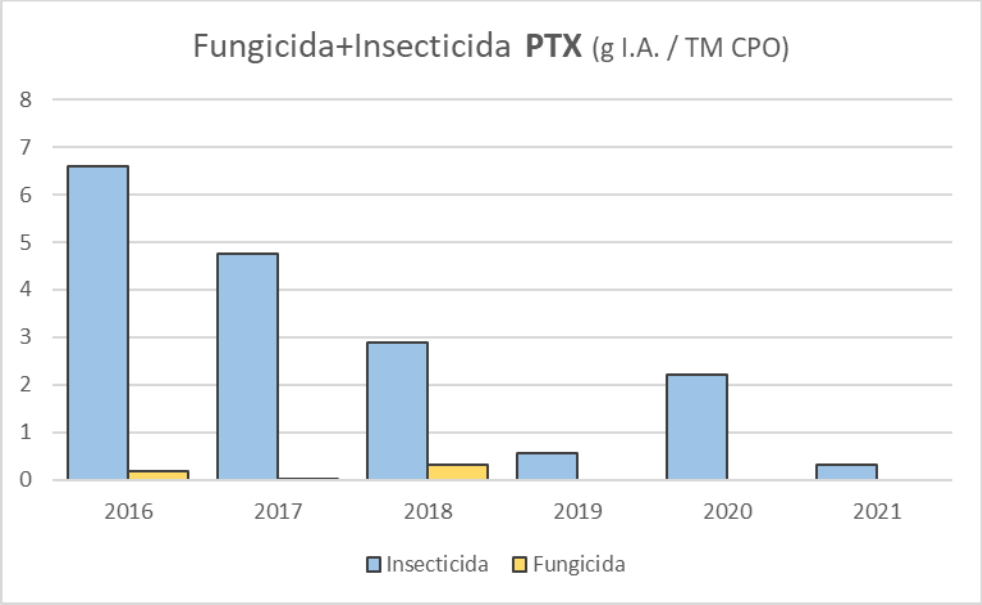


Figura 9. Fungicida+Insecticida PNT

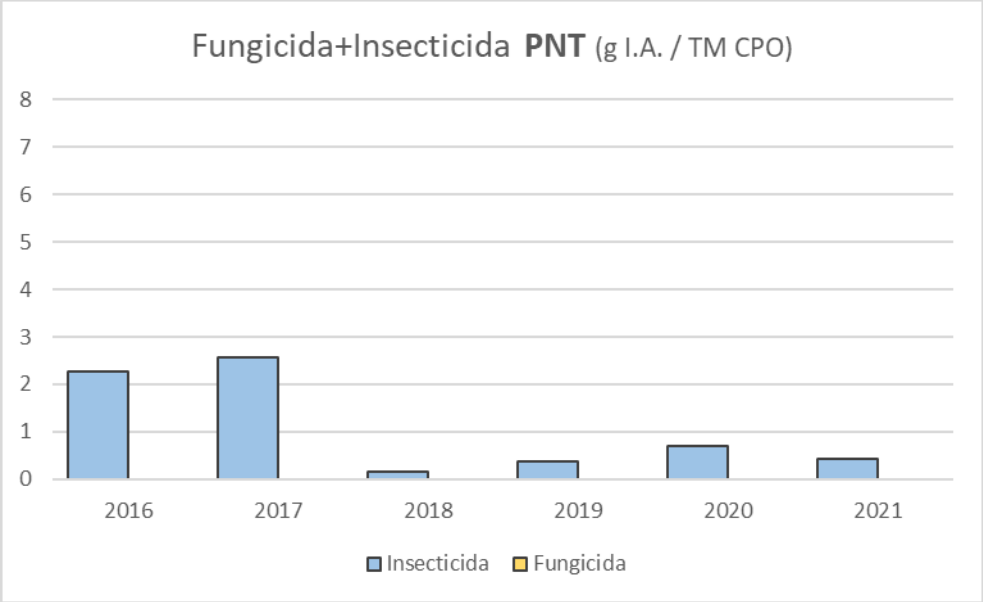
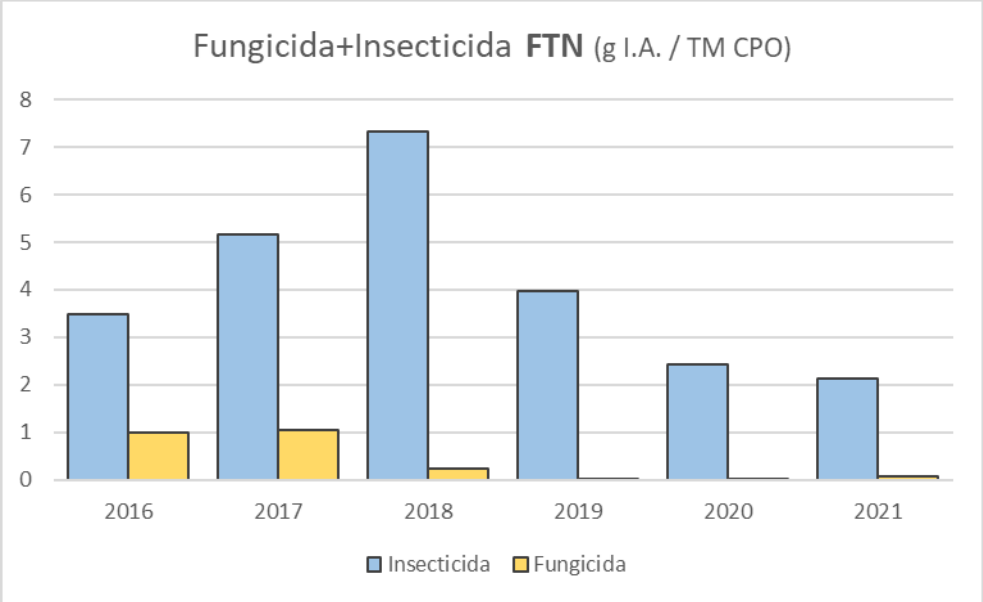


Figura 10. Fungicida+Insecticida FTN



2.5 VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

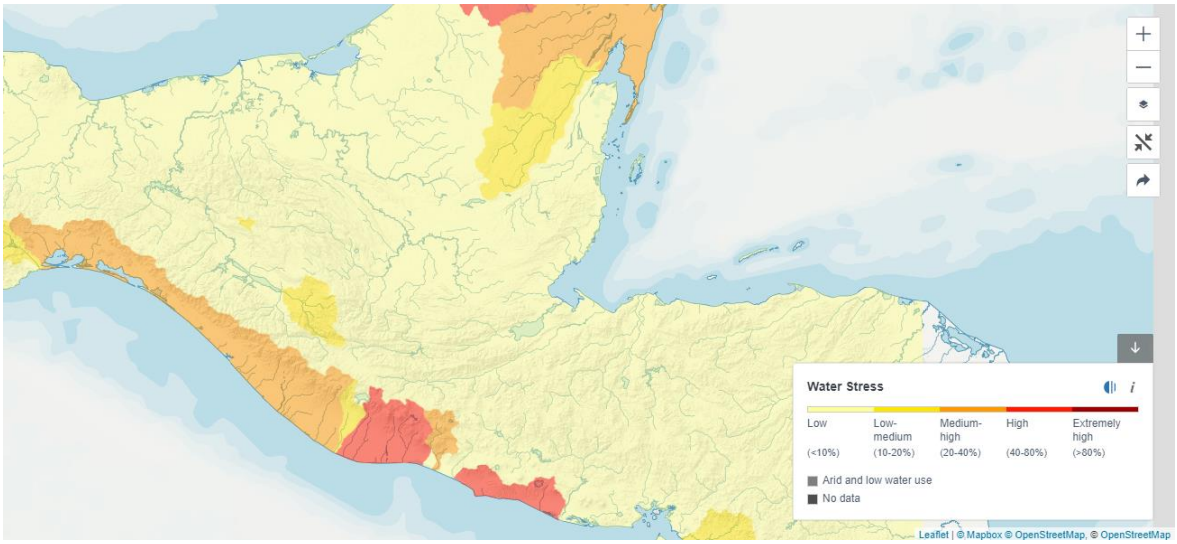
2.5.1 VULNERABILIDAD

CEPAL (2001) expone el termino de vulnerabilidad y grupos vulnerables con dos componentes explicativos. El primero representa la inseguridad e indefensión que pueden presentar las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por situaciones socioeconómicas extremas. Y el segundo es el manejo de recursos y las estrategias que pueden utilizar las comunidades, familias o personas para enfrentar y superar los efectos de ese evento.

2.5.2 ESTRÉS HÍDRICO

El estrés hídrico World Resources Institute (2019), mide la relación entre las extracciones totales de agua y los suministros renovables de agua superficial y subterránea disponibles. Las extracciones de agua incluyen los usos domésticos, industriales, de riego y ganaderos. Los suministros de agua renovable disponibles incluyen el impacto de los usuarios de agua corriente arriba y las grandes represas en la disponibilidad de agua corriente abajo. Los valores más altos indican más competencia entre los usuarios (***Figura 11***)

Figura 11. Mapa de estrés hídrico



Fuente: WRI Aqueduct 2019

Como se muestra en la figura anterior, las zonas con mayor estrés hídrico se presentan en la costa sur del país. El departamento con un mayor estrés hídrico es Escuintla, con un

resultado alto entre 40 a 80%; seguido de Retalhuleu, Suchitepéquez y Santa Rosa, con índices bajos a altos, entre los rangos de 10 a 40% de estrés hídrico de la zona.

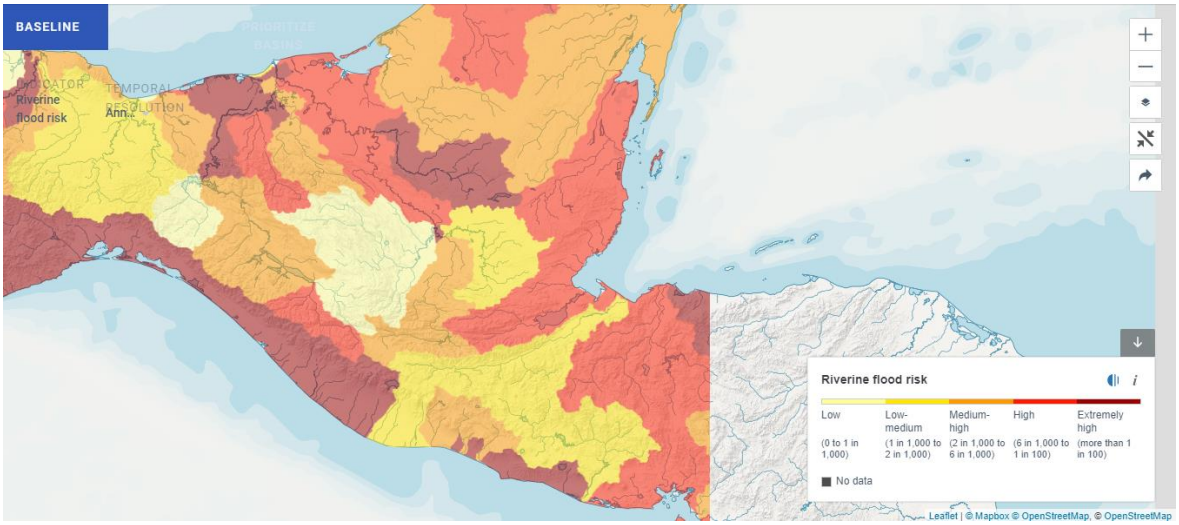
Respecto a las regiones de NaturAceites, la región de Polochic y FTN se ubican en zonas con bajo estrés hídrico, con valores de <10%. La refinadora, ubicada en Escuintla, se encuentra en la zona con mayor estrés hídrico del país (40 a 80%). Esto se puede atribuir a la naturaleza del área y la demanda del recurso hídrico de la zona industrial en la que se ubica.

La IPCC (2021) define la vulnerabilidad como "Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación".

2.5.3 RIESGO DE INUNDACIONES

El riesgo de inundaciones (**Figura *12***) mide el porcentaje de población que se espera que pueda ser afectada por las inundaciones en un año promedio, teniendo en cuenta los estándares de protección contra inundaciones existentes. El riesgo de inundación se evalúa utilizando la amenaza (inundación causada por el desbordamiento del río), la exposición (población en la zona de inundación) y la vulnerabilidad (World Resources Institute (2019).

Figura 12. Mapa de riesgo de inundaciones



Fuente: WRI Aqueduct 2019

El riesgo de inundaciones en la región del Polochic se ubica entre las zonas con mayor riesgo de inundaciones en el país, con valores altos de 6 en 1,000 a 1 en 100 personas afectadas por inundaciones. La región de FTN tiene un riesgo bajo a medio con valores de 1 en 1,000 a 2 en 1,000. La región de la refinadora presenta un riesgo bajo a alto de inundación, con un promedio de 2 en 1,000 personas afectadas en un año por inundaciones.

2.5.4 RIESGOS DE SEQUÍA

El riesgo de sequía, según el World Resources Institute (2019), mide dónde es probable que ocurran sequías, tomando en cuenta factores de vulnerabilidad de la población, los bienes y los activos a los efectos adversos. Los valores más altos indican un mayor riesgo de sequía, como se pregunta en la ***Figura 13***

Figura 13. Riesgo por sequías

Fuente: WRI Aqueduct 2019

Guatemala, a nivel general, se ubica en el rango de riesgo medio de sequía, con valores de 0.4 a 0.6, las regiones de Polochic y FTN se ubican en este rango. La única región que se encuentra con un nivel alto de riesgo por sequía es la región de Escuintla y Santa Rosa. Esta zona se caracteriza por un nivel alto de estrés hídrico y temperaturas elevadas. Por lo que la refinadora de NaturAceites de ubica en una zona de riesgo de sequía alto.

2.6 DESCRIPCIÓN DE RIESGOS POR CAMBIO CLIMÁTICO

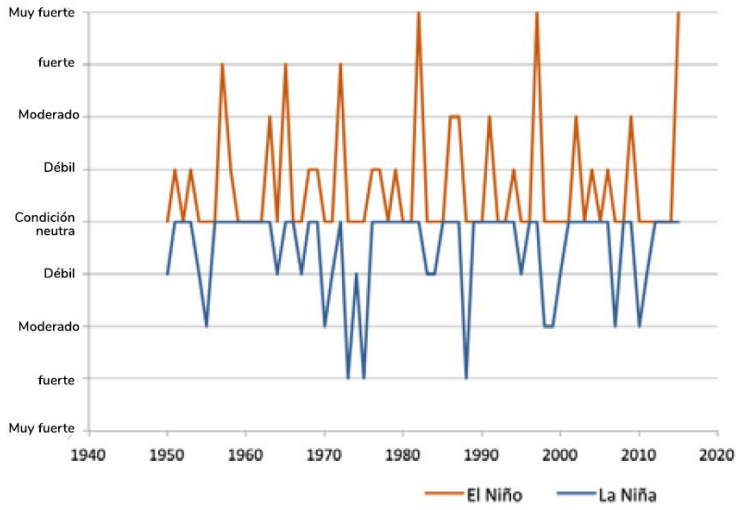
2.6.1 EVENTOS POR SEQUÍAS

La sequía es un tiempo seco de larga duración en el que el agua disponible de una determinada región ubica por debajo de los parámetros habituales, por lo tanto, no resulta suficiente para satisfacer las necesidades de los seres humanos, animales y plantas. En Guatemala, la sequía afecta principalmente afecta principalmente a la zona semiárida del país. Según el INSIVUMEH, se han producido canículas prolongadas en años de sequía y en ocasiones en años catalogados como años Niño o condiciones neutras. Entre estos años se puede mencionar las sequías de 2009 y 2014 (Rivera, 2020).

El Niño la Oscilación del Sur (ENOS) se presenta como un patrón climático que consiste en la oscilación de parámetros de temperatura del agua cada cierto tiempo en el Pacífico

ecuatorial. La fase cálida es presentada como El Niño y la fase fría La Niña. En la Figura 14 se presenta la categoría de intensidad y a los del periodo de 1950-2016. El color naranja muestra la intensidad de efectos de El Niño (fase calida) y el color azul los de la Niña (fase fría).

Figura 14. Variaron de El Niño y La Niña



Fuente: Clima de Guatemala, tendencias observadas e índices de cambio climático, 2019.

Como se observa en la figura anterior, se registran periodos de sequía en los años 2015, 2016 y 2017. Años los cuales coinciden con la información meteorológica que presentan el registro histórico de las estaciones meteorológicas de NaturAceites, la cual presentan déficit de agua en los años 2009, 2016 y 2019.

Toda actividad o persona individual conlleva a una interacción directa o indirecta con los recursos naturales, para el caso de NaturAceites con relación al proceso productivo e industrial, no se ven afectados en el uso directo del agua en las diferentes regiones en las que la empresa actúa ya que la precipitación anual, en los últimos años, ha superado el requerimiento de agua para las plantaciones, sin embargo, se ha observado que en años de sequía la productividad ha bajado en medida por falta de agua. Por otro lado, en plantas de beneficio, según el reporte de sostenibilidad presentado en el 2,020, el abastecimiento actual de agua de la mayoría las plantas de beneficio son a través de pozos los cuales sufren estrés hídrico durante época seca, pero a pesar de esto cuentan con abastecimiento de agua durante todo el año, a excepción de la planta de Panacté que, para poder cubrir su demanda de agua implementó un tanque de captación de agua de lluvia. Por otro lado, la refinaría actualmente cuenta con 2 pozos para el abastecimiento de agua y compra de agua a terceros en caso de no satisfacer la necesidad de agua.

2.6.2 EVENTOS POR INUNDACIÓN

Las lluvias, la nieve derretida, los maremotos y la ruptura de presas son algunas de las causas de las inundaciones que afectan a millones de personas cada año. La devastación suele ser generalizada, y comprende desde la pérdida de vidas, propiedades e infraestructura hasta la inseguridad alimentaria y enfermedades. Las inundaciones son especialmente catastróficas para la población pobre del mundo, que vive en su mayoría en zonas rurales y depende de la agricultura como fuente de alimentos e ingresos.

Muchas personas tienen dificultades para reemplazar lo que se ha perdido o dañado, como semillas, instrumentos, ganado, piensos para animales o aparejos de pesca. Las aguas estancadas suelen provocar que la tierra de cultivos no se pueda utilizar, lo que hace difícil mantener el ganado, que, sin el refugio, los cuidados veterinarios o los piensos adecuados son fáciles víctimas de la enfermedad o la inanición. Las aguas de aluvión plantean también una amenaza a la seguridad alimentaria y a la salud pública por medio del deterioro de las reservas de alimentos y la contaminación de los suministros de agua.

Como se mencionó en la sección anterior, el fenómeno de La Niña es la tendencia a lluvias más arriba de lo usual, según el Boletín Agroclimático no. 3 de la Meta Técnica Agroclimática (2022), los años en los que se presentó el fenómeno fue en el 1997, 1998, 2010, 2011, 2012 y 2017.

3. ANÁLISIS DE RIESGO

Para llevar a cabo el análisis de riesgo, se llevaron cabo una revisión de las diferentes áreas de operaciones de NaturAceites, así como el mapeo de las diferentes regiones en las que opera la empresa, definiendo tres ejes de trabajo:

1. Gestión Social
2. Producción Agrícola
3. Área Industrial

Para efectos del estudio, se consideró la definición de riesgo del Panel Intergubernamental del Cambio Climático: "potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de ocurrencia de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro".

En el presente informe, el término riesgo se desarrolló principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático, valorando el nivel de riesgo derivado de la relación de vulnerabilidad por la probabilidad, ponderando en niveles de riesgo bajo, medio o alto.

Para poder valorizar los impactos, éstos se abordados uno a uno, por medio de reuniones virtuales con los jefes encargados y gerentes responsables de las 3 áreas de trabajo, utilizando la metodología de entrevista semiestructurada con preguntas abiertas, las cuales fueron planteadas a los diferentes responsables de las áreas de trabajo de NaturAceites y se sistematizaron por medio de una matriz de comentarios por riesgo.

Con relación a los variables valorizadas, a continuación, se presentan su respectiva definición:

- **Vulnerabilidad**

El termino de vulnerabilidad y grupos vulnerables con dos componentes explicativos. El primero representa la inseguridad e indefensión que pueden presentar las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por situaciones socioeconómicas extremas. Y el segundo es el manejo de recursos y las estrategias que pueden utilizar las comunidades, familias o personas para enfrentar y superar los efectos de ese evento.

- **Probabilidad**

El criterio de probabilidad se define como el grado de posibilidad de que ocurra un evento no deseado tales como sequías, inundaciones o impactos derivados a cambios climáticos y pueda producir consecuencias. Las clasificaciones de la probabilidad para la medición de riesgo, se utilizarán valores de probabilidad baja, media o alta.

3.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR ÁREA

A continuación, se presentan los análisis de los riesgos presentados por las diferentes áreas de operación de NaturAceites.

3.1.1 ANÁLISIS DE RIESGO SOCIALES DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis de riesgo Sociales derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
Sequías	Afección a los cultivos de subsistencia	Fray	Media	Baja	Se han presentado eventos de sequía en 2018 y 2019.
	Afección a los cultivos de subsistencia	Polochic	Baja	Baja	Se han presentado eventos de sequía en 2017 y 2018. No existe información disponible de fuentes oficiales específicos para la zona.
	Escasez de agua para consumo humano	Fray	Baja	Media	Se tiene acceso a diferentes fuentes de abastecimiento como nacimientos, ríos y pozos artesanales, estos últimos son los que se secan en veranos extendidos.
	Escasez de agua para consumo humano	Polochic	Baja	Baja	La principal fuente de abastecimiento de agua son nacimientos en la Sierra de la Minas, los cuales no se secan en verano o sequías prolongadas El problema es la gestión, recurso si hay, generalmente es por conflicto de las comunidades.

Análisis de riesgo Sociales derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
Inundaciones o aumentos de precipitaciones	Afección a los cultivos de subsistencia	Fray	Media	Media	Si bien las últimas tormentas de ETA e IOTA no fuero críticos, si se han presentado inundaciones de hasta 10 a 12 días en los cultivos comunales por ausencia de drenajes y por la poca pendiente de la zona generando pérdidas en los cultivos de subsistencia.
	Afección a los cultivos de subsistencia	Polochic	Alta	Media	Por las condiciones de la zona, la recurrencia de inundaciones es alta y puede ser crítica en eventos como las tormentas ETA e IOTA, las cuales causaron considerables pérdidas
	Afección a infraestructuras y servicios básicos por inundaciones	Fray	Media	Baja	La carretera principal, la Franja Transversal del Norte, representa una estructura primaria de la red vial, por lo que no es común que se vea afectada, sin embargo, las calles internas de comunidades sí se ven afectadas comúnmente.
	Afección a infraestructuras y servicios básicos por inundaciones	Polochic	Alta	Alta	El área de más afectada es la de Panacté, donde las comunidades quedan incomunicadas por el desbordamiento de ríos o quebradas, lo cual afecta de forma considerable los caminos y puentes.
Aumento de vectores o enfermedades	Afección a la salud humana	Todas	Sin Información	Sin Información	Es común el reporte de enfermedades por vectores como malaria y dengue en época de invierno, sin embargo, no se existe información disponible de fuentes oficiales respecto a la variación del comportamiento.

3.1.2 ANÁLISIS DE RIESGO AGRÍCOLAS DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
Sequías	Reducción de productividad	Fray Bartolomé	Alta	Alta	Estos impactos han sido críticos, por ejemplo, en el 2019, para la zona norte se presentó una pérdida del 20% de la producción por la reducción del número de racimos, afectando en un período de 2 años. Adicionalmente, la ausencia de lluvia limita la capacidad de aprovechamiento de nutrientes como el Nitrato de Amonio y también se merma la polinización (aplicable también a la región del Polochic)
		Pataxte	Media	Alta	La criticidad es menor porque la precipitación en la zona tiende a ser constante por las condiciones geográficas, principalmente en Pataxté, sin embargo, sí se han presentado eventos que han impactado en la plantación en Panacté donde la distribución de la precipitación varía más.
		Panacté	Media	Alta	

Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
Cambios extremos en temperatura	Afección en la polinización que genera pérdida de peso en los racimos	Todas	Alta	Alta	La Gerencia Agrícola indicó que el aumento extremo de temperaturas, de 38°-40° C afecta la polinización del racimo lo que genera una pérdida de peso. Con relación con temperaturas por debajo de los 17°-16°C, se genera una alteración en la calidad y maduración de la fruta.
Inundaciones o aumentos de precipitaciones	Afección a infraestructura interna en plantaciones	Fray Bartolomé de las Casas	Media	Alta	Se perjudica directamente las calles principales de la plantación ya que se llegan a inundar, afectando los accesos necesarios para las operaciones. Sucede el caso de acarrear sedimento lo que repercute en los drenajes ya realizados y los naturales.
		Pataxte	Media	Alta	Anualmente se producen daños en las carreteras, así como calles principales y secundarias dentro de la plantación, esto derivado de los asolvamientos de canales y drenajes por el arrastre de sedimento, requiriendo un mantenimiento constante para reducir los impactos tanto en las plantaciones, como para las comunidades que utilizan los caminos de la empresa. La región que es más crítica es Panacté.
		Panacté	Alta	Alta	

Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
	Dificultad para cosecha de fruta	Fray Bartolomé de las Casas	Media	Alta	Por las lluvias intensas se da un desbordamiento de ríos inundando caminos, lotes y se da una dificultad de acceso a la cosecha. En 2020 por el inconveniente de acceder a la cosecha se generó un paro de actividades productivas que incluye la fertilización, la sanidad vegetal y la recolección por varias semanas en la región.
		Pataxte	Media	Alta	Se da desbordamiento de ríos, pasos bloqueados, lotes inundados al menos una vez al año en Panacté, afectando constantemente las actividades de cosecha y recolección de fruta por no tener acceso a las áreas de trabajo. En el área de Pataxte la frecuencia es menor, pero si se dan inundaciones ante eventos meteorológicos extremos. También por la saturación de agua, llega a causar un aborto de racimos o una pérdida de calidad en ambas zonas.
		Panacté	Alta	Alta	
	Pérdida de suelos por erosión por tormentas o lluvias copiosas	Todos	Media	Media	Dado que los terrenos de cultivo son planos y cuentan con planes de manejo, este impacto es menor, incluso se puede considerar un beneficio, pues el desborde de ríos aporta materia orgánica por sedimento en los lotes, sin embargo, esto últimos es una hipótesis por observación en campo, ya que no se han desarrollado estudios científicos.

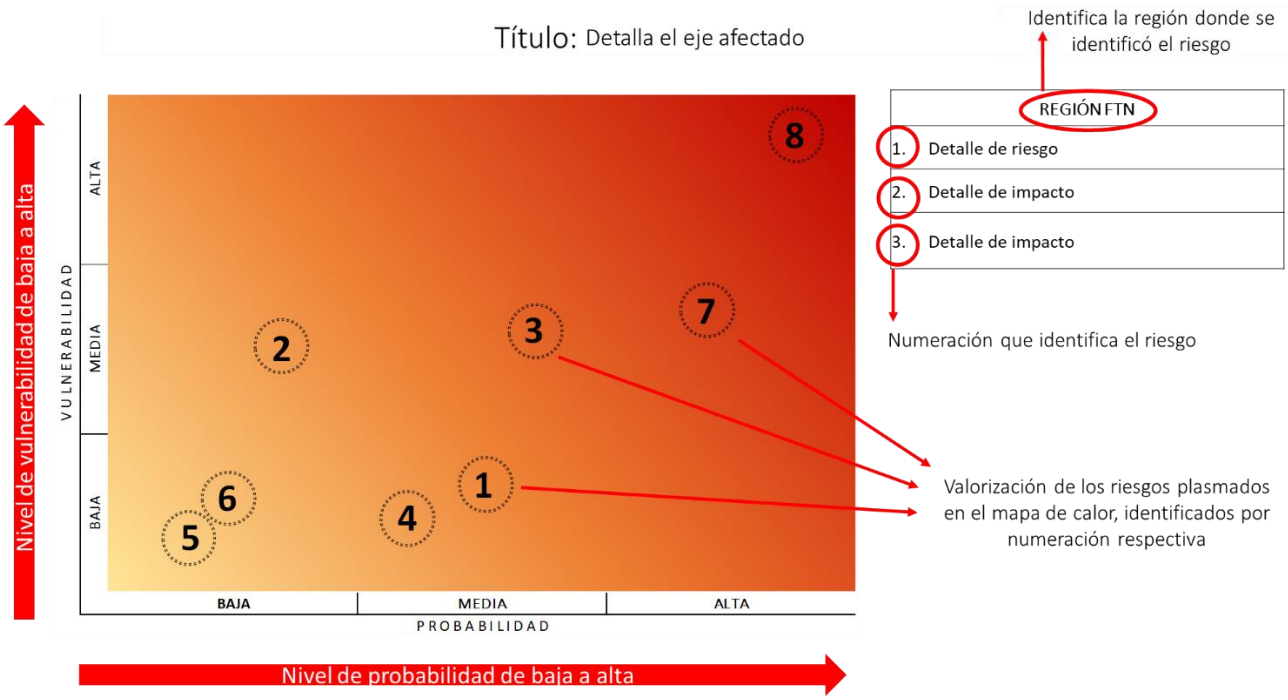
Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
Incendios Forestales	Afección a plantaciones	Fray Bartolomé de las Casas	Alta	Media	No se han presentado incendios forestales en las áreas de cultivo, solo rozas en las parcelas comunitarias cercanas a la palma, las cuales por falta de control constantemente dañan entre 5-6 palmas.
		Pataxte	Media	Media	
		Panacté	Media	Media	
Aumento de plagas o enfermedades	Afección a la plantación	Fray Bartolomé de las Casas	Baja	Alta	Derivados de los excesos de lluvia, no se rompe el ciclo natural de las plagas, que normalmente se da por sequía, lo que limita la acción natural. Esto afecta al momento que inician el invierno, pues es necesario el uso de agroquímicos para el respectivo control. De igual forma, la presencia de humedad con alta temperatura puede dar brotes de plaga en épocas atípicas. Esas circunstancias se dan más en la región del
		Pataxte	Baja	Alta	

Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático					
Eventos	Impactos	Región	Probabilidad	Vulnerabilidad	Comentarios
		Panacté	Baja	Alta	Polochic, por lluvias de enero y febrero y por ubicación cercana al lago de Izabal.

3.2 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGOS

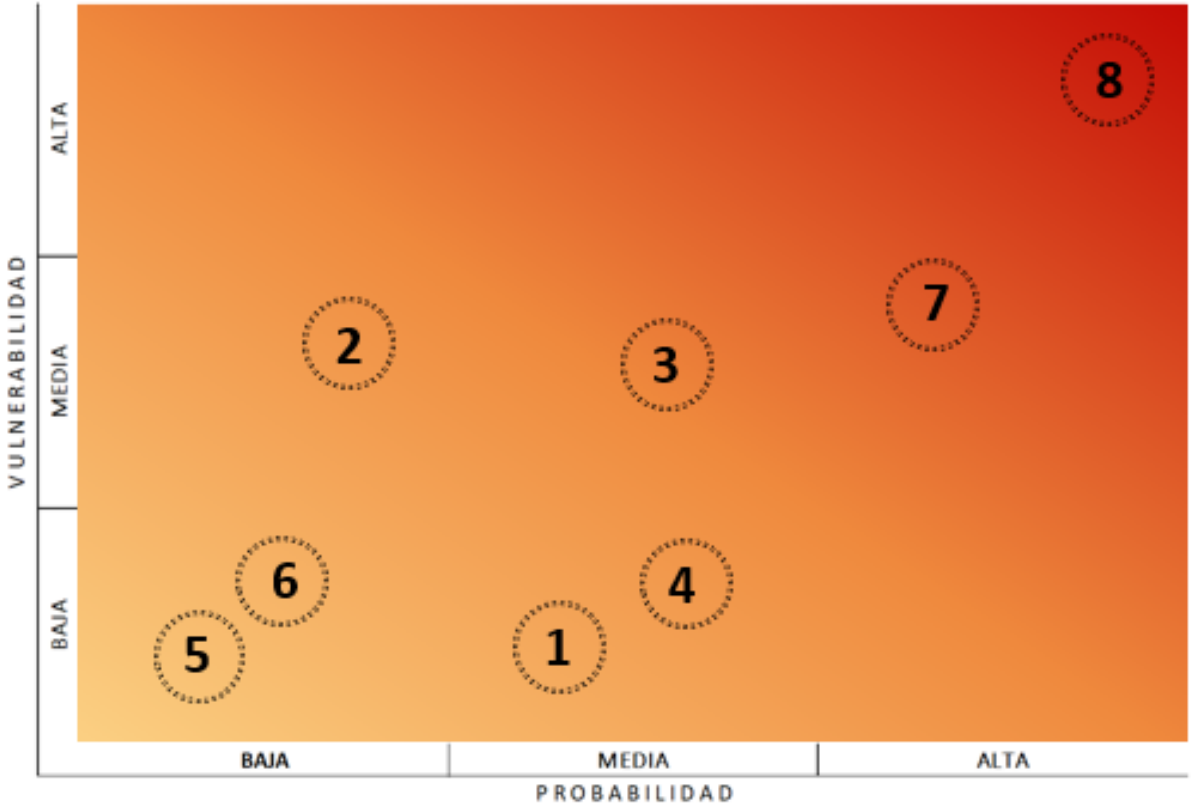
Para presentar el resumen del análisis y valoración de los riesgos, se consideró la metodología de mapas de calor, la cual es una herramienta que representa gráficamente la ubicación de los riesgos en un cuadrante, dependiendo de la valoración asignada. La herramienta distribuye los riesgos según su valoración alto, medio o bajo en probabilidad (eje x) y vulnerabilidad (eje y). Ubicando los riesgos con baja probabilidad y vulnerabilidad en el área de color naranja claro; y los riesgos con alta probabilidad y vulnerabilidad se visualizan en el área con mayor intensidad de rojo.

A continuación, se presenta en la imagen que resumen la interpretación del mapa de calor, para la interpretación de los resultados por área de trabajo.



3.2.1 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO SOCIALES DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis de riesgo sociales derivados de los impactos del cambio climático

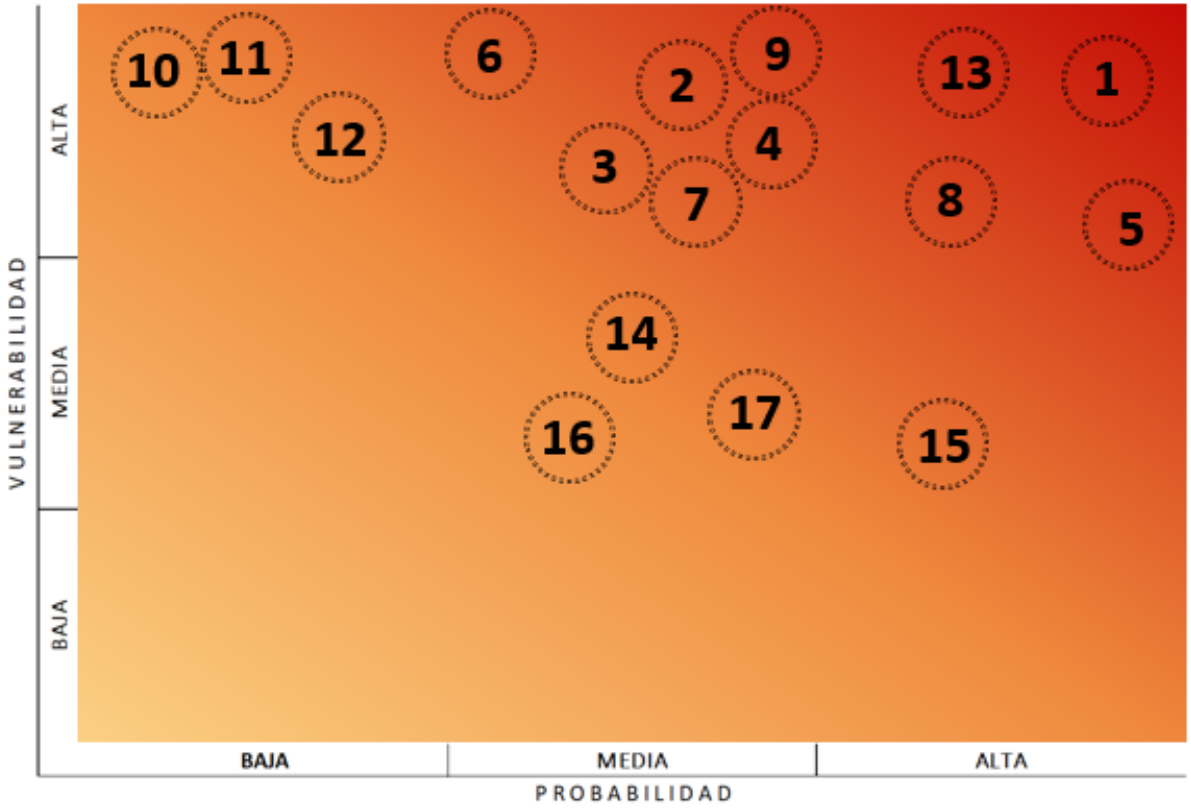


REGIÓN FRAY
1. Afección a la cultivos de subsistencia por sequía
2. Escases de agua para consumo humano por sequía
3. Afección a cultivos de subsistencia por aumento de lluvia e inundaciones
4. Afección a infraestructura y servicios básicos por inundaciones o aumento de precipitaciones

REGIÓN POLOCHIC
5. Afección a la cultivos de subsistencia por sequía
6. Escases de agua para consumo humano por sequía
7. Afección a cultivos de subsistencia por aumento de lluvia e inundaciones
8. Afección a infraestructura y servicios básicos por inundaciones o aumento de precipitaciones

3.2.2 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO AGRÍCOLAS DERIVADOS DE LOS IMPACTOS D EL CAMBIO CLIMÁTICO

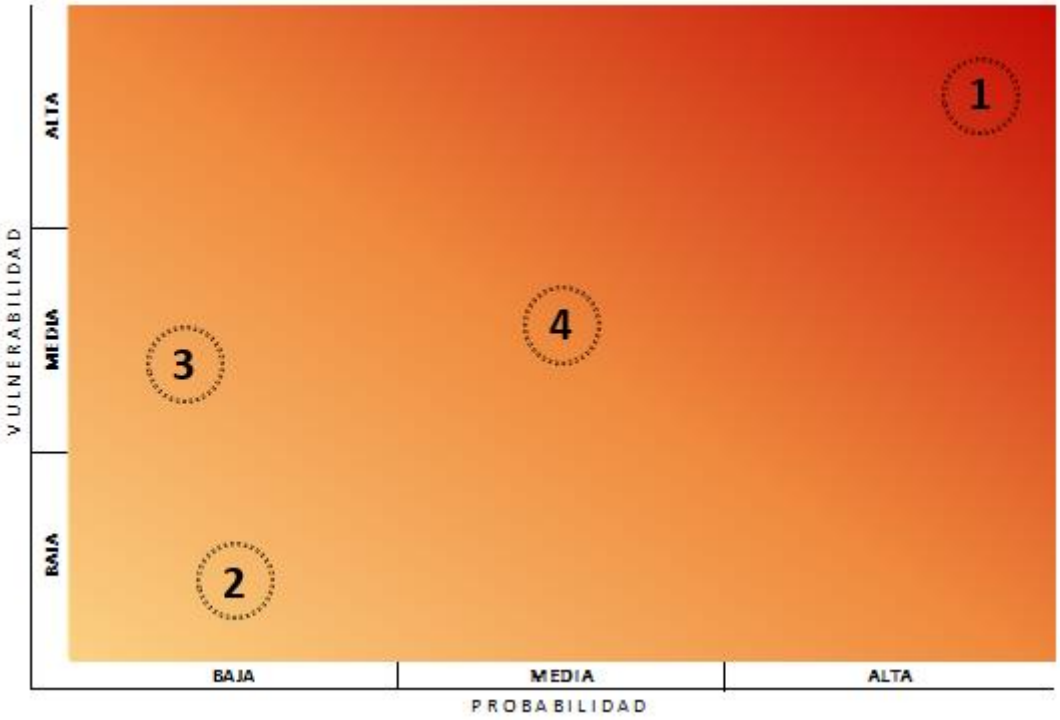
Análisis de riesgo agrícolas derivados de los impactos del cambio climático



Riesgos/Regiones	Fray	PNT	PTX
Afección a la productividad de fruta fresca por sequía	1	2	3
Afección a infraestructura interna en plantaciones por inundaciones o aumento de precipitaciones	4	5	6
Dificultad para cosecha de fruta y afección en la producción por inundaciones o aumento de precipitaciones	7	8	9
Afección a la plantación por aumento de plagas y enfermedades	10	11	12
Afección de plantaciones por incendios forestales	15	16	17
Afección en la polinización que genera pérdida de peso en los racimos por variabilidad extrema de temperatura	13		
Pérdida de suelos por erosión por tormentas, lluvias copiosas o inundaciones	14		

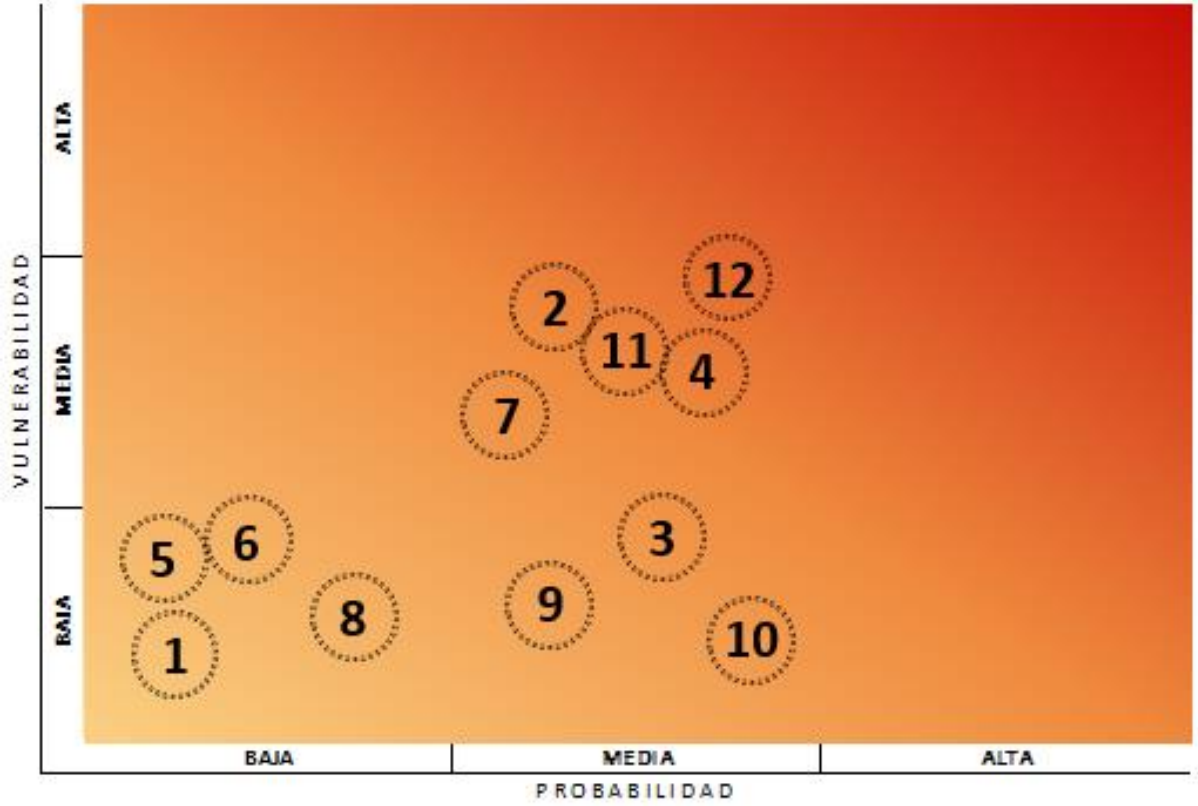
3.2.3 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIALES DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis de riesgos de cambio climático: Refinadora



ESCUINTLA
1. Estrés hídrico en pozos mecánicos por sequías
2. Afección a infraestructura interna en refinería por inundaciones o aumentos de precipitaciones
3. Problemas operativos por inundaciones o aumentos de precipitaciones
4. Problemas de logística por afección de infraestructura vial.

3.2.4 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIALES DERIVADOS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



REGIÓN FAY
1. Estrés hídrico en pozos mecánicos por sequías
2. Afección a infraestructura interna en plantaciones por inundaciones o aumentos de precipitaciones
3. Dificultades en operaciones en los sistemas de aguas residuales por inundaciones o aumentos de precipitaciones
4. Problemas operativos por inundaciones o aumentos de precipitaciones

REGIÓN POLOCHIC	Panacté	Pataxte
Estrés hídrico en pozos mecánicos por sequías	5	6
Afección a infraestructura interna en plantas de beneficio por inundaciones o aumentos de precipitaciones	7	8
Dificultades en operaciones en los sistemas de aguas residuales por inundaciones o aumentos de precipitaciones	9	10
Problemas operativos por inundaciones o aumentos de precipitaciones	11	12

4. PLAN DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático -IPCC- (2021) el proceso de adaptación se define como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos. Por otra parte, la capacidad de adaptación se define como la capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

A pesar de que Guatemala un país con emisiones de gases de efecto invernadero con poca significancia a nivel mundial, es un país vulnerable ante cambios del clima, por lo que su principal enfoque debería de concentrarse en acciones de adaptación y su capacidad de respuesta temprana para evitar pérdidas humanas y económicas.

A continuación, se presentan las propuestas de acciones de adaptación al cambio climático y generación de información que se considera relevante, para tener un registro que valorice los impactos del cambio climático:

Sector	Evento	Acciones	Medio de Verificación	Frecuencia
Social	Todos	• Apoyo en gestión de programas de educación y divulgación sobre la prevención y respuesta ciudadana ante los eventos climáticos a través de instituciones públicas (CONRED, Municipalidades, entre otras instituciones).	Coordinación con instituciones públicas y comunidades de influencia directa	Anual
	Todos	• Apoyo en la gestión a través de instituciones gubernamentales la mejora de prácticas agrícolas para diversificación de cultivos conservando el suelo y agua • subsistencia, sustitución de cultivos, conservación del suelo y del agua.	Gestión de talleres	Anual
Agrícola	Aumento de plagas o enfermedades	• Plan de manejo integral de plagas y enfermedades • Implementación de plantas nectaríferas	Registro de aplicación de productos químicos Registro de rondas Registro de palmas enfermas	Semestral Anual
	Inundaciones	• Plan de salud, seguridad ocupacional y contingencias.	Registro de capacitación Fotografías Rotulación	Trimestral
	Inundaciones	• Plan de mantenimiento de drenajes (Quíneles) • Implementación de Bordas • Levantamiento de niveles en caminos	Plan de mantenimiento Registro de implementación Fotografías	Semestral

Sector	Evento	Acciones	Medio de Verificación	Frecuencia
		• Implementación de Gaviones • Construcción de infraestructura para facilitar el acceso		
	Sequía	• Evaluación de Estrés hídrico para la implementación de pozos mecánicos	Plan de acción ante el estrés hídrico (de ser necesario)	Anual
	Pendientes	• Técnicas de conservación de suelos (taludes, barreras vivas, manejo de peciolos, entre otras).	Registro de técnicas implementadas Registro de mantenimiento	Único
Refinadora	Sequías	• Plan de seguimiento de auditoria hídrica	Registro del uso de agua en diferentes procesos	Anual
	Sequías	• Cosecha de agua de lluvia	Cantidad de agua en m3	Mensual
	Todos	• Programa medición de emisiones atmosféricas	Inventario de las emisiones por actividad realizada	Anual
	Inundaciones	• Mantenimiento limpieza/mantenimiento de drenajes	Registro de limpieza/mantenimiento	Semestral
Plantas de Beneficio	Todos	• Programa de medición de emisiones atmosféricas.	Inventario de las emisiones por actividad realizada	Anual
	Inundaciones	• Limpieza periódica de drenajes internos	Registro de mantenimiento Fotografías	Semestral
	Sequías	• Cumplimiento de métricas de uso eficiente de agua	Registro de m^3 de agua/TM RFF	Semestral

5. CONCLUSIONES

Respecto al sector social en las áreas de interés, la región Polochic es la que presenta mayor probabilidad de ocurrencia de aumento de lluvias e inundaciones, por ende, su vulnerabilidad se considera mayor debido a que llegan afectar el acceso hacia los servicios básicos. Por otro lado, tanto los cultivos de subsistencia de la FTN y Polochic tienden a ser menos afectados por la presencia de sequias en el área ya que cuentan con lluvias durante todo el año.

En el sector agrícola se identificaron numerosos escenarios que presentaban alta vulnerabilidad ante los eventos del cambio climático, entre ellas se resaltan en el área de Fray Bartolomé de las Casas la afectación a la productividad de cosecha de fruta fresca ya que esta se ve amenazada por eventos de sequias; para Panacté se presenta una amenaza importante a la infraestructura y al acceso para la cosecha de frutas debido a inundaciones y aumento de lluvias; y, afectando a todas las regiones, el evento de extrema temperatura provoca una variación en el proceso de polinización que llevan a cabo distintos organismos como insectos y aves generando una pérdida en el peso de los racimos y por tanto provocando una baja de productividad en la cosecha.

Para la refinadora en Escuintla, se ve vulnerado con alta probabilidad de ocurrencia cuando se presenta un evento de sequía, pero también presenta baja afección a la infraestructura por eventos de inundación o aumento de precipitaciones.

En cuanto a las Plantas de Beneficio las áreas que presentan mayor afección son: para la región de Fray Bartolomé de las Casas, la infraestructura y procedimientos operativos cuando se presentan eventos de aumento de precipitación e inundaciones; y para la región del Polochic, tanto Panacté como Pataxte se ven afectados por problemas operativos por inundaciones o aumento de precipitaciones. Por otra parte, en ninguna región se ven afectados por estrés hídrico en sus pozos mecánicos debido a sequias ya que son zonas que llueve constantemente.

6. RECOMENDACIONES

Para el área social se sugiere que se continuar con la coordinación en conjunto con instituciones públicas como la CONRED y comunidades distintos programas y talleres de educación y divulgación sobre la respuesta ciudadana ante los fenómenos climáticos, así como también dirigirlos a la enseñanza sobre mejores prácticas agrícolas para afrontar el cambio climático.

Respecto al sector agrícola, con el fin de controlar las enfermedades y plagas en los cultivos, anual o semestralmente se recomienda continuar planes de manejos de plagas, así como la implementación de plantas nectaríferas para asegurar los procesos de polinización.

Continuar con la ejecución de los planes de mantenimiento de los drenajes, implementar bordas, levantamientos de niveles de caminos, implementar gaviones y construir infraestructura para fácil acceso para prevenir inconvenientes por eventos de inundaciones o altas precipitaciones.

Para el uso de la refinadora, por eventos de sequía e inundación, se recomienda continuar la auditoria hídrica, con el fin de preparase ante problemas de disminución de agua en el área.

En relación a las Plantas de Beneficio se recomienda continuar con los programas de limpieza periódica de los drenajes y medición periódica del uso del agua.

Se recomienda realizar una revisión de este documento de forma anual, con el fin de continuar con las medidas propuestas o desarrollar nuevas estrategias que se adecuen a las necesidades que se presentaron el año anterior.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Bardales Espinoza, W. A., Castañón, C., & Herrera Herrera, J. L. (2019). Clima de Guatemala, tendencias observadas e índices de cambio climático. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. (pp. 20–39). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.

Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. E. (2007). INFORMACIÓN TECNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM: http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf

CEPAL (2001). La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina. Obtenido de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf

CEPAL (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf

FAO. (2016). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. Guatemala. Recuperado de: https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC202093/

FAO. (2017). Guía Metodológica para la Huella de Carbono y la Huella de Agua en la Producción Bananera. Obtenido de The Food and Agriculture Organization (FAO): https://www.fao.org/publications/card/en/c/27192bf7-064a-4994-b15e-c5a1c5c0d2c3/

GHG Protocol. (s.f.). Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada). Obtenido de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf

INDC-UNFCCC. (2015). CONTRIBUCION PREVISTA Y DETERMINADA A NIVEL NACIONAL. Obtenido de https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Guatemala%20First/Gobierno%20de%20Guatemala%20INDC-UNFCCC%20Sept%202015.pdf

IPCC (2021). Annex II: Glossary. IPCC WGII Sixth Assessment Report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf

Mesa Técnica Agroclimática (2022). Boletín Agroclimático, mayo-julio 2022. Petén, Guatemala.

NaturAceites (2021) Reporte de Sostenibilidad 2020. Cultivando con trasparencia. Guatemala.

PNUD (2021). Avances en el proceso de actualización del componente de adaptación de la contribución nacionalmente determinada de Guatemala. Recuperado de: https://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/presscenter/articles/2021/6/28/avances-en-el-proceso-de-actualizacion-del-componente-de-adaptac.html

SGCC (2019). Capítulo 12- Acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Reporte de Cambio Climático Guatemala https://sgccc.org.gt/capitulo-12-acciones-de-mitigacion-de-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-2/

UNICEF (2012) Cambio climático en Guatemala Efectos y consecuencias en la niñez y adolescencia. Guatemala. Fondo de las Naciones unidas para la niñez.

Rivera Paris. (2020) Sequía, canícula y cambio climático en Guatemala. Recuperado en mayo 2022, disponible en: https://www.entremundos.org/revista/medio-ambiente/sequia-canicula-y-cambio-climatico-en-guatemala/

UN. (s.f.). The Paris Agreement. Obtenido de United Nations (UN): https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement#:~:text=El%20Acuerdo%20proporciona%20a%20los,objetivos%20clim%C3%A1ticos%20de%20estos%20pa%C3%ADses.

UNFCCC. (noviembre de 2015). Acuerdo de París. Obtenido de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

World Resources Institute (2019). Overall water risk. Water risk atlas. Obtenido de: https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&indicator=bws_cat&lat=16.235772090429855&lng=-82.66113281250001&mapMode=view&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&threshold&timeScale=annual&year=baseline&zoom=5